

# Uso do solo e da água na bacia do ribeirão Serragem, Vale do Paraíba

## SOIL AND WATER USE IN SERRAGEM STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, PARAÍBA VALLEY

Christian Kather  
Marcelo dos Santos Targa,  
Getúlio Teixeira Batista  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté

### RESUMO

A necessidade do uso diferenciado dos recursos hídricos principalmente do escoamento superficial nas bacias hidrográficas, vem gerando sérios conflitos de uso. A água do ribeirão Serragem até recentemente era utilizada somente para a produção de arroz, contudo, gradativamente foi ocorrendo a diversificação e ampliação das atividades econômicas de indústrias, de pesqueiros, de ranicultura e de exploração de areia, em cavas. Objetivou-se neste trabalho o levantamento do uso do solo e da água na bacia hidrográfica do ribeirão Serragem no município de Tremembé, no Vale do Paraíba do Sul, o qual envolveu a medida da vazão pelo método do "flutuador" nos períodos de julho a dezembro de 2004 e a caracterização física da bacia hidrográfica pelo método de I-Pai-Wu. Constatou-se a partir dos dados obtidos em seis propriedades na área de várzea que a vazão captada é maior que aquela outorgada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica, portanto, caracterizando uma situação de conflito pelo uso da água. Embora nessa bacia predominem sistemas de uso intensivo, ela apresenta uma cobertura significativa de vegetação em regeneração (22,6%), o que contribui para manter a infiltração e a oferta de água. Uma vez que se promova o uso racional e o gerenciamento da distribuição e uso da água na bacia, pela adoção de práticas de conservação do solo, pela manutenção das áreas em regeneração, e com plantios adicionais de essências vegetais, acredita-se que, no futuro, possa ocorrer uma melhora na disponibilidade de água.

### PALAVRAS-CHAVE

Bacia hidrográfica. Balanço hídrico. Conflito pelo uso da água. Escoamento superficial. Ribeirão Serragem. Uso do solo.

### INTRODUÇÃO

Os monges trapistas, em 1904, vindos da França, são considerados os responsáveis pela introdução do cultivo do arroz irrigado no Vale do Paraíba, e fixaram-se no município de Tremembé, SP, na Fazenda Maristela, situada na bacia hidrográfica do ribeirão Serragem. O cultivo de arroz foi difundido pela região devido à grande extensão de áreas favoráveis nas várzeas do rio Paraíba do Sul, sendo ainda a principal atividade agrícola remanescente (SOMA, 2002). Até recentemente na bacia do ribeirão Serragem, a água era toda utilizada por produtores de arroz; contudo, com o passar do tempo, os usos foram diversificados para atividades de piscicultura, indústrias, mineração e de ranicultura. Esse uso diferenciado e competitivo pela água gerou conflitos. Os projetos de irrigação são geralmente dimensionados em termos de irrigação total, sem se levar em conta as informações climáticas (SAMPAIO et al., 2000). Apesar do método de irrigação por superfície ser o mais antigo e mais usado no mundo, em virtude de suas vantagens em comparação a métodos pressurizados, o mesmo tem apresentado baixos índices de desempenho devido ao seu manejo inadequado como consequência de dificuldades de monitoramento (CARVALHO et al., 2003). Os agricultores, devido ao fato de utilizarem água do ribeirão Serragem há muito tempo, sentem-se com direito pleno sobre a água e entendem que qualquer outro tipo de utilização passa a ser lesiva. Contudo, o Decreto Lei 41.258/1996 obriga a solicitação da outorga da água ao órgão competente (SÃO PAULO, 1996), definindo-se a vazão máxima a ser utilizada. No cultivo do arroz irrigado por inundação utiliza-se, em geral, uma vazão de 1,5 a 2,0 L/s.ha (GUIMARÃES, 1986). No Vale do Paraíba, é comum se utilizar durante todo o ciclo o maior valor de vazão recomendada para o cultivo de arroz inundado em áreas de várzea. Devido ao fato de água ser conduzida por um sistema de valetas que não contém

nenhum sistema de controle da vazão aduzida para determinada área, há uma demanda grande por água durante todo ciclo da cultura, o qual dura de 80 a 100 dias. Todas as captações de água na bacia do ribeirão Serragem são feitas por meio do escoamento superficial em valetas, dessa forma, estudos, de forma quantitativa, dos principais usos podem ser de extrema valia na racionalização do uso compartilhado da água. Quantificar e identificar por meio do geoprocessamento as categorias de uso e cobertura dos solos existentes em bacias hidrográficas pode servir para gerar um diagnóstico preliminar da qualidade ambiental da bacia. A intensificação do uso das terras vem despertando grande interesse, devido, principalmente, aos impactos que vêm sendo ocasionados aos recursos hídricos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo sobre o uso do solo e da água na bacia hidrográfica do Ribeirão Serragem, afluente pela margem esquerda do Rio Paraíba do Sul situado no município de Tremembé, SP, visando

contribuir para os procedimentos de gestão e a racionalização do uso dos recursos hídricos na bacia, minimizando os conflitos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do ribeirão Serragem, com área total de 52,2 Km<sup>2</sup> está situada no município de Tremembé, na região do Vale do Paraíba, abrangendo uma grande extensão de "Áreas de Preservação Permanentes" (APPs) (BRASIL, 2002), principalmente de topo de morro e de nascentes e áreas de várzeas propícias para a rizicultura à jusante e 38,6 ha de várzeas irrigadas (Figura 1). A extensão aproximada do curso do ribeirão Serragem é de 21 Km, a partir de sua nascente (coordenadas UTM: N = 7.462.200m e E = 444.200m) até a sua foz no rio Paraíba do Sul (coordenadas UTM: N = 7.464.750m e E = 428.150m).

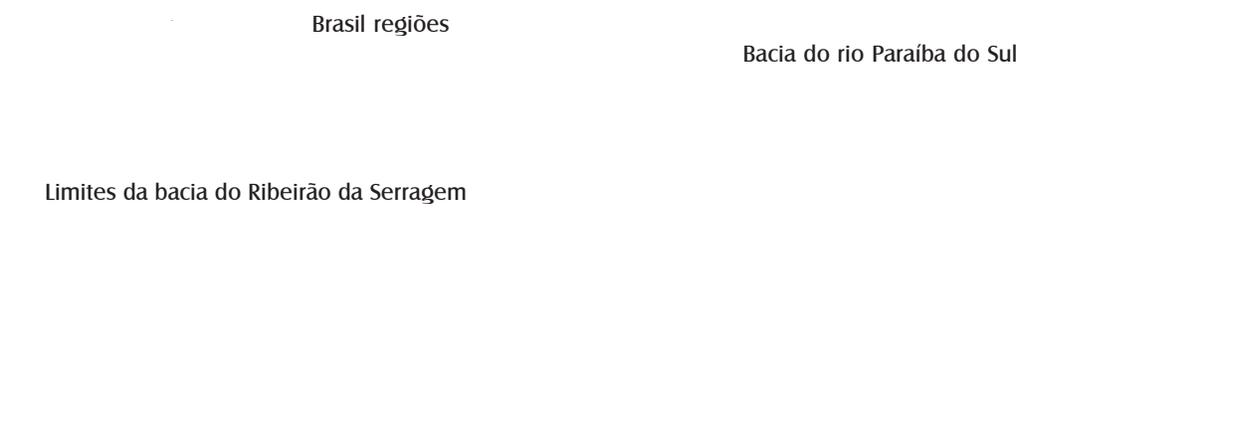


Figura 1- Localização geográfica da Bacia do Ribeirão Serragem, objeto deste estudo.

A caracterização física da bacia do ribeirão Serragem com vista à determinação da vazão foi feita pelo método I-Pai-Wu, aplicável para bacias com até 200Km<sup>2</sup> conforme metodologia proposta pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (SÃO PAULO, 2000).

### Declividade Equivalente (S)

Corrêa (2002) explica que a velocidade do escoamento superficial em um rio depende da sua declividade, quanto maior a declividade, maior a velocidade de escoamento. O valor de declividade equivalente para o ribeirão Serragem, foi obtido pela equação 1:

$$S = \left[ \frac{\sum L}{\frac{L_1}{\sqrt{J_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{J_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{J_n}}} \right]^2 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

S = declividade equivalente (m/m)

L = comprimento do talvegue (km) (trechos entre curvas de nível 1, 2, ...n)

J = declividade média do curso d'água (m/m) (trechos entre curvas de nível 1, 2, ...n)

### Fator de Forma da Bacia (F)

Relaciona a forma da bacia com um círculo de mes-

ma área, ou seja, ele mede a taxa de alongamento na bacia (SÃO PAULO, 1994), e é dado pela Equação 2.

$$F = \frac{L}{2 * \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0,5}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

F=Fator de Forma da Bacia

A= área da bacia de contribuição em (Km<sup>2</sup>)

L = comprimento do talvegue (Km)

### Tempo de Concentração (Tc)

Refere-se ao tempo necessário para a água ir do ponto mais distante até o exutório da bacia. Sua estimativa é baseada na velocidade média do escoamento superficial, que é função do espaço a ser percorrido e da declividade equivalente, sendo calculado pela Equação 3 de Kirpich, conforme Tucci (2000) e refere-se ao tempo a partir do qual toda a bacia estará contribuindo com a vazão e portanto, esta deverá ser máxima.

$$Tc = 57 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Tc = Tempo de Concentração (minutos)

S = Declividade equivalente (m/Km)

L = Comprimento do Talvegue (Km)

### Intensidade de Chuva Crítica (i)

A intensidade de chuva crítica em mm/h para o tempo de retorno T = 100 anos, e tempo de duração da chuva 10 > t < 1440 min, foi determinada conforme Martinez e Magni (1999), utilizando dados do posto meteorológico localizado no município de Taubaté (E2 - 022) nas coordenadas geográficas 23 ° 02' S e 45 ° 34' W expressa pela Equação 4, onde:

i = Intensidade de chuva (mm/h)

t = Tempo de duração da chuva (min)

T = Tempo de retorno da chuva (ano)

### Volume do Escoamento do Hidrograma (V)

O hidrograma consiste na representação gráfica das vazões escoadas ao longo do tempo em um curso

d'água na bacia considerada. O volume de água escoado na bacia é dado pela Equação 5 (SÃO PAULO, 1994):

$$V = (0,278 * C_2 * i * tc * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

V= volume de escoamento (m<sup>3</sup>)

C<sub>2</sub>= coeficiente volumétrico de escoamento (adimensional)

i= intensidade de chuva crítica (mm/h)

tc= tempo de concentração (h)

A= área da bacia em Km<sup>2</sup>

k= coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional)

### Coefficiente de Forma (C<sub>1</sub>)

Em bacias alongadas, o tempo de concentração é superior ao tempo de pico, pois a chuva que cai no ponto mais distante da bacia chegará tarde o suficiente para não contribuir com a vazão máxima. Assim, em bacias alongadas, deve-se esperar um valor de C<sub>1</sub> menor do que 1, de acordo com a Equação 6.

$$C_1 = \frac{Tp}{Tc} = \frac{4}{2 + F} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

C<sub>1</sub> =Coeficiente de forma (adimensional)

F= fator de forma da bacia (adimensional)

Tp= Tempo de pico em (h)

Tc- tempo de concentração em (h)

### Coefficiente Volumétrico de Escoamento (C<sub>2</sub>)

O coeficiente volumétrico de escoamento ocorre em função do grau de impermeabilidade da superfície e, segundo o DAEE (SÃO PAULO, 1994), podem-se adotar valores de C<sub>2</sub> de 0,30 para grau baixo de impermeabilização, 0,50 para grau médio e 0,80 para grau alto. Dado as características de uso e cobertura do solo da bacia do Ribeirão Serragem adotou-se o valor 0,40.

### Coefficiente de Escoamento Superficial (C)

O coeficiente de escoamento superficial é dado pela Equação 7.

$$i = 54,5294(t + 30)^{-0,9637} + 11,0319(t + 20)^{-0,9116} [ -0,4740 - 0,8839 \ln \ln (T/T - 1) ] \quad (\text{Equação 4})$$

$$C = \frac{2C_2}{1 + FC_1} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

C<sub>1</sub> = coeficiente de forma

C<sub>2</sub> = coeficiente volumétrico de escoamento

F = Fator de forma da bacia

O coeficiente de distribuição espacial da chuva (K), das Equações 5 e 8, foi definido em função da área de drenagem da bacia (Km<sup>2</sup>) e do tempo de concentração em horas segundo o DAEE (SÃO PAULO, 2000).

### Vazão (Q)

Os valores de vazão (m<sup>3</sup>/s) são obtidos pela Equação 8.

$$Q = 0,278 * C * i * \text{Área}^{0,9} * K \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade de chuva crítica (mm/h)

A = área da bacia em Km<sup>2</sup>

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva

### Balanco hídrico

Para o balanço hídrico, devido à falta de dados coletados na área de estudo, foram utilizados os dados do Posto Meteorológico do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté (UNITAU). De fato, dados desse Posto parecem ser adequados com base nos resultados de Reis (2005), que desenvolveu pesquisa em situação similar à do presente trabalho. Segundo Fisch (1995), o clima da região caracteriza-se por ser quente e úmido no verão e frio e seco no inverno.

O total de chuvas no verão, comumente, excede 200 mm, com chuvas quase que diariamente nessa estação. O ano hidrológico inicia-se em agosto e termina em julho do ano seguinte, com 42% da precipitação ocorrendo nos meses de dezembro a fevereiro. O total anual da precipitação anual é de 1.355 mm.

Para o cálculo do balanço hídrico, utilizou-se a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), implementada em planilha Excel por D'Angiolella e Vasconcelos (2001) com base nos dados de temperaturas máxima, média e mínima; umidade relativa; evaporação; precipitação; insolação e, velocidade do vento.

### Medições de vazões em campo

Medições de vazões foram realizadas em cada ponto de captação de água para as seis propriedades e foram identificadas pelas letras A a F, e tiveram seus valores de "vazão captada" comparados com os "valores outorgados" pelo DAEE. A medição das vazões foi feita pelo método do "flutuador", que é simples, rápido e satisfatório (DAKER, 1989), em 16 pontos diferentes, em 12 repetições, perfazendo um total de 192 medições de vazão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostradas as características físicas obtidas pelo método I-Pai-Wu para a bacia hidrográfica do ribeirão Serragem, a qual tem área de contribuição de 52,3 Km<sup>2</sup> e comprimento do talvegue de 21 Km.

Em termos de área da bacia do Itaim e do comprimento do ribeirão Itaim no município, Corrêa (2002) apresentou valores respectivamente de (58,9 Km<sup>2</sup>) e (21 Km) para estes parâmetros, que de certo modo possibilita a comparação com a bacia do ribeirão Serragem na mesma região.

Tabela 1- Características físicas obtidas pelo método I-Pai-Wu para a bacia hidrográfica do Ribeirão Serragem.

Características Físicas	Ribeirão Serragem
Área (A)	52,3 Km <sup>2</sup>
Comprimento do Talvegue (L)	21Km
Fator de Forma (F)	2,58
Coeficiente de Forma (C <sub>1</sub> )	0,87
Coeficiente de Escoamento Superficial (C)	0,26
Declividade Equivalente (S)	5,54 m/Km
Tempo de Concentração (Tc)	307,5 min

O Fator de Forma ( $F=2,58$ ) e o Coeficiente de Forma ( $C_1=0,87$ ) encontrados para a bacia do ribeirão Serragem indicam que essa é uma bacia alongada e, portanto, pouco sujeita a enchentes, o que também pode ser evidenciado pelo valor do Tempo de Concentração ( $T_c=307,5$  minutos). Comparativamente, o valor do tempo de concentração obtido pela fórmula de Kirpich para a bacia do Itaim por Lobato (2003) foi  $T_c=177,6$  minutos.

Os problemas de enchente no ribeirão Serragem, que poderiam interferir no manejo da irrigação, são minimizados pela forma alongada da bacia e pelo tempo de concentração de mais de 5 horas. Além disso, na bacia há também o controle das vazões que ocorre nos dois reservatórios, o da Fazenda Maristela e o da Prefeitura/UNITAU. Como é uma bacia com declividade média, o escoamento superficial não atinge alta velocidade, não ocorrendo assoreamentos e/ou solapamentos, fato também observado em campo.

Foi adotado o valor de 0,40 para o coeficiente do volume do escoamento ( $C_2$ ) assumindo um valor entre baixo e médio (SÃO PAULO, 1994). Realmente, é consistente a afirmação de que a bacia do Serragem é pouco sujeita a enchentes, pois, o valor encontrado

para o coeficiente de escoamento superficial ( $C_1$ ) foi de 0,26. A intensidade de chuva crítica obtida para a bacia foi de 24,09 mm/h para um tempo de retorno de 100 anos. O coeficiente de distribuição espacial da chuva,  $K = 0,966$  foi obtido por meio da área da bacia em  $Km^2$  e do tempo de concentração (h) conforme o DAAE (SÃO PAULO, 1994). O escoamento superficial ocorre em declividade média equivalente de 5,54 m/Km, o que gera um volume de escoamento superficial na bacia após a chuva crítica (24,09 mm/h) de 2.520.096,4  $m^3$ . A vazão de base do projeto é de 58,26  $m^3/s$ , que acrescida de um coeficiente de segurança de 10% (SÃO PAULO, 2005a), atinge a vazão máxima de 64,09  $m^3/s$ .

### Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Serragem foram classificados por Kather, Catelani e Batista (2003) e resultou nas seguintes classes: Água = 129,1 ha, Área Urbana = 238 ha, Cultura Anual = 1.892 ha, Floresta = 964,7 ha, Mineração = 09 ha, Pasto Sujo = 38 ha, Pastagem = 1.133,3 ha, Reflorestamento = 184,3 ha, Solo Nu = 173,2 ha, Vegetação Natural Regenerada = 1.553,3 ha, conforme Figura 2.

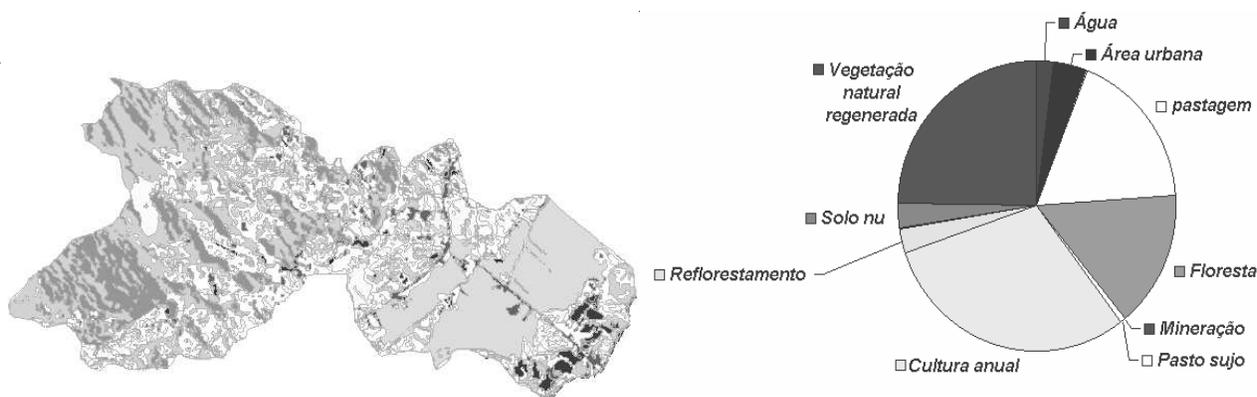


Figura 2- Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Serragem para o ano de 2002.

### Balço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico para o ano 2004 para a bacia do ribeirão Serragem é mostrado na Figura 3. Os meses de outubro, novembro e dezembro foram os mais chuvosos na região chegando ao total de 506 mm (32% da chuva anual) no período, época em que as áreas de várzeas já estavam plantadas com arroz, enquanto que os meses de agosto e setembro foram os mais secos,

chegando a um total de 45,6 mm (3% da chuva anual).

Pode-se observar na Figura 3 que o ano de 2004 foi um ano chuvoso, em que o excedente hídrico anual foi de 684,9 mm. Contudo, houve ainda um déficit hídrico total anual (25,6 mm), o qual ocorreu apenas em dois meses (agosto com 7,6 mm e setembro com 18,0 mm). Esse déficit não é suficiente para prejudicar as culturas,

que se utilizaram da água armazenada no período no solo, o que está em concordância com resultados de Fisch (1995).

Nesse ano de 2004, o total precipitado foi de 1604,2 mm, enquanto que a normal climatológica é de 1.335

mm (FISCH, 1999). Devido à evapotranspiração potencial ter sido 944,9 mm, houve uma diferença positiva de 659,3 mm no solo. A evapotranspiração real foi de 919,3 mm.

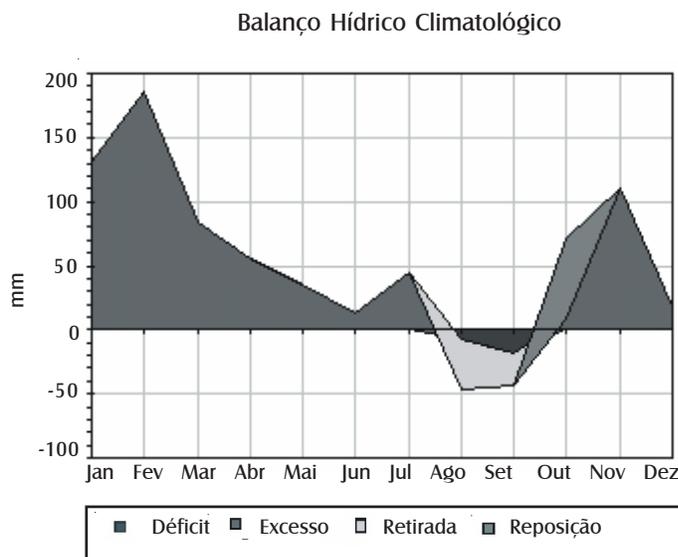


Figura 3- Balanço hídrico climatológico da região de Tremembé/Taubaté para o ano de 2004.

### Recurso hídrico utilizado pelos produtores

Os plantios de arroz nas várzeas do Vale do Paraíba começam no mês de agosto com o preparo do solo em tabuleiros inundados (preparo do barro), havendo, portanto, uma grande demanda de água na bacia hidrográfica, período em que a vazão do ribeirão Serragem depende praticamente só do fluxo de água subterrânea. Os produtores, aqui codificados como C, D e E cultivam arroz na várzea, enquanto que os produtores F, G e H utilizam água para piscicultura além do cultivo de arroz. Na Tabela 2 estão relacionados os valores de vazão no canal de derivação de água para os produtores na várzea do ribeirão Serragem, a jusante do Reservatório Maristela.

Na Tabela 3 estão relacionados os valores de vazão outorgados pelo DAEE (SÃO PAULO, 2005b) e os valores de seis medições realizadas em campo nas nove

captações dos produtores, abrangendo as épocas de semeadura (seca) e de colheita (chuvosa). As vazões medidas na época da seca (semeadura) foram sempre inferiores às vazões da época das águas para todos os usos. Os produtores F e G apresentam uso de água menor do que o outorgado quando o fazem para piscicultura, todos os demais utilizam mais água do que a vazão outorgada.

Conforme o Artigo 13 e 14 da Lei 9034 de 27 de dezembro de 1994 (SÃO PAULO, 1994) é procedimento dos gestores de água no estado de São Paulo não permitir que a soma das vazões captadas em uma bacia hidrográfica, ou parte desta, não supere 50% do valor  $Q_{7,10}$  (vazão mínima que ocorre por sete dias consecutivos em um período de retorno de 10 anos). Com base nesse critério é que são concedidas as outorgas.

A vazão captada para irrigação pelo conjunto de to

Tabela 2- Vazão em (m³/s) no canal de derivação de água para os produtores na várzea do Ribeirão Serragem, a jusante do Reservatório Maristela.

01/08/04	23/08/04	06/09/04	13/09/04	20/09/04	01/10/04	14/10/04	25/10/04	07/11/04	23/11/04	06/12/04	13/12/04
0,785	0,657	0,569	0,658	0,585	0,766	0,785	0,810	0,814	0,803	0,846	0,801

dos os usuários na bacia, incluindo a atividade de piscicultura é 1,5 a 2,5 vezes superior à vazão outorgada (Tabela 3) na época da seca e das águas, respectivamente. Dessa forma, a utilização de água por todos os usuários simultaneamente é impraticável. Portanto, torna-se necessário o estabelecimento de uma política de racionalização do uso do escoamento superficial na bacia do Ribeirão Serragem. Uma possível forma de racionalizar esse uso é o escalonamento dos plantios e manejo.

Dado que a captação é maior do que a vazão efetivamente outorgada, recomenda-se que os produtores (E, F) que possuem maior área e maior vazão outorgada façam um escalonamento de cultivo para as safras de verão, evitando plantar toda a área de uma só vez. Dessa forma, possibilitaria uma melhor distribuição

do uso da água ao longo de um período maior. Embora essa bacia seja de uso intensivo, ela apresenta uma cobertura significativa de vegetação em processo de regeneração (24,6%) o que contribuirá, no futuro, para aumentar a disponibilidade de água, especialmente, no período de seca, quando ocorre uma grande demanda para o preparo do solo para o plantio.

Para mitigação do conflito hoje existente é fundamental se desenvolver um plano de gestão que envolva o escalonamento no uso da água nas áreas de várzea do Ribeirão Serragem.

Outro aspecto observado no trabalho de campo e, que pode estar exarcebando o conflito pelo uso da água nessa bacia, é o fluxo de água, que é naturalmente direcionado para as cavas de areia abertas na bacia.

Tabela 3- Valores da área de solo com uso da água (ha), diferentes tipos de uso, vazão outorgada, vazões médias de captação para as estações chuvosas e de seca e respectivas diferenças entre a vazão outorgada e a captada. Vazões em m<sup>3</sup>/h.

Produtor Rural	Área com uso de água	Usos da água	Vazão Outorgada	Vazão Média na Estação Seca	Vazão Média (seca) - Outorgada	Vazão Média na Estação Chuvosa	Diferença Vazão Média (chuvosa) - Outorgada	Diferença Vazão Média
C	47	Irrigação	94	159	65	174	80	15
D	3	Irrigação	47	68	21	73	26	6
E	348	Irrigação	270	1399	1129	1637	1367	238
F	160	Irrigação	151	344	193	488	337	25
F		piscicultura	22	13	-9	17	-5	4
G	49	Irrigação	86	205	119	260	174	55
G		piscicultura	61	7	-54	13	-48	6
H	7	Irrigação	94	111	17	132	38	21
H		piscicultura	29	121	92	248	219	127
<b>Total</b>	<b>614</b>		<b>1060</b>	<b>2713</b>	<b>1653</b>	<b>3736</b>	<b>2676</b>	<b>1024</b>

## CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica do ribeirão Serragem apresenta características semelhantes a outras bacias da região.

Os usuários da bacia do ribeirão Serragem estão, em geral, utilizando mais água do que lhes foi outorgado.

Ações como o escalonamento de plantio e colheita são as principais ferramentas de gestão para a racionalização do uso da água e minimização de conflitos.

O escoamento superficial distribuído nas valetas para irrigação na bacia é insuficiente para atender simulta-

neamente todas as demandas de água.

## ABSTRACT

The need for differentiated utilization of surface runoff at hydrographic basins is causing a series of conflicts. Water resources at the hydrographic basin of Serragem stream was predominantly for rice production. However, more recently, activities in the stream are diversified including industries, fish hatcheries, frog breeding and sand mining areas. The objective of this work was to study the land and water use in the Serragem stream, municipality of Tremembé, Paraíba do Sul Valley. The

“floater” method was applied to measure the outflow from July to December, 2004 and the I-Pai-Wu method was used for the physical characterization of the basin. From the data obtained on six properties it was concluded that the volume captured is elevated compared to the prior-approved by Water Management Department (DAEE), therefore, characterizing a conflict situation concerned the water use. Although this basin is intensively used, it presents a significant regeneration of the vegetation cover (22.6%) that could contribute to water infiltration and availability. Assuming that adequate use, with soil conservations practices and good management of the water use and distribution with the maintenance of the regeneration areas and additional replanting of arboreal species, in the future, a considerable improvement in water availability could be expected.

## KEY-WORDS

Hydrographic basin. Land use. Surface runoff of serragem stream. Water balance. Water use conflict.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Nº 303 de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 20 fev. 2006.
- CARVALHO, J.J. et al. Reflexos da variabilidade espacial e temporal da fase de avanço e do tempo de oportunidade de infiltração no tempo de aplicação d'água na irrigação por sulcos para um solo franco-arenoso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.7, n.1, p. 1-6, 2003.
- CORRÊA, R. C. *Avaliação das atividades antrópicas sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim*. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.
- DAKER, A. *A água na agricultura: irrigação e drenagem*. 7.ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1989. v.3. 543p.
- D'ANGIOLELLA, G., VASCONCELLOS, V. L. Planilhas excel para cálculo de balanço hídrico climatológico com diferentes metodologias para estimativa da evapotranspiração potencial. In: CHILE. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. *Água, Vida y Desarrollo. ENCUENTRO DE LAS ÁGUAS*, 3., 2001. *Anais...* Santiago de Chile: IICA, 2001. p.1-7.
- FISCH, G.F. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté, São Paulo. *Revista Biociências*, Taubaté, v.1, n.1, p.81-90. 1995.
- \_\_\_\_\_. Distribuição da precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba, São Paulo. *Revista Biociências*, Taubaté, v.5, n.2, p. 7-11, 1999.
- GUIMARÃES, S.S. Parâmetros de drenagem. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. *Drenagem Agrícola*. São Paulo: ABID/EPUSP/DAEE, 1986. Vol. VI, p. 1-29.
- KATHER, C.; CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. Mapa de uso e cobertura do solo utilizando dados do satélite Landsat, sensor TM com ênfase no cultivo irrigado na região de Tremembé - Vale do Paraíba . In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2003. Taubaté: *Programa e Resumos...* Taubaté: Universidade de Taubaté, 2003. p. 220
- LOBATO, A. A. *Levantamento do uso e das condições de conservação da água na bacia hidrográfica do Ribeirão do Itaim no Município de Taubaté - SP*. 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003.
- MARTINEZ, J. F.; MAGNI N. L. G. Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE/ CTH 1999. 141p. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2005.
- REIS, B.J. *Avaliação da expansão da atividade de extração de areia na planície aluvial da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul no trecho entre Jacaré e Pindamonhangaba no período de 1993 a 2003*. 2005, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

SAMPAIO, S. C., et al. Estudo da precipitação efetiva para o município de Lavras, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.2, p.210-213, 2000.

SÃO PAULO (Estado). *Decreto 41.258/1996 que regulamenta a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos*. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/decreto\\_41258.htm](http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/decreto_41258.htm)>. Acesso em: 17 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. *Lei nº 9034/1994 que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH*. Disponível em: <<http://www.recursoshidricos.sp.gov.br/Legislacao/>>. Acesso em: 26 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas*. São Paulo: DAEE, 2005 a. 116 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo*. Plano estadual de recursos hídricos. São Paulo: DAEE, 1994. 64p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Relatório de outorgas*. Pesquisa de dados dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. Usos dos recursos hídricos por municípios. 2005 b. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Sistema de informação para gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH)*. Plano estadual de recursos hídricos 2000-2003. Banco de dados pluviométricos, fluviométricos e pluviográficos do Estado de São Paulo. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). 2000. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

SOMA, N. T. *Controle de níveis de água de arroz de sequeiro no Vale do Paraíba*. 2002, 65f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. Laboratory of Climatology. Centerton: N.J. Publ., n.8, 1955. 104 p.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/ABRH/EDUSP. 2000. p.944. *Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4*.

#### **Marcelo dos Santos Targa**

Prof. Dr. do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté  
Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5000.  
Itaim - Taubaté- SP  
CEP: 12081-010  
e-mail: mtarga@agro.unitau.br

## **TRAMITAÇÃO**

Artigo recebido em: 16/03/2005

Aceito para publicação em: 27/09/2006