

Caracterização do sedimento de fundo, avaliação da qualidade da água e medição da vazão do Arroio Ouro Verde, Foz do Iguaçu – PR

Tuliany Aparecida Ronconi¹, Elisandro Pires Frigo², Rafaela Koglin Bastos³, Kesia Damaris de Azevedo³, Simone Gatine¹ e Emanuelle Zanon³

¹Engenheira Ambiental, formada pela UDC – União Dinâmica de Faculdades Cataratas.

²Professor Doutor adjunto I da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curso de Agronomia. Rua Pioneiro n. 2153, CEP: 85.950-000, Palotina, PR.

³Acadêmicas da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Rua Pioneiro n. 2153, CEP: 85.950-000, Palotina, PR.

epfrigo@gmail.com, rafabastos.ufpr@gmail.com, kesia.damaris@gmail.com, ferduarte90@gmail.com, emanuellezanon@gmail.com

Resumo: O processo de desenvolvimento e crescimento urbano com planejamento desordenado gerou o embate entre a urbanização e as questões ambientais, pela falta de infraestruturas e implantação de serviços urbanos. Essa contradição pode ser vista no aumento de profundos impactos ambientais que revelam a alta produção de sedimentos e redução da qualidade da água. Este estudo objetivou caracterizar os sedimentos de fundo, a qualidade da água e a vazão do Arroio Ouro Verde localizado em Foz do Iguaçu – PR. Em dois pontos distintos, antes e depois da urbanização, foi realizada coleta da água e do sedimento de fundo para análise das amostras é feito a medição da vazão. As amostras foram coletadas antes e após precipitação e analisada em laboratório. Já a determinação da vazão utilizou o molinete com o método a vau. Os resultados mostraram que o volume das precipitações teve efeito sobre o aporte de sedimentos e a vazão no corpo d'água, indicando consequências ambientais.

Palavras-Chave: Urbanização, Impactos ambientais, Precipitação.

Characterization of bottom sediment, water quality assessment and measurement of the flow of Arroyo Verde Gold, Foz do Iguaçu - PR

Abstract: The process of development and urban growth planning with disorderly generated the conflict between urbanization and environmental issues, lack of infrastructure and implementation of urban services. This contradiction can be seen in the increase of profound environmental impacts that reveal the high sediment yield and decreased water quality. This study had as objective to characterize the sediment and flow of Arroyo Verde Gold located in Foz do Iguaçu - PR. We conducted a monitoring with analysis of samples collected and the flow in two distinct points (before and after urbanization). Biweekly and after rainfall, within three months, the water was collected for laboratory analysis of dissolved solids and determined to reel with the flow method to ford. The results showed that the volume of rainfall had an effect on the amount of sediment and water flow in the body, indicating the environmental consequences.

Keywords: Urbanization, Environmental impacts, Precipitation.

Introdução

Na história da formação das cidades existem dois fatores que devem ser considerados: o crescimento populacional e o padrão de desenvolvimento das ocupações urbanas. O primeiro representa o fracasso do planejamento urbano, pois houve aumento da população e a

infraestrutura não acompanhou esse desenvolvimento. O segundo fator diz respeito aos setores menos poderosos, que ocupam ambientes físicos de riscos e que exigem altos custos de engenharia adequada às edificações, causando impactos sobre as formas de reprodução social e a sustentabilidade ambiental.

Com esse crescimento populacional e a falta de planejamento urbano nas cidades, a cobertura vegetal diminuiu. Isso gerou uma série de problemas no meio urbano como erosão, desmoronamento de encostas, assoreamento de cursos d'água, constituições de ilhas de calor, falta de áreas verdes, poluição do ar e água, uso de áreas para deposição de lixo, entre outros.

O modo de vida urbano envolve grandes massas humanas que se transferem para a cidade, quando não nasce nela própria, originando em imensas concentrações populacionais. E essa alteração geográfica, agrava a desigualdade social espacial, criada pela excessiva concentração da riqueza que destrói o planeta e, principalmente, a base natural (Ribeiro, 2005).

As classes inferiores, indiretamente, colaboram com a degradação da natureza quando constroem suas casas como podem, ocupando terrenos que deveriam ser mantidos em estado natural, principalmente próximos a rios. Portanto, quando as pessoas optam por morarem em “espaços problemas” ou “áreas de risco”, conseqüentemente, resultam numa pressão cada vez maior sobre os sistemas naturais de drenagem e erosão (Bitoun, 2005).

A infraestrutura não planejada nos ambientes naturais altera o ciclo hidrológico devido à retirada da vegetação, desprotegendo os corpos d'água e diminuindo a evapotranspiração e a infiltração da água. A impermeabilização do solo impede a infiltração das águas pluviais, causando um dos impactos humanos mais significativos no ciclo hidrológico, principalmente, sobre os processos de infiltração, armazenagem nos corpos d'água e fluxo fluvial.

A água da chuva origina impactos sobre a população quando inunda áreas residenciais, comerciais e industriais, causam estragos a infraestrutura de estradas e pontes, contribui para o deslizamento de encostas e impedem o deslocamento das pessoas. As inundações deixam de ser naturais quando a bacia hidrográfica é alterada pelo desmatamento, impermeabilização do solo e aceleração do escoamento pelo transporte, por bueiros, condutos e canais.

A chuva ao chegar ao solo causa a sua degradação, também faz com que o solo se destaque. Depois, a água que se acumulou na superfície do solo ocupa as depressões do relevo, e quando a capacidade de infiltração do solo é excedida ou o nível freático atinge a superfície, inicia-se o escoamento superficial. Com o volume maior do escoamento superficial a água concentra-se e provoca a geração de micro canais ou sulcos, onde se desenvolvem

progressivamente até atingirem canais de grandes dimensões que compõe na bacia hidrográfica a rede de drenagem. (Paranhos, 2003).

Os sedimentos presente em rios, como os materiais inorgânicos (óxidos, hidróxidos, silicatos, carbonatos e fosfatos) e também como os materiais orgânicos (detritos orgânicos, coloides, bactérias e algas), são um importante meio para analisar o nível de contaminação ambiental. Permitem a ocorrência de trocas químicas com a água. E essa troca de íons da água com o sedimento aumenta na fração granulométrica, menor que 4 μm , denominada fração argila, pela existência de uma maior área superficial e porque nesta fração ocorrem argilominerais de diferentes grupos, alguns com elevada capacidade de troca de cátions (Lemes, Filho e Pires, 2003).

O objetivo deste estudo foi caracterizar os sedimentos de fundo, avaliar a qualidade da água e medir a vazão no Arroio Ouro Verde. Dessa forma, comparar as causas de seus avanços, bem como as consequências ao meio urbano. Para essa caracterização foi realizada amostragem de água e sedimentos de fundo em dois pontos distintos para análises em laboratório. O primeiro ponto situa-se antes da urbanização e o segundo depois. Já para a caracterização da vazão, também em dois pontos distintos, utilizou o instrumento molinete com o método a vau.

Material e Métodos

Foz do Iguaçu possui nove microbacias hidrográficas, onde a maioria destas nasce no perímetro da cidade. Os principais rios que cortam o município são o Paraná, o Iguaçu, o Tamanduá, o São João, o Almada, o M'Boicy e o Monjolo.

O Arroio Ouro Verde pertence a Bacia do Paraná e está localizado dentro do perímetro urbano da cidade, região sul. Drena e escoas águas pluviais de uma bacia hidrográfica urbanizada que corre no sentido leste para oeste. O arroio está localizado na latitude de 25°34'19.75"S e longitude 54°33'39.22"W na sua nascente e latitude 25°33'42.75"S e longitude 54°35'36.62"W na sua foz. O local de estudo compreende o trecho da bacia entre as avenidas Javier Koebel e General Meira, com extensão aproximada de 1250 metros, conforme a figura 1.

O trabalho de campo consiste na coleta de amostras de água para determinação do pH, turbidez, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais dissolvidos e fósforo. Também envolve a coleta de sedimentos de fundo para avaliar pH,

turbidez, fósforo, potássio e carbono orgânico. Já a medição de vazão para saber a condição hidráulica do Arroio.

Para obter as três características utilizaram-se os mesmo pontos. A escolha dos pontos, distintos entre si, mas localizado no mesmo Arroio, são chamados de ponto 1 e ponto 2, conforme figura 2. O primeiro ponto é localizado dentro do Horto Municipal de Foz do Iguaçu onde não há moradias e se encontra fora da urbanização. Já o segundo ponto fica numa propriedade particular e na saída da Invasão Ouro Verde, portanto, o Arroio passa por bairros que não tem sistema de esgoto.



Figura 1 – Mapa de localização das amostras.

Por falta de planejamento e gerenciamento do uso do Arroio Ouro Verde, o conhecimento da sua vazão é importante para realizar um balanço de disponibilidade e demandas ao longo do tempo.

O método utilizado para medir a vazão com molinete foi o a vau, devido ao nível d'água (baixa altura) e a velocidade do rio (pequena velocidade). O molinete foi posto numa haste mantendo uma distância mínima de 20 cm do leito, fornecendo o perfil de velocidades do ponto 1 e 2. Para calcular a velocidade registrou o tempo necessário para que a hélice do aparelho desse uma quantidade de rotações. Assim o “conta-giros” enviava um alerta ao operador a cada 5 voltas realizadas em 60 segundos. Marcou-se o tempo entre alguns alertas e determinou-se a quantidade de rotações por segundo (n). O molinete possui uma curva calibrada do tipo $v = a \cdot n + b$ (onde a e b são características do aparelho), que fornece a velocidade (V) a partir da frequência (n) da hélice. Depois de obtidas a velocidade nas seções precisou-se, também, da geometria dos pontos escolhidos para finalizar o cálculo a vazão.

Abaixo se encontram as fórmulas utilizadas e um pequeno resumo do passo-a-passo para o cálculo da vazão total, segundo Côrrea:

Primeiramente, obteve-se a superfície do perfil vertical em relação às velocidades obtidas nas diversas profundidades, através da equação 1.

$$S_j = \left(\frac{V_1 + V_2}{2} \right) \times dv_1 + \left(\frac{V_2 + V_3}{2} \right) \times dv_2 + \dots + \left(\frac{V_{n-1} + V_n}{2} \right) \times dv_{n-1}$$

onde, S_j é a superfície do perfil em relação às velocidades medidas, V é a velocidade da corrente em cada ponto e dv é a distância entre os pontos, sobre o perfil vertical.

A velocidade média (V_m) foi obtida através da razão entre a superfície obtida (S_j) e a soma da profundidade do perfil (dv).

$$V_m = \frac{S_j}{\sum_1^n dv}$$

Calculada a velocidade média da corrente sobre os perfis (V_m), determinou-se a área de influência desta velocidade média, de cada perfil vertical, sobre uma subseção.

$$A_i = \left[\left(\frac{dh_{i+1} - dh_{i-1}}{2} \right) \right] \cdot P_i$$

Onde, $Q_{parcial}$ é a vazão parcial para o perfil; V_{m_i} é a velocidade média do perfil e A_i é a área de abrangência da velocidade média para o perfil.

Conhecendo-se as vazões parciais de cada perfil vertical da seção transversal do arroio pode-se calcular vazão total para o perfil transversal.

$$Q_{parcial} = V_{m_i} \times A_i$$

Onde, Q_i é a vazão total da seção transversal do rio; Q_{p_i} é a vazão parcial da subseção da vertical i ; i é o perfil vertical considerado n é o número de verticais.

Resíduo sedimentável

Consideram-se como sólidos sedimentáveis aqueles de densidade maior que a da água, que sejam capazes de sedimentar por ação da força da gravidade em um determinado período de tempo, quando o sistema está em repouso. Utilizou 1 litro da amostra, deixando em repouso durante 1 hora no cone Imhoff, segundo a NBR 10561/88.

pH: a informação do pH (potencial hidrogeniônico) da água permitiu o monitoramento do Arroio. Caso estivesse alterado, ácido ou alcalino, poderia saber segundo Macedo (2001) o

poder de corrosão, a quantidade de reagentes necessários à coagulação, o crescimento de microorganismos e o processo de desinfecção.

Turbidez: a determinação da turbidez foi realizada através do método nefelométrico, segundo Macedo (2001), para um controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico na água.

Fósforo: para a determinação do fósforo nos pontos, 1 e 2, utilizou-se a metodologia do Macedo (2001) e onde mediu-se o fósforo com o aparelho espectrofotômetro de luz visível, modelo SP 22.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): a DBO é um parâmetro que diz respeito à quantidade de oxigênio consumido por materiais e por substâncias orgânicas e minerais, que se oxidam sob condições poluidoras, no caso da água. Para sua obtenção no laboratório utilizou-se a metodologia do Macêdo, realizando um teste padrão, a uma temperatura constante e durante um período de incubação, fixo de 5 dias. Foi medida pela diferença do oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação.

Caracterização dos sedimentos de fundo

pH: Após coletar o sedimento de fundo nos pontos distintos e deixá-los secando na estufa em recipientes separados, foi peneirado o solo. Utilizou-se dois frascos para cada ponto (1 e 2) e cada um continha 5 cm³ do solo peneirado. Em cada ponto adicionou em um frasco 50 ml de água e no outro frasco 50 ml de KCl. Os frascos foram postos da mesa agitadora orbital por 10 minutos agitando e 30 minutos em repouso, segundo a metodologia do Macêdo (2001).

Fósforo: em copos de plásticos de 100 ml foi posto 5 cm³ de solo. Para cada ponto de coleta foi utilizado dois copos. Em cada recipiente de plástico adicionou 50 ml da solução de Mehlich. Durante 5 minutos foi agitado e deixado decantar por uma noite. Para a determinação do fósforo pipetou-se 2 mL de alíquota em frascos de 30 mL e adicionado 6 mL do reagente de trabalho. Também, adicionou-se 2 mL de água. Após 30 minutos, efetuou-se a leitura de absorvância no espectrofotômetro a 630 nm, modelo SP - 22.

Carbono orgânico: O carbono orgânico foi determinado por oxidação com ácido crômio na presença de ácido sulfúrico, ou seja, utilizando o método Walkley-Black. Os procedimentos de oxidação são rápidos e estão sujeitos a oxidação incompleta do carbono, então, desta forma, foi necessário determinar o fator de correção dos dados obtidos.

Resultados e Discussão

A urbanização gerou impactos ambientais na área de estudo devido ao aumento da população que invadiu e criou uma ocupação desordenada na APP. Esta microbacia conta com um sistema de drenagem ineficiente devido ao efeito da impermeabilização do solo ou pelo escoamento, isso agravou os processos erosivos e assoreamentos, causando modificações no curso d'água. O estudo apresentou um exemplo de uma área que deveria ser protegida pela legislação ambiental, mas está urbanizada dentro da microbacia hidrográfica.

A vazão foi determinada quinzenalmente e logo após a ocorrência precipitação. Por motivos técnicos a vazão não pode ser monitorada em todos os eventos. Tendo somente uma medição da vazão, o que não foi possível neste estudo comparar a vazão com sedimentos. Sendo assim, foram realizadas amostragem de água para analisar a qualidade da mesma, superfície e fundo.

As figuras abaixo mostram o perfil dos pontos 1 e 2, conforme foi medido para o cálculo da vazão:

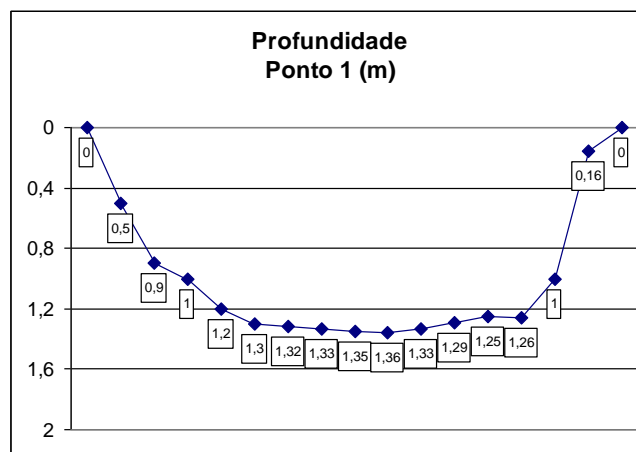


Figura 2 – Perfil da seção do Arroio no ponto 1.

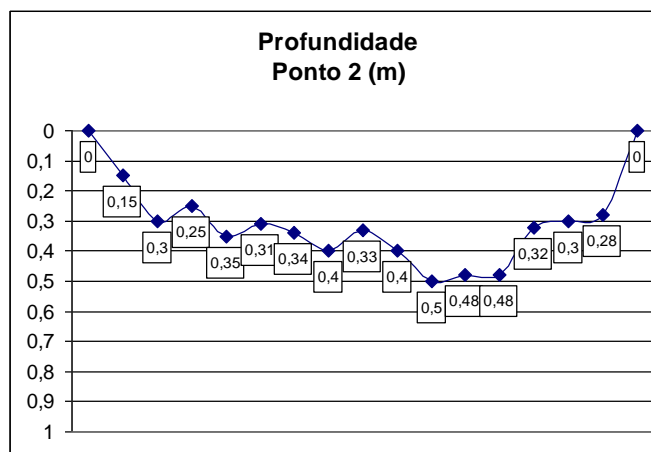


Figura 3 – Perfil da seção do Arroio no ponto 2.

As análises realizadas com o método de Imhoff mostraram que a água da superfície no ponto 1 e 2 apresentaram valores inferiores a 0,1 ml/L, mesmo em dias que ocorreu precipitação. Esse valor está de acordo com as normas do CONAMA (2005) e não afetam a qualidade da água, como cor, turbidez, sabor, odor, dureza e toxicidade.

A média do pH foi entre 6,5 a 7,0 e segundo a CETESB, tanto a legislação federal quanto a legislação estadual, os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

No ponto 1 a água é ácida em duas coletas, na primeira e na segunda. Na última coleta o pH aumentou, passando a ser básico. Os estudos de Bertoldo, Righes e Mortari (2004) registraram variação nos valores do pH no Arroio Cadena em Santa Maria, RS e afirmam que está ligada à variação da temperatura. Quando as temperaturas são mais elevadas, a atividade biológica aumenta, intensifica as reações químicas e reduz a alcalinidade. Portanto, os valores de pH alteram com o passar do tempo, em estações diferentes.

No ponto 2 a água é alcalina. Supõe-se que os valores diferenciam-se devido à falta de tratamento de esgoto na região. Portanto, o ponto 2 a água é básica pela presença de sabão, detergente, esgoto.

Explica-se a turbidez em função da precipitação. A primeira e a terceira coleta o resultado foi mais baixo em relação a segunda coleta. Isso ocorreu porque a segunda coleta foi realizada após a chuva, enquanto as outras coletas não tinham ocorrido precipitação.

Como o arroio passa por uma área urbanizada (invasão) que não tem saneamento básico, o resultado do fósforo não poderia ser diferente. O ponto 2 por receber todo o esgoto, poluição, lixo, entre outros, o valor do fósforo foi maior. Os resultados do ponto 1 em relação ao ponto 2, foram menores. Pode-se supor que ao receber uma quantidade de esgoto não tratado o ponto 2 tem um aumento de fósforo.

Os dados das tabelas 1 e 2 foram gerados através de concentração (mg dm^{-3}) vs. Absorvância (nm). A partir da distribuição dos pontos no gráfico, foi determinada a equação de regressão linear ($y = a + bx$) pelo ajuste de curvas, encontrando assim os resultados do fósforo. A tabela 1 mostra esses resultados nos pontos 1 e 2.

Tabela 1: Valores do fósforo

Ponto 1	Ponto 2
0,005587 mg dm^{-3}	0,196315 mg dm^{-3}
0,018368 mg dm^{-3}	0,07762 mg dm^{-3}
0,33245 mg dm^{-3}	0,465005 mg dm^{-3}

O excesso de fósforo em esgotos sanitários pode conduzir a processos de eutrofização das águas naturais, afirma Piveli (2005). Na propriedade particular onde se encontra o ponto 2 há uma grande quantidade de macrófitas aquáticas.

De acordo com Macêdo (2005), a estabilização ou decomposição biológica da matéria orgânica presente na água consome o oxigênio (molecular) dissolvido na água, em processos metabólicos dos organismos biológicos aeróbios. Em relação aos resultados encontrados de DBO encontram-se dentro do que o autor afirmou, podendo dizer que redução de oxigênio dissolvido (OD) no arroio pode indicar atividade bacteriana decompondo matéria orgânica, ou até mesmo, pelos despejos orgânicos.

Portanto, pode-se supor que no ponto 2 que situa-se após a urbanização e teve os resultados maiores é devido a quantidade de microrganismos, nutrientes (nitrogênio, fósforo, enxofre) e também presença de tóxicos.

Os valores da DBO no ponto 1 são 1,2 mg/L e 2,1 mg/L. No ponto 2 são 7,2 mg/L e 7,8 mg/L de acordo com os dias de coleta. Esses resultados obtidos são inferiores comparados com alguns estudos realizados em microbacias hidrográficas rurais e urbanas, como Lima & Medeiros (2008), no rio Jaguari Mirim em São João da Boa Vista – SP; Madruga et al. (2008), no córrego dos Macacos em Mogi Guaçu – SP; Brites e Gastaldini (2007) e Silveira et al. (2003), em Santa Maria – RS.

A DQO é um parâmetro muito importante em estudos de caracterização de esgotos sanitários e controle de qualidade da água. O arroio Ouro Verde, assim como nos outros resultados, no ponto 2 foi encontrado um valor maior em relação ao ponto 1. Como já foi dito, leva-se em consideração o fato do ponto 2 receber esgoto doméstico sem tratamento, pois o Arroio Ouro Verde é usado como um esgoto a céu aberto.

Os valores da demanda química de oxigênio no ponto 1 foram 76,8 mg/L e 9,6 mg/L, mesmo sendo o mesmo ponto os resultados deram diferenças. No dia 28 de Abril a coleta foi realizada logo após a precipitação e no dia 28 de Maio não havia precipitado 10 dias. Então, pode-se supor que a diferença de valores se dá em função a chuva.

No ponto 2 os valores foram de 153,6 mg/L e 38,4 mg/L. Ocorreu o mesmo caso do ponto 1 devido a chuva. Os estudos de Coluna, Dias e Pinheiro (2004) na bacia hidrográfica do Zerede – MG, mostram que em períodos chuvosos, aumenta a DQO pelo fato de aumentar o escoamento superficial, provocando maior carreamento de nutrientes.

Análises microbiológicas foram feitas nas amostras dos pontos 1 e 2. O resultado de coliformes totais no ponto 2 foi muito alto, portanto não foi possível ser determinado. O ponto

1 apesar de ter dado um resultado menor de colônias comparando-se com o ponto 2, o valor de coliformes totais também foi alto.

Silva e Mattos (2001), afirmam em seus estudos que a pouca informação, a falta de estrutura sanitária, a má conservação dos poços domésticos, a ausência de redes de distribuição e, principalmente, o manejo inadequado de dejetos animais, são os fatores que contribuem para a presença de coliforme nas águas.

Determinação de sedimentos de fundo

O pH do sedimento de fundo foi mais ácido comparando com o pH da superfície. Isso pode ter ocorrido porque a poluição das camadas superficiais são mais recente. Para Antunes e Giovanela (2005) os estudos desenvolvidos na Microbacia do Arroio Marrecas – RS, mostram que os sedimentos ácidos podem indicar presença de matéria orgânica em alto grau de humificação.

No ponto 1 o valor encontrado foi de 4,31 e no ponto 2 o resultado foi de 5,80.

Para o fósforo do sedimento de fundo foi encontrado com a relação da concentração e absorvância, assim como para a superfície.

Pelos estudos desenvolvidos por Sharpley (1985) o enriquecimento do fósforo no sedimento de fundo é pelas fontes de poluição. Nascimento (2008) desenvolveu estudo na Bacia de Piranhas – RN, e afirmou que um dos principais fatores é a disposição de lixo doméstico que elevam a concentração matéria orgânica e são carregados até as águas.

Os valores do ponto 2 foram maiores que o ponto 1, a tabela 2 mostra os valores:

Tabela 2 – Valores do fósforo sedimento de fundo

Ponto 1	Ponto 2
0,070538 mg dm ⁻³	1,829541 mg dm ⁻³
0,201487 mg dm ⁻³	1,430426 mg dm ⁻³

O valor encontrado de carbono orgânico e de matéria orgânica no ponto 2 foi maior comparado ao ponto 1, corroborando com todos os parâmetros encontrados anteriormente, este deve-se principalmente pelo uso e ocupação do solo neste local, pelo ocupação desordenada grande área construída e lançamentos de efluentes domésticos no rio, e pelo grande número de sedimentos carregados via escoamento superficial, causando assoreamento do rio e conseqüente diminuição da área e da profundidade, sendo um dos principais responsáveis por estes aumentos de valores de matéria orgânica e carbono orgânico, valores

estes próximos aos encontrados por Siqueira *et al.* (2004) em estudos desenvolvidos em Santos.

Tabela 1 - Valores do Carbono Orgânico e matéria Orgânica

	Carbono Orgânico	Matéria Orgânica
Ponto 1	2,3376 g dm ⁻³	4,03002 g dm ⁻³
Ponto 2	3,5064 g dm ⁻³	6,04503 g dm ⁻³

O que pode ter influenciado nos resultados é a localização em região de menor profundidade, com baixa movimentação de sedimentos pela baixa velocidade e consequente baixa movimentação de fundo, o que permite uma maior atividade bacteriana o que pode também ter influenciado os resultados.

Conclusões

Conclui-se que as fontes que estão contaminando o Arroio Ouro Verde são antrópicas provenientes do esgoto doméstico, dos lixos, da falta de saneamento. Os parâmetros analisados tiveram valores maiores no ponto localizado depois da invasão Ouro Verde, sendo maiores que os da área ocupada por florestas e áreas agricultáveis. Este estudo evidenciou que a urbanização desordenada nas APP causa o assoreamento e acarretam consequente poluição das águas fluviais.

Referências

BITOUN, Jan. **Os embates entre as questões ambientais e sociais no urbano. Dilemas Urbanos: Novas abordagens sobre a cidade.** São Paulo, 2005.

BRITES, A.P.Z.; GASTALDINI, M.C.C. Avaliação da carga poluente no sistema de drenagem de duas bacias hidrográficas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 4, p. 211-221, 2007.

CÔRREA, I. C. S.; **Metodologia para o cálculo de vazão de uma seção transversal a um canal fluvial.** Instituto de Geociências – UFRGS. Departamento de Geodésia. Porto Alegre – RS.

LEMES, M. J. L.; FILHO, P. M. F.; PIRES, M. A. F. Influência da mineralogia dos sedimentos das bacias hidrográficas dos Rios Mogiguaçu e Pardo na composição química das águas de abastecimento público. **Quim. Nova**, Vol. 26, Nº. 1, 2003.

LIMA, C.A.; MEDEIROS, G.A. Diagnóstico da qualidade da água do rio Jaguari-Mirim no Município de São João da Boa Vista - SP. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 125- 138, 2008.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Juiz de Fora Minas Gerais, 2005.

MADRUGA, F.V.; REIS, F.A.G.V.; MEDEIROS, G.A.; GIORDANO, L.C. Avaliação da influência do Córrego dos Macacos na qualidade da água do rio Mogi Guaçu, no Município de Mogi Guaçu – SP. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 152-168, 2008.

PARANHOS, F. A. C. **avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquazinho – MS**. Boletim paranaense de Geociências, 2003.

RIBEIRO, W. C. **O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano. Dilemas Urbanos: Novas abordagens sobre a cidade**. São Paulo, 2005.

SILVEIRA, G.L.; SILVA, C.E.; IRION, C.A.O.; CRUZ, I.C.; RETZ, E.F. Balanço de cargas poluidoras pelo monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos em pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2003.

SILVEIRA, L. L. da; **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. Hidrologia: ciência e aplicação. Ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. P. 35-51.