



MODELAGEM NÚMERICA DO TERRENO, QUALIDADE DE ÁGUA E AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NO PERÍODO CHUVOSO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MONJOLO GRANDE, IPEÚNA-SP.

Eder Paulo Spatti Junior - Programa de Pós Graduação em Geologia Regional, IGCE/UNESP. Av. 2A n. 1286, Bela Vista, Rio Claro-SP; CEP – 13506 780. ederspatti@hotmail.com.

Luiz Henrique Pereira - Programa de Pós Graduação em Geografia, IGCE/UNESP. Av. 24A 1515, Bela Vista, Rio Claro-SP.
e luizh@yahoo.com.br;

Fabiano Tomazini da Conceição - Depto de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, IGCE/UNESP. Av. 24A 1515, Bela Vista, Rio Claro-SP. ftomazini@rc.unesp.br; sanjos@rc.unesp.br,

Sergio dos Anjos Ferreira Pinto - Depto de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, IGCE/UNESP. Av. 24A 1515, Bela Vista, Rio Claro-SP. ftomazini@rc.unesp.br; sanjos@rc.unesp.br

RESUMO

A pressão exercida sobre os recursos naturais, em especial sobre os recursos hídricos, tem aumentado de maneira significativa à medida que ocorre o aumento da população, acarretando de maneira crescente a degradação de mananciais e corpos d'água nas mais diferentes escalas. Dessa forma, torna-se de grande valia a execução de trabalhos de caráter técnico científico que possam subsidiar o planejamento e a conseqüente gestão desses recursos com vistas à sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar os principais indicadores físicos de erosão laminar dos solos na bacia hidrográfica do ribeirão Monjolo Grande (Ipeúna/SP), a fim de avaliar e estimar o volume total de sedimentos transportado para o exutório da bacia num lapso temporal definido.

ABSTRACT

The pressure on natural resources, especially on water resources has increased significantly as population growth occurs resulting in an increasing manner, the degradation of watersheds and water bodies in many different scales. Thus, it is of great value to perform work of a technical science that can support the planning and subsequent management of these resources with a view to environmental sustainability. In this context, this work aims to characterize the main physical indicators of soil erosion in laminar River basin Monjolo



Grande (Ipeúna / SP) in order to evaluate and estimate the total volume of sediment transported to the basin in exutório defined time period

PALAVRAS CHAVE

Indicadores de erosão laminar dos solos; Transporte de Sedimentos; bacia hidrográfica

KEY WORDS

Indicators of soil erosion laminar; Sediment Transport; watershed

1-INTRODUÇÃO

A aceleração do crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por espaço condicionam reflexos diretos na disponibilidade dos recursos naturais. Tal cenário exige a quantificação e qualificação dos recursos disponíveis, fazendo-se necessária a realização de trabalhos que possam dar suporte técnico ao planejamento e à gestão desses recursos. Neste contexto, torna-se fundamental considerar a disponibilidade da água e os problemas quanto à sua quantidade (escassez, estiagens e cheias) e qualidade (contaminação dos recursos hídricos) (BRAGA et al., 2002). A alteração provocada no sistema aquático por ações antrópicas (entrada de efluentes domésticos, industriais e agrícolas), interfere diretamente na trofia deste sistema, promovendo vários efeitos em níveis diferentes, ou seja, biológicos, econômicos, sociais e de saúde (CONCEIÇÃO & BONOTTO, 2002).

Existem vários exemplos na literatura da realização de diagnósticos ambientais em bacias hidrográficas através da qualidade da água e do uso e ocupação do solo, como Salati (1996); Vega et al. (1998); Eyre & Pepperell (1999); Conceição & Bonotto (2002); Souza & Tundisi (2003); Conceição et al. (2007). Para um melhor diagnóstico ambiental da qualidade dos recursos hídricos deve-se considerar os processos de geração e transporte de sedimentos em uma bacia hidrográfica. Assim, sua quantificação constitui em um instrumento de análise primordial para se planejar o uso da terra. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo realizar a modelagem numérica do terreno e avaliar a qualidade das águas superficiais e o transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (Ipeúna/SP) no período chuvoso do ano de 2010.

2-CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande insere-se no contexto geomorfológico da porção centro-oeste da Depressão Periférica Paulista. Situada no



município de Ipeúna. Ela compreende uma área aproximada de 5.000 ha (50 Km²), com localização entre as coordenadas geográficas de 22° 18' e 22° 23' latitude sul; 47° 48' e 47° 42' longitude oeste de Greenwich (fuso 23) (Fig. 1).

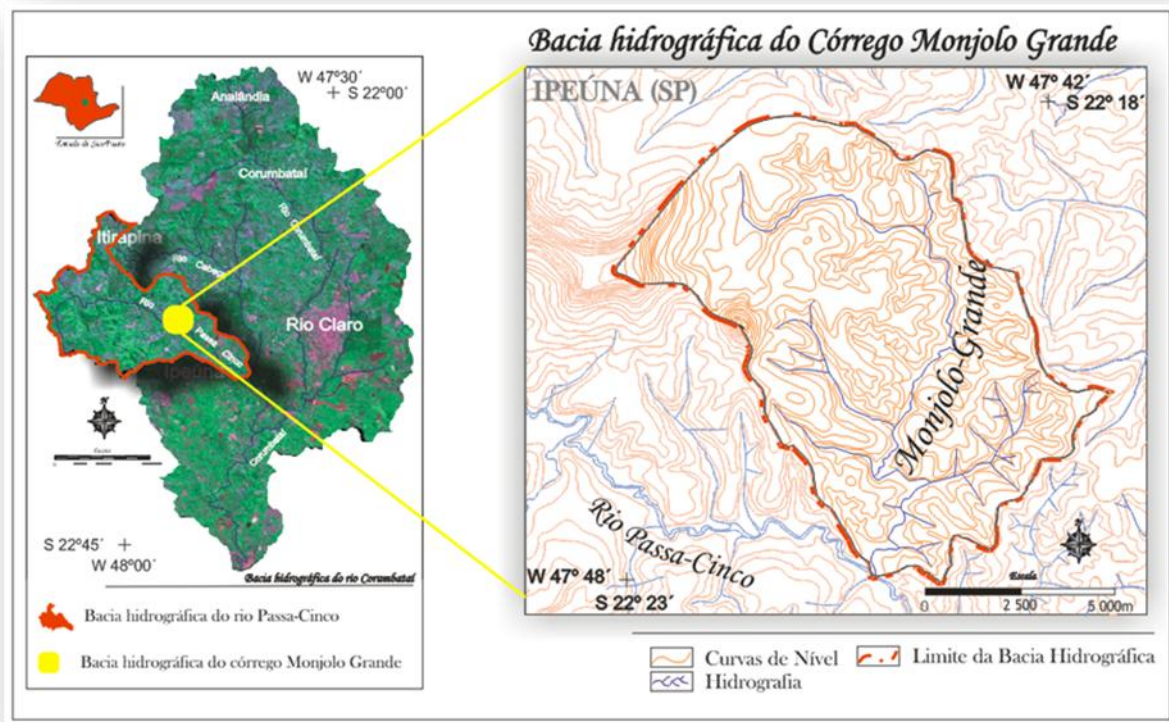


Fig. 1 – Localização da Bacia do Ribeirão Monjolo Grande no contexto da Bacia do Rio Corumbataí.

Referente à pedologia, Prado e Oliveira (1981) orientam a ocorrência principalmente de Latossolo Vermelho, Neossolos Quartzarênicos profundos associados a Latossolo Vermelho Amarelo tendo como material de origem as Formações Botucatu e Pirambóia e, na transição com o relevo das Cuestas Basálticas há a presença de Neossolos Litólicos relacionados às Formações Serra Geral e Botucatu, no alto curso da bacia. De maneira sinótica, apresenta-se a seguir um quadro vinculando as características geológicas e pedológicas (Fig. 2) a um perfil topográfico de secção NNO - SSE representativo da área de estudo (Fig. 3).



A área do ribeirão Monjolo Grande, em termos geológicos, insere-se no contexto do Grupo São Bento, de idade Mesozóica, compreendendo um intervalo entre 200 e 100 Ma (Tab 1). Diversos autores, entre eles Fulfaro (1989), Facincane (1995 e 2000) e Sousa (2002) destacam a forte influência tectônica na região, indicada principalmente por falhas litoestruturais que determinam o padrão de drenagem e a morfoescultura local, além favorecer os processos erosivos devido à orientação e constituição das camadas rochosas.

De acordo com Soares & Landim (1973), a Formação Pirambóia corresponde a um ciclo fluvial formado predominantemente por pacotes de arenito com granulação média a fina, de coloração avermelhada, silto-argilosos, com seleção pobre e estratificação cruzada, sucedidos por pacotes de arenitos de granulação mais fina, mais silto-argilosos, com camadas de folhelho e arenitos com acamamento plano-paralelo.

A Formação Botucatu apresenta uma seqüência de eventos de um ciclo desértico que ocorreu durante o Período Mesozóico. Caracteriza-se esse ciclo a sedimentação eólica de areias com granulação fina e muito fina, produzindo corpos de arenitos com boa seleção em

ERA CENOZÓICA Formação Rio Claro (Terciário – Quaternário: ~ 30 – 2 Ma)
(65 – 2 Ma)

E depósitos recentes

grandes cunhas, com estratificação cruzada planar tangencial. Localmente, incluem-se lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, representando as fácies lacustre desta formação. São comuns em certas áreas clástos grossos, constituindo depósitos de rios temporários de bordo de deserto (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Petrograficamente a Formação Serra Geral e intrusivas associadas apresenta toda uma completa suíte de tipos litológicos, desde basaltos até rochas ácidas do extremo riolítico. O vulcanismo basáltico é o mais extenso, localizando-se ao longo de toda a área da Bacia do Paraná, apresentando uma associação de basaltos, vulcânicas intermediárias e vulcânicas ácidas (ZALAN *et al.*, 1990).



Grupo Bauru (Cretáceo Superior: ~ 80 Ma)

ERA MESOZÓICA **Grupo São Bento** (Triássico – Cretáceo Inferior):
(225 – 65 Ma)

-- **Formação Serra Geral e intrusivas básicas associadas**

(Jurássico – Cretáceo Inferior: ~ 160 – 100 Ma)

-- **Formação Botucatu:** (Jurássico: ~ 190 – 160 Ma)

-- **Formação Pirambóia:** (Triássico: ~ 210 – 200 Ma)

Grupo Passa Dois (Permiano Superior):

-- **Formação Corumbataí** (~ 240 – 230 Ma)

ERA PALEOZÓICA -- **Formação Irati** (~ 250 Ma)
(570 – 225 Ma)

Grupo Tubarão:

-- **Formação Tatuí** (Permiano Médio: ~ 260 Ma)

-- **Subgrupo Itararé** (Carbonífero Superior – Permiano Inferior: ~ 300 – 270 Ma)

Tab. 1 – Coluna Estratigráfica simplificada da área drenada pela Bacia do Rio Corumbataí

(modificada de Zaine & Perinotto, 1996).



Quadro sinótico do meio físico da área da
bacia hidrográfica do ribeirão Monjolo-Grande (SP)

Formação Geológica	Descrição Geral	Solos		Relevo (predominante)	
Corumbataí	Siltitos, Argilitos e arenitos finos	ARGISSOLO (PV)			
Pirambóia	Siltitos, grande cocentração de argilas expansivas e arenitos finos				
Botucatu	Arenitos fráveis com pouca argila	1: Neossolo Quertzarênico (RQ)	LITÓLICO (RL)		
Serra Geral	Diques e soleiras de diabásio com arenitos silicificados	2: NITOSSOLO (NX)			
Itaqueri	Conglomerados sustentados por matrizes arenosas e argilosas	LATOSSOLO VERMELHO (LV)			

Fig. 2 - Quadro sinótico do meio físico, com associações geológicas, pedológicas e formas de relevo.

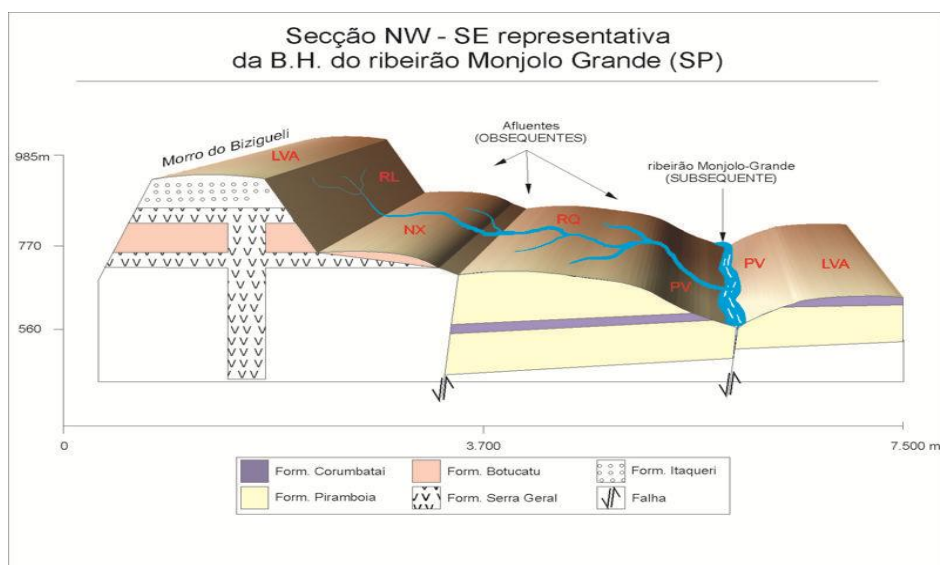


Fig. 3 Perfil topográfico de secção NNO - SSE representativo da área de estudo

3-MATERIAIS E METODOS

Modelagem numérica do terreno - Em termos de abordagem, este trabalho foi conduzido considerando o nível de aquisição de dados, através das bases cartográficas, na escala de



1:10.000. (IGC, 1979). As folhas das cartas topográficas que compõe a área de estudo foram digitalizadas e vetorizadas em ambiente SIG, do qual foi derivado diversos modelos numéricos do terreno que auxiliaram a compreensão da dinâmica ambiental da bacia em estudo. Para obter os indicadores físicos de erosão do solo, foram utilizados alguns dos parâmetros contemplados na formulação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) (WISHMEIER E SMITH, 1978), sendo obtido mapas temáticos referente a declividade e comprimento de rampa.

Qualidade das águas superficiais – As águas superficiais foram caracterizadas físico-quimicamente através de equipamento com eletrodos de leitura direta no próprio local de coleta, sendo analisadas as seguintes variáveis: temperatura (°C), pH, condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e oxigênio dissolvido (mg/L). Além disso, foram obtidos algumas propriedades físicas do canal de drenagem no ponto de coleta, próximo à confluência com o Rio Passa Cinco, tais como largura do canal, velocidade da corrente, profundidade média e vazão. Para a medição da largura e profundidade foi utilizado uma trena de 10 metros. A velocidade da corrente foi determinada através do tempo que um objeto flutuador leva para percorrer uma distância de 20 metros. A vazão foi determinada através da área da seção do canal e da velocidade do fluxo de água.

Transporte de sedimentos - A descarga sólida total em curso de água pode ser obtida através do método simplificado de Colby (COLBY & HUBBELL, 1961), que usa basicamente três ábacos e dados de descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e concentração medida de sólidos totais, sendo ela calculada pela seguinte equação:

$$Q_t = Q_{sm} + Q_{nm}$$

Onde:

$$Q_{sm} = 0,0864 \cdot Q \cdot C_s$$

$$Q_{nm} = q_{nm} \cdot K \cdot L$$



Sendo:

Q_t = descarga sólida total, em t/dia;

Q_{sm} = descarga sólida medida, em t/dia;

Q_{nm} = descarga sólida não medida, em t/dia;

Q = descarga líquida, em m^3/s ;

C_s = concentração medida de sólidos totais, em ppm;

q_{nm} = descarga sólida não medida aproximada, em t/dia;

L = largura do rio, em m;

K = fator de correção.

O valor de Q_{nm} corresponde à descarga de arrasto somada à descarga não amostrada, sendo encontrado com o auxílio de ábacos a partir da velocidade média (m/s), profundidade média (m), concentração medida de sólidos totais (ppm) e da largura do rio (m). A concentração medida de sólidos totais foi realizada afim de abranger os meses chuvosos de 2010. Para isso, foram coletadas três amostras de 1 L a cada etapa de campo, sendo elas transportadas para o Laboratório de Geoquímica Ambiental (LAGEA), localizado no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) da UNESP de Rio Claro, em frascos de polietileno, onde se efetuou a quantificação, em triplicata, dos sólidos totais através do seguinte cálculo:

$$ST = (P_d - P_a) \cdot 1000 / V_e$$

Onde :

RS = Sólidos totais a 105° C (ppm);

P_d = Peso do frasco após a secagem da amostra (mg)

P_a = Peso do frasco seco antes da colocação da amostra (mg)



V_e = Volume total da amostra evaporada (L)

Além dos sólidos totais, também quantificou-se o teor de sólidos totais dissolvidos (mg/L) com a utilização de sonda YSI®.

4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelagem numerica do terreno - Os dados geomorfométricos derivados da carta topográfica, indicaram a distribuição geográfica da declividade e disposição geomorfológica da área da bacia. Esses parâmetros fornecem importantes dados para a compreensão da dinâmica ambiental local. De modo sintético, apresenta-se a seguir um cartograma que integra os mapas de elevação do terreno, podendo ser observado a declividade da área, juntamente com a configuração dos interflúvios e a extensão das rampas que fornecem o material para o canal de drenagem (Fig. 3).

As feições topográficas da área foram realçadas pelo (Modelo Digital de Elevação) MDE, permitindo a indicação das formas do relevo, assim como a análise dos diferentes padrões geométricos presentes na rede de drenagem. A foz do Ribeirão Monjolo Grande encontra-se a 560m de altitude, sendo que o setor topográfico mais elevado onde estão suas cabeceiras, representado pelo maciço residual “morro do Bizigueli”, encontra-se a 985 m de altitude. Além disso, observa-se que o relevo da região caracteriza-se por uma configuração fortemente ondulada (com declives entre 20 e 45%), apresentando alto nível de limitação ao cultivo agrícola. Essas classes estão associadas a extensas áreas de pastagem e, observou-se em campo grandes cicatrizes de erosão originadas pelo pisoteamento de gado.

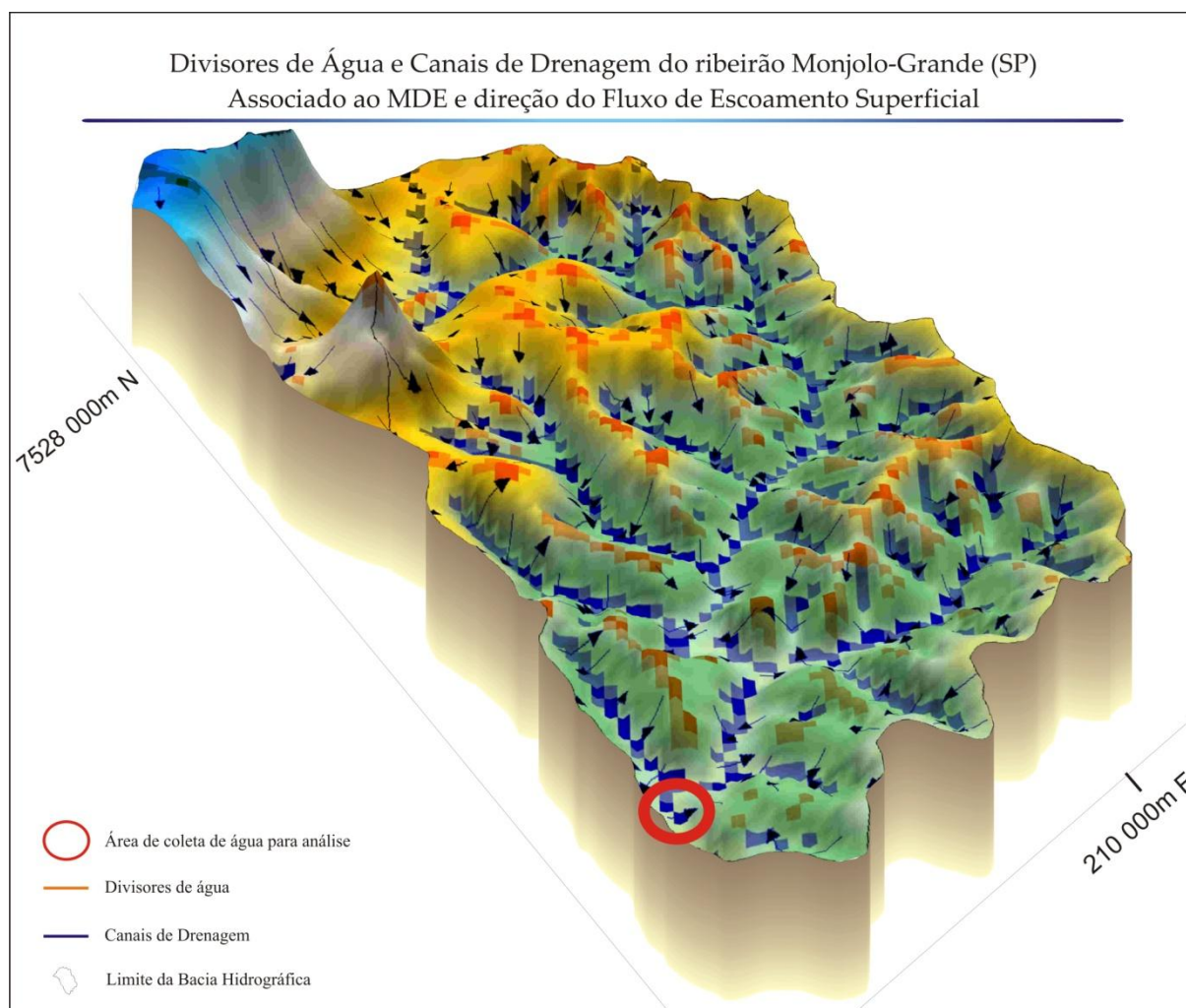


Fig. 4 – Esquema representativo do modelo de elevação digital, com divisores de água e canais de drenagem na bacia do Ribeirão do Monjolo Grande.

No setor norte noroeste da bacia, predominam áreas localizadas a altitudes de 660 a 790 m, com presença de divisores de água mais extensos e interflúvios suaves, dissecados por drenagens alongadas e retilíneas. As áreas de topo configuram-se em relevos planos a suave-ondulados (declives de 0 a 3% e 3 a 8% respectivamente), nos quais observa-se intenso cultivo de cana-de-açúcar. Ainda neste setor, despontam na paisagem os maciços residuais denominados de morro do Bizigueli e Guarita. Nos declives acentuados, acima de 45%, estas áreas apresentam os solos Litólicos das formações Botucatu e Serra Geral, os quais fornecem grande quantidade de sedimentos. Já o setor oposto (Sul/Sudeste), à margem esquerda do Ribeirão Monjolo Grande, apresenta divisores estreitos, com interflúvios abruptos e canais de



drenagem mais curtos, com predominância de declives entre 13 e 20%, de relevo ondulado, com menor grau de limitação ao cultivo agrícola.

Qualidade das águas superficiais - Os resultados obtidos de acordo com a metodologia apresentada foram compilados na Tabela 2.

Data	Largura (M)	Profundidade (cm)	Velocidade (M/S)	Vazão (M ³ /S)	pH	Temp. (C°)	Condutividade (µs/cm)	Oxigenio Dissolvido (mg/L)
15 jan	6	18	1	1	7,62	23,2	41,06	8,65
21 jan	8,3	33	0,66	1,92	7,03	23,1	33,01	8,05
29 jan	13	118	0,62	5,25	5,45	23,7	19,29	7,86
04 fev	7,1	17,3	0,98	0,42	7,07	26,3	48,78	7,82
19 fev	7	15	0,90	0,26	7,63	21,4	41,4	8,49
26 fev	7	25,3	1	1,7	6,45	23,5	32,5	7,57
8 mar	6,6	14,3	0,91	0,87	6,79	20,7	49,3	7,56
18 mar	6,8	15	0,61	0,63	7,18	22,3	49,8	7,16
29 mar	6,3	10,3	0,68	0,44	7,31	23,2	45,4	7,31

Tab. 2 – Características do canal, velocidade vazão e parâmetros físico-químicos associados as águas superficiais do Ribeirão Monjolo Grande do período amostrado.

Em relação à largura e profundidade do canal do Ribeirão Monjolo Grande, verifica-se uma variação de 7 m de largura e mais de 1 m de profundidade dependendo da precipitação



que ocorreu na área previamente a amostragem. Este fato pode ser facilmente visualizado quando observa-se os resultados obtidos para o dia 29 de janeiro, onde o acumulado de chuva chegou a 519 mm. Além disso, a velocidade de escoamento no canal do Ribeirão Monjolo Grande foi menor no final de janeiro, ou seja, ela foi inversamente proporcional à largura e a profundidade média. A vazão é resultado direto da área do canal de drenagem e a velocidade de escoamento. O pico de vazão foi ao final do mês de janeiro, com um registro mais elevado ao final de fevereiro devido a ação de um sistema de chuvas concentrado que ocorreu durante o período.

Aumentos na temperatura da água estão relacionados com a transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). Aumentos muito grandes de temperatura podem indicar contaminação por despejo de efluentes, fato não observado. O pH normalmente é regulado pelo equilíbrio do dióxido de carbono-bicarbonato e carbonatos, podendo alterar o processo de permeabilidade da membrana celular (SARDINHA *et al.*, 2008). Um valor um pouco mais ácido ocorreu em função da grande quantidade de água de chuva dentro da bacia, bem como do aumento da quantidade de matéria orgânica na água, carregada pelo escoamento superficial. A atmosfera e os processos de fotossíntese são as principais fontes de oxigênio para as águas fluviais. Por outro lado, as perdas de oxigênio se devem ao consumo pela decomposição da matéria orgânica, trocas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (SARDINHA, 2008). A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados (CETESB). Os valores diminuem quando há maior concentração de sólidos em suspensão, fato também relacionado à variação da precipitação atmosférica (Tab. 3).

Os valores de pH (à exceção do dia 29 jan, onde o pH apresenta caráter mais ácido) e os valores de Oxigênio Dissolvido encaixam-se dentro dos corpos d'água de Classe 1 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. O fato do uso e ocupação da terra dentro da bacia não apresentar atividades urbanas e industriais permite atribuir a variação dos parâmetros amostrados a fatores naturais.

Transporte de sedimentos - A variação da concentração de sólidos dissolvidos, em suspensão e totais se dá em função da quantidade de material adicionado ao canal de drenagem através da água de chuva, associada ao material dissolvido lixiviado das rochas pelos processos intempéricos e a remoção de partículas do solo através da erosão laminar e/ou



linear do solo e das margens. As concentrações obtidas de sólidos dissolvidos, em suspensão e totais para as águas superficiais do Ribeirão Monjolo Grande podem ser observadas na Tabela 3.

Tab. 3 – Concentração de sólidos dissolvidos, em suspensão e totais quantificadas para as águas superficiais do Ribeirão Monjolo Grande

Data	Sólidos Dissolvidos (mg/L)	Sólidos em Suspensão (mg/L)	Sólidos Totais (mg/L)
15 jan	28	24	53
21 jan	22	361	383
29 jan	16	566	582
04 fev	35	61	96
19 fev	34	48	82
26 fev	22	118	140
08 mar	33	58	91,3
18 mar	33	3	36
29 mar	31	114,6	145,6



Como pode-se concluir com os resultados apresentados na Tabela 3, por quase todo o período analisado a concentração de sólidos em suspensão é mais elevada que a de sólidos dissolvidos. Durante a estação chuvosa, com o rio mais caudaloso, a energia da corrente permite o transporte dos sedimentos mais pesados em suspensão por um tempo maior, dando à água aparência mais turva, ao passo que quando há a diminuição do volume de precipitação e diminuição da energia da corrente, os materiais mais pesados são conduzidos pelo fundo do canal

Em relação ao transporte de sedimentos (Tab. 4), a interpretação dos resultados indica uma predominância do transporte por arrasto durante a maior parte do trimestre. Tal fato se deve à própria característica dos sedimentos. De acordo com análise granulométrica realizada do sedimento coletado no fundo do canal, constatou-se que cerca de 99% do material amostrado situa-se na fração areia. Assim, tal material, que tem como origem as rochas arenosas das formações Botucatu e Pirambóia desloca-se predominantemente por rolamento no leito do canal, compondo uma camada arenosa bastante espessa no fundo deste ribeirão.

Além disso, o transporte total de sedimentos variou muito ao longo do período de amostragem, ou seja de 12,67 ton/dia até 488,25 ton/dia. Como observa-se na Figura 4, o transporte total de sedimentos possui significativa correlação com a vazão ($R = 0,93$ obtida pela Correlação de Pearson), indicando que o transporte de sedimentos depende diretamente da vazão do Ribeirão Monjolo Grande, que por sua vez depende da precipitação ocorrida na bacia durante o período de amostragem.

Data	Transporte Suspensão (ton/dia)	Transporte Arrasto (ton/dia)	Transporte Total (ton/dia)
15 jan	4,58	49,2	53,78
21 jan	63,5	43,32	106,8



29 jan	264	224	488,5
04 fev	3,5	25	78,12
19 fev	1,84	74,62	52,8
26 fev	20,5	50,96	115,21
08 mar	6,86	94,71	65,18
18 mar	1,92	51,48	12,67
29 mar	5,53	10,71	25,34

Tabela 4 – Transporte de sedimentos em suspensão, por arrasto e total para a bacia do Ribeirão Monjolo Grande

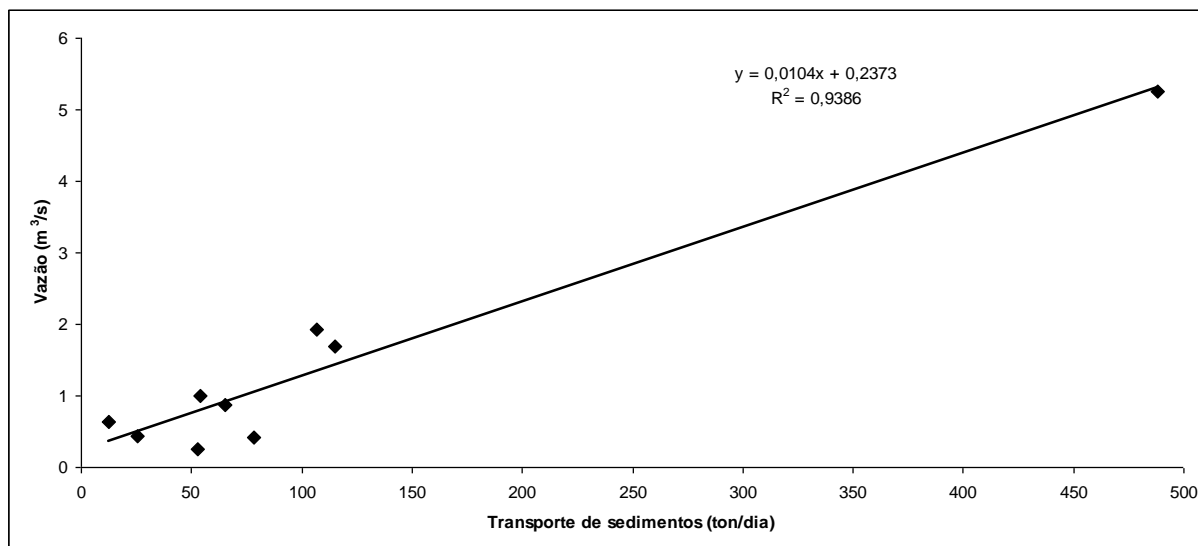


Fig. 4 – Correlação entre vazão (m³/s) e transporte de sedimentos na bacia do Ribeirão Monjolo Grande.

5-CONCLUSÕES



Este trabalho demonstra a importância da união de diferentes técnicas quali quantitativas para a avaliação do meio físico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de análise. O desenvolvimento de trabalhos desta natureza em bacias hidrográficas de tamanho reduzido permite uma associação mais precisa dos dados gerados, como o levantamento pedológico, o uso da terra pelas propriedades, o monitoramento das perdas de solo via erosão, o transporte dos sedimentos ao longo dos cursos d'água, o monitoramento da qualidade de água e o caráter das entradas atmosféricas. Dentro de uma visão sistêmica, é indispensável a integração de diferentes dados que possam corroborar para uma análise ambiental mais completa, visto que a qualidade dos recursos hídricos precisa ser gerenciada de maneira a prolongar seu uso, mostrando a importância deste trabalho para o monitoramento das variáveis de qualidade ambiental

6-AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp pelo suporte financeiro deste trabalho (Processos nº 2005/59203-1 e 2010/01540-0) e pela cessão das bolsas de Mestrado (Processos nº 2008/57006-2 e 2007/06284-0).

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.,. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Ed. Prentice Hall., 2002

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. (CETESB). 2005. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis>. Acesso em 17/05/2010.

COLBY, B. R. & HUBBELL, D. E. Simplified methods for computing total sediment discharge with the modified Einstein procedure. **United States Geological Survey (Water-Supply Paper)**. Washington, DC, 1961



CONCEIÇÃO, F. T., BONOTTO, D. M. Relações Hidroquímicas aplicadas na avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental na bacia do Rio Corumbataí (SP). **Geochimica Brasiliensis**, 16(1):1-21, 2002.

CONCEIÇÃO, F. T. ; Sardinha, D. S. ; Souza, A. D. G. ; BONOTTO, D. M. . Hydrochemical relationship at Meio Stream watershed (Leme city), São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 37, p. 389-400, 2007.

EYRE, B. D.; PEPPERELL, P. A spatially intensive approach to water quality monitoring in the Rous River catchment, NSW, Australia. **Journal Environmental Management**, 56: 97-118. 1999.

FACINCANI, E. M. Influência da estrutura tectônica no desenvolvimento das boçorocas da região de São Pedro, SP. Proposta de reabilitação e aspectos jurídicos-institucionais correlatos. **Dissertação de Mestrado (Programa de Geociências e Meio Ambiente IGCE/UNESP)**, Rio Claro, 1995.

FACINCANI, E. M. Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuestas Arenito-Basálticas: Regiões de São Carlos, São Paulo e Piracicaba. **Tese de Doutorado (Programa de Geociências e Meio Ambiente IGCE/UNESP)**, Rio Claro, 2000.

FULFARO, V. J.; BARCELOS, J. H. Movimentação vertical e evolução da Depressão Periférica e a Escarpa da Serra geral em São Paulo. *In* Simpósio de geologia do Sudeste. P. **109-110** Rio de Janeiro, 1989

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo). **Folha:SF-23-Y-A-I-3-NE-D. Escala 1:10.000**, 1979.

_____ **Folha: SF-23-Y-A-I-3-SE-B. Escala 1:10.000**, 1979.

_____ **Folha: SF-23-Y-A-I-3-NE-F. Escala 1:10.000**, 1979.

_____ **Folha: SF-23-Y-A-I-3-NO-E. Escala 1:10.000**, 1979.

_____ **Folha: SF-23-Y-A-I-3-SE-S. Escala 1:10.000**, 1979.

_____ **Folha: SF-23-Y-A-I-3-SO-A. Escala 1:10.000**, 1979.

NOGUEIRA, A. A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 28, Porto Alegre, 28, 1974 . Anais. Porto Alegre. SBG. V



.1, P. 41-65 . 1974 PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Ed. Prentice Hall., 2002

PRADO, H.; OLIVEIRA, J.B & ALMEIDA, C.L.A. Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos, Escala 1:100.000.. **Instituto Agrônômico**. Campinas, 1981.

SALATI, E. Diagnóstico ambiental sintético e qualidade da água como subsídio para o planejamento regional integrado da bacia hidrográfica do rio Corumbataí SP. **Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP**, São Carlos, 1996. 199p

SARDINHA, D.S; CONCEIÇÃO, F.T; BONOTTO, D.M.; SALLES, M.H.D.; ANGELUCCI, V.A. Avaliação de balanço anual de cations e anions na bacia do Alto Sorocaba. **Revista Brasileira de Geociências**, 38 (4) 730-740. 1998.

SOARES, P. C., LANDIM, P. M. B. Aspectos da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. **An. XXVII Cong. Bras. Geol.**, Vol. 1: 243-256. Porto Alegre, 1973.

SOUZA, A. D. G. E TUNDISI, J. G. Water Quality in Watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a Case Study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 46:711-721. 2003.

SOUZA, A. D. G. E TUNDISI, J. G. Water Quality in Watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a Case Study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 46:711-721. 2003.

SOUZA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia – Centro do Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado (Programa de Geologia Regional, Rio Claro, 2002.

SCHNEIDER, R. F. ,MUHLMANN, H. E.. , MEDEIROS, R. A. , DAEMON, R. F., NOGUEIRA, A. A. Revisão Estratigrafica da Bacia do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 28, Porto Alegre, 28, 1974 . Anais. Porto Alegre. SBG. V .1, P. 41-65 . 1974

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v. 39, p. 285-291, 1958.



WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: **Agriculture Handbook** n° 537 (USDA), 1978.

VEGA, M.; PARDO, R.; ENRIQUE, B.; DEBÁN, L. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**, **32(12)**: 3581-3592. 1998.

ZAINE, M. P; PERINOTTO, J. A J. **Patrimônios naturais e história geológica da região de Rio Claro – SP**. Câmara Municipal de Rio Claro. Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro, 1996.

ZALAN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C. de J.; MARQUES, A. Bacia do Paraná *In*: **Origem e evolução de Bacias Sedimentares - PETROBRÁS** - Coordenadores Guilherme P. Raja Gabaglia e Edison J. Milani , 135-138, Rio de Janeiro, 1990