

# Priorização de áreas para reflorestamento na Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha – proposição de método

**Cássia Á. R. Junqueira Faleiros, Bruna da Cunha Felicio,  
Rita Gabriela Fernandes, João Marcos Villela,  
Rodrigo Batista de Freitas, Reinaldo Lorandi**

Recebido: 12/09/12  
revisado: 25/06/13  
aceito: 10/09/13

**RESUMO:** A legislação brasileira prevê a preservação de matas ciliares, que são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP). Apesar disto, na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê-Batalha (BH-TB), definida como a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 16 (UGRHI-16), a vocação agropecuária da região somada ao avanço da cana-de-açúcar, onde estão verificadas as transformações mais impactantes no setor agrícola, trouxeram vários impactos para toda a UGRHI-16, como por exemplo, o desmatamento da vegetação nativa ao longo dos corpos d'água. Com o método desenvolvido neste trabalho quantificou-se a vegetação degradada em APP marginal a corpos d'água da BH-TB (53.996,62 ha, referente a 56,66% do total) e determinaram-se as áreas prioritárias para a recomposição florestal (67,33 ha com prioridade alta-alta, 16.534,37 ha com prioridade alta-média, 34.292,76 ha com prioridade média-média, 3.101,41 ha com prioridade média-baixa e 0,75 ha com prioridade baixa-baixa). Os resultados obtidos permitem de forma prática subsidiar a tomada de decisão na alocação de recursos e projetos visando à recomposição florestal nas áreas prioritárias. Nesse aspecto o método fornece subsídios para a aplicação de recursos em ordem de prioridade, evitando assim desperdícios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recomposição florestal, sensoriamento remoto e suporte à decisão.

**ABSTRACT:** Brazilian law provides for the preservation of riparian areas, which are classified as Permanent Preservation Areas (PPAs). However, in the Tietê/Batalha Watershed (T/B-W), known as Water Resources Management Unit No. 16 (UGRHI-16), the region's agricultural activities allied to the expansion of sugarcane plantations, which are responsible for the most marked transformations in the farming sector in the region, have led to various environmental impacts in the entire UGRHI-16, such as the deforestation of native vegetation along water bodies. Using the method developed in this study, the degraded riparian vegetation in the PPAs of the T/B-W (53,996.62 ha, corresponding to 56.66% of the total area) was quantified and priority areas for reforestation were determined (67.33 ha with high-high priority, 16,534.37 ha with high-medium priority, 34,292.76 ha with medium-medium priority, 3,101.41 ha with medium-low priority, and 0.75 ha with low-low priority). The results obtained with the proposed method provide a practical way to underpin decisions regarding the allocation of resources and projects aimed at reforestation in priority areas. In this respect, the method provides supporting data for the investment of resources according to priority, thus avoiding waste.

**KEYWORDS:** Reforestation; Remote Sensing, Decision Support Techniques.

## INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha (BH-TB), definida como a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 16 (UGRHI-16), se caracteriza como uma região de vocação agropecuária, portanto, os solos constituem um recurso natural de fundamental importância para o desenvolvimento econômico e social da região, além de ser responsável, como suporte básico, para o processo de ocupação. A vocação agropecuária da região soma-se ao avanço da cana-de-açúcar, onde estão verificadas as

transformações mais impactantes no setor agrícola (CBH-TB, 2008).

Essa vocação agropecuária trouxe vários impactos para a região, como por exemplo, o desmatamento. A cobertura vegetal natural representa apenas 11,36% da área total da UGRHI-16 e envolve algumas categorias de formações naturais (SMA CPLEA, 2005 apud CBH-TB, 2008). Entre essas formações estão a mata, o cerrado (campo limpo, campo sujo, cerrado propriamente dito e cerradão) e a vegetação natural de várzea.

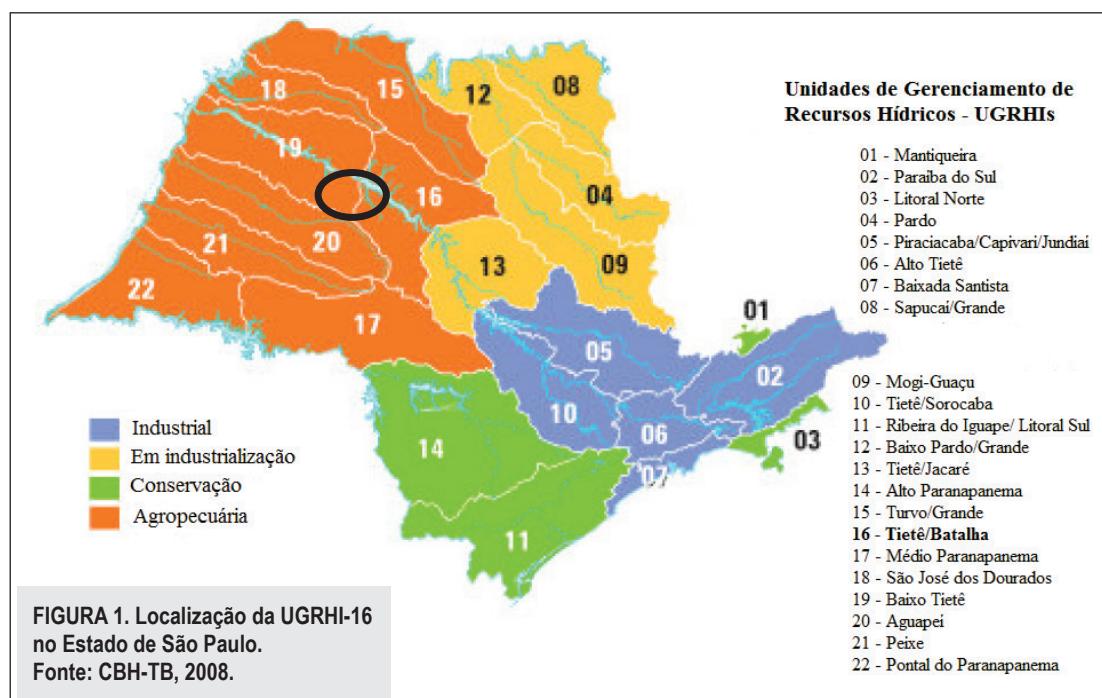
Segundo Rodrigues et al 2007, a retirada da cobertura vegetal, dependendo da intensidade, pode ser considerada uma degradação ou uma perturbação ambiental. Caso o ambiente não se recupere, diz-se que está degradado e necessita de intervenções mas, se mantém sua capacidade de regeneração, diz-se que o ambiente está perturbado e intervenções poderão acelerar o processo de recuperação. O processo de regeneração natural se inicia com a reprodução de espécies, cujas sementes ali chegam, germinam e se estabelecem. Características do local como textura, instabilidade da superfície, compactação, retenção de água, pH, distância do banco de sementes, dentre outros, determinam as espécies adaptadas a se estabelecerem no local.

A pequena porcentagem da área da Bacia coberta com vegetação é preocupante, pois essa cobertura desempenha papel fundamental na retenção do escoamento das águas pluviais e a sua retirada desencadeia processos erosivos que acarretarão o incremento do transporte de sedimentos para os corpos d'água. A deposição de sedimentos concorre para a obstrução da rede de drenagem natural e é uma das causas de enchentes. Esse processo também impõe um maior custo no tratamento das águas para abastecimento e danos à vida aquática.

Assim, os impactos do desmatamento traduzem-se, entre outros, em: aumento do escoamento hídrico superficial; redução da infiltração da água no solo; redução da evapotranspiração; aumento da incidência do vento sobre o solo; aumento da temperatura; redução da fotossíntese; ocupação do solo para diferentes usos; e redução da flora e da fauna nativas (BRAGA, 1999).

O Plano de Bacia (CBH-TB, 2008) salienta que a presença de vegetação, e principalmente sua conservação e estudo, pode gerar diversos benefícios ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região, preservando a qualidade, regularidade e quantidade dos recursos hídricos, mantendo a diversidade biológica e promovendo o turismo, além da geração de alimentos. Além disso, a presença de vegetação é barreira natural contra a disseminação de pragas e doenças nas culturas agrícolas, fornece matéria-prima para as indústrias de transformação e farmacêutica e agregam valor às áreas onde estão instaladas, promovendo a qualidade de vida.

Nesse cenário, este trabalho visa, mediante a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, propor um método para priorizar áreas para reflorestamento na BH-TB, tornando-se,



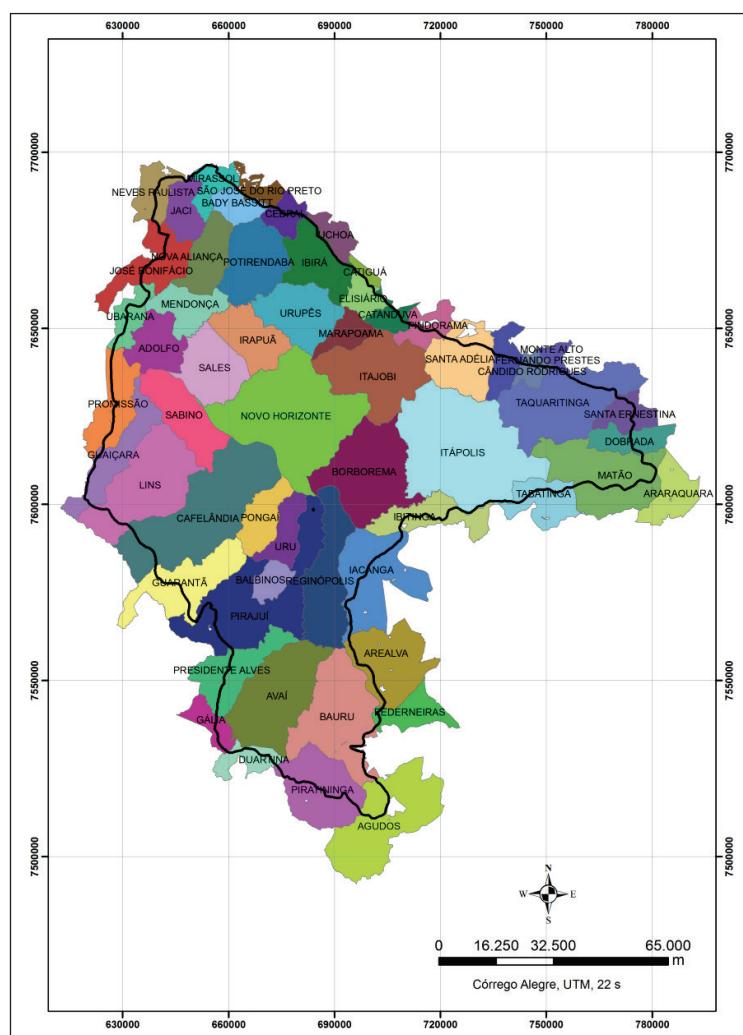
portanto, parte integrante e importante da gestão desta.

## OBJETO DE ESTUDO

A UGRHI-16, conforme São Paulo (2005), localiza-se na Região Centro-Oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Sua área de drenagem é de 12.384 km<sup>2</sup>, contendo o Reservatório de Promissão. Porém, mediante o redesenho da UGRHI-16, foi levantada uma área de 12.922,18 km<sup>2</sup>, sendo esta utilizada para efeito de estudos e cálculos do Plano de Bacia (CBH-TB, 2008).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha (CBH-TB) é composto por 22 municípios

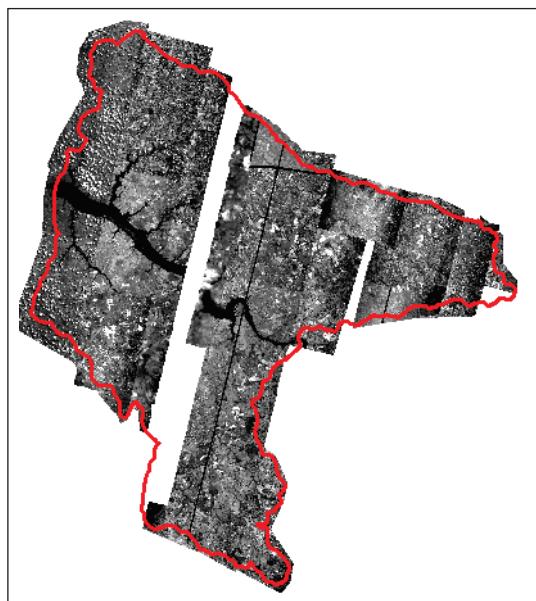
com território integralmente localizado na área da UGRHI-16 e 11 municípios possuem sede na UGRHI-16, mas possuem parte de seu território em áreas de outras UGRHIs. Por outro lado, existem 18 municípios, com sedes localizadas em outras UGRHIs e com parte dos seus territórios na UGRHI-16. Além disso, os municípios de Agudos, Bauru e Promissão foram agregados ao CBH-TB por meio de deliberação (CBH-TB, 2008). Foram objeto deste estudo todos os municípios que continham área dentro da UGRHI-16, mesmo que fizessem parte de outras UGRHIs, a partir do traçado do limite da UGRHI-16 disponibilizado no Plano de Bacia do Tietê-Batalha (CBH-TB, 2008) (Figura 2).



**FIGURA 2.** Municípios que contêm área na UGRHI-16.  
Fonte: CBH-TB, 2008.

## MÉTODO PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REFLORESTAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÉ-BATALHA

Para a priorização das áreas de reflorestamento, deve-se primeiramente realizar, digitalmente, a atualização dos corpos d'água naturais e artificiais e nascentes. Para isto, foram utilizadas na BH-TB 43 imagens CBERS 2B com câmera HRC e resolução de 2,5 m, produzidas no período de 2007 a 2009 e 4 imagens CBERS 2B com câmera CCD e resolução de 20 m, produzidas no ano de 2009 (INPE, 2011). Estas imagens foram utilizadas para os locais em que não existiam as imagens de maior resolução (CBERS 2B com câmera HRC) (Figura 3), as quais foram georreferenciadas a partir de entroncamento de rios das folhas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000.



**FIGURA 3. Imagens CBERS 2B com câmera HRC de 2007 a 2009 na BH-TB.**

**Fonte:** Modificado de CBERS/INPE, 2011.

Após isso, fez-se, mediante critérios legais, a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais aos corpos d'água e nascentes. Para a delimitação das APPs foram utilizados os critérios preconizados na lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965), por

serem mais restritivos e estarem a favor da qualidade de vida e ambiental. Além disso, a lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012) ao condicionar a exigência de recomposição de APPs à data de consolidação das atividades nestas e à sua modulação fiscal torna-se bastante confusa e de difícil aplicação. Saliente-se que neste estudo apenas as APPs marginais a corpos d'água e nascentes em áreas rurais foram abordadas.

A identificação da cobertura vegetal existente foi realizada por meio de sensoriamento remoto e classificação das imagens CBERS 2B - CCD (bandas 2, 3 e 4), mediante detecção de assinaturas espectrais (padrões de resposta espectral), identificando locais com cobertura vegetal e locais em que esta foi degradada dentro das APPs.

Após o mapeamento da situação das APPs, mostrando quais os locais possuem vegetação e quais os locais estão degradados, necessitando de recomposição florestal, propôs-se uma forma de priorização para esta recomposição.

Para priorizar as áreas para recomposição florestal foram utilizados, baseados em Atibaia (2005), os seguintes atributos:

■ Proximidades aos corpos d'água naturais e artificiais, às nascentes, às captações em nascentes, superficiais e subterrâneas, à cobertura vegetal, às estradas e aos núcleos urbanos. Para os mapas de proximidades foram geradas superfícies por meio de geoprocessamento medindo-se a distância euclidiana entre dois objetos, podendo ser pontos, linhas ou polígonos. A distância euclidiana é a distância entre dois pontos, que pode ser provada pela aplicação repetida do teorema de Pitágoras. Aplicando essa fórmula como distância, o espaço euclidiano torna-se um espaço métrico. A seguir estão apresentados os itens utilizados para elaboração dos mapas de proximidades:

- Corpos d'água naturais e artificiais e nascentes: para identificação dos corpos d'água naturais e artificiais e das nascentes foi realizada a atualização, sob as imagens de satélite CBERS 2B - HRC utilizadas neste estudo, da rede hidrográfica da BH-TB. Após isto foram geradas cartas de: Proximidade dos rios bifilares<sup>1</sup> com largura maior que 600m; Proximidade dos rios bifilares com largura entre

<sup>1</sup> Neste trabalho consideraram-se rios bifilares aqueles com largura superior a 10 m.

200 e 600m; Proximidade dos rios bifilares com largura entre 50 e 200m; Proximidade dos rios bifilares com largura entre 10 e 50m; Proximidade dos rios unifilares<sup>2</sup>; Proximidade das lagoas artificiais; Proximidade das lagoas naturais; Proximidade de nascentes. Quanto mais próximo às nascentes e corpos d'água maior será a priorização;

- Captações: para identificação das captações foi utilizado o cadastro de outorgas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de outubro de 2011 (DAEE, 2011). A partir de então foram geradas as cartas de: Proximidade das captações em nascentes; Proximidade das captações superficiais e Proximidade das captações subterrâneas. Conforme dados do DAEE é ideal que se tenha 30m para proteção das captações superficiais e 10m das captações subterrâneas, sendo assim quanto mais próximo das captações maior a priorização;
- Vegetação: sob o ponto de vista da conservação dos recursos naturais, há interesse que sejam plantadas áreas próximas às aquelas as quais já existe cobertura florestal, para que haja um aumento de corredores ambientais. Portanto, a identificação dos locais que existem cobertura vegetal, proporcionou a identificação fragmentos remanescentes florestais, desta forma, quanto mais próximo destas áreas maior será a prioridade;
- Estradas: foram atualizadas, sob as imagens de satélite utilizadas neste estudo, as estradas da região. Esse fator revela a intensidade de atividade humana na bacia hidrográfica, a partir da densidade da rede viária, que indica a magnitude dos fluxos de transporte de massa através da bacia. A grande densidade de estradas vicinais reflete a disponibilidade de solo a ser retirado por meio das enxurradas e transportado posteriormente aos canais fluviais. Quanto mais próximo às estradas maior será a prioridade, levando em consideração que elas são uma das principais causas do aumento da turbidez da água, quando locadas ou instaladas inadequadamente. Devido ao seu grande potencial em causar erosão e gerar sedimentos, com consequente redução da

<sup>2</sup> Neste trabalho consideraram-se rios unifilares os rios com largura até 10 m.

qualidade da água, bem como carrear consigo detritos e contaminantes, elas podem afetar a vegetação ciliar;

- Núcleos urbanos: a identificação de núcleos urbanos deve-se ao fato de permitir uma avaliação da bacia de acordo com a distribuição geográfica dos núcleos urbanos. Esta identificação foi realizada a partir de manchas urbanas do censo de 2010;

 Disponibilidade hídrica superficial: a disponibilidade hídrica superficial foi calculada a partir dos dados de postos pluviométricos da região e aplicando-se a metodologia de Regionalizações de Vazões (DAEE, 1994). Visando à produção de água será analisada a disponibilidade hídrica para sub-bacias municipais como um fator para a recomposição vegetal, sendo que as áreas definidas como críticas, ou seja, aquelas que possuem a demanda superior à metade da vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), serão priorizadas;

 Declividade: para elaboração da carta de declividades, utilizaram-se as folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000. A partir da digitalização dos pontos cotados, curvas de nível e hidrografia e uso de geoestatística gerou-se o Modelo Numérico do Terreno (MNT), a superfície de declividades e o fatiamento das classes, resultando na carta temática com representação matricial, onde as classes de declividade aparecem distribuídas espacialmente. As classes de declividades adotadas seguem a recomendação de Zuquete (1987) para condições brasileiras e foram adequadas segundo as condições de relevo encontradas na bacia: 0 a 2%, 2 a 5%, 5 a 10%, 10 a 15%, 15 a 20% e maior que 20%;

 Suscetibilidade à erosão: na BH-TB existem grandes áreas com alto potencial de suscetibilidade à erosão, conforme o Plano de Bacia (CBH-TB, 2008), estas áreas também serão priorizadas para a recomposição vegetal, pois auxiliaria na recuperação ambiental. O Mapa de Suscetibilidade à Erosão para a BH-TB foi gerado a partir do Mapa de Erosão do Estado de São Paulo, elaborado por Kertzman et al. (1995), na escala 1:250.000. O procedimento a ser seguido será o georreferenciamento, recorte para a BH-TB, digitalização e associação de classes.

Na priorização das áreas para as ações de recomposição da cobertura vegetal foi utilizada a técnica

de abordagem “múltiplos critérios x único objetivo” (Análise Hierárquica de Processos (AHP)) para a tomada de decisões em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Foi estipulada uma importância maior nas nascentes e depois na hidrografia, bifilares e lagoas e represas, pois o plantio deve ser realizado de montante para jusante, para a conservação dos

recursos hídricos. Outro fator que teve uma grande importância foi a proximidade de vegetação, pois neste casos poderiam ser realizadas a regeneração natural, o que diminuiria o custo de plantio, além de favorecer o desenvolvimento de corredores ecológicos.

A priorização de atributos, realizada a partir da técnica de AHP, pode ser conferida no Quadro 1.

QUADRO 1  
Metodologia para recomposição florestal - priorização dos atributos (unidades em metros).

Componente	Atributos	Prioridade					Não Priorizado
		Alta-Alta	Alta-Média	Média-Média	Mé-dia-Baixa	Bai-xa-Baixa	
Produção de água	Proximidade dos rios bifilares com largura maior que 600m	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	acima de 500m
	Proximidade dos rios bifilares com largura entre 200 e 600m	0-40	40-80	80-120	120-160	160-200	acima de 200m
	Proximidade dos rios bifilares com largura entre 50 e 200m	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	acima de 100m
	Proximidade dos rios bifilares com largura entre 10 e 50m	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	acima de 50m
	Proximidade dos rios unifilares	0-7,5	7,5-15	15-20	20-25	25-30	acima de 30m
	Proximidade das lagoas artificiais	0-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	acima de 15m
	Proximidade das lagoas naturais	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	acima de 50m
	Proximidade de nascentes	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	acima de 50m
	Disponibilidade hídrica superficial	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	acima de 150m
	Proximidade das captações em nascentes	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	acima de 50m
Uso do Solo	Proximidade das captações superficiais	0-7,5	7,5-15	15-20	20-25	25-30	acima de 30m
	Proximidade das captações subterrâneas	0-2,5	2,5-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	acima de 12,5m
	Proximidade de cobertura vegetal	0-7,5	7,5-15	15-20	20-25	25-30	acima de 30m
Relevo	Proximidade de estradas	0-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	acima de 15m
	Proximidade de núcleos urbanos	0-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	acima de 15m
Relevo	Declividade	maior que 15	10-15	5-10	2,5-5	menor que 2,5%	
Solo	Suscetibilidade à erosão (a partir da análise dos tipos de solos)	alta-alta	alta-média e alta-baixa	média-alta	média-baixa e baixa-alta	baixa-média e baixa-baixa	

A determinação das importâncias de cada atributo foi feita a partir de calibração do modelo testando para cada município abordado no estudo avaliando os resultados. Como muitas das variáveis envolviam proxi-

midades, cada município obteve um número diferente de atributos e consequentemente ponderações diferenciadas, pois a soma dos atributos deveria alcançar 100% de importância, conforme os quadros a seguir.

QUADRO 2  
Ponderações dos municípios.

Atributos	Ponderações (%)						
	Agudos, Arealva e Neves Paulista	Adolfo e Cafelândia	Borborema, Irapuã, Lins, Mendonça, Novo Horizonte, Sabino e Sales	Guaiçara	Avaí e Cândido Rodrigues	Balbinos e Catanduva	Bauru, Bady Bassitt, Dobraida, Elisiário, Nova Aliança e Piratininha
Proximidade dos rios bifilares com largura maior que 600m		6	6	6			
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 200 e 600m		7	7	7			
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 50 e 200m		8	8	8			
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 10 e 50m		9	9	9			
Proximidade dos rios unifilares	12	11	11	11	12	12	12
Proximidade das lagoas artificiais	12	6	6	6	11	12	12
Proximidade das lagoas naturais	12	6	6	6	11	12	12
Proximidade de nascentes	15	13	12	12	15	15	15
Disponibilidade hídrica superficial	11	5	5	5	7	10	7
Proximidade das captações em nascentes							
Proximidade das captações superficiais		5	4	4	8		7
Proximidade das captações subterrâneas			4	4			
Proximidade de cobertura vegetal	15	13	12	12	15	15	15
Proximidade de estradas	8	3	3	3	7	6	4
Proximidade de núcleos urbanos		1	1			4	4
Declividade	9	4	4	5	9	9	9
Suscetibilidade à erosão (a partir da análise dos tipos de solos)	6	3	2	2	5	5	3

**QUADRO 3**  
**Ponderações dos municípios (continuação)**

Atributos	Ponderações (%)							
	Ce-dral e lacan-ga	Duar-tina	Fernando Prestes, Santa Adélia, Guarantã, Mara-poama e Pindorama	Ibirá, Itajobi, Matão, Mirassol, Presidente Alves e Urupês	Ibitin-ga e Santa Ernestina	Itá-polis, Poti-renda-ba e Pirajuí	Jaci	José Boni-fácia
Proximidade dos rios bifilares com largura maior que 600m					8			
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 200 e 600m					10			11
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 50 e 200m	8					8		
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 10 e 50m	10					9	12	
Proximidade dos rios unifilares	12	14	12	12	12	11	13	12
Proximidade das lagoas artificiais	7	14	12	10	7	7	12	11
Proximidade das lagoas naturais	7		12	10	7	7	12	
Proximidade de nascentes	15	16	15	14	14	13	14	14
Disponibilidade hídrica superficial	6	12	7	9	6	6	7	10
Proximidade das captações em nascentes								
Proximidade das captações superficiais	6		7	6	6	5		8
Proximidade das captações subterrâneas				6		5		
Proximidade de cobertura vegetal	15	16	15	14	14	13	14	14
Proximidade de estradas	4	9	4	5	4	4	3	6
Proximidade de núcleos urbanos			4	3	2	2		4
Declividade	7	12	9	7	7	7	9	7
Suscetibilidade à erosão (a partir da análise dos tipos de solos)	3	7	3	4	3	3	4	3

QUADRO 4  
Ponderações de Gália, Guaiçara, Guarantã, Iacanga, Ibirá, Ibitinga, Irapuã, Itajobi, Itápolis e Jaci

Atributos	Ponderações (%)							
	Monte Alto	Pederneiras	Pongá e Uru	Promise	Reginópolis	Tabatinga	Taquaritinga	Ubarana
Proximidade dos rios bifilares com largura maior que 600m			8	8	9			7
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 200 e 600m			9	8				8
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 50 e 200m			10	9				9
Proximidade dos rios bifilares com largura entre 10 e 50m								
Proximidade dos rios unifilares	20	14	11	10	11	13	11	10
Proximidade das lagoas artificiais		14	7	7	9	12	10	8
Proximidade das lagoas naturais			7	7	9		10	9
Proximidade de nascentes	25	16	12	11	12	15	12	11
Disponibilidade hídrica superficial	15	12	7	6	8	10	8	7
Proximidade das captações em nascentes							8	
Proximidade das captações superficiais			6	5	6	10	6	5
Proximidade das captações subterrâneas				5	6		6	
Proximidade de cobertura vegetal	25	16	12	11	12	15	12	11
Proximidade de estradas		9	3	4	5	8	5	5
Proximidade de núcleos urbanos			1		3		2	
Declividade	10	12	5	6	7	10	7	7
Suscetibilidade à erosão (a partir da análise dos tipos de solos)	5	7	2	3	3	7	3	3

## RESULTADOS

O Quadro 5 apresenta, por município abordado neste estudo, as APPs definidas em lei, as APPs degradadas, a porcentagem de APPs degradadas,

bem como a priorização para a recomposição florestal, de acordo com o método proposto. Nota-se que, dos 95.302,08 ha de APP da BH-TB, 56,66% estão degradadas e necessitam de recomposição florestal.

**QUADRO 5**  
**Priorização para plantio nos municípios da BHTB**

Município	Área de APPs (ha)	APPs degradadas (ha)	Porcentagem de APP degradada	Priorização de recomposição florestal em APP degradada				
				Alta - Alta (ha)	Alta - Média (ha)	Média - Média (ha)	Média - Baixa (ha)	Baixa - Baixa (ha)
Adolfo	3.443,65	2.524,61	73,31%	2,09	903,00	1.619,49	0,03	0,00
Agudos	435,50	107,48	24,68%	0,66	58,76	47,56	0,50	0,00
Arealva	95,55	57,81	60,50%	0,10	23,99	32,63	1,09	0,00
Avaí	3.016,76	1.265,14	41,94%	5,48	588,51	653,44	17,70	0,01
Bauru	3.053,88	1.198,17	39,23%	0,00	139,25	988,44	70,46	0,02
Bady Bassitt	728,03	394,87	54,24%	0,01	35,04	343,16	16,66	0,00
Balbinos	476,61	253,55	53,20%	0,07	41,49	204,83	7,16	0,00
Borborema	4.155,03	2.462,84	59,27%	3,52	1.075,56	1.383,64	0,12	0,00
Cafelândia	4.881,86	1.564,14	32,04%	7,36	1.046,90	509,88	0,00	0,00
Cedral	532,64	231,32	43,43%	0,80	108,26	121,00	1,26	0,00
Cândido Rodrigues	280,61	114,69	40,87%	0,00	10,60	102,88	1,21	0,00
Catanduva	500,48	297,13	59,37%	0,29	77,41	211,25	8,18	0,00
Dobrada	425,27	141,99	33,39%	0,02	14,62	122,18	5,17	0,00
Duartina	296,46	135,97	45,86%	0,40	41,76	87,56	6,25	0,00
Elisiário	621,70	275,33	44,29%	0,00	25,12	240,25	9,96	0,00
Fernando Prestes	525,99	281,37	53,49%	0,00	14,79	224,14	42,44	0,00
Gália	202,81	182,33	89,90%	1,30	108,67	71,62	0,74	0,00
Guaiçara	2.693,32	2.097,14	77,86%	1,35	910,34	1.185,38	0,07	0,00
Guarantã	867,76	335,98	38,72%	0,00	9,57	265,80	60,57	0,04
Iacanga	1.637,73	929,20	56,74%	1,22	355,53	569,16	3,29	0,00
Ibitinga	1.172,80	564,18	48,11%	0,02	165,78	394,60	3,78	0,00
Ibirá	1.718,27	786,77	45,79%	0,00	22,37	537,73	226,67	0,00
Itajobi	2.540,50	1.183,66	46,59%	0,00	47,69	977,01	158,95	0,01
Irapuã	2.007,08	995,13	49,58%	3,03	749,12	242,97	0,01	0,00
Itápolis	4.334,71	1.816,35	41,90%	0,03	252,97	1.506,84	56,51	0,00
Jaci	1.027,60	500,37	48,69%	13,82	392,99	93,54	0,02	0,00
José Bonifácio	919,36	513,66	55,87%	0,00	11,08	296,42	206,10	0,06
Lins	3.926,05	2.394,73	61,00%	4,85	1.291,61	1.098,00	0,27	0,00
Matão	1.876,36	882,81	47,05%	0,00	30,33	689,90	162,58	0,00
Mendonça	2.475,39	1.551,64	62,68%	1,93	771,61	778,00	0,10	0,00
Mirassol	612,19	358,89	58,62%	0,00	21,51	307,85	29,52	0,01
Monte Alto	12,54	6,79	54,15%	0,00	0,27	1,65	4,67	0,20
Marapoama	611,23	297,14	48,61%	0,00	22,93	229,75	44,45	0,01
Nova Aliança	1.233,49	611,82	49,60%	0,03	27,09	567,39	17,30	0,01

Município	Área de APPs (ha)	APPs degradadas (ha)	Porcentagem de APP degradada	Priorização de recomposição florestal em APP degradada				
				Alta - Alta (ha)	Alta - Média (ha)	Média - Média (ha)	Média - Baixa (ha)	Baixa - Baixa (ha)
Novo Horizonte	7.917,41	4.210,18	53,18%	6,24	1.960,68	2.243,25	0,01	0,00
Neves Paulista	419,75	128,57	30,63%	0,70	49,02	77,94	0,91	0,00
Presidente Alves	1.231,01	1.100,71	89,42%	0,00	22,08	788,08	290,48	0,07
Pederneiras	38,41	6,88	17,91%	0,00	1,91	4,78	0,19	0,00
Piratininha	1.480,51	670,26	45,27%	0,00	60,49	562,30	47,46	0,01
Promissão	2.587,37	1.818,73	70,29%	0,00	235,29	1.582,39	1,05	0,00
Pindorama	389,27	163,89	42,10%	0,07	20,89	135,36	7,57	0,00
Pongaí	1.391,61	926,57	66,58%	2,24	438,48	485,85	0,00	0,00
Pirajuí	3.446,87	3.158,38	91,63%	0,02	613,87	2.492,97	51,52	0,00
Potirendaba	2.443,33	812,19	33,24%	0,00	27,46	708,96	75,77	0,00
Reginópolis	3.460,89	2.169,93	62,70%	0,00	59,79	1.847,96	262,18	0,00
Sabino	3.411,08	2.574,37	75,47%	0,64	984,85	1.588,34	0,54	0,00
Santa Adélia	1.544,96	798,76	51,70%	0,01	42,31	600,09	156,31	0,04
Santa Ernestina	495,48	186,08	37,56%	0,30	101,84	83,70	0,24	0,00
Sales	4.505,88	3.001,46	66,61%	2,00	1.411,34	1.588,06	0,06	0,00
Taquaritinga	2.434,65	1.481,21	60,84%	0,00	3,40	845,97	631,62	0,22
Tabatinga	271,10	150,91	55,67%	0,00	1,17	107,28	42,46	0,00
Ubarana	1.498,58	1.356,27	90,50%	0,22	404,52	951,53	0,00	0,00
Urupês	1.954,63	996,99	51,01%	0,00	24,21	603,49	369,25	0,04
Uru	1.040,08	969,28	93,19%	6,51	674,25	288,52	0,00	0,00

O Quadro 6 apresenta, por área, uma síntese das prioridades para a recomposição florestal na BH-TB.

**QUADRO 6**  
**Prioridade para recomposição florestal na BH-TB**

APPs degradadas (ha)	Prioridade	Porcentagem do total (%)
67,33	Alta-alta	0,125%
16.534,37	Alta-média	30,621%
34.292,76	Média-média	63,509%
3.101,41	Média-baixa	5,744%
0,75	Baixa-baixa	0,001%

Os resultados do mapeamento das classes de prioridade para a recomposição florestal da BH-TB demonstram que a qualidade ambiental da bacia, no que se refere às APPs, está prejudicada, pois uma área correspondente a mais de 30% encontra-se em situação de prioridade alta-alta ou alta-média para a recomposição florestal. A Figura 4 mostra a especialização destas prioridades de plantio nas APPs da Bacia Hidrográfica do Tietê Batalha.

O método mostrou-se eficiente, pois como finalidade prática, os resultados desse trabalho podem subsidiar a tomada de decisão na alocação de recursos destinados à recomposição florestal da BH-TB, e assim servir como elemento de re-mediação do quadro de degradação dos recursos hídricos da bacia.

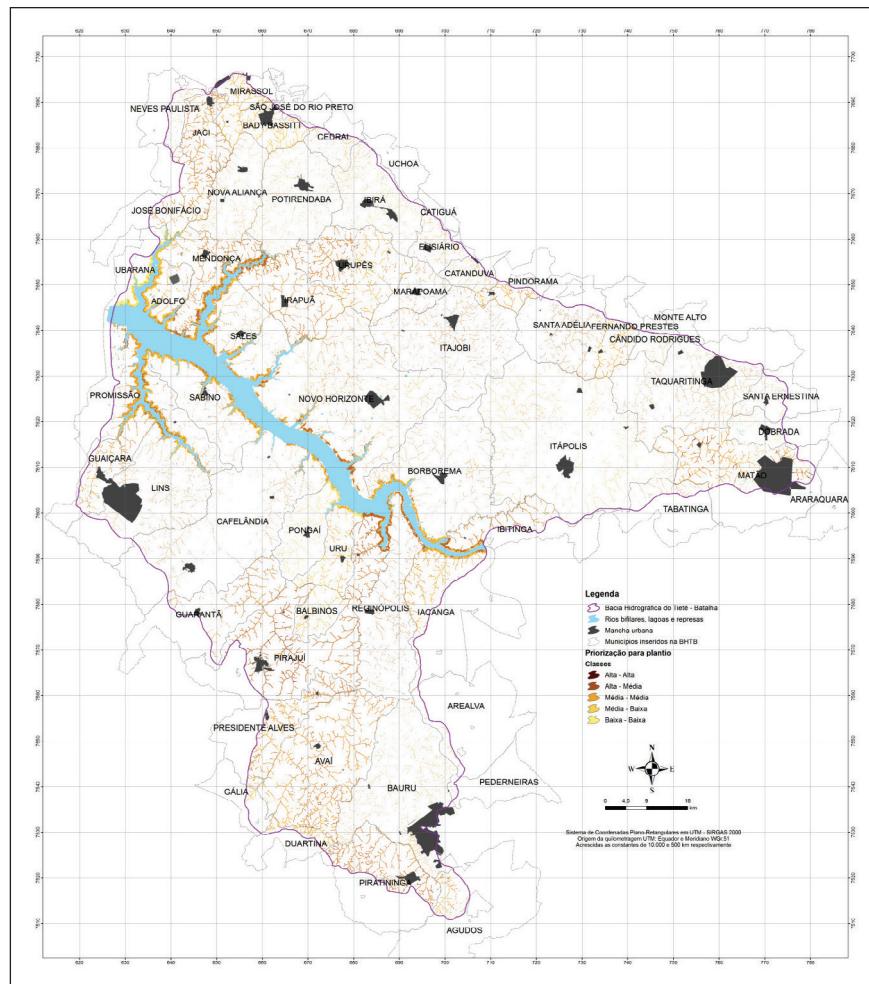
O resultado final pode expressar todos os atributos integrados de forma ponderada, o que torna a priorização para recomposição florestal útil no auxílio ao planejamento das ações na BH-TB. Além disso, o método proposto pode ser generalizado para ser aplicado em outras bacias, desde que haja a adequação de acordo com as necessidades específicas. Como este modelo foi aplicado em diversos municípios já foi efetuada a calibração para cada local, existem locais em que não existem rios bifurcados ou captação em nascentes (por exemplo), desta forma ao replicar o método deve-se atentar aos atributos existentes no local de estudo e por semelhança utilizar a pon-

deração de um dos municípios estudados, avaliando sempre os resultados.

Como resultado secundário, foi desenvolvido uma base de informações geográficas em escala de detalhe para a região BH-TB.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu quantificar as APPs marginais a corpos d'água e nascentes de municípios com área na UGRHI-16, bem como definir as áreas com vegetação degradada e a partir daí priorizar localidades pela necessidade



de recomposição florestal, visando auxiliar nas tomadas de decisões.

A priorização da necessidade de recomposição florestal das APPs marginais a corpos d'água, definida neste estudo, permite uma otimização na implantação de projetos de recomposição florestal, cuja metodologia pode ser replicada para outras regiões.

## AGRADECIMENTOS

Os autores externam seus agradecimentos ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha e à Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FAI•UFSCar, pela iniciativa de autorizar a publicação deste manuscrito, que contém dados geridos através de convênio institucional.

## Referências

- ATIBAIA. 2005. **Plano diretor para recomposição florestal visando a produção de água nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. Prefeitura Municipal: Termo de contrato administrativo nº 172//03. Relatório Final (Volume I). Maio.
- BRAGA, R. A. P. A. 1999. Água e a Mata Atlântica. In: VII Seminário Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. CNRBMA. *Anais...*, Ilhéus, p. 01-10.
- BRASIL. 2010. **Novo Código Florestal**. Lei Federal n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm). Acesso em: 13 de junho de 2010.
- BRASIL. 2012. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em 07 de junho de 2012.
- CBH-TB (Comitê de Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha). 2008. **Plano da Bacia Hidrográfica – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-16 Tiete/Batalha**.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). Secretaria de Saneamento e Energia. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. 1994. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). Secretaria de Saneamento e Energia. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. 2011. **Relatório de Outorgas**. 2011. Disponível em: <http://www.aplicacoes.daeepa.gov.br/usosrec/fchweb.html>. Acesso em: 20/06/2011.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2011. **Imagens de catálogo do CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) de 2007 a 2009**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 20/06/2011.
- KERTZMAN, F. F et al. 1995. Mapa de Erosão do Estado de São Paulo. **Revista IG**. São Paulo, Volume Especial.
- RODRIGUES, G. B., MALTONI, K. L. e CASSIOLATO, A. M. R. 2007. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, DEAg/UFSCG. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso: 16/08/2013. v.11, n.1, p.73-80.
- SÃO PAULO (Estado), Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo. 2005. **Plano Estadual de Recursos Hídricos -PERH (2004-2007)**.
- ZUQUETTE, L.V. 1987. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras...** Tese (Doutorado em Geotecnologia) – Departamento de Geotecnologia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1987. 3v. 657p.

**Cássia Á. R. Junqueira Faleiros** Felco Faleiros Projetos e Consultoria em Engenharia. E-mail: carjunqueira@yahoo.com.br

**Bruna da Cunha Felicio** Felco Faleiros Projetos e Consultoria em Engenharia. E-mail: bruna@felcofaleiros.com

**Rita Gabriela Fernandes** Departamento de Engenharia Ambiental da USP - São Carlos. E-mail: ritagabrielafernandes@gmail.com

**João Marcos Villela** Departamento de Gestão Ambiental da UFSCar-São Carlos. E-mail: jomarvile@hotmail.com

**Rodrigo Batista de Freitas** Departamento de Gestão Ambiental da UFSCar-São Carlos. E-mail: rodrigo\_lp16@hotmail.com

**Reinaldo Lorandi** Departamento de Engenharia Civil da UFSCar-São Carlos. E-mail: lorandi@ufscar.br