

# Reflorestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital, Jaboticabal, SP

## Compensatory reforestation for water retention in the Palmital watershed, Jaboticabal, SP

Maurício José Borges  
Teresa Cristina Tarlé Pissarra  
Sérgio Valiengo Valeri  
Edson Mitsuo Okumura

---

**RESUMO:** Este trabalho objetivou quantificar o reflorestamento da bacia hidrográfica do Córrego Palmital, Município de Jaboticabal, SP, com vistas à retenção de água proposta na metodologia Florestamentos Compensatórios para Retenção de Água em Microbacias (FCRAM). Esta metodologia estima a retenção de água em microbacias considerando: o valor médio mundial de destino da água no ciclo hidrológico, os usos/ocupação do solo (floresta, pastagem e agricultura) e a estimativa da permeabilidade. A bacia em estudo apresenta uma área de 10.589,14 ha, sendo 236,14 ha em floresta, 465,92 ha em pastagem e 9.206,20 ha em agricultura. Os valores médios da permeabilidade identificados nos solos foram de 94,81 mm h<sup>-1</sup> em floresta (mata), 8,99 mm h<sup>-1</sup> em pastagem e 36,01 mm h<sup>-1</sup> em agricultura (cana-de-açúcar). Considerando que deveria infiltrar no solo 20,55% da água que precipita sobre a bacia e que as perdas de água em florestas é padrão, o volume total estimado para compensar a perda que ocorre em excesso nas áreas de pastagem e agricultura é de 12,21 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Constatou-se que o reflorestamento compensatório para reter aquele volume de perda de água deve contemplar uma área de 942,73 ha, ou seja, 8,87 % da área da bacia. Esse reflorestamento pode ser feito prioritariamente em área de preservação permanente ou em área para compor parte da reserva legal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotointerpretação, Permeabilidade do solo, Uso/ocupação do solo

**ABSTRACT:** This work had as objective to quantify the reforestation for water retention in the Palmital Stream watershed, County of Jaboticabal, SP, by using the methodology of compensatory forestation for retention of water in watersheds. This methodology esteems the retention of water in watersheds considering the world medium value of destiny of the water in the hydrologic cycle, the use/occupation of the soil (forest, pasture and agriculture) and its permeability. The watershed in this study presents an area of 10,625.21 ha, being 237.75 ha at forest, 467.01 ha in pasture and 9,237.57 ha in agriculture. The medium values of the permeability identified in the soils were of 94.81 mm h<sup>-1</sup> in forest, 8.99 mm h<sup>-1</sup> in pasture and 36.01 mm h<sup>-1</sup> in agriculture (sugar cane). Considering that should infiltrate in the soil 20.55% of the water that precipitates on the watershed, and, that the losses of water in forest areas is considered standard, the total estimated volume to compensate the excessive loss that occur in the areas of pasture and agriculture is 12.21 million of m<sup>3</sup>/ano. The compensatory forestation to retain that volume of loss should contemplate an area of 942.73 ha (8.87% of the area of the watershed). The reforestation can be priority in permanent conservation area or in areas of Legal Reserve.

**KEYWORDS:** Fotointerpretation, Soil permeability, Soil use/ occupation

---

## INTRODUÇÃO

A reversão da maioria dos processos de degradação, originados da interferência humana na dinâmica da paisagem, requer dos agentes sociais uma maior consciência político-ambiental, integrada à educação e ao cumprimento das leis de proteção à vida e ao meio ambiente.

O principal instrumento jurídico brasileiro que normatiza a proteção dos recursos ambientais é a Lei Federal 4.771/65, denominada de Código Florestal (BRASIL, 1965). Nesta Lei consta que é proibido qualquer uso ou manejo com fins econômicos em Área de Preservação Permanente (APP) e se preconiza que a floresta ou outra forma de vegetação natural é considerada APP quando situada ao entorno das nascentes, ao longo dos cursos d'água e na bordas de tabuleiros. Quando a APP estiver situada em área urbana, deve ser observado o disposto nos planos diretores e leis municipais de uso do solo.

Nesta mesma Lei, em seu artigo 16º, a Reserva Legal corresponde à cobertura florestal de qualquer natureza, compreendida de no mínimo 20% da área de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso. Nas propriedades rurais com área entre 20 a 50 hectares, neste limite percentual também podem ser incluídos os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais.

O Plano Diretor do Município de Jaboticabal (JABOTICABAL, 2000) contempla a melhor qualidade de vida dos moradores por meio do uso social e ecologicamente equilibrado de seu território. Assim, deve-se garantir o direito ao ambiente não degradado, o uso do solo à capacidade de sustentação ambiental e a incorporação de princípios de desenvolvimento sustentável nas políticas públicas.

O gerenciamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas é indispensável para o adequado manejo e conservação dos recursos naturais, sem perder o sistema produtivo da bacia. No manejo integrado da bacia são necessárias a elaboração e a aplicação de diagnósticos que quantificam a retenção de águas pluviais, recuperando as características hídricas dos mananciais (ROCHA, 1997).

Estudos fotointerpretativos da paisagem permitem a elaboração de mapas temáticos com informações de natureza qualitativa e quantitativa, como a morfologia da rede de drenagem e do

uso/ocupação do solo. Entretanto, a fotointerpretação deve ser parte da investigação global combinada com trabalhos de campo e de laboratório (GARCIA *et al.*, 2001; SIMÕES, 2001; PISSARRA, 2002; PINTO *et al.*, 2004).

A obtenção de dados em campo, como medições de infiltração da água em diferentes solos e respectivos usos e ocupação, permite estimar a área de cobertura florestal necessária para compensar as perdas de água por escoamento superficial na bacia hidrográfica. Rocha e Kurtz (2001) elaboraram a metodologia Florestamentos Compensatórios para Retenção de Água em Microbacias (FCRAM), que possibilita determinar valores de perda de água e florestamento compensatório das perdas.

Este trabalho teve como objetivo quantificar o reflorestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital, Município de Jaboticabal, SP, usando-se a metodologia FCRAM.

## MATERIAL E MÉTODOS

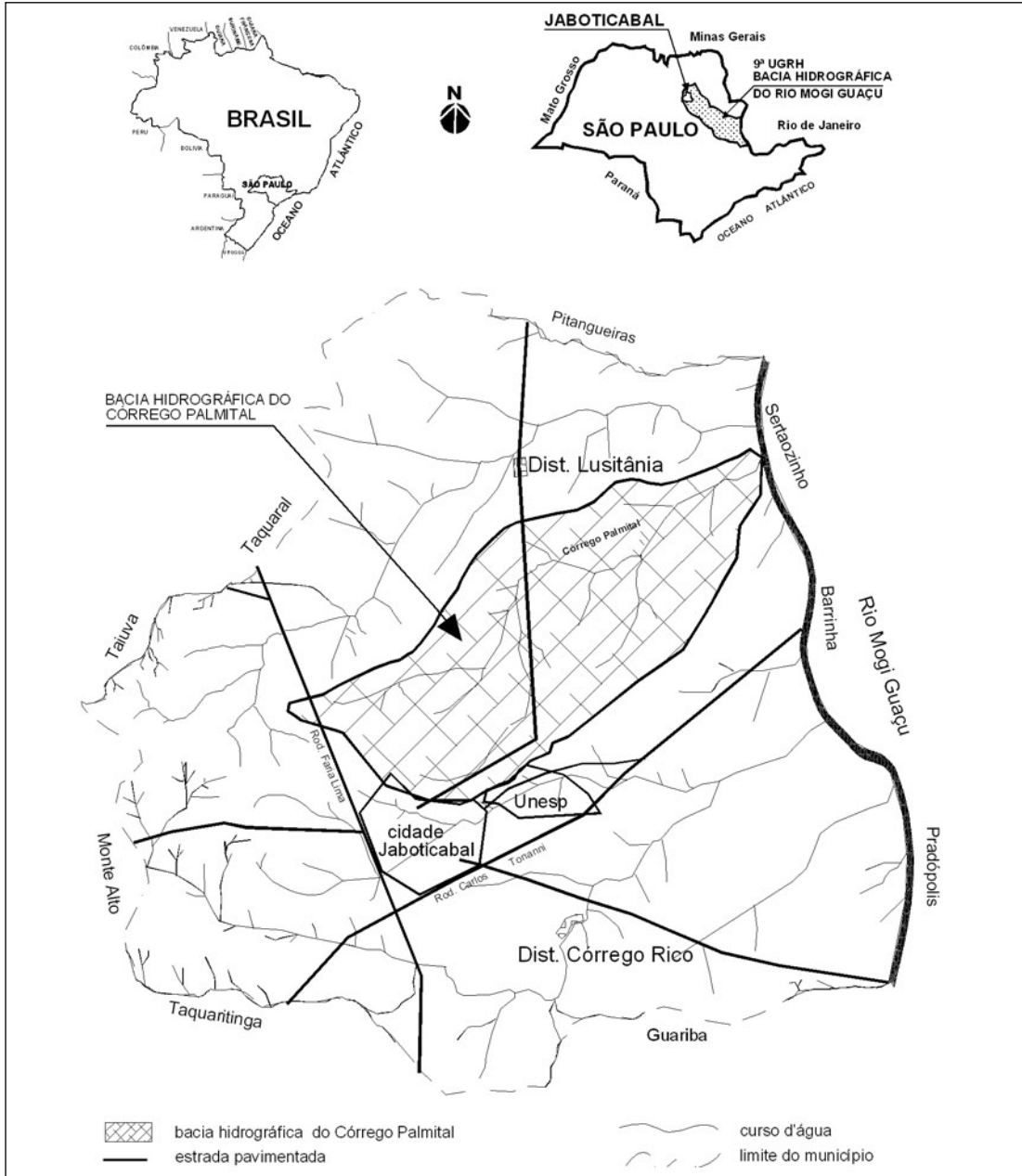
A área de estudo compreendeu a bacia hidrográfica do Córrego Palmital, localizada na região nordeste do município de Jaboticabal, na Região Administrativa de Ribeirão Preto, região nordeste do Estado de São Paulo. A posição geográfica da bacia é definida pelas latitudes 21°07'23"S e 21°14'24"S e longitudes 48°11'12"WGr. e 48°21'51"WGr. (IBGE, 1971). O Córrego Palmital é afluente do Rio Mogi-Guaçu (Figura 1), cuja bacia hidrográfica corresponde à 9ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH – do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1998).

O clima da região é "Cwa" (classificação Köppen), definido como subtropical mesotérmico, com verão úmido e inverno seco (JABOTICABAL, 2000). A formação vegetal primária é do tipo floresta estacional semidecidual tropical e trechos de cerrado (VELOSO *et al.*, 1991), pertencentes ao bioma Floresta Atlântica.

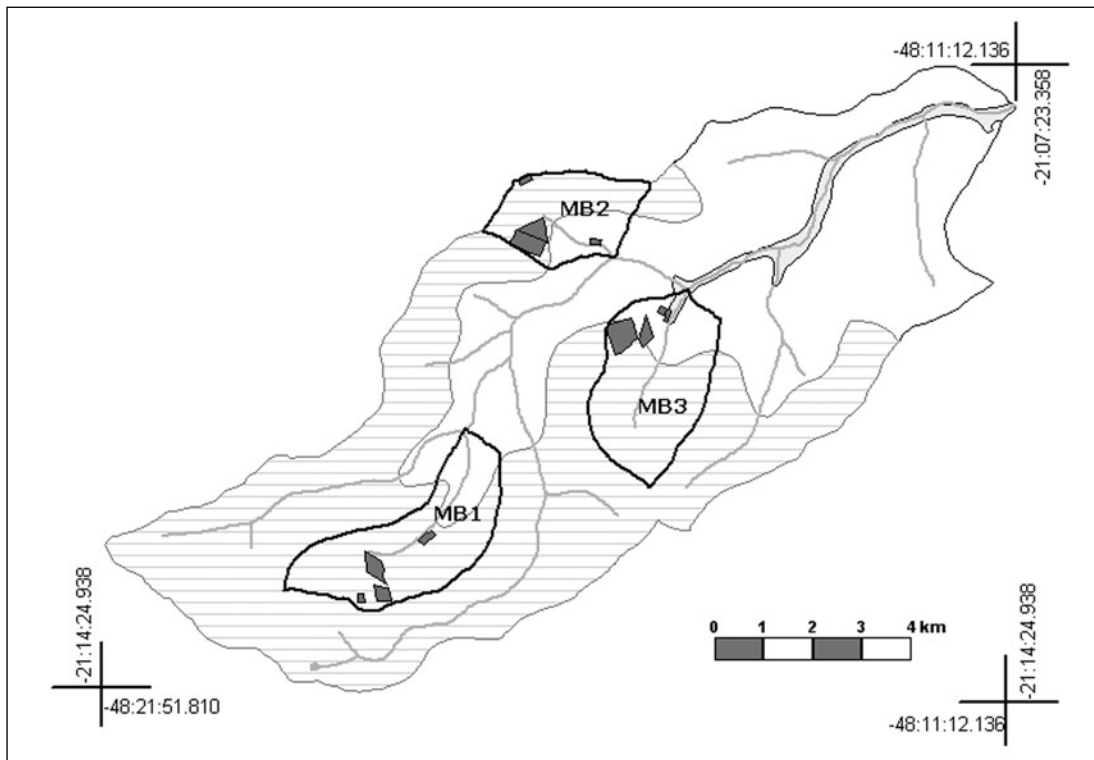
As principais unidades de solos da bacia hidrográfica do Córrego Palmital são os Latossolos Vermelhos LV15 e LV45 (OLIVEIRA *et al.*, 1999), anteriormente denominados respectivamente de Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro (POLITANO *et al.*, 1983); os LV45 compreendem 57,05% da área da total, são distróficos A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado, em altitudes entre 670 e 580m; e os LV15 compre-

endem 40,74% da área total, são distroféricos A moderado e proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano, em altitudes entre 580 e 500 m. Os solos Aluviais e hidromórficos, apesar de encontrados em proporção muito pequena

(2,21% da área total), compreendem as várzeas ao longo do sistema de drenagem, localizadas em altitudes principalmente entre 500 m e 480 m (PENTEADO e RANZANI, 1971), de acordo com o mapa temático apresentado na Figura 2.



**Figura 1.** Localização da bacia hidrográfica Córrego Palmital em Jaboticabal, SP. (Localization of the Palmital Stream watershed at Jaboticabal, SP)



**Figura 2.**

Mapa temático das principais unidades de solos e das áreas amostradas em três microbacias (MB) da bacia hidrográfica Córrego Palmital em Jaboticabal, SP.

(Thematic map of Palmital Stream watershed at Jaboticabal, SP)

As fotografias aéreas verticais (FOTOS2000), coloridas, interferentes, escala 1:30.000, da coleção aerofotogramétrica de vôos na região de Ribeirão Preto em 2000, pela BASE - Aerofotogrametria e Projetos S/A, foram usadas como material básico. Os estereoscópios de espelho marcas Zeiss e Wild modelo ST4 serviram para a elaboração manual dos mapas da rede de drenagem, do divisor topográfico e do uso/ocupação da bacia. O método do controle radial gráfico foi adotado para o preparo e montagem das FOTOS2000 (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1960; LOPES VERGARA, 1971; AVERY, 1977).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) GeoMedia foi usado para a conversão digital dos mapas elaborados manualmente e para a determinação de áreas e comprimentos.

A permeabilidade do solo foi avaliada em quatro tipos de cobertura vegetal presentes em três microbacias (MB1, MB2 e MB3) de 1ª ordem de magnitude segundo Strahler (1957) do Córrego Palmital (Figura 2). Os tipos de cobertura vege-

tal analisados foram: remanescente de floresta natural (floresta), povoamento de eucalipto (eucalipto), pastagem e cultura de cana-de-açúcar (agricultura). Os dados foram analisados estatisticamente com o uso do delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x4 (3 microbacias de 1.a ordem x 4 tipos de cobertura vegetal) totalizando 12 áreas de análise. Em cada área foram amostrados cinco pontos aleatórios considerados como repetições.

A permeabilidade foi determinada usando-se o permeâmetro de Guelph (REYNOLDS *et al.*, 1992). Para isso foi determinada a taxa constante de infiltração de água no solo a 20 cm de profundidade com duas cargas constantes (5 e 10 cm de coluna d'água), sendo os valores obtidos comparados às classes de permeabilidade, conforme Tabela 1. Os dados de permeabilidade foram analisados por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade da análise de variância e comparados entre si pelo Sistema ESTAT – Sistema para Análises Estatísticas, V.2.0.

**Tabela 1.**

Classes de permeabilidade do solo à água (SOIL SURVEY STAFF, 1993).  
(Classes of the soil permeability by water, SOIL SURVEY STAFF, 1993)

Classe	Permeabilidade (mm h <sup>-1</sup> )
Rápida	>254
Moderada a rápida	254 – 127
Moderada	127 – 63,5
Lenta a moderada	63,5 – 20
Lenta	20 – 5
Muito lenta	<5

Para estimar a retenção de água no solo da microbacia hidrográfica do Córrego do Palmital foi usada a metodologia Florestamentos Compensatórios para Retenção de Água em Microbacias (FCRAM) proposta por Garcia *et al.* (2001). Consideraram-se os trabalhos realizados por Bloom (1970), o qual estima que de toda a água de chuva que precipita sobre a Terra (continentes e ilhas) 37,37% ficam retidos na terra; e por Odum (1988) que considera que destes 37,37% (A) de água retida na terra, 20,55% infiltram em direção ao lençol freático (55% de A).

Para o cálculo do volume de água precipitado, destinado à infiltração no solo da bacia, considerou-se: 1) a precipitação média anual da série histórica do período 1971-2000 obtida do acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas da FCAV / UNESP (Estação Agroclimatológica fornecedora dos dados, localizada na FCAV / UNESP distante a 2 km da área

de estudo); 2) a área da bacia calculada por meio do SIG GeoMedia; e 3) o percentual internacional da água do ciclo hidrológico destinado a infiltração no solo, estimados em 20,55% (BLOOM, 1970; Odum, 1988).

Para o cálculo do volume de água perdido (parte dos 20,55% que deveria infiltrar) e das áreas a reflorestar para compensar esta perda na bacia, usou-se como área total o somatório das formações floresta, pastagem e agricultura. Entende-se como reflorestar neste trabalho, as atividades de implantação florestal, incluindo o plantio artificial de espécies nativas típicas da região (VALERI *et al.*, 2003).

Como o solo em floresta, dentre os três usos da terra considerados, é o que possui maior velocidade de infiltração básica, esta perda foi considerada padrão. Os valores das perdas em excesso estão relacionados às áreas de campo e de agricultura, subtraindo-se o valor percentual de suas perdas equivalentes à condição floresta (considerada perda padrão). Com estes valores, foram determinadas as áreas a serem reflorestadas para equilibrar a retenção do volume de água não infiltrado na bacia.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Uso e ocupação do solo

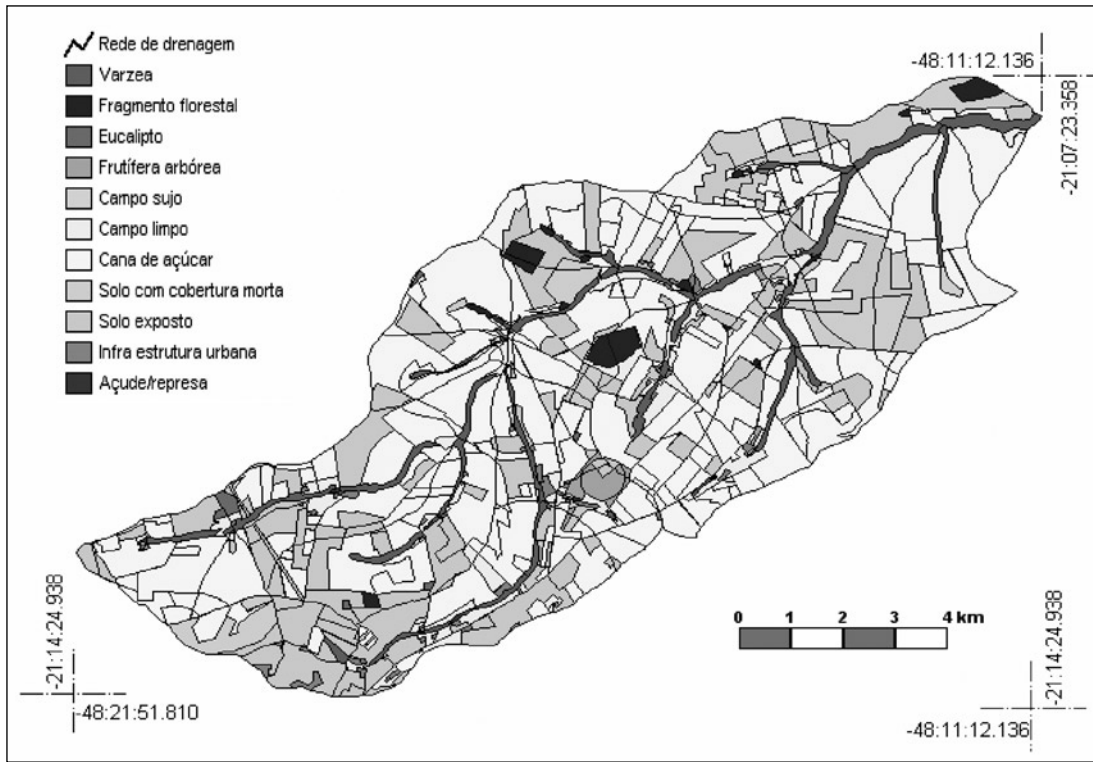
O mapa do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital está apresentado na Figura 3. As ocorrências e distribuições das formas de uso e ocupação dos solos podem ser observadas na Tabela 2.

**Tabela 2.**

Ocorrências e distribuições dos usos/ocupação dos solos da bacia hidrográfica do Córrego Palmital em Jaboticabal, SP.

(Occurrence and distribution of use/occupation of the Palmital Stream watershed soil at Jaboticabal, SP)

Uso/ocupação do solo	ha	% parcial	% acumulada
Várzea	507,22	4,79	4,79
Fragmento florestal	152,48	1,44	6,23
Eucalipto	83,65	0,79	7,02
Frutífera arbórea	30,71	0,29	7,31
Pastagem com regeneração de herbáceas/arbóreas	15,88	0,15	7,46
Pastagem	450,04	4,25	11,71
Cana-de-açúcar	6058,05	57,21	68,92
Solo com cobertura morta (palha)	656,53	6,2	75,12
Solo exposto	2491,62	23,53	98,65
Infraestrutura urbana	22,24	0,21	98,86
Açude/represa	120,72	1,14	100
Total	10589,14	100,0	

**Figura 3.**

Mapa temático do uso/ocupação do solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital (FOTOS2000) em Jaboticabal, SP. Campo sujo compreende pastagem com regeneração de espécies herbáceas e arbóreas. Campo limpo é pastagem.

(Thematic map of use/occupation of the Palmital Stream watershed soil at Jaboticabal, SP)

A área de vegetação de várzea compreende 4,79% da área total, estando associada à distribuição da rede de drenagem e apresentando maior largura nos últimos 8,56 km do curso d'água principal, correspondendo a solos hidromórficos e a segmentos de maior vazão em direção a foz no Rio Mogi-Guaçu. As várzeas compreendem áreas de preservação permanente, porém em diversos trechos foi identificada a sua sistematização e a implantação de pastagem, descaracterizando o sistema de drenagem natural.

As áreas de remanescentes de floresta natural (fragmentos florestais) ocupam 1,44% da bacia, coincidindo com dados para o município de Jaboticabal obtidos por Suetomi (1993) e Valeri e Menezes (2000). Esses remanescentes florestais encontram-se em processo degenerativo e dispersos com abundância de lianas (trepadeiras e cipós), compreendendo, na maioria, fragmentos inferiores a 8,00 ha. Foram encontrados quatro fragmentos com área superior a 8,00 ha e o de maior tamanho apresentou 54,76 ha. Estes frag-

mentos maiores estão localizados nos espigões. Os remanescentes florestais localizados nas proximidades de nascentes, reservatórios e cursos de água são de pequenas dimensões, não ultrapassando 5,60 ha de área contínua.

As formações vegetais de ocorrência natural (fragmentos florestais e vegetação de várzea) estão presentes numa área equivalente a 6,23% da extensão territorial, enquanto que as atividades de natureza agrícola (campos, culturas, solo exposto e solo com cobertura morta) ocupam 92,42%. Isto sugere uma boa aptidão agrícola das terras pois, via de regra, a ocupação das mesmas inicia com a retirada da vegetação nativa, dando espaço às atividades agrícolas de expressão econômica.

A vegetação de pastagem compreende 4,40% da área da bacia, estando associada à distribuição da rede de drenagem e próximas às estruturas sede de propriedade e confinamento de bovinos. Em uma das áreas de confinamento de bovinos e granja de suínos, foi identificada uma pastagem com área contínua de 27,20 ha.

A soma das áreas de cana (57,21% da área total), solo exposto (23,53% da área total) e solo com cobertura morta (6,20% da área total) correspondem a 86,94% da área total da bacia, confirmando a condição de monocultura canavieira na maior parte da região administrativa de Ribeirão Preto (Suetomi, 1993).

As áreas de solos com cobertura morta compreendem basicamente aos talhões em que foi efetuada a colheita mecânica da cana (conhecida como cana crua). Na época das tomadas fotográficas (agosto e outubro), a lavoura canavieira estava sendo renovada em até 20% de sua área total e nos talhões recém colhidos ainda não era possível identificar as brotações. Parte desses (20% da área total) é cultivado com amendoim, que por sua vez é colhido no início do ano seguinte, quando a área recebe novamente a lavoura canavieira referente ao plantio de março (PARANHOS, 1987).

### Permeabilidade do solo

Os resultados médios de permeabilidade dos solos na bacia hidrográfica do Córrego Palmital encontram-se na Tabela 3. Como a permeabilidade caracteriza a capacidade do solo em infiltrar a água, este parâmetro reflete a relação infiltração/deflúvio e está diretamente relacionado à estrutura do solo, preparo do solo, erosão, aeração e absorção de água.

Os valores médios totais da permeabilidade variaram em relação à cobertura vegetal, sendo identificado 94,81 mm h<sup>-1</sup> em floresta, 72,11 mm h<sup>-1</sup> em eucalipto, 36,01 mm h<sup>-1</sup> em agricultura (cana-de-açúcar), e 8,99 mm h<sup>-1</sup> em pastagem. Centurion *et al.* (2001), Beutler *et al.* (2001) e Lopes *et al.* (2003) também identificaram maior permeabilidade para os solos sob floresta (mata nativa) e menores para os solos sob agricultura (cana e algodão).

Os valores obtidos caracterizam uma permeabilidade moderada nas áreas de remanescente florestal e eucalipto (entre 127 e 63,5 mm h<sup>-1</sup>), lenta a moderada na área de agricultura (63,5 a 20 mm h<sup>-1</sup>) e lenta na área de pastagem (entre 20 e 5 mm h<sup>-1</sup>), conforme a adaptação do Soil Survey Staff (1993).

Observa-se na Tabela 3 que os menores valores médios da permeabilidade encontram-se nas áreas de pastagem e agricultura, e os maiores no remanescente florestal e no povoamento de eucalipto, exceto na área MB2 cuja permeabilidade no povoamento de eucalipto foi baixa (18,58 mm h<sup>-1</sup>), onde as árvores adultas estão em espaçamentos maiores e a densidade de vegetação invasora, capim-colônião e outras gramíneas, é alta.

### Cálculo do volume de água precipitado perdido segundo metodologia FCRAM

Considerando a precipitação de 1.424,6 mm/ano (valor médio do período 1971-2000 na Estação Agrometeorológica da FCAV / UNESP) e a área total da bacia de 10.589,14 ha (Tabela 2), o volume de água precipitado sobre a mesma totaliza 150,85 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Deste volume deveria infiltrar 20,55%, o que corresponde a 31,00 milhões de m<sup>3</sup>/ano, de acordo com Odum (1988).

Na Tabela 4, dentre os três usos da terra considerados (A, B e C), o solo na condição de floresta é o que possui maior velocidade de infiltração básica e menor percentual perdido (32,19%) do volume destinado à infiltração. Considerando a perda padrão como sendo o limite mínimo de perda de água a infiltrar, a perda de água em excesso nas áreas de floresta é considerada nula. As perdas em excesso nas áreas de campo e agricultura foram determinadas subtraindo as respectivas perdas padrão de 32,19%, ou seja, em área de pastagem a perda em excesso é 61,38% e em área de agricultura é 42,05%.

**Tabela 3.**

Permeabilidade média (mm h<sup>-1</sup>) dos solos amostrados a 20 cm de profundidade na bacia hidrográfica do Córrego Palmital em Jaboticabal, SP. (The medium values of the permeability identified in the 20 cm soils deep of the Palmital Stream watershed at Jaboticabal, SP)

Área	Floresta mm h <sup>-1</sup>	Eucalipto mm h <sup>-1</sup>	Pasto mm h <sup>-1</sup>	Cana mm h <sup>-1</sup>	Média Geral mm h <sup>-1</sup>
MB1	71,50 Aab	114,00 Aa	16,28 Ac	25,08 Abc	56,72 A
MB2	112,32 Aa	18,58 Bb	6,44 Ab	47,16 Ab	46,13 A
MB3	100,62 Aa	83,76 Aab	4,26 Ac	35,80 Abc	56,11 A
Média	94,81 a	72,11 a	8,99 b	36,01 b	52,98

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e mesma letra minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.**

Volumes percentuais das perdas e das perdas em excesso da água precipitada que deveria infiltrar no solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital em Jaboticabal, SP.

(Percent volumes of the standard losses and excessive losses of water precipitated that should infiltrate in the soil of the Palmital Stream watershed at Jaboticabal, SP)

Uso/ocupação	Infiltração média		% dos volumes destinados à infiltração		
	mm h <sup>-1</sup>	%	perdido	perda padrão	perda em excesso
A – Floresta	94,81	67,81	32,19	32,19	0,00
B – Pastagem	8,99	6,43	93,57	32,19	61,38
C – Agricultura	36,01	25,76	74,24	32,19	42,05
Total	139,81	100,00			

Com o objetivo de reter mais água na bacia usando a água infiltrada e diminuindo as perdas por escoamento superficial, uma proposta é substituir áreas de baixa permeabilidade como pastagem e agricultura por áreas de maior permeabilidade representada pela floresta. Na metodologia FCRAM, consideram-se essas áreas viáveis de alterar o uso/ocupação do solo.

Observa-se na Tabela 5 que do total de 28,83 milhões de m<sup>3</sup> de água de precipitação que deveria infiltrar (A), 9,28 milhões de m<sup>3</sup> correspondem ao volume perdido padrão (32,19% de A). O volume total perdido em excesso é de 12,21 milhões de m<sup>3</sup>, sendo considerado nulo em floresta, de 0,84 milhões de m<sup>3</sup> em pastagem e de 11,37 milhões de m<sup>3</sup> em agricultura.

### Área a reflorestar para compensar a perda em excesso segundo metodologia FCRAM

As horas de precipitação na floresta em um ano (A) é a divisão da precipitação média anual pela infiltração média horária. O volume de precipitação que infiltra na floresta em uma hora em um hectare (B) é a multiplicação da área de um hectare pela infiltração média. A multiplicação (A) por (B) é o volume de água de precipitação que

infiltra na floresta em um hectare em um ano (C). A divisão do volume perdido em excesso (12,21 milhões de m<sup>3</sup>) por (C) é a área a reflorestar para compensar as perdas (D). Para compensar eventuais perdas no plantio e manutenção, foram acrescentados 10% (E). Assim:

$$A = 1.424,6 \text{ mm/ano} / 94,81 \text{ mm/h} = 15,0258 \text{ h/ano}$$

$$B = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,09481 \text{ m/h} = 948,1 \text{ m}^3/\text{h/ha}$$

$$C = 15,0258 \text{ h/ano} \times 948,1 \text{ m}^3/\text{h/ha} = 14.246,96 \text{ m}^3/\text{ha/ano}$$

$$D = 12,21 \text{ milhões de m}^3/\text{ano} / 14.246,96 \text{ m}^3/\text{ha/ano} = 857,02 \text{ ha}$$

$$E = 857,02 \text{ ha} + 85,70 \text{ ha} = 942,73 \text{ ha} = 8,87\% \text{ da área da bacia}$$

Portanto, os reflorestamentos compensatórios para equilibrar a retenção da água perdida em excesso da precipitação na bacia devem contemplar 942,73 ha, ou seja, 8,87% da área da bacia.

Estes reflorestamentos devem ser analisados a partir do Plano Diretor do Município de Jaboticabal (JABOTICABAL, 2000), respeitando entre outros as prerrogativas do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). A implantação, segundo Rocha e Kurtz (2001), deve ser realizada prioritariamente nas áreas consideradas de preservação permanente (APP).

**Tabela 5.**

Volumes (V) anuais de água destinados à infiltração, perdidos padrão, em excesso e infiltrado efetivamente na bacia hidrográfica do Córrego Palmital em Jaboticabal, SP.

(The annual volume of water to the infiltration, standard losses, excessive losses and infiltrated in the soils of the Palmital Stream watershed at Jaboticabal, SP)

Uso/ocupação	V a	V perdido	V perdido	V infiltrado
	infiltrar (A)	padrão (B)	excesso (C)	(A-B-C)
	Milhões de m <sup>3</sup>			
Floresta	0,42	0,13	0	0,29
Pastagem	1,37	0,44	0,84	0,09
Agricultura	27,04	8,70	11,37	6,97
Total	28,83	9,28	12,21	7,34



Pesquisas devem ser feitas para definir as larguras de matas ciliares necessárias para exercer suas funções. A ampliação das faixas de preservação poderia ser atingida através do uso de sistemas agroflorestais como uma estratégia de restauração ecológica. Rodrigues e Leitão Filho (2000) propõem que os espaços entre as mudas de nativas da restauração sejam ocupados temporariamente por espécies econômicas, com conseqüente redução dos custos da manutenção da restauração.

A restauração das matas ciliares (ripárias) constitui um dos fatores que, segundo Simões (2001), compõe o manejo adequado da bacia para fins de garantir a quantidade e qualidade da água. A maior largura das matas ciliares aos cursos d'água ampliaria a eficiência em reter o escoamento e reduzir o pico do escoamento superficial para os rios, além de atender parte do aumento da área florestada para equilibrar a retenção da água destinada à infiltração.

Simões (2001) sugere a implantação de uma faixa de 100 metros de largura de mata ciliar aos cursos d'água, o que significa manter uma faixa de 30 metros como área de preservação permanente (APP) e os outros 70 metros como área de Reserva Legal.

Outro fator é a presença da mata ciliar em nascente, considerada por Pinto *et al.* (2004) condição básica para o sucesso do planejamento da conservação e produção de água. Em nascentes cujas águas são usadas no abastecimento, sua área de recarga deve ser reflorestada para permitir maior retenção de água na bacia, melhorando a qualidade e a quantidade das águas subsuperficiais captadas por drenos que conduzem a água a uma estação de tratamento, com posterior introdução no abastecimento da cidade.

Outra forma de contemplar o reflorestamento é o plantio em áreas denominadas corredores verdes que interligariam as áreas de remanescentes florestais entre si e com os canais da rede de drenagem, conforme sugestão de Valeri *et al.* (2004).

O reflorestamento na foz do Córrego Palmital junto ao Rio Mogi-Guaçu poderia ser uma Área de Proteção Ambiental (APA) de relevante interesse ecológico e de reserva extrativista especialmente protegida pelo Poder Público federal, estadual ou municipal.

Somando-se as áreas de vegetação de ocorrência natural (fragmentos florestais e várzea)

existentes atualmente (659,70 ha, equivalente a 6,23% da área total) com as áreas compensatórias a serem reflorestadas (942,73 ha, equivalente a 8,87% da área total) resultaria em 1.602,43 ha (15,10% da área total) que podem estar distribuídos em áreas de preservação permanente e parte da reserva legal.

## CONCLUSÃO

O reflorestamento compensatório para reter 12,21 milhões de m<sup>3</sup>/ano de perda de água na bacia do Córrego Palmital deve contemplar uma área de 942,73 ha, ou seja, 8,87 % da área da bacia. Esse reflorestamento pode ser feito prioritariamente em área de preservação permanente ou em área para compor parte da reserva legal.

## AUTORES

**Maurício José Borges** é Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia na área de Produção Vegetal - Prefeitura Municipal de Jaboticabal – Departamento de Agricultura e Abastecimento – Esplanada do Lago 160 – Vila Serra - Jaboticabal, SP 14870-000 – E-mail: [mjborges@fcav.unesp.br](mailto:mjborges@fcav.unesp.br)

**Teresa Cristina Tarlé Pissarra** é Professora Doutora do Departamento de Engenharia Rural da FCAV / UNESP – Universidade Estadual Paulista – Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n - km 5 – Jaboticabal, SP - 14884-900 – E-mail: [teresap@fcav.unesp.br](mailto:teresap@fcav.unesp.br)

**Sérgio Valiengo Valeri** é Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal da FCAV / UNESP – Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n - km 5 – Jaboticabal, SP - 14884-900 - E-mail: [valeri@fcav.unesp.br](mailto:valeri@fcav.unesp.br)

**Edson Mitsuo Okumura** é Engenheiro Agrônomo do Departamento de Engenharia Rural da FCAV / UNESP – Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n - km 5 – Jaboticabal, SP - 14884-900 - E-mail: [edson@fcav.unesp.br](mailto:edson@fcav.unesp.br)

Os autores agradecem à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista pelos materiais e recursos humanos, representados pelos professores e servidores; à Prefeitura Municipal de Jaboticabal, pela concessão do tempo necessário para que o pesquisador a ela vinculado pudesse realizar o presente trabalho de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Washington: George Bent, 1960. 806p.
- AVERY, T.E. **Interpretation of aerial photographs**. 2.ed. Minneapolis: Burgess, 1977. 324p.
- BEUTLER A.N. *et al.* Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:167-177, 2001.
- BLOOM, A.L. **Superfície da terra**. São Paulo : Edgard Blücher, 1970. 184p.
- BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. **Código florestal**. Brasília: Congresso Nacional, 1965.
- CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.2, p.254-8, 2001.
- GARCIA, S.M. *et al.* Metodologia para retenção de água em microbacias hidrográficas: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2001, Aracaju. **Anais....** Aracaju, 2001. CD-rom.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA. **Carta do Brasil: Jaboticabal, Taiúva e Pitangueiras**. São Paulo: Instituto, 1971. Escala 1:50.000.
- JABOTICABAL. **Ante-Projeto de Lei Complementar: revisão do Plano Diretor de Jaboticabal**. Jaboticabal: Prefeitura Municipal, 2000. 173p.
- LOPES, A.S.; VALPASSOS, M.A.R.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Permeabilidade e agregação de um Latossolo Vermelho sob três sistemas de manejo no Município de Jaboticabal, SP. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.3, p.504-510, set./dez. 2003.
- LOPES VERGARA, M.L. **Manual de fotogeologia**. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Junta de Energía Nuclear, 1971. 286p.
- ODUM, P.E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Koogan, 1988. 434p.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: EMBRAPA / IAC, 1999. 64p. mapa. Escala 1:500.000.
- PARANHOS, S.B., coord. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 327p.
- PENTEADO, M.M.; RANZANI, G. Aspectos geomorfológicos e os solos do município de Jaboticabal. **Geographica**, Lisboa, v.7, n.25, p.1-61, 1971.
- PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.197-206, 2004.
- PISSARRA, T.C.T. **Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na subregião de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-Landsat 5 e fotografias aéreas verticais**. 2002. 136p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- POLITANO, W.; CORSINI, P.C.; SACCHI, E. Caracterização e mapeamento da erosão das principais formações superficiais do município de Jaboticabal, SP. **Científica**, n.11, p.137-47, 1983.
- REYNOLDS, W.D.; VIEIRA, S.R.; TOPP, G.C. An assessment of the single-head analysis for the constant head well permeameter. **Canadian Journal Soil Science**, n.72, p.489-501, 1992.
- ROCHA, J.S.M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 181p.
- ROCHA, J.S.M.; KURTZ, S.M. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4.ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 181p.
- RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: FAESP, 2000. 320p.
- SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS HÍDRICOS SANEAMENTO E OBRAS. **Comitês de bacia hidrográfica**. São Paulo: DAEE, 1998.
- SIMÕES, L.B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias**. 2001. 171p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington: United States Government Print Office, 1993. 437p. (Handbook, 18).
- SUETOMI, A.M. **Avaliação por fotointerpretação das formas de ocupação do solo e da respectiva erosão acelerada no município de Jaboticabal, SP**. 1993. 46p. Trabalho (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction American Geophysical Unit**, New Haven, v.38, p.913-20, 1957.

VALERI, S.V.; MENEZES, J.M.T. Biodiversidade e potencialidade de sistemas agroflorestais na região de Jaboticabal, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, 2000, Manaus. **Anais....** Manaus: Imprensa Universitária, 2000. p.63-65.

VALERI, S.V.; NÓBREGA, A.M.F.; BARRETO, V.C.M. Manejo e florestamento de áreas de preservação permanente e fragmentos florestais. In: VALERI, S.V. *et al.*, ed. **Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais**. Jaboticabal: Funep, 2003. p.142-180.

VALERI, S.V.; SENÔ, M.A.A.F. A importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais. In: BENJAMIN, A.H., ed. **Fauna, políticas públicas e instrumentos legais**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2004. p.699-709.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.