

## **INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO E DO EXCEDENTE HÍDRICO SOBRE A VAZÃO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS**

**LUIZ SERGIO VANZELA<sup>1</sup>; ROSANGELA APARECIDA DE SOUZA<sup>2</sup>; FELIPE ALEXANDRE DA MOTTA PITARO<sup>3</sup>; PABLO AISLAN FREITAS E SILVA<sup>3</sup>; ANDRÉA CRISTIANE SANCHES<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Coordenação do Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Camilo Castelo Branco, Estrada Projetada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita, Fernandópolis, SP, CEP: 15600-000, Fone (17) 3465-4200. e-mail: [lsvanzela@yahoo.com.br](mailto:lsvanzela@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Camilo Castelo Branco; <sup>3</sup>Graduando em Engenharia Ambiental, Faculdades Integradas de Fernandópolis; <sup>4</sup>Professora do Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Camilo Castelo Branco.

### **1 RESUMO**

O conhecimento da interferência do uso e ocupação e o regime hídrico das bacias hidrográficas sobre a disponibilidade de água e transporte de sedimentos é de extrema importância para o gerenciamento dos recursos hídricos. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da ocupação do solo e do excedente hídrico sobre a vazão e transporte de sedimentos em bacias hidrográficas do município de Fernandópolis - SP. Para isto, foram monitoradas as variáveis vazão e concentração de sólidos totais durante 26 meses em duas bacias de diferentes usos e ocupação do solo. Os resultados demonstraram que o excedente hídrico influenciou significativamente a condutividade elétrica, as vazões específicas e as descargas sólidas específicas na bacia hidrográfica de menor percentual de urbanização. O uso e ocupação do solo influenciou significativamente a concentração de sólidos totais e dissolvidos no período seco (sem excedente hídrico) e na condutividade elétrica e vazão específica nos dois períodos (sem e com excedente hídrico).

**Palavras-Chave:** bacias hidrográficas, balanço hídrico, descarga sólida total

**VANZELA, L. S.; SOUZA, R. A. de; PITARO, F. A. da M.; SILVA, P. A. F e; SANCHES, A. C. THE INFLUENCE OF LAND USE AND HYDRIC SURPLUS ON DISCHARGE AND SEDIMENT TRANSPORT**

### **2 ABSTRACT**

The knowledge of the interference of land use and hydric regime of watershed on water availability and sediment transport is very important for hydric resources management. Thus, this research aimed to analyze the influence of land use and hydric surplus on discharge and sediment transport of Fernandópolis watershed, São Paulo State. For this research there were monitoring the discharge and concentration of total solids during 26 months in two watersheds of different land use. The results show that hydric surplus significantly influenced the conductivity of water, specific discharge and specific solid discharge in watershed lower percentage of urbanization. The land use significantly influenced the concentration total and dissolved solids in dry period (no water surplus) and conductivity of water and specific discharge in two periods (periods of deficit and surplus water).

**Keywords:** watersheds, water balance, specific solid total discharge

### 3 INTRODUÇÃO

Nas bacias hidrográficas, paralelamente ao ciclo hidrológico, ocorre o ciclo hidrossedimentológico, que é totalmente dependente deste, pois envolve os processos de deslocamento, transporte e depósito de partículas sólidas presentes na superfície da bacia (Tucci, 1993). A quantidade de sólidos que passa pela seção transversal de um curso de água em um intervalo de tempo é denominada descarga sólida total. A descarga sólida total é composta por dois componentes principais: a descarga sólida em suspensão (sólidos dissolvidos e/ou de pequena granulometria que são transportados em suspensão na água) e a descarga sólida do leito (partículas de maior granulometria que são transportadas por arraste ou saltação no leito do curso d' água).

O ciclo hidrossedimentológico é um processo que ocorre naturalmente ao longo do tempo, podendo, no entanto, ser acelerado em consequência da ação antrópica, aumentando a produção de sedimentos de uma bacia. Para Paiva (2003) o conhecimento da quantidade de sedimentos transportada pelos rios é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados dependem da quantidade e da natureza dos sedimentos, as quais, por sua vez, dependem dos processos de erosão, transporte e deposição. O mesmo autor ainda cita que os principais problemas causados pelos sedimentos são: assoreamento de rios, diminuindo a sua navegabilidade e aumentando as possibilidades de enchentes; assoreamento dos reservatórios, diminuindo a sua vida útil ou provocando a necessidade de drenagens periódicas de alto custo; inviabilidade, em alguns casos, de aproveitamento do rio para abastecimento e até mesmo para a irrigação, dependendo da quantidade de sedimentos.

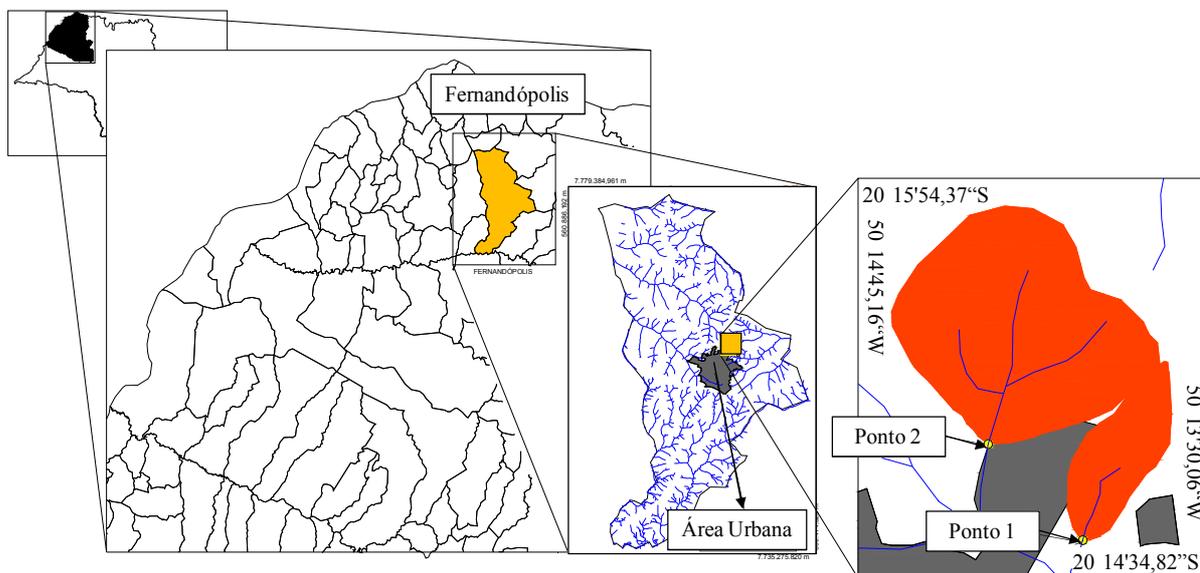
Os principais fatores que podem influenciar a produção de sedimentos na área de drenagem de uma bacia hidrográfica são: a precipitação (quantidade, duração e frequência), tipo de solo e formação geológica, cobertura do solo, uso do solo, topografia, natureza da rede de drenagem, escoamento superficial, características dos sedimentos e hidráulica dos canais (Carvalho et al., 2000).

O conhecimento da descarga sólida dos mananciais é de extrema importância para a implantação de perímetros irrigados, tanto no que diz respeito a qualidade quanto a disponibilidade de água para a irrigação. Para Santos et al. (2001), os mecanismos determinantes dos processos sedimentológicos fluviais estão relacionados as condições ecológicas reinantes nas bacias hidrográficas e, em muitos aspectos, podem derivar de ações antrópicas, causando entre outros, prejuízos relacionados ao assoreamento e a deterioração de sistemas de irrigação e de drenagem.

Considerando o contexto da importância dos conhecimentos hidrossedimentológicos, bem como os fatores que causam interferência, para o manejo das bacias hidrográficas e de perímetros irrigados, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da ocupação do solo e do excedente hídrico sobre a vazão e transporte de sedimentos em bacias hidrográficas do município de Fernandópolis - SP.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em duas bacias hidrográficas localizadas no município de Fernandópolis - SP, Noroeste Paulista (Figura 1). As duas bacias estudadas drenadas pelos pontos 1 e 2 (bacias 1 e 2), respectivamente, possuem as características fisiográficas apresentadas na Tabela 1 e o uso e ocupação apresentado na Figura 2.



**Figura 1.** Localização das bacias hidrográficas estudadas.

**Tabela 1.** Características fisiográficas nas bacias estudadas.

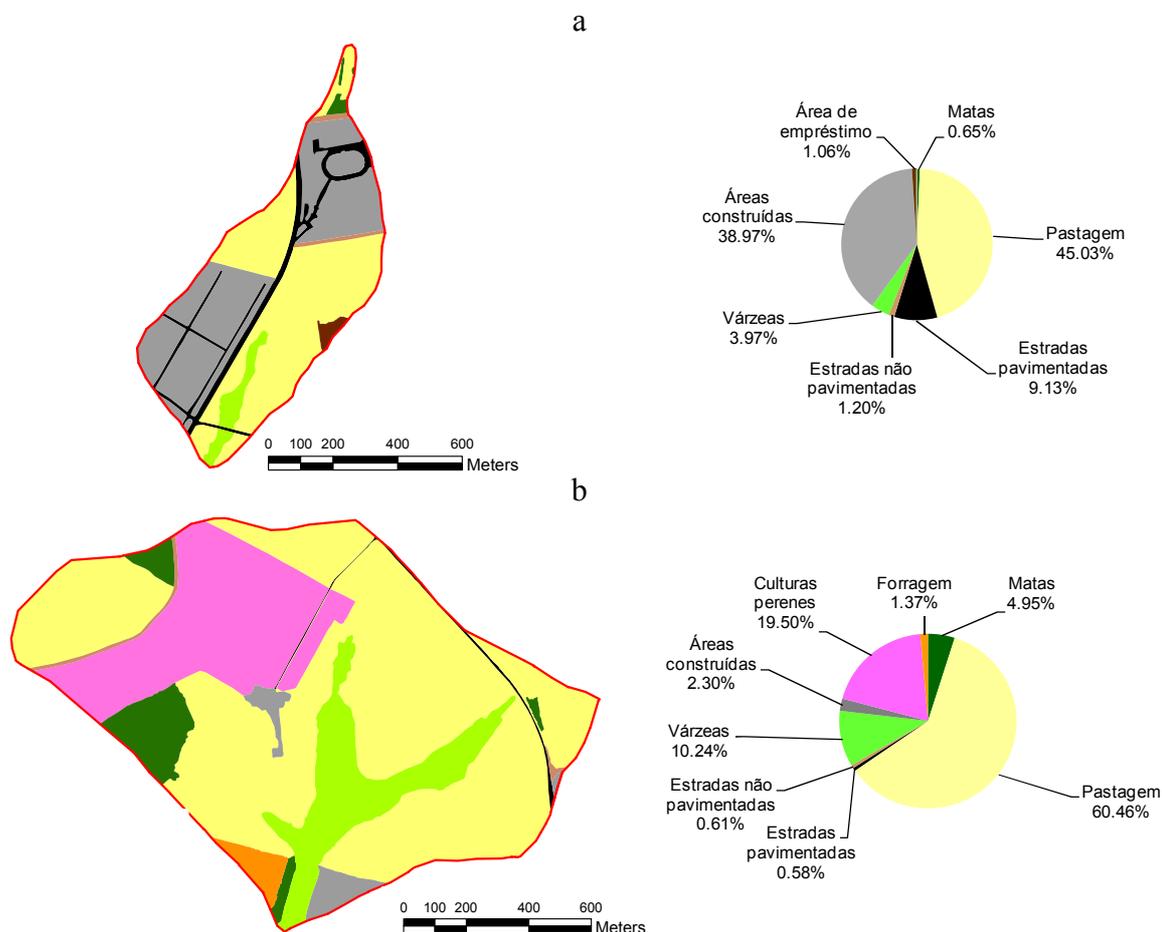
Bacia	AD (ha)	P (m)	Lp (m)	Dd (km km <sup>-2</sup> )	F	d (m km <sup>-1</sup> )	C*
1	43,7	2705	526	1,20	1,15	0,046	0,43
2	147,5	4718	1096	1,63	1,10	0,037	0,22

**OBS:** AD (área de drenagem); P (perímetro); Lp (comprimento do leito principal); Dd (densidade de drenagem); F (fator de forma); d (declividade média do leito principal); C (coeficiente de escoamento superficial). \*Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (2005).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, Tropical Úmido (Rolim et al., 2007), com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. De acordo com Oliveira et al. (1999) os solos onde as bacias se encontram são do grupo PVA1, ou seja, Argissolos Vermelhos-Amarelos.

Para avaliar a influência da ocupação do solo e do excedente hídrico sobre a vazão e transporte de sedimentos, nos pontos 1 e 2 das bacias de estudo, foram realizadas, aproximadamente em intervalos quinzenais, as medições das variáveis de vazões e concentração de sólidos totais. As medições foram realizadas de 13/11/2009 a 14/08/2011, totalizando 52 avaliações. As medições de vazões, em função das características hidráulicas dos canais nos pontos avaliados, foram realizadas pelo método do flutuador integrador (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1990). As análises de concentração de sólidos

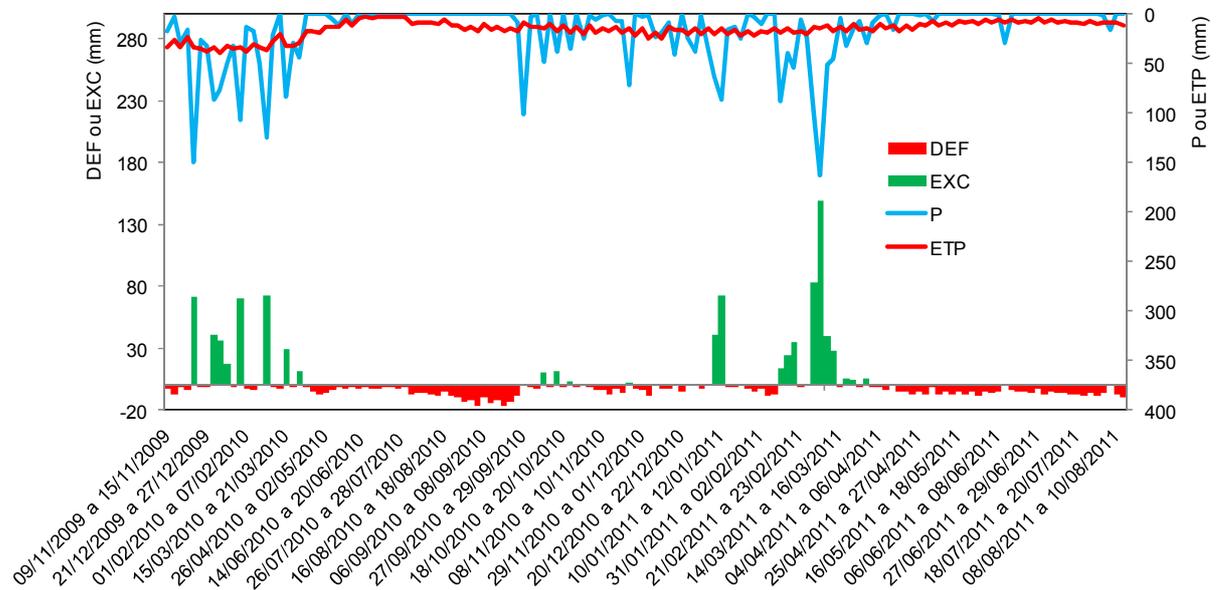
totais, dissolvidos e suspensos, foram realizadas pelo método gravimétrico. Com os resultados da concentração de sólidos totais e vazões, determinou-se os valores da variável descarga sólida total pelo método de Colby (1954) (Carvalho, 1994). Os resultados de vazões e descarga sólida total foram divididos pela área de drenagem da respectiva bacia, resultando assim em vazão específica ( $Q_{esp}$ ) e descarga sólida total específica ( $DST_{esp}$ ).



**Figura 2.** Mapa de uso e ocupação das bacias 1 (a) e 2 (b) de Fernandópolis.

Em seguida, realizou-se a comparação entre as médias das variáveis medidas dentro dos fatores bacia hidrográfica (bacia 1 e 2) e período do ano (chuvoso e seco). O critério utilizado para a definição dos períodos do ano (chuvoso e seco) foi o excedente hídrico, sendo considerado período chuvoso, os intervalos entre medições com excedente hídrico, e período seco, os intervalos entre medições com déficit hídrico ou sem excedente hídrico (excedente igual a zero). Os excedentes e déficits hídricos foram calculados em função do balanço hídrico sequencial (Pereira et al., 2002) seguindo os intervalos entre medições (Figura 3). Os dados climáticos utilizados para o balanço hídrico sequencial foram cedidos pela estação climática automática do Instituto Agrônomo de Campinas (Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO, 2011), localizada no município de Fernandópolis - SP. Com isso, para as análises estatísticas em cada bacia, foram utilizadas 38 repetições para o período seco e 14 repetições para o período chuvoso. Para a comparação entre as médias das variáveis analisadas utilizou-se o critério de Gravetter & Wallnau (1995), cuja diferenciação estatística

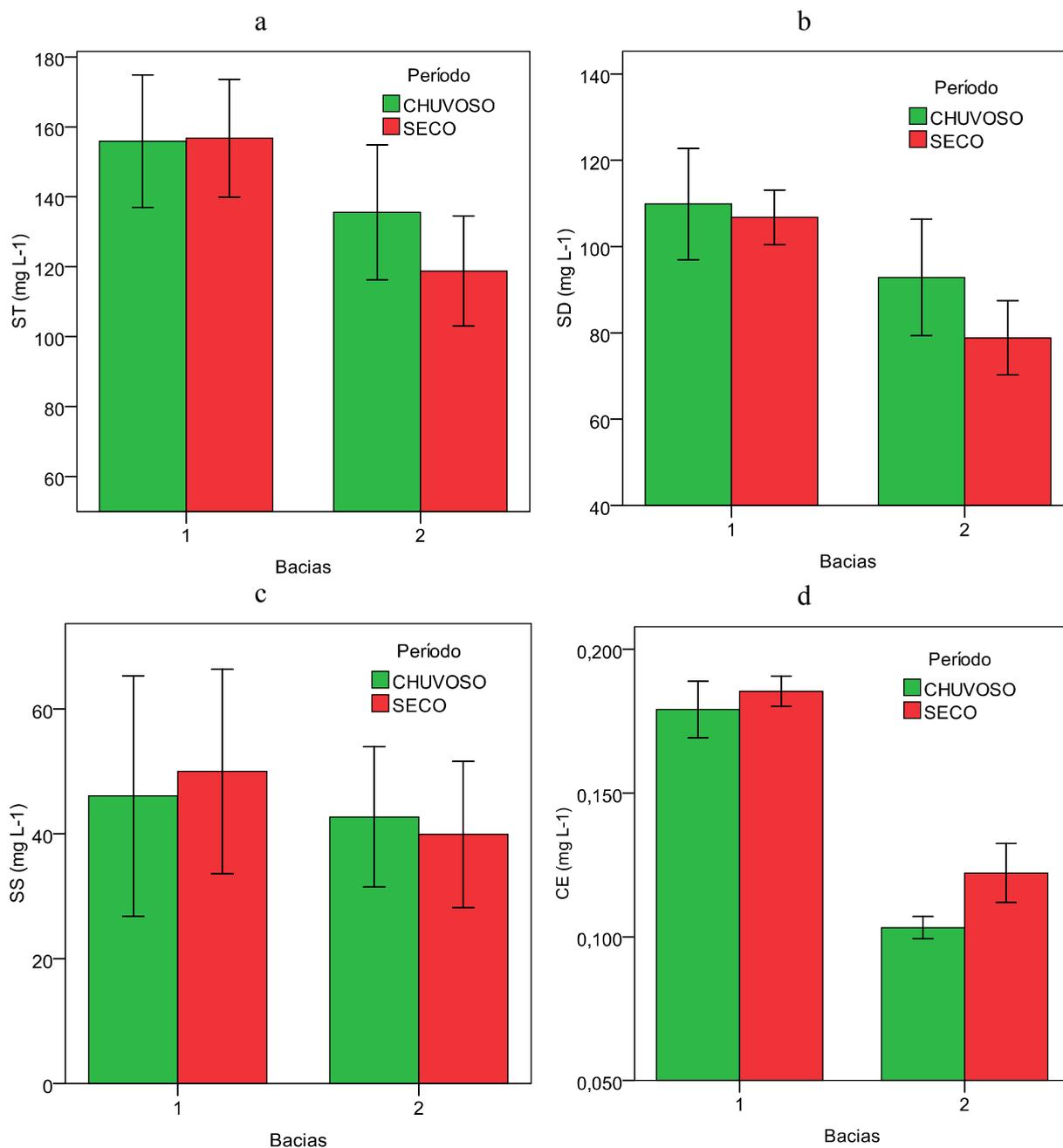
ocorre quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos erros padrão na comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SPSS.



**Figura 3.** Balanço hídrico sequencial com os totais de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP), período de déficit hídrico (DEF) e excedente hídrico (EXC).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como podem ser observados (Figura 4a), os valores médios da concentração de sólidos totais (ST) para a mesma bacia, nos dois períodos avaliados, não se diferenciaram estatisticamente. Nas bacias 1 (períodos chuvoso e seco) e 2 (períodos chuvoso e seco) as médias observadas foram de  $155,9 \pm 18,9$ ,  $156,8 \pm 16,8$ ,  $135,6 \pm 19,3$  e  $118,8 \pm 15,7$  mg L<sup>-1</sup>. No entanto, quando comparado entre as bacias, foi observada somente diferença entre a média de ST no período seco da bacia 2 que foi inferior aos observados na bacia 1.



**Figura 4.** Médias observadas das concentrações de sólidos totais (ST) (a), sólidos dissolvidos (SD) (b), sólidos suspensos (SS) (c) e condutividade elétrica da água a 25°C (CE) (d).

A concentração de sólidos dissolvidos (SD) (Figura 4b) seguiu o mesmo padrão de comportamento observado para ST. Os valores médios observados foram de 109,9±12,9, 106,8±6,3, 92,9±13,5 e 78,8±8,6 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para as bacias 1 (períodos chuvoso e seco) e 2 (períodos chuvoso e seco). Este comportamento pode ser explicado pelo fato dos SD terem representado, em média, 74,1 e 72,3% dos ST, respectivamente, nos períodos chuvoso e seco. Já para a concentração de sólidos suspensos (SS) não foram observadas nenhuma diferença estatística entre as médias (Figura 4c). Os valores médios observados

foram de  $46,1 \pm 19,3$ ,  $50 \pm 16,4$ ,  $42,7 \pm 11,2$  e  $39,9 \pm 11,7$  mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para as bacias 1 (períodos chuvoso e seco) e 2 (períodos chuvoso e seco).

De acordo com a classificação proposta por Nakayama & Bucks (1986), do total de amostras observadas nas duas bacias, durante o período chuvoso o risco de dano a sistemas de irrigação localizada por sólidos suspensos é maior. Neste período 7,1 e 14,3% das amostras observadas, respectivamente, foram classificadas como de médio (entre 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>) e alto risco (acima de 100 mg L<sup>-1</sup>) de obstrução de tubulações e emissores. No período seco, as amostras classificadas como de alto risco reduziram para 5,3%, enquanto as de médio risco aumentaram para 13,2% das amostras, evidenciando uma sensível melhora na qualidade da água.

Com relação aos sólidos dissolvidos, em nenhuma das amostras foram observados valores superiores a 500 mg L<sup>-1</sup>, considerado o valor limite para danos médios a sistemas de irrigação localizada (Nakayama & Bucks, 1986).

Os valores médios de condutividade elétrica da água a 25°C (CE) foram de  $0,179 \pm 0,010$ ,  $0,185 \pm 0,005$ ,  $0,103 \pm 0,004$  e  $0,122 \pm 0,010$  dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, para as bacias 1 (períodos chuvoso e seco) e 2 (períodos chuvoso e seco). Para essa variável (Figura 4d), as diferenças nas duas bacias já foram bem mais pronunciadas, sendo os valores médios observados na bacia 1 estatisticamente superiores aos encontrados na bacia 2. E para a bacia 2, os valores médios observados no período seco foram significativamente superiores aos do período chuvoso. No entanto, em nenhuma das amostras foram encontrados valores superiores a 0,700 dS m<sup>-1</sup>, valor considerado limite para a ocorrência de risco médio de salinização do solo (Ayers & Westcot, 1991).

No período de excedentes hídricos é de se esperar maiores contribuições de sólidos devido ao carreamento de sedimentos em função do escoamento superficial (Carvalho et al., 2000). Com relação as diferenças observadas entre as bacias hidrográficas, pode-se observar uma clara tendência de maior concentração de sedimentos (principalmente os dissolvidos) na água da bacia 1, que está possivelmente relacionada ao maior percentual de sua área estar ocupada por áreas construídas (residenciais), presença de área de empréstimo e um menor percentual de matas nativas. Resultados semelhantes foram obtidos por Vanzela et al. (2010) que, dentre as áreas que contribuíram com o aumento da concentração de sólidos na água, estão as áreas habitadas (área urbana e moradias rurais). Também Toledo & Niconella (2002) que, avaliando o índice de qualidade de água em microbacia sob diferentes usos, verificaram influências das áreas agricultadas e urbanas na contribuição com sedimentos. Estes resultados também influenciaram diretamente a condutividade elétrica da água a 25°C, pois esta variável está altamente correlacionada com a concentração de sólidos dissolvidos (Tabela 2), por que dentre as substâncias presentes nos sólidos dissolvidos, estão os sais dissolvidos (Von Sperling, 1996).

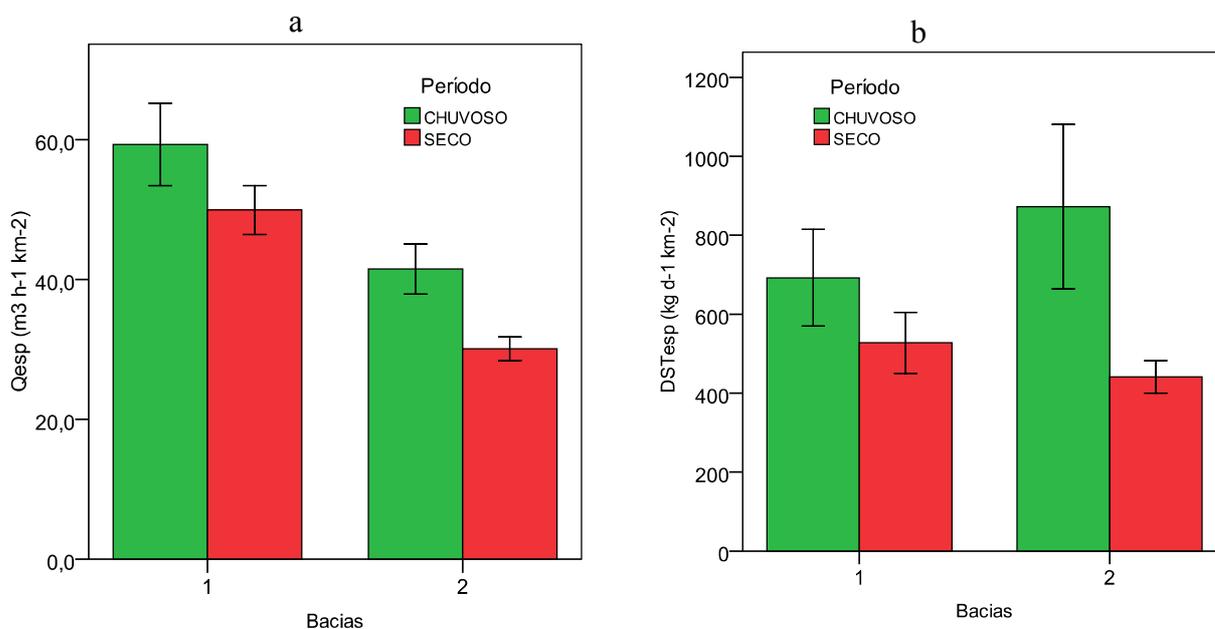
**Tabela 2.** Análise de correlação cruzada entre algumas variáveis hídricas.

Variável	SD	SS	CE
ST	0,523**	0,857**	0,301**
SD		0,009	0,519**
SS			0,040

**OBS:** ST (sólidos totais); SD (sólidos dissolvidos); SS (sólidos suspensos). CE (condutividade elétrica da água a 25°C).

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Com relação as vazões específicas médias observadas na Bacia 1, nos períodos chuvoso e seco, foram obtidos valores de  $59,3 \pm 5,9$  e  $50,0 \pm 3,5$   $\text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{km}^{-2}$ , respectivamente (Figura 5a). Estes valores foram superiores estatisticamente aos obtidos na Bacia 2 para os mesmos períodos ( $41,5 \pm 3,6$  e  $30,1 \pm 1,7$   $\text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{km}^{-2}$ , respectivamente). Entretanto, somente na bacia 2, o valor médio obtido no período chuvoso (de excedente hídrico) foi estatisticamente superior ao do período seco.



**Figura 5.** Médias observadas de vazão específica ( $Q_{\text{esp}}$ ) e descarga sólida total específica ( $DST_{\text{esp}}$ ) nas bacias e períodos avaliados.

O excedente hídrico (no período chuvoso), como pode ser observado, foi um fator imprescindível para o aumento médio da vazão específica, sendo de 18,8 ( $9,4 \text{ m}^3 \text{h}^{-1} \text{km}^{-2}$ ) e de 37,9% ( $11,4 \text{ m}^3 \text{h}^{-1} \text{km}^{-2}$ ) em relação ao período seco. Em todo o período avaliado as precipitações totais nos períodos seca e chuvoso foram de 409 e 2131 mm (diferença de 1722 mm), proporcionando um excedente hídrico de 885 mm. Estes resultados indicam que para as bacias 1 e 2 o excedente hídrico proporcionou a produção de 32 e 39  $\text{m}^3 \text{km}^{-2}$  para cada 1 mm de excedente hídrico.

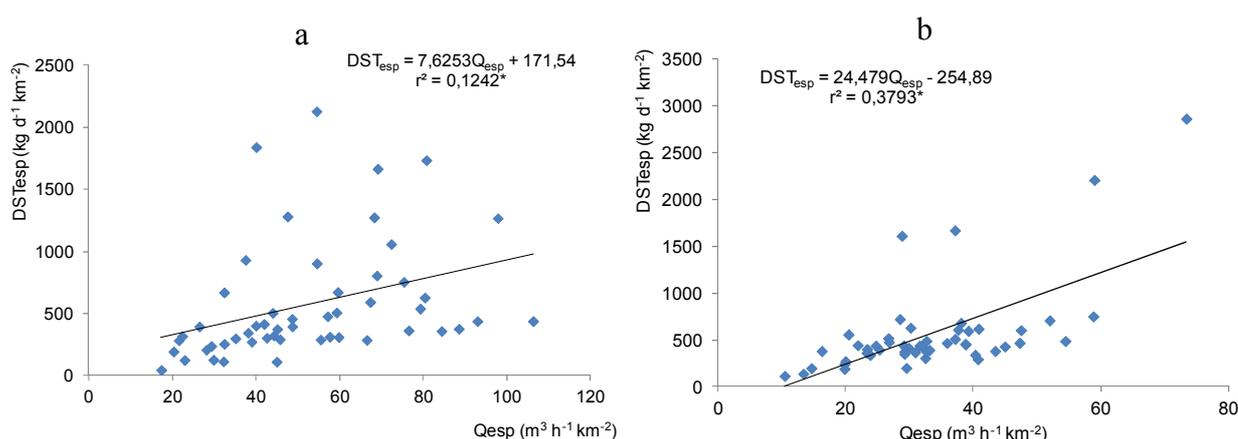
Já a diferença observada entre as bacias está relacionada ao seu uso e ocupação, que por sua vez interfere no coeficiente de escoamento superficial. O uso e ocupação atual da bacia 1 proporciona um coeficiente volumétrico de escoamento superficial (Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, 2005) de 0,54 em comparação com 0,28 obtido para a bacia 2 (resultando em coeficientes de escoamento superficial de 0,43 e 0,22, respectivamente). O efeito da impermeabilização da superfície do solo no aumento da vazão média nas bacias já foi observado por outros autores (Tucci, 2003). Silva et al. (2005) verificaram que a cobertura completa do solo evita a desagregação provocada pelo impacto das gotas de chuva e a formação do selamento superficial favorecendo, conseqüentemente, a infiltração da água no solo e a redução do escoamento superficial. Esse efeito é ainda maior quando o solo é impermeabilizado pelas construções urbanas, o que poderia explicar estes resultados.

Considerando a disponibilidade de água, independente da bacia avaliada, os valores observados foram superiores aos valores médios obtidos pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande (2008) para a Sub-bacia do Ribeirão Marinheiro ( $25,68 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) do qual as bacias estudadas fazem parte.

Para as médias de descargas sólidas específicas observadas nas bacias, quando comparadas no mesmo período (seco e chuvoso), não houve diferenças significativas (Figura 5b). Os valores observados nas bacias 1 e 2 foram, respectivamente, de  $692 \pm 123$  e  $872 \pm 208 \text{ kg d}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , para o período chuvoso, e  $528 \pm 77$  e  $441 \pm 42 \text{ kg d}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , para o período seco. No entanto, somente na bacia 2, o valor médio do período chuvoso (de excedente hídrico) superou estatisticamente o do período seco.

No caso da descarga sólida total específica, o período de excedente hídrico (chuvoso) promoveu um incremento médio de 165 e  $431 \text{ kg d}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , respectivamente, para as bacias 1 e 2. Considerando o excedente hídrico de todo o período avaliado, o mesmo proporcionou a produção de 0,562 e  $1,473 \text{ t km}^{-2}$  para cada 1 mm de excedente hídrico, respectivamente, nas bacias 1 e 2.

Já as diferenças de descargas sólidas específicas observadas entre as bacias avaliadas, também estão relacionadas ao uso e ocupação do solo, pois intensidade do transporte de sedimentos depende do escoamento superficial (Figura 6).



**Figura 6.** Análise de regressão da descarga sólida total específica em função da vazão específica nas bacias 1 (a) e 2 (b), significativas ao nível de 5% de probabilidade pela análise de variância (\*).

Com isso, as diferenças obtidas para a descarga sólida total específica, provavelmente está relacionada a maior área de contribuição de áreas agricultadas na bacia 2, como as culturas perenes e forragens. Vanzela et al. (2010) verificaram correlação significativa positiva mais forte entre sólidos suspensos e dissolvidos das áreas agricultadas do que de áreas urbanizadas, o que pode explicar os resultados obtidos.

De acordo com Carvalho et al. (2000) valores de produção de sedimento altos, são muito prejudiciais, podendo afetar o reservatório com depósitos indesejáveis. Nas bacias avaliadas, durante o período chuvoso, o potencial de assoreamento de reservatórios foi considerado moderado e alto em 57,1 e 42,9%, respectivamente, das medidas realizadas na bacia 1 e de 42,9 e 57,1% na bacia 2. No período seco houve uma sensível melhora com potenciais de assoreamento moderados e altos, respectivamente, em 52,6 e 34,2% das medidas realizadas na bacia 1 e em 65,8 e 23,6% das medidas realizadas na bacia 2.

Pelos resultados obtidos, pode-se verificar de maneira geral, que o excedente hídrico influenciou significativamente a condutividade elétrica, as vazões específicas e as descargas sólidas específicas na bacia 2 (com menor percentual de urbanização e maior de matas e áreas agricultadas). Já o uso e ocupação dos solos influenciou significativamente a concentração de sólidos totais e dissolvidos no período seco, a condutividade elétrica e a vazão específica nos dois períodos.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados observados concluiu-se que:

- O excedente hídrico influenciou significativamente a condutividade elétrica, as vazões específicas e as descargas sólidas específicas na bacia hidrográfica de menor percentual de urbanização.
- O uso e ocupação do solo influenciou significativamente a concentração de sólidos totais e dissolvidos no período seco (sem excedente hídrico) e na condutividade elétrica e vazão específica nos dois períodos (sem e com excedente hídrico).
- A concentração de sólidos e a condutividade elétrica a 25° C oferecem pouco risco a obstrução em sistemas de irrigação localizada e a salinização do solo.
- A vazão específica média nas bacias estudadas foi superiores aos valores esperados para a região hidrográfica em que se encontram.
- As duas bacias avaliadas apresentam grande potencial para o assoreamento de reservatórios.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 132p.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS - CIIAGRO. **Dados climáticos da estação agrometeorológica de Fernandópolis - SP**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TURVO/GRANDE. **Plano de bacia da unidade de gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)**. São José do Rio Preto: CBH - TG, 2008. 172p.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Guia prático para o projeto de pequenas obras hidráulicas**. São Paulo: DAEE, 2005. 116p.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de cálculos das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo.** São Paulo: DAEE, 1994, 64p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. **Medidores de vazão para pequenos cursos d'água.** Rio de Janeiro: PRONI, 1990. 88p.

GRAVETTER, F.J.; WALLNAU, L.B. **Statistics for the behavioral sciences.** 2.ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.

NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management.** New York: Elsevier, 1986. 383p.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos, 1999. 64p.

PAIVA, E. M. C. D. Métodos de estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas. In: PAVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.13, p.365-394.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba : Agropecuária, 2002. 478p.

ROLIM, G. DE S.; CAMARGO, M. B. P. DE; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.711-720, 2007.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372p.

SILVA, D. D., PRUSKI, F. F., SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

TOLEDO, L. G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 1993. 943p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.14, n.1, p.55-64, 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996. 246p.