



ISSN:1984-
2295

Revista Brasileira de Geografia Física



Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR

Valquiria Brilhador da Silva. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail: valkiriabs@yahoo.com.br

Nelson Vicente Lovatto Gasparetto. Doutor em Geografia, Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: nvlgasparetto@hotmail.com

Artigo recebido em 02/02/2015 e aceito em 04/02/2016.

RESUMO

Nesse trabalho foi avaliada a qualidade da água no alto curso do rio do Campo no município de Campo Mourão-PR. O rio do Campo é o manancial responsável pelo abastecimento de 80% da população do município. A qualidade da água foi avaliada por meio da determinação dos seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura da água, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), teor de fósforo, coliformes termotolerantes (*E. coli*), e dos elementos químicos: cobre, zinco, chumbo, cádmio, arsênio, níquel, selênio, cromo, manganês e ferro. As amostras foram coletadas em 5 pontos determinados ao longo do rio do Campo, abrangendo tanto a área rural quanto a área urbana. Foram efetuadas 7 campanhas de coletas com periodicidade bimestrais entre os meses de junho de 2012 a julho de 2013. Os resultados obtidos foram comparados com aqueles da Resolução nº357/2005 do CONAMA. Os parâmetros que apresentaram concentrações superiores àqueles estabelecidas pela resolução foram, o ferro e a bactéria *E.coli*. As amostras coletadas durante os períodos de chuva apresentaram aumento nas concentrações de vários parâmetros, especialmente o de *E. coli*, sólidos suspensos totais, turbidez, fósforo, ferro, manganês, cobre e de chumbo. Esses resultados evidenciam a influência da precipitação e do escoamento superficial na qualidade da água, isto é, devido ao aporte de sedimentos ao corpo hídrico. Entretanto, os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio e de Oxigênio Dissolvido se mantiveram dentro do valor máximo permitido (VMP) estipulados pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, em todas as campanhas.

Palavras-chave: Qualidade da água. Uso do solo. Monitoramento da qualidade da água.

Water quality in the upper stream bed of the campo river- in the Campo Mourão county – Paraná state, Brasil

ABSTRACT

The river Campo is the water source that has been supplying 80% of the municipality population in Campo Mourão County, Paraná State, Brazil. In the current research, we monitored the water quality from the high course of the river. The records collected from the physico-chemical parameters of the water were the temperature, turbidity, dissolved oxygen (OD), pH, phosphorus, thermo-tolerant faecal coliform (*E. coli*), copper, zinc, lead, cadmium, arsenic, nickel, selenium, chrome, manganese and iron. In each of seven bi-month trips in the rural and urban area monitored from June, 2012 to July, 2013 we collected samples always at five places along the river course. The results were compared with those from the Act number 357/2005 released by the CONAMA. The parameters with concentrations higher than established by the CONAMA Act were iron and the faecal coliform *E. coli*. Samples from the rainy period had increases in concentration of parameters as the *E. coli*, total suspended solids (tss), water turbidity, phosphorus, iron, manganese, copper and lead. These results highlight the influence of the rainfall and the water by runoff on the water quality because of the supply of soil sediments into the hydro-course. In all the trips, however, the BOD and the DO were within the highest values allowed in the 357/2005 CONAMA Act.

Keywords: Water quality. Soil use. Water monitoring.

Introdução

A qualidade da água é composta por características físicas, químicas e biológicas, a Resolução nº 357/2005 do CONAMA define como condições de qualidade da água a “qualidade da água apresentada por um segmento de corpo d’água, num determinado momento, em

termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade”.

Durante seu movimento no globo terrestre, denominado ciclo hidrológico a água sofre alterações nas suas características, estas alterações podem ocorrer pela influência tanto de fatores naturais quanto antrópicos. Na atmosfera

quando as moléculas de água se condensam, gases são dissolvidos nela e impurezas começam a se acumular. Ao atingir a superfície a água dissolve uma série de substâncias que são incorporadas a ela (Pádua e Ferreira, 2010).

Dentre os fatores que podem influenciar a qualidade da água podemos destacar: o substrato rochoso; o clima; o tipo de solo; as características físicas da bacia hidrográfica; o uso e o manejo do solo, a cobertura vegetal e as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica. Esses fatores vão influenciar tanto os processos físicos que ocorrem nas vertentes como o escoamento superficial e a erosão, como na composição química, física e biológica das águas.

As atividades desenvolvidas pelo homem tanto na área rural como na área urbana, geram resíduos que podem provocar mudanças no ambiente, como a poluição do solo e da água. Segundo Danilo Santos et al. (2006), poluente é uma substância química, ou elemento químico, fora do seu local de origem, em concentrações capazes de promover efeitos adversos aos seres vivos [...] no entanto, a maioria das substâncias inorgânicas e elementos químicos classificados como poluentes estão naturalmente presentes nos solos e sedimentos, pois são derivados de minerais que compõe a rocha e que por sua vez, origina o solo. Porém essa ocorrência normalmente se dá em muito baixas concentrações, por isso não são identificados como problema. Eles passam a preocupar como poluentes quando entram na cadeia alimentar, podendo causar danos à saúde.

De acordo com Gastaldini e Mendonça (2003), poluentes podem ser liberados para o ambiente na forma de gases, de substâncias dissolvidas ou na forma de material particulado. As fontes de poluição são de origem pontual, quando podem ser identificadas, ou difusa, quando se torna difícil a identificação da fonte poluidora. Para os autores não existe uma clara divisão entre estas fontes, pois em nível regional ou mesmo local, as fontes difusas podem resultar de um grande número de fontes pontuais. Os poluentes resultantes das atividades agrícolas, por exemplo, normalmente são considerados como poluição de origem difusa. No meio rural as águas de escoamento superficial carregam sedimentos, matéria orgânica como folha e dejetos de animais; agrotóxicos; fertilizantes e micro-organismos patogênicos (Mota, 1995).

Segundo Minella e Merten (2006), parte significativa dos impactos negativos à qualidade da água é causada pelos sedimentos erodidos, especialmente daqueles originados de áreas com presença de poluentes, como os agrícolas, os de mineração e os urbanos. Sedimentos são vetores

de poluentes, pois sua natureza geoquímica (agregados formados pela presença de partículas primárias, óxidos e matéria orgânica) permite tanto a adsorção, como a liberação de poluentes capazes de afetar severamente a biota aquática e a qualidade da água.

Entre os caminhos possíveis dos pesticidas após serem adicionados ao solo, têm-se: vaporização e perda na atmosfera, absorção pelo solo; infiltração e perda por lixiviação; transformação por reações químicas; e por último, decomposição por micro-organismos. A persistência dos pesticidas no solo é variável, alguns duram apenas poucos dias, enquanto outros podem permanecer por mais de dez anos (Vitte e Guerra, 2012).

Conforme Danilo Santos et al. (2006), mesmo considerando que atualmente os compostos orgânicos sintéticos altamente tóxicos já não são produzidos ou deixaram de ser aplicados no ambiente, a agricultura ainda pode ser uma importante fonte de poluição dos recursos hídricos. O uso indiscriminado de agrotóxicos, mesmo aqueles com menor persistência no ambiente devido sua maior facilidade de degradação, também pode causar algum efeito sobre o ecossistema. Por existir uma grande diversidade de princípios ativos para diversos tipos de cultivos, um grande número de moléculas orgânicas com diferentes graus de solubilidade na água e persistência no ambiente são lançadas na natureza todos os anos.

A área urbana contribui para a alteração da qualidade da água, em grande parte pela poluição de fontes difusas, o escoamento superficial sobre áreas impermeáveis, carrega o material solto ou solúvel até os corpos d'água. Para esse tipo de poluição contribuem:

O lixo acumulado nas ruas e calçadas, os resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, as atividades de construção, os resíduos de combustíveis, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes do ar, etc. Ligações clandestinas de esgotos, efluentes de fossas sépticas, vazamentos de tanques enterrados de combustível, restos de óleo lubrificante, tintas, solventes e outros produtos tóxicos despejados em sarjetas e bueiros também contribuem para o aumento das cargas poluidoras. A veiculação dessas cargas aos rios ocorre por meio do escoamento superficial direto ou pela rede de drenagem urbana (Barros, Porto e Tucci, 1995).

Segundo Mota (1995), a qualidade da água de drenagem depende do período que a mesma ocorre. Os maiores valores de poluentes são observados no início do escoamento

superficial (Mota, 1995; Libâneo, 2008; Tucci, 2009).

Uma prática importante para a gestão dos recursos hídricos é o monitoramento de parâmetros indicadores da qualidade da água, pois os dados obtidos permitem avaliar as condições de qualidade dos corpos hídricos.

O rio do Campo, avaliado neste estudo, é o manancial de abastecimento que contribui com 80% da água servida à população do município de Campo Mourão, localizado no Estado do Paraná. Por ser um manancial de abastecimento e diante das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, considera-se importante a realização do monitoramento e o estudo da qualidade da água deste corpo hídrico. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água do rio do Campo tendo como referência os padrões estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de Classe II.

Material e métodos

Os parâmetros para o monitoramento da qualidade da água foram escolhidos levando-se em consideração as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica e por representar aqueles monitorados com maior frequência pelos órgãos competentes na avaliação da qualidade da água para abastecimento. Foram monitorados os seguintes parâmetros: temperatura (C°), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), o potencial

hidrogeniônico (pH), o fósforo (P), os coliformes termotolerantes (*E. coli*), e os elementos traço, cobre (Cu), zinco (Zn), Chumbo (Pb), cádmio (Cd), arsênio (As), níquel (Ni), cromo (Cr), manganês (Mn), ferro (Fe), selênio (Se).

Os pontos de coleta foram determinados de acordo com o tipo de uso e ocupação do solo e a facilidade de acesso ao local. Foram realizadas sete campanhas entre junho de 2012 e maio de 2013. A coleta e a preservação das amostras foram realizadas de acordo com metodologia descrita no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA e CETESB, 2011). Os parâmetros OD e o pH foram analisados em campo utilizando o medidor de oxigênio e pHmetro Digimed®.

Os resultados obtidos em cada campanha foram interpretados com base nos padrões estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. Como o rio do Campo ainda não foi enquadrado nas classes de qualidade estabelecidas pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, considera-se rio de classe II.

Resultados e discussão

A área delimitada para estudo compreende 161,8km², é denominada aqui como sub-bacia do rio do Campo, por abranger apenas a área drenada pelo alto curso do rio do Campo, a sub-bacia está localizada nos municípios de Campo Mourão e Peabiru – PR (Figura 1).

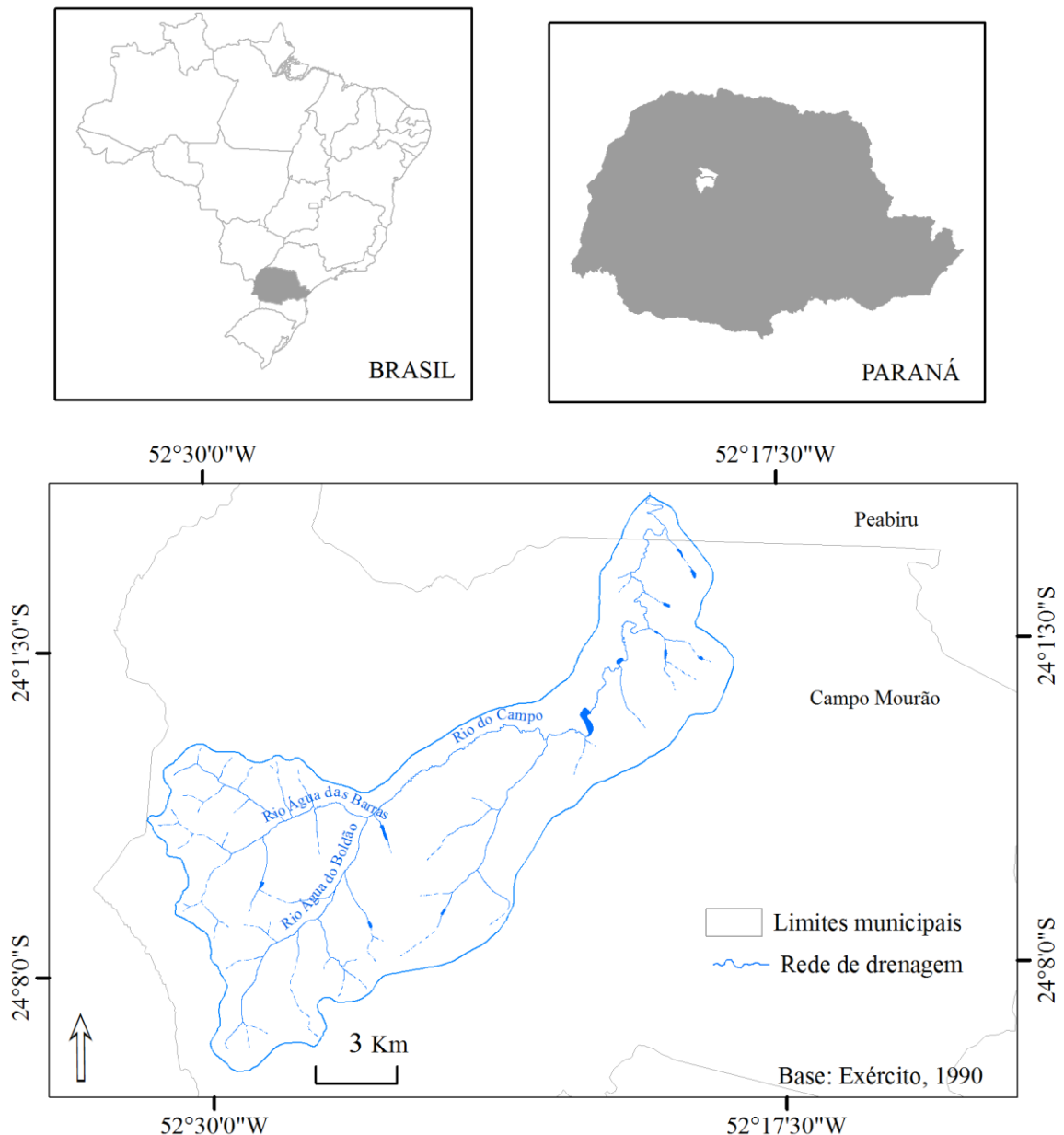


Figura 1. Localização da sub-bacia hidrográfica do rio do Campo

O rio do Campo é um rio de 4ª ordem, conforme metodologia proposta por Strahler (1959 apud Christofolletti, 1981), suas nascentes estão situadas no divisor de águas entre as bacias do rio Piquiri e do rio Ivaí. Após percorrer 54km o rio do Campo deságua no rio Mourão e este no rio Ivaí.

O substrato rochoso é composto predominantemente por rochas ígneas da Formação Serra Geral e por arenitos da Formação Caiuá, estes presentes na alta bacia. Geomorfologicamente a sub-bacia hidrográfica do rio do Campo está sobre o Terceiro Planalto Paranaense ou planalto de *trapp* do Paraná, na porção média entre os rios Ivaí e Piquiri (Maack, 2002).

Na sub-bacia hidrográfica do rio do Campo o clima é do tipo Subtropical - Cfa,

conforme a classificação climática de Köppen. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C, sendo que as geadas são pouco frequentes. Os verões quentes, com temperatura média acima de 22°C no mês mais quente e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão (Caviglione et al., 2000). De acordo com os dados de precipitação média mensal do período 1998-2011, os meses mais chuvosos são outubro, janeiro e fevereiro.

Na sub-bacia do rio do Campo, 74% da área é ocupada pela agricultura, os principais cultivos são soja, milho e trigo. A vegetação ocupa aproximadamente 18%, a área urbana 7%, e as pastagens ocupam menos de 0,5% da área (Figura 2).

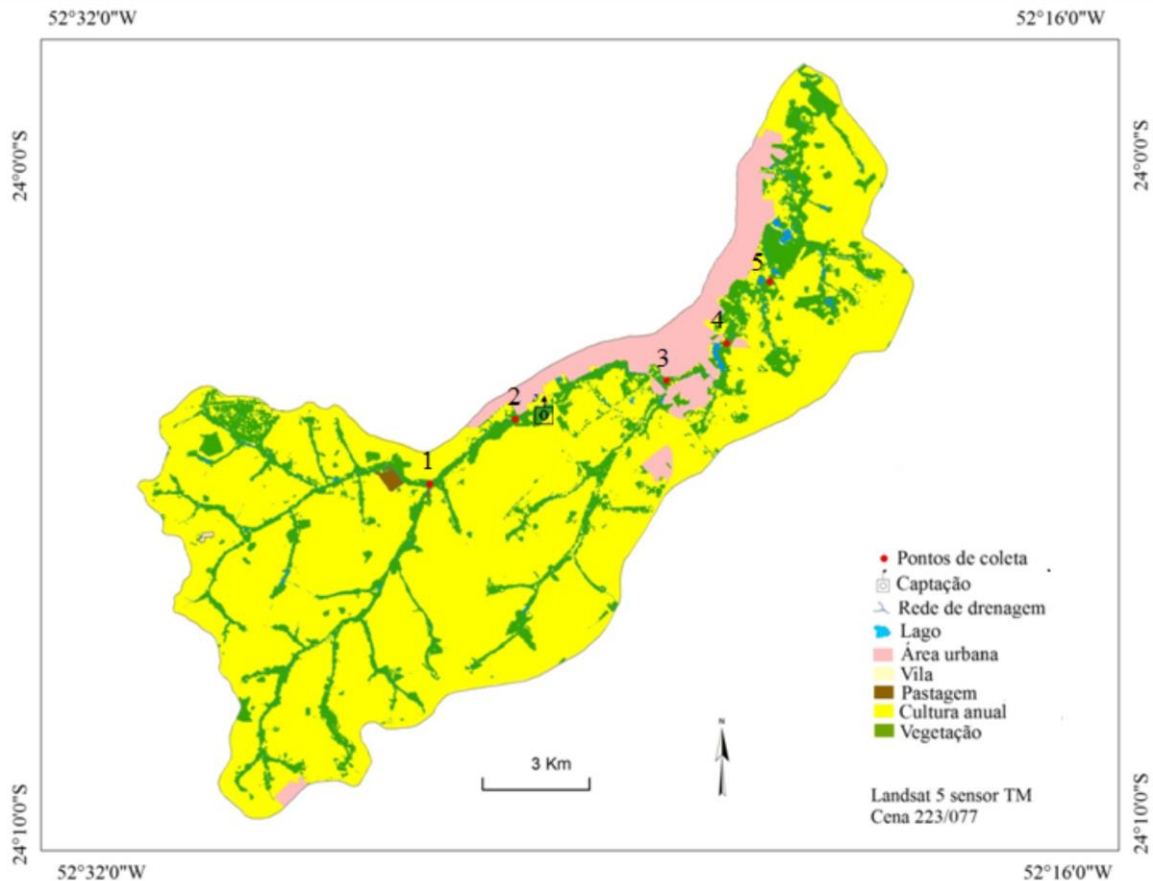


Figura 2. Uso do solo na sub-bacia do rio do Campo

Os solos encontrados na sub-bacia hidrográfica do rio do Campo, de acordo com Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA (2006), são os Latossolos Vermelhos, os Argissolos Vermelhos e os Nitossolos Vermelhos. Os Latossolos Vermelhos apresentam textura média e ocupam 84% da área de estudo, enquanto os Argissolos Vermelhos apresentam textura arenosa média e ocupam 13,6% da área. Os Nitossolos Vermelhos ocupam 2,3% da área à jusante na sub-bacia.

Analisando o manejo do solo verificou-se que o Sistema de Plantio Direto, prática adotada no final da década de 1980, é mantido pela maioria dos agricultores na sub-bacia hidrográfica. Porém os terraços base larga, atualmente não veem sendo mantidos em todas as propriedades. Foram identificados vários pontos de erosão laminar, erosão em sulcos e ravinas na sub-bacia do rio do Campo.

O uso de maquinários e o cultivo no sentido pendente da vertente é uma prática comum, sendo observada em vários pontos na sub-bacia hidrográfica, independentemente do tipo de solo e declividade, ocorrendo principalmente às margens das estradas vicinais. O caminho deixado pelos maquinários facilita o escoamento concentrado da água e

consequentemente o desenvolvimento de feições erosivas.

A área urbana do município de Campo Mourão está situada sobre o divisor de águas da sub-bacia hidrográfica, sendo assim parte das águas da drenagem urbana são destinadas a este rio. Como já citado, a área urbana contribui para a alteração da qualidade da água em grande parte pela poluição de fontes difusas, o escoamento superficial sobre áreas impermeáveis carrega o material solto ou solúvel facilitando a veiculação de poluentes nos corpos hídricos.

No segmento que o rio do Campo percorre o perímetro urbano do município de Campo Mourão, foram encontrados resíduos sólidos tanto na área de preservação permanente como no leito do rio. Entre os resíduos encontrados estão plásticos como garrafas *pet*, embalagens, entre outros. Parte desses resíduos são lançamento direto na área de preservação permanente o que fica evidente pela forma que foram observados, e parte são oriundos das vias públicas e calçadas, pois quando estes encontram-se dispostos de maneira inadequada são transportados pelas águas do escoamento superficial e/ou pelas galerias pluviais até o rio.

A temperatura da água apresentou variações sazonais e diárias entre 18°C no inverno e 27°C no verão (Figura 3).

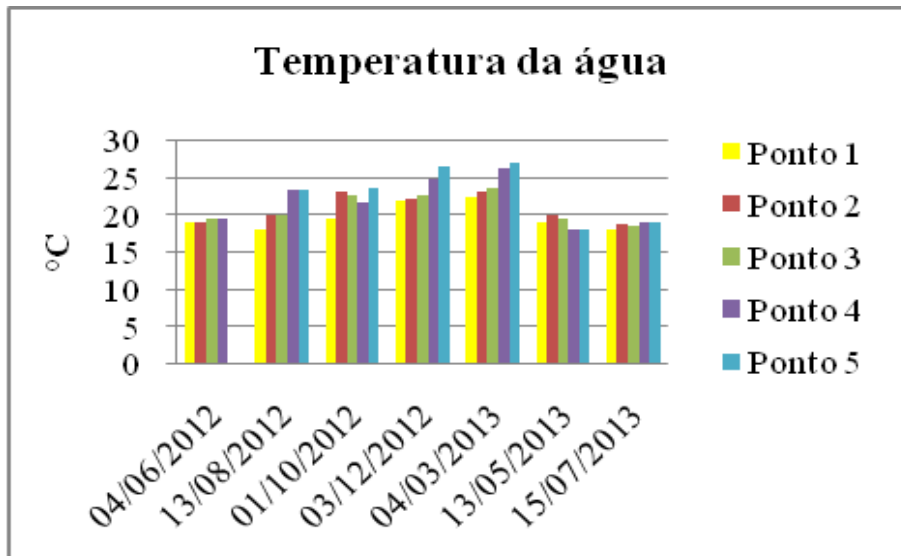


Figura 3. Variação da temperatura da água

A concentração de OD variou entre 6,1 e 8,5 mg/L, permanecendo dentro dos valores permitidos (VMP) pela Resolução nº357/2005 do CONAMA (não inferior a 2 mg/L de O₂) para rios

de Classe II em todas as amostras analisadas (Figura 4). Isso deve estar relacionado às características do canal, que pelo desnível proporciona velocidade ao escoamento e permite aeração da massa d'água.

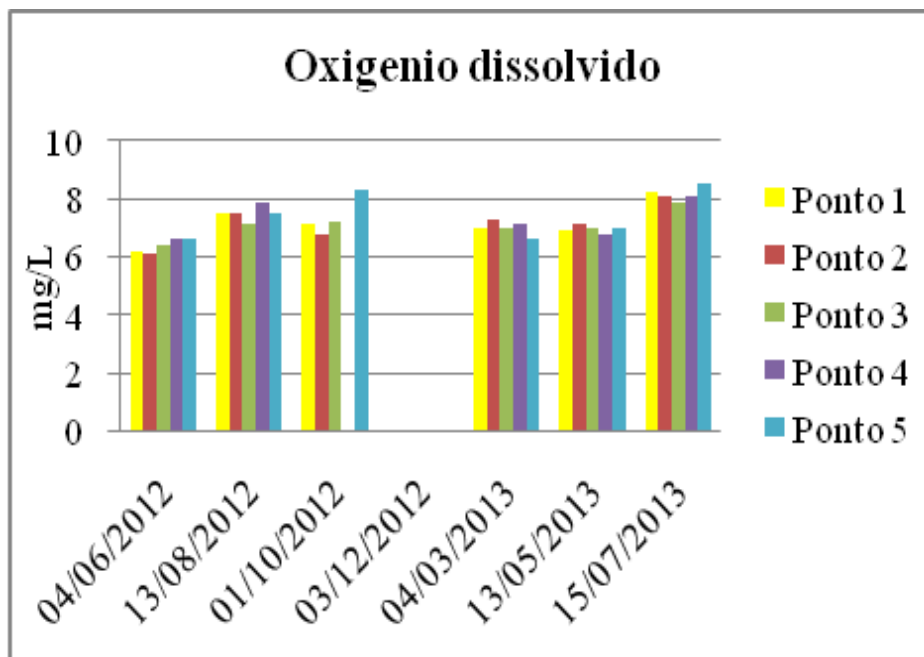


Figura 4. Variação do oxigênio dissolvido.

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas no ambiente aquático e compreende intervalo de 0 a 14, valores de pH inferiores a 7 indicam condições ácidas, e superiores indicam condições alcalinas das águas naturais. O pH

variou entre 5 e 9,8, predominando pH levemente ácido, exceto na quinta e sexta campanha.

Na primeira campanha apresentou-valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para corpos de água doce de classe II (6,0 a 9,0), nos pontos 3, 4 e 5 (Figura 5). Na segunda campanha o pH manteve-se dentro dos valores estabelecidos pela

Resolução nº357/2005 do CONAMA. Na terceira campanha o pH apresentou valores abaixo do estabelecidos pela Resolução nº357/2005 do CONAMA em todas as amostras. Na quarta campanha foi registrado pH abaixo dos valores estabelecidos nos pontos 4 e 5. Na quinta e sexta campanha foi registrado pH básico em todos as amostras. Na sétima campanha foi registrado pH abaixo de 7 em todos as amostras, sendo que o maior valor 9,8 (pH alcalino) foi constatado no ponto 1, na campanha de verão (04/03/2013).

A predominância de pH levemente ácido nas amostras analisadas deve-se principalmente pela presença dos solos ácidos na sub-bacia. Na quinta e sexta campanha a vazão aumentou em relação as campanhas anteriores e a água apresentou pH básico em todos os pontos, isso descarta a possibilidade de fontes pontuais (como esgotos por exemplo). Conforme Libâneo (2008) o pH entre 4,5 e 8,2 a acidez está associada a presença de CO₂ liberado no processo de decomposição da matéria orgânica, que ao reagir

com a água produz o ácido carbônico que ao dissociar-se libera íons H⁺ reduzindo o pH. Infere-se que na quinta e sexta coleta a água apresentou pH básico devido a diminuição da concentração de íons presentes na água uma vez que a vazão aumentou. Outro fato observado que pode ter contribuído para o pH alcalino, é a prática de calagem do colo observada na semana em que foi realizada a coleta, uma vez que choveu nos dias anteriores a coleta.

Na sétima campanha a vazão aumentou em relação a sexta campanha, sendo a maior vazão média registrada, porém diferente do que ocorreu na quinta e sexta campanha a água apresentou pH ácido. Por esta razão acredita-se que a acidez na sétima campanha pode ter origem na quantidade de matéria orgânica presente na água veiculada pelo escoamento superficial resultante das chuvas ocorridas nos dias anteriores a esta coleta. Neste caso a decomposição da matéria orgânica produziria CO₂ e conseqüentemente reduziria o pH (Figura 5).

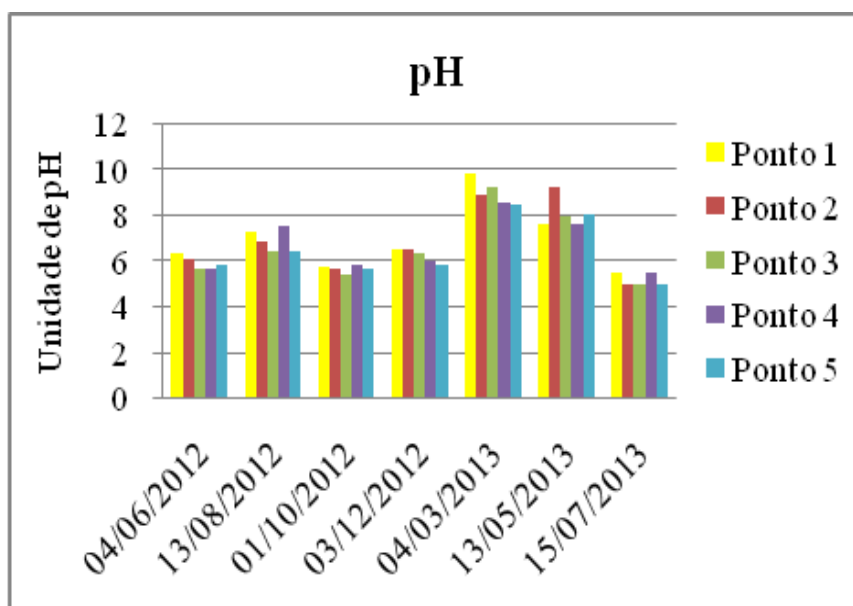


Figura 5. Variação do pH.

A bactéria *E. coli* (Figura 6) na primeira campanha apresentou número acima do valor máximo permitido - VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de Classe II, em todos os pontos de coleta. No ponto 3 houve aumento no número de *E. coli* em relação aos pontos 1 e 2, sendo que o ponto 5 foi o que apresentou o maior número de *E. coli* (60 mil/100ml). O valor elevado de *E. coli* nesse

ponto está associado à poluição difusa oriunda do escoamento superficial provocado pela chuva durante a coleta. Na segunda campanha a bactéria *E. coli* apresentou número acima do VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA nos pontos 1, 3, 4 e 5. Na terceira campanha apenas a amostra coletada no ponto 3 apresentou número de *E. coli* acima do VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

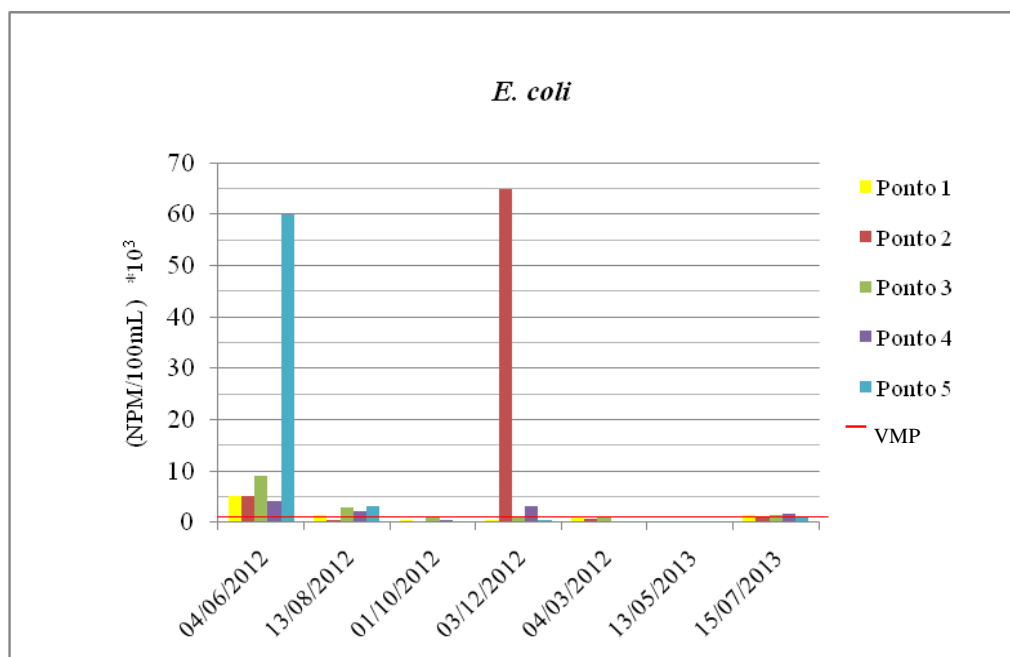


Figura 6- Variação da bactéria *E. coli*

Na quarta campanha as amostras dos pontos 2, 3 e 4 apresentaram número de *E. coli* acima do VMP, o número elevado de *E. coli* (65mil/ml) encontrado no ponto 2 não foi possível atribuir a uma causa específica, este ponto está localizado numa área rural, a coleta foi realizada com tempo bom, não sendo identificado nenhuma fonte potencial de contaminação. Uma possibilidade é a contaminação por dejetos de animais silvestres como a capivara, comum na região sendo observada frequentemente pegadas deste animal às margens do rio.

Nas amostras analisadas na quinta campanha a *E. coli* apresentou número acima do VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA apenas no ponto 3. Na sexta campanha não foi possível realizar a análise da bactéria *E. coli*. Na sétima campanha a *E. coli* apresentou número acima do VMP nos pontos 3, 4 e 5.

Verifica-se que a bactéria *E. coli* apresentou número acima do VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de Classe II, em todas as amostras coletadas no ponto 3. Este ponto está sujeito a receber efluentes da área urbana, além de estar localizado à jusante da confluência do rio do Campo com o rio Água dos Papagaios o qual recebe efluentes de lagoas de tratamento de dois frigoríficos e de uma malharia.

Para os sólidos suspensos totais (Figura 7) não há valores de referência, no entanto este

parâmetro está relacionado a diversos outros como a turbidez e a concentração de elementos químicos que o compõe. Na primeira e na sexta campanha as amostras analisadas apresentaram aumento na concentração de sólidos suspensos no ponto 5, em relação aos demais pontos analisados, as duas coletas foram realizadas em dia chuvoso.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, como algas, bactérias e plâncton em geral etc. (CETESB, 2011). Conforme a ANA (2009), a principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. A turbidez apresentou o maior valor na primeira campanha no ponto 5 (274UNT) ultrapassando o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA (até 100 UNT) para rios de Classe II (Figura 8). Neste ponto a coleta foi realizada com chuva, sendo que foi observado escoamento superficial, evidenciando a relação deste com o aumento de sólidos suspensos e conseqüentemente da turbidez da água, conforme pode ser observado nas figuras 9 e 10.

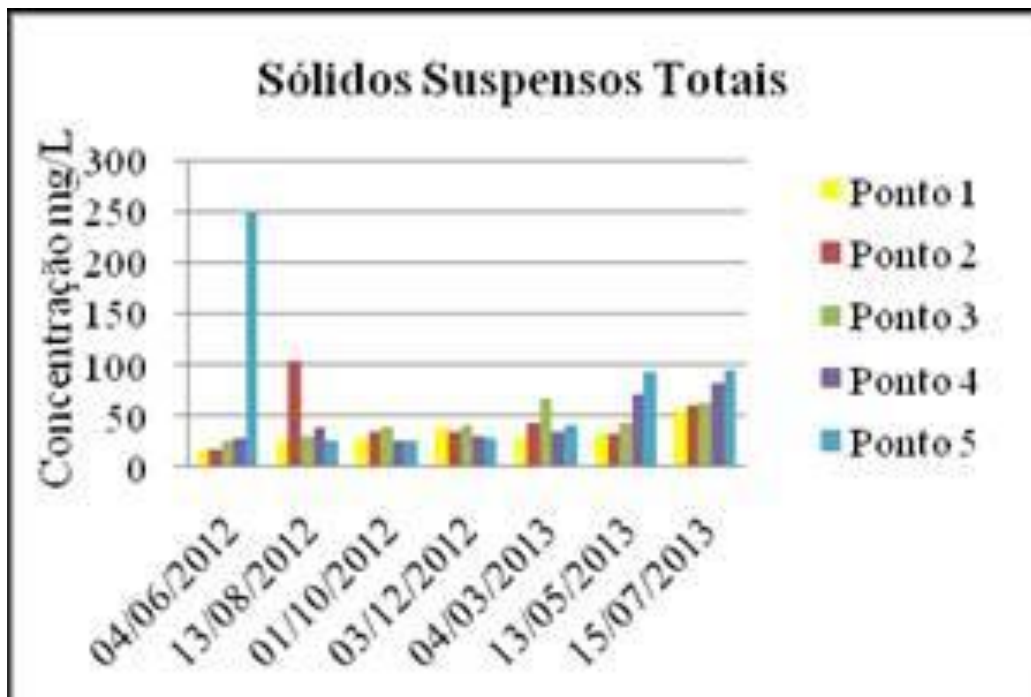


Figura 7. Sólidos suspensos totais.

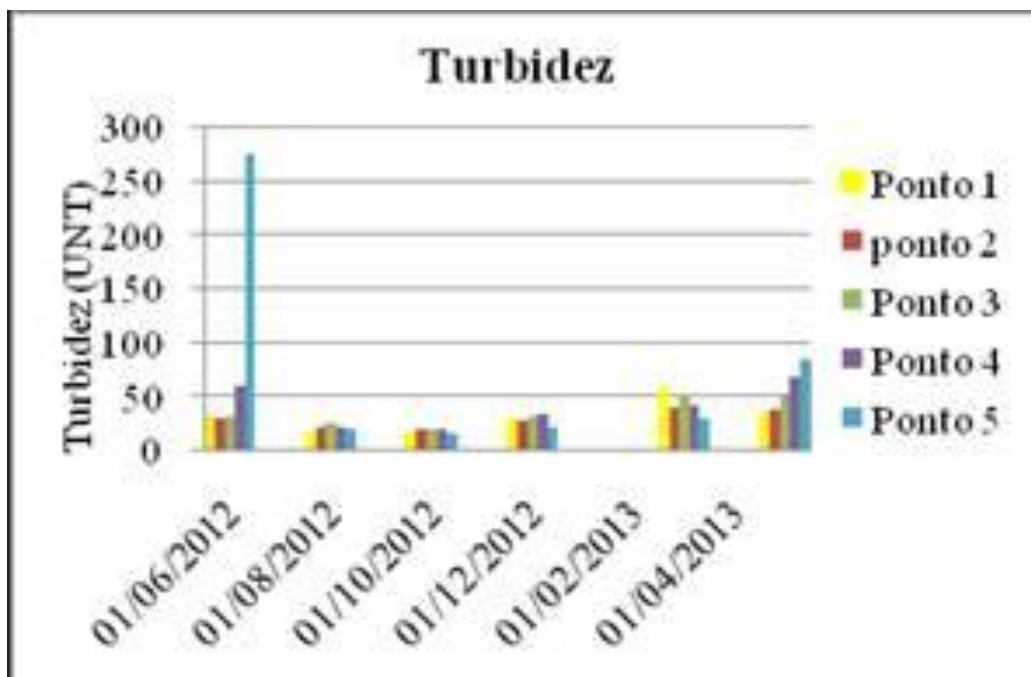


Figura 8. Turbidez.

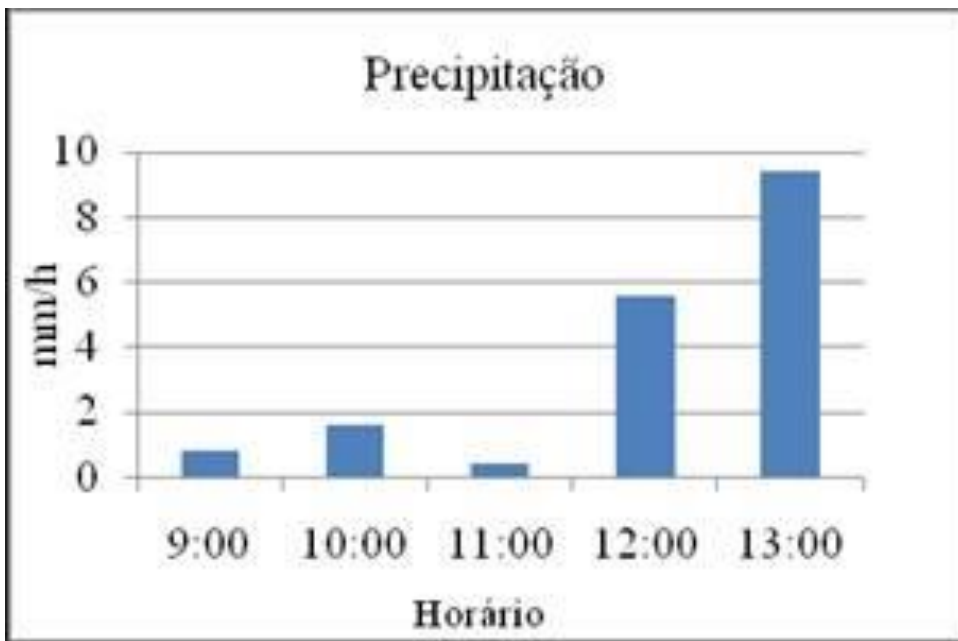


Figura 9. Precipitação (04/06/2012)

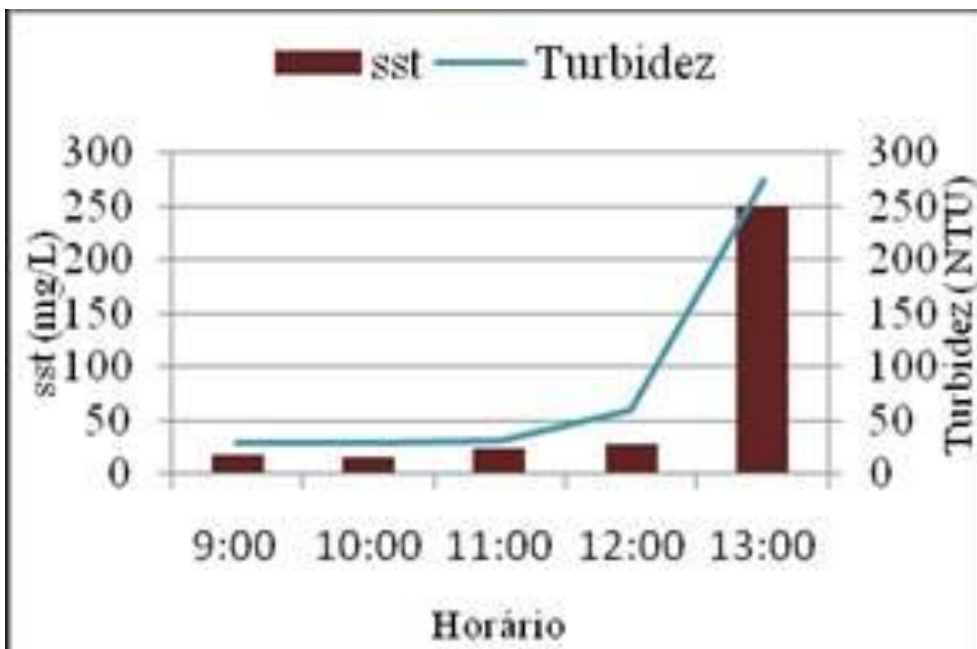


Figura 10. Sólidos suspensos e turbidez.

Na sexta campanha a turbidez apresentou o segundo valor mais alto, mas não ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II. Esta coleta foi realizada com tempo chuvoso, porém a altura precipitada foi baixa não sendo observado escoamento superficial no local da coleta.

A DBO₅ é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C, representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água por decomposição microbiana aeróbica. Os maiores aumentos de DBO₅ num corpo d'água

são provocados por material de origem predominantemente orgânica (CETESB, 2011; ANA, 2009).

A DBO₅ alcançou o VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de Classe II (até 5mg/L O₂) na primeira campanha no ponto 5 (Figura 11).

O aumento da DBO₅ neste ponto indica a entrada de matéria orgânica no corpo d'água transportada pelo escoamento superficial decorrente da chuva durante a coleta. Nas demais coletas a DBO₅ permaneceu dentro do VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA.

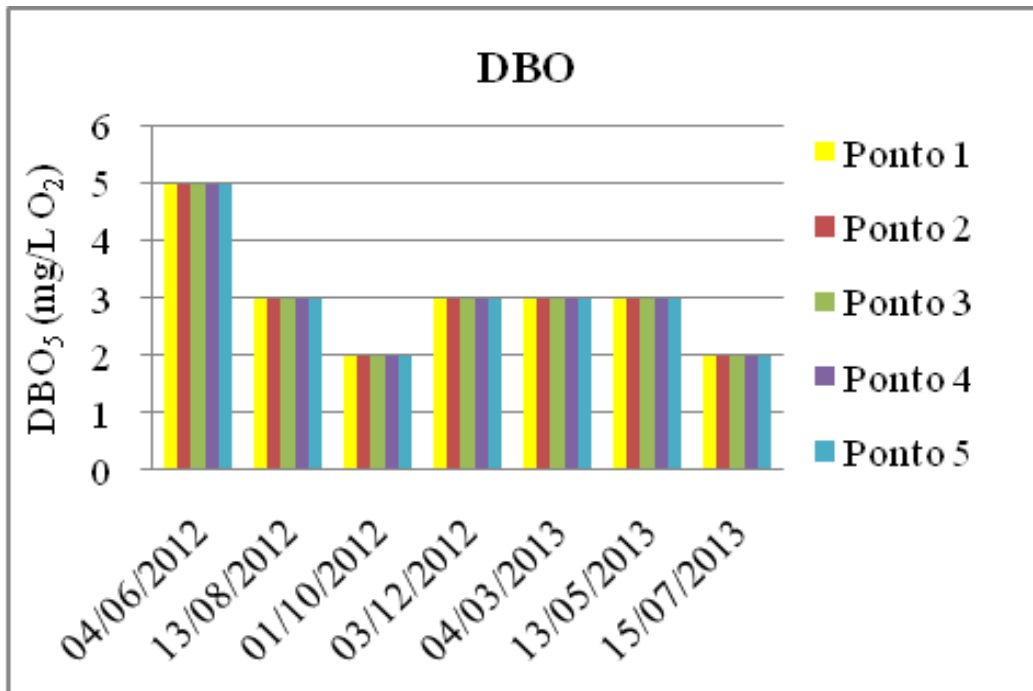


Figura 11. Variação da DBO₅.

O teor de fósforo ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de

Classe II (0,1 mg/L) no ponto 5 na primeira, na sexta e na sétima campanha (Figura 12).

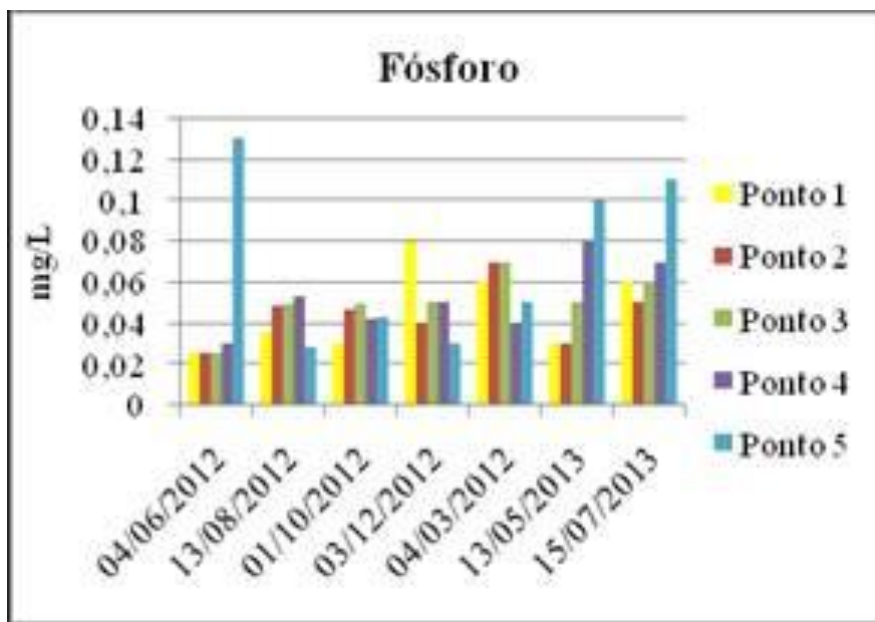


Figura 12. Variação da concentração de fósforo.

Segundo Libâneo (2008) o fósforo pode originar-se da dissolução de compostos do solo e de matéria orgânica. Conforme Silveira (2002), a disponibilidade de fósforo no solo aumenta em função da matéria orgânica decomposta. Os fertilizantes utilizados na agricultura são compostos por fósforo o que pode ter contribuído também para o aumento da concentração. As maiores concentrações de fósforo ocorreram na primeira e na sexta campanha quando foi registrado chuva durante a coleta e, na sétima

campanha que foi realizada após um período chuvoso, o que acarreta a entrada de material difuso das áreas drenadas. Na sétima campanha o rio encontrava-se em margens plenas, sendo registrada a maior vazão média.

Elementos químicos - A maioria das substâncias inorgânicas e elementos químicos classificados como poluentes estão naturalmente presentes nos solos e sedimentos, normalmente ocorre em baixas concentrações e são chamados elementos, outras denominações para este grupo

são frequentemente encontradas na literatura: “metais pesados”, “metais traços”, “micronutrientes” etc. A denominação mais aceita atualmente é elemento-traço (Esteves, 1998).

O elemento ferro ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II, em todos os pontos e em todas as campanhas. Os valores mais altos foram registrados no ponto 5 em dia chuvoso (Figura 13). Situação semelhante à encontrada por Dalla

Villa (2010) em estudo da qualidade da água realizado num córrego no noroeste do Paraná, no qual verificou teor de ferro acima do VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA em todas as amostras realizadas, sendo que o teor de ferro aumentou nas estações chuvosas. No entanto o ferro é um elemento que compõe as rochas vulcânicas básicas e os solos predominantes na sub-bacia hidrográfica do rio do Campo.

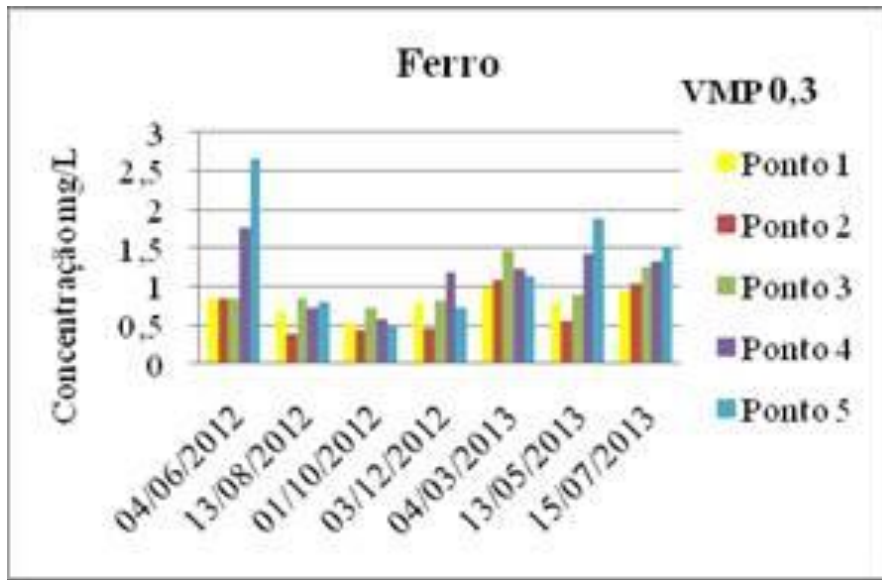


Figura 13. Variação da concentração de ferro.

O manganês ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 CONAMA somente na primeira campanha no ponto 5 em dia chuvoso (Figura 14). A associação entre precipitação, turbidez e o aumento da concentração de ferro e manganês foi verificada por Alves et al. (2008) em estudo realizado no rio Pirapó no PR. Ressalta-se que para os parâmetros ferro e manganês, a portaria 2914 do Ministério da Saúde

permite valores superiores ao VMP na água potável, desde que: “esses elementos estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde; os VMP dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados; as concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente”.

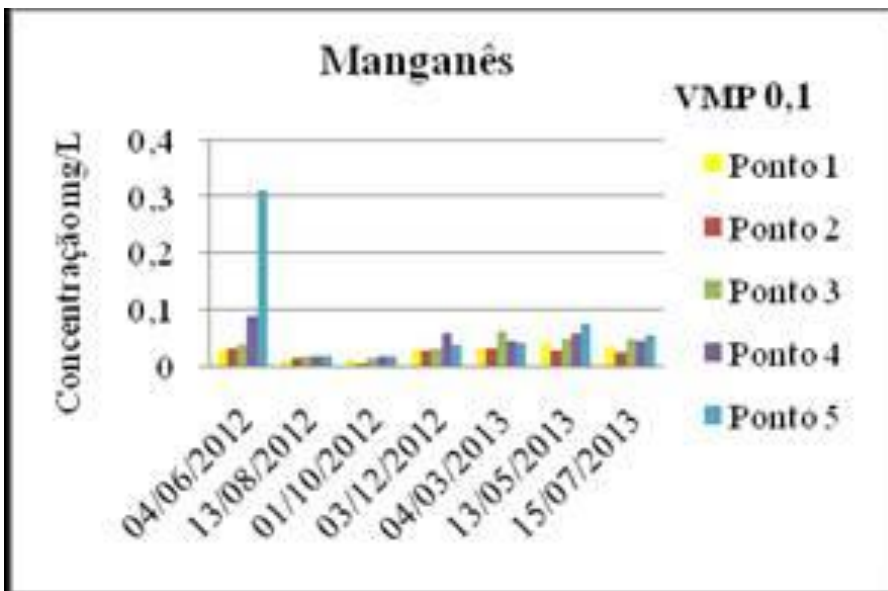


Figura 14. Variação da concentração de manganês.

A concentração do chumbo na primeira campanha alcançou o VMP pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de Classe II no ponto 5 em dia chuvoso (Figura 15). Na segunda, na terceira, na quarta e na quinta campanha o chumbo apresentou concentração dentro do VMP pela Resolução nº 357/2005. Nas demais

campanhas o chumbo não foi detectado. Esse elemento pode ter origem em fonte natural como a lixiviação dos solos ou antrópica como inseticidas e usos industriais, a maior concentração na primeira coleta está relacionada ao escoamento superficial verificado durante a coleta.

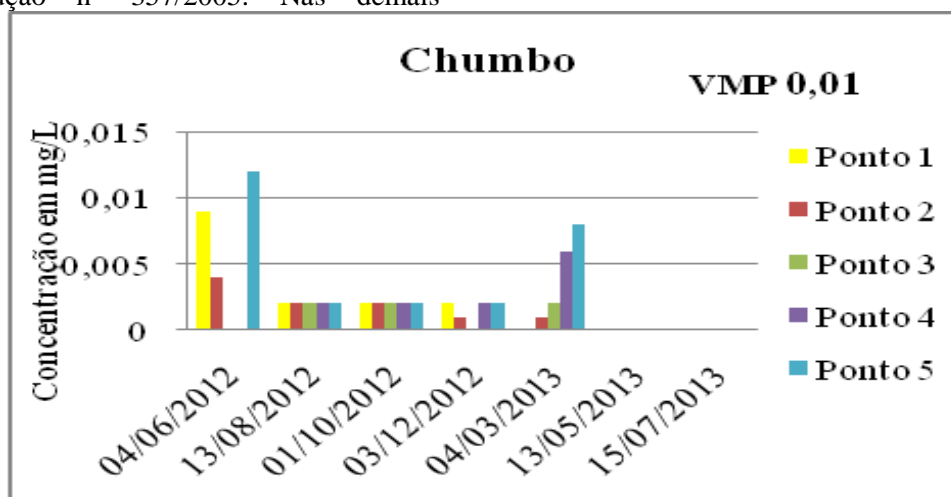


Figura 15. Variação na concentração de chumbo

A concentração do cobre variou entre 0,004 e 0,061 mg/L (Figura 16), ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II (0,009) na primeira campanha no ponto 5 em dia chuvoso. Na segunda campanha a concentração do cobre ficou dentro do VMP pela da Resolução nº357/2005 do CONAMA. Na terceira campanha o cobre não foi detectado. Na quarta campanha o cobre apresentou concentração dentro do VMP pela

Resolução nº357/2005, na quinta campanha o cobre ultrapassou o VMP da Resolução nº 357/2005 do CONAMA nos pontos 1 e 4. Na sexta campanha o cobre ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA nos pontos 2,4 e 5. Na sétima campanha o cobre ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA nos pontos 4 e 5. O cobre é encontrado nas rochas e solos, mas pode ocorrer a contaminação da água através do uso agrícola e do escoamento superficial.

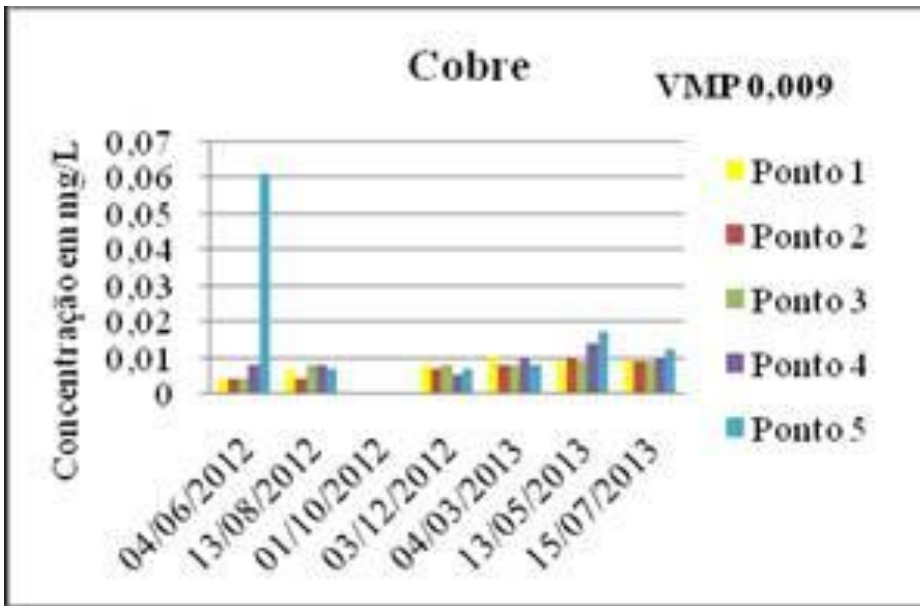


Figura 16. Variação da concentração de cobre.

O cromo foi detectado apenas na primeira coleta nos pontos 1, 2 e 3, mas sua concentração permaneceu dentro do VMP pela Resolução nº357/2005 CONAMA para rios de classe II (Figura 17). O cromo pode estar presente em

fertilizantes que contêm em sua composição níveis consideráveis de cromo, como os nitrogenados, os fosfatados e os superfosfatados (CETESB, 2007), o que poderia explicar a presença desse elemento nos pontos 1 e 2, situados na área rural.

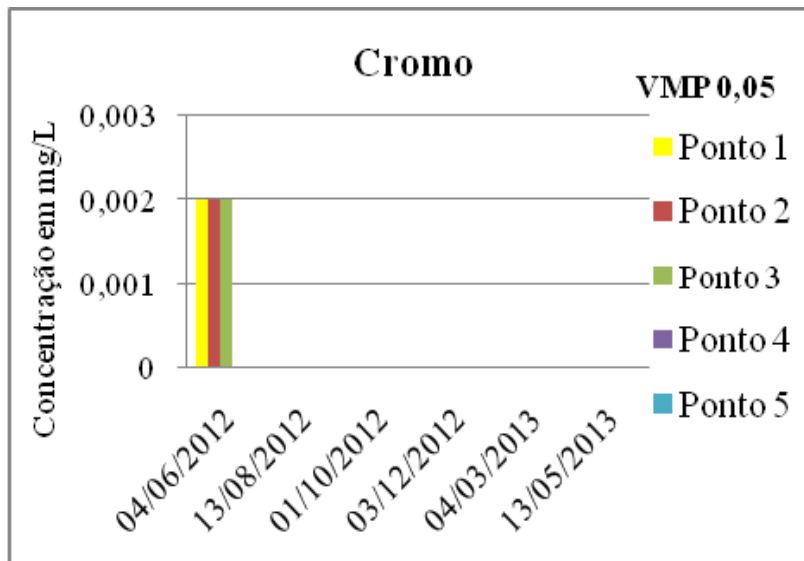


Figura 17. Variação na concentração de cromo.

A concentração do zinco variou entre 0,001 e 0,716 mg/L Zn, esse elemento ultrapassou

o VMP pela Resolução nº357/2005 CONAMA (0,18 mg/L Zn) para rios de Classe II somente na terceira coleta no ponto 2 (Figura 18).

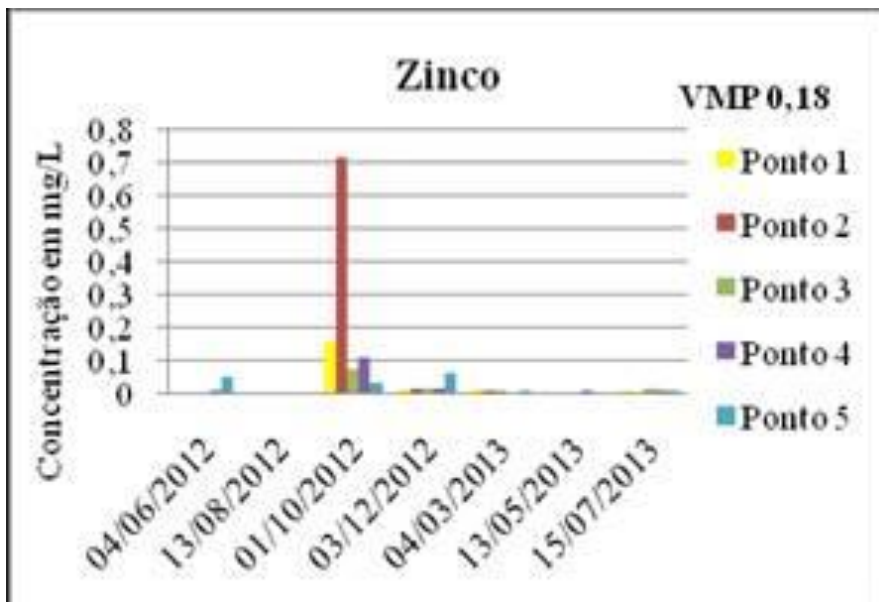


Figura 18. Variação na concentração de zinco.

O zinco é um micronutriente encontrado em rochas e solos (CETESB, 2010), conforme Silveira (2002) a solubilidade do zinco é dependente do pH. Estudando os Latossolos Vermelhos na região de Campo Mourão, o autor verificou baixo pH natural, indicativo de grande potencial para lixiviação, e, correlação positiva entre os teores de zinco e de matéria orgânica no solo, fatores que podem ter contribuído para o valor encontrado no ponto 2. Esse ponto está localizado à margem de uma área de várzea, o que também pode ter influenciado na concentração desse elemento devido a quantidade de matéria orgânica nesse ambiente, porém, o zinco não apresentou concentração elevada nas demais amostras deste ponto.

Os elementos-traço, cádmio, arsênio, níquel e selênio não foram detectados em nenhuma das amostras.

Conclusão

No estudo realizado verifica-se que na alta bacia ocorrem os solos de textura média e textura arenosa média, corre também a maior densidade de canais e as maiores declividades. Esses fatores associados à ocorrência de chuvas favorecem o desenvolvimento de processos erosivos e a entrada de sedimentos no corpo hídrico.

O oxigênio dissolvido, um dos indicadores mais importante da qualidade da água permaneceu dentro dos valores estabelecidos pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II, mesmo quando outros parâmetros apresentaram-se alterados.

A bactéria *E.coli*, ultrapassou o VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II em todas as amostras analisadas no

ponto 3, esta condição pode estar relacionada ao lançamento de esgotos, pois esse ponto está sob influência da área urbana do município.

Verifica-se que as amostras coletadas durante os períodos de precipitação apresentaram aumento nas concentrações de vários parâmetros analisados (*E. coli*, sst, turbidez, fósforo, ferro, manganês, cobre e chumbo).

O ferro apresentou valores acima do VMP pela Resolução nº357/2005 do CONAMA para rios de Classe II (0,3mg/L) em todas as amostras.

Os dados obtidos nessa pesquisa evidenciaram que as maiores alterações nos parâmetros da qualidade da água, estão associadas com as precipitações ocorridas na sub-bacia do rio do Campo e ao escoamento superficial devido ao aporte de sedimentos no corpo hídrico.

Visando a preservação desse manancial, é importante que seja feito o manejo adequado do solo, com o emprego de práticas conservacionistas que minimizem o escoamento superficial causado pelas águas das chuvas, e reduzam a perda de solo da sub-bacia hidrográfica e a entrada de sedimentos nos corpos d'água.

Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) pelas análises laboratoriais.

Ao Laboratório de Pesquisa Geoambiental LAPEGE da Universidade Estadual do Paraná, campus de Campo Mourão-UNESPAR, pela disponibilização de equipamentos.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas; CETESB - Companhia Ambiental de São Paulo. 2011.

- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. ANA, Brasília.
- Alves, E. C.; Silva, C. F.; Cossich, E. S.; Tavares, C. R. G.; Souza Filho, E. E.; Carniel, A. 2008. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó - Maringá Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Scientiarum. Technology*, 30, p. 39-48.
- Gastaldini, M. C. C.; Mendonça, A. S. 2003. Conceitos para a avaliação da qualidade da água. In: Dias de Paiva, J. B.; Calduro Dias Paiva, H. M. (Org.). *Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas*. ABRH, Porto Alegre, p. 428-451.
- Caviglione, J. H.; Kiihl, L. R.; Caramori, P.; Oliveira, D. 2000. Cartas climáticas do Paraná. IAPAR, Londrina. Disponível: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso: junho de 2013.
- CETESB – Companhia Ambiental de São Paulo. 2007. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2004-2006/ CETESB. CETESB, São Paulo. Disponível: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>. Acesso: fevereiro 2014.
- Christofoletti, A. 1981. *Geomorfologia*. Edgar Blucher Ltda, São Paulo.
- Christofoletti, A. 1999. *Modelagem de sistemas ambientais*. Edgar Blücher Ltda, São Paulo.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução nº357 de 17 de março.
- Libâneo, M. 2008. *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água*. 2ª ed. Átomo, Campinas.
- Maack, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 2002. 3ªed. Imprensa Oficial, Curitiba.
- Minella, J. P. G.; Merten, G. H. 2006. Aplicação das características químicas e físicas dos sedimentos na modelagem dos processos de emissão de sedimentos em bacia hidrográficas. In: Poletto, C.; Merten, G. H. (Org.). *Qualidade dos sedimentos*. ABRH, Porto Alegre, pp. 343-383.
- Mota, S. 1995. *Preservação e Conservação de Recursos Hídricos*. 2ªed. ABES, Rio de Janeiro.
- Pádua, L. P.; Ferreira, A. C. S. 2010. Qualidade da água para consumo humano. In: Heller, L.; Pádua, L. P. (Org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. 2ª ed. Editora UFMG, Belo Horizonte, p. 153-221.
- Santos, D. R.; Silva, L. S.; Kaminski, J.; Ceretta, C. A.; Santos, M. A. S. 2006. Poluentes orgânicos e inorgânicos. In: Poletto, C.; Merten, G. H. (Org.). *Qualidade dos sedimentos*. ABRH, Porto Alegre.
- Silveira, H.; oliveira, D. L. A. O.; Andrade, A. A.; Silva, A. V. 2002. Avaliação de algumas características físicas e químicas de latossolo sob vegetação relictual de cerrado e plantio direto em Campo Mourão-Pr. *Boletim de Geografia*, 20, p. 21-31.
- Tucci, C. E. M. 2009. *Vazão de referência*. Disponível: <http://rhama.net/wordpress/?paged=16>. Acesso: agosto de 2013.
- Vitte, A. C.; Guerra, A. J. T. (Org.). 2012. *Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil*. 6ªed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.