

GUIA DE  
RESTAURAÇÃO DE  
MATAS CILIARES PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO  
TIETÊ - JACARÉ

(UGRHI Nº 13)



2014

**“Projeto “Plano Diretor de Restauração Florestal para fins de Conservação de Biodiversidade e Recursos Hídricos da UGRHI Tietê-Jacaré (PDRF-TJ)”  
Processo FEHIDRO TJ 175/2009**

**Coordenadores Geral do Projeto**

Amílcar Marcel de Souza (Cecéu) (Fundação Florestal/PRÓ-TERRA) Engº. Florestal  
Yanina Micaela Sammarco (PRÓ-TERRA/FATECJAHU) Bióloga

**Técnico do Projeto**

Guilherme Marson Moya (PRÓ-TERRA) Biólogo

**Autores deste Guia**

Cláudia Mira Attanasio (APTA/SAA-SP) Engª. Agrônoma  
Amílcar Marcel de Souza (Cecéu) (Fundação Florestal/PRÓ-TERRA) Engº. Florestal  
Jozrael Henriques Rezende (FATEC JAHU) Engº. Agrônomo  
José Carlos Toledo Veniziani Jr (FATEC JAHU) Geógrafo  
Yanina Micaela Sammarco (PRÓ-TERRA/FATECJAHU) Bióloga

**Colaboradores deste Guia**

Tabita Teixeira (PRÓ-TERRA) - Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
Fabiano Antonelli - (PRÓ-TERRA) Geógrafo  
Marco Aurélio Munhoz (PRÓ-TERRA) - Agrônomo

**Projeto Gráfico e Diagramação**

EPG - Editoração e Produção Gráfica LTDA  
Mariano Maudet Bergel

A883g Attanasio, Cláudia Mira  
Guia de Restauração de Matas para a Bacia  
Hidrográfica do Tietê-Jacaré (UGRHI nº13) / Cláudia  
Mira Attanasio, Amílcar Marcel de Souza, Jozrael  
Henriques Rezende et al.. - Jahu/SP, Instituto  
Pró-Terra, 2014.

40p. : il.

ISBN 978-85-64087-07-1

1. Restauração Florestal. 2. Florestas. 3. Matas ciliares.  
4. Tietê-Jacaré, Bacia Hidrográfica. I. Título.

CDU: 630\*3

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-64087-07-1



9 788564 087071

GUIA DE  
RESTAURAÇÃO DE  
MATAS CILIARES PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO  
TIETÊ - JACARÉ

(UGRHI Nº 13)



2014

# SUMÁRIO

<b>Prefácio .....</b>	<b>1</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
A Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê e Jacaré (UGRHI nº 13) .....	3
Contexto Histórico, Social, Econômico e Ecológico .....	5
Priorização de Microbacias Hidrográficas para a Restauração de Matas Ciliares .....	8
<b>Restauração de matas ciliares de microbacias hidrográficas.....</b>	<b>11</b>
Restauração Ecológica .....	14
As Fisionomias Florestais da Bacia do Tietê Jacaré .....	15
Floresta Estacional Semidecidual - FES .....	15
Floresta Paludosas (ou Mata de Brejo) .....	17
Cerradão e Cerrado .....	18
Floresta Estacional Decidual.....	18
Métodos de Restauração Florestal .....	19
<b>Roteiro metodológico para elaboração de Programas de Restauração Florestal de APPs hídricas em Microbacia .....</b>	<b>25</b>
<b>Mapas Temáticos .....</b>	<b>27</b>
Mapa de Tipos de Solos .....	27
Mapa de Declividade .....	28
Mapa de Uso e Ocupação Atual do Solo .....	28
Mapa de Estrutura Fundiária da Microbacia .....	29
Mapa e Caracterização Florística e Fisionômica da Vegetação Nativa e Áreas de Preservação Permanente .....	29
Propor um Plano de Ação e um Cronograma de Execução do Programa de Restauração Florestal de APPs hídricas, da montante à jusante .....	33
<b>Roteiro Metodológico para elaboração de “Projetos Executivos de Restauração Florestal de Mata Ciliar e Nascentes” (PERFMCN) .....</b>	<b>35</b>
<b>Bibliografia consultada e recomendada .....</b>	<b>37</b>

# PREFÁCIO



“Com o generoso apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, este Guia faz parte do Plano Diretor de Restauração Florestal da Bacia do Tietê-Jacaré, que visa à recuperação e conservação dos Recursos Hídricos e Biodiversidade, e que foi elaborado pelo Instituto Pró-Terra com o relevante apoio de seus parceiros técnicos: Fatec Jahu, Apta Regional Paulista, Fundação Florestal, Instituto Florestal, Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo e Comitê de Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré”.

O referido Plano Diretor de Restauração Florestal, foi elaborado durante 2009 e 2013, e teve como principal objetivo contribuir para este importante tema nesta região do Centro-Oeste do Estado de São Paulo no sentido de orientar e traçar diretrizes e metas claras para a reversão dos quase 35 mil hectares de áreas degradadas ao longo dos cursos de água em florestas ciliares.

Mais do que isso, este documento visa melhorar a gestão dos recursos financeiros públicos que são investidos, buscando acelerar os processos de recuperação florestal nesta importante região.

Também visa, orientar os órgãos ambientais municipais, estaduais e federais a celebrar as compensações ambientais em áreas prioritárias para a restauração florestal no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré - CBH-TJ.

Este Plano foi elaborado com a participação de gestores públicos e privados e técnicos especialistas atuantes na Bacia do Tietê-Jacaré. Esta participação foi através de audiência públicas em Jaú, Araraquara, Brotas e Bauru e também com uma Audiência com as Câmaras do CBH-TJ, a qual emitiu importantes contribuições e sua aprovação.

Por fim, O plano foi apresentado para a plenária do CBH-TJ, o qual foi aprovado por unanimidade em dezembro de 2013. Assim, o Instituto Pró-Terra e seus parceiros Técnicos confirmaram a legitimidade do processo e a sua contribuição para a boa Gestão de Recursos Públicos e a aceleração dos Processos de Recuperação Florestal

*Amilear Marcel (Cecêu)*

Eng. Florestal Mestre





**E**sse guia foi elaborado com a intenção de conseguirmos realmente iniciar os processos de Restauração Ecológica nas áreas mais degradadas da Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê e Jacaré. Não é uma tarefa fácil, é um compromisso que somente aqueles que possuem determinação, respeito pela natureza e esperança no futuro podem assumir. O conhecimento prático e científico está à disposição de todos os interessados.

Entretanto, quem conseguir desempenhar essa missão com responsabilidade e amor poderá sentir a emoção, um dia, de ver suas ações se transformando em serviços ecossistêmicos, retorno econômico para as comunidades rurais, preservação da biodiversidade, terra produtiva, beleza impressionante dos campos e florestas renascendo, dos bichos voltando pra casa e fazendo alvoroço, dos rios limpinhos chamando para um mergulho...Quem precisa mais do que isso ?!

Vamos então ao trabalho?!

*Cláudia M. Attanasio*

**IMPORTANTE:** as recomendações técnicas e científicas sobre restauração ecológica desse guia são extensivas às outras bacias hidrográficas, desde que as características da área e os tipos vegetacionais correspondam às indicações desse texto.



# INTRODUÇÃO

## A Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê e Jacaré (UGRHI nº 13)

A Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê e Jacaré Pepira possui área de 11.785 km<sup>2</sup> e localiza-se no centro do Estado de São Paulo, constituindo-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) nº 13, definida assim pela Lei nº 9.034/94. A criação de seu comitê, CBH-TJ, ocorreu em 10/11/1995 (Figura 1).



Figura 1 - Localização das UGRHIs, com destaque para a UGRHI nº 13 no Estado de São Paulo.

A UGRHI nº 13 engloba três rios principais, o Rio Tietê, o Rio Jacaré-Guaçu e o Rio Jacaré Pepira e seus tributários.

É formada pelas bacias hidrográficas de cursos d'água afluentes do rio Tietê no trecho, de cerca de 140 km, entre as barragens das Usinas Hidrelétricas de Ibitinga e Barra Bonita, dos quais se destacam os rios Jacaré-Pepira, Jacaré-Guaçu e Jaú pela margem direita e os rios Bauru e Lençóis pela margem esquerda.

São 34 municípios que pertencem à UGRHI Tietê-Jacaré, sendo que 16 estão totalmente inseridos em sua área e 18 possuem parte de seu território em UGRHIs vizinhas (Figura 2).

### Sub-bacias

A UGRHI nº 13 é sub dividida em 6 sub-bacias: a Sub-bacia do Rio Jacaré-Guaçu e afluentes do Rio Tietê, a Sub-Bacia do Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê, a Sub-Bacia do Rio Jaú-Ribeirão da Ave Maria- Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê, a Sub-Bacia do Rio Lençóis-Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê, a Sub-Bacia do Rio Bauru-Ribeirão Grande - Ribeirão Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê e a Sub-Bacia do Rio Claro-Ribeirão Bonito-Ribeirão do Veado-Ribeirão da Água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê (Figura 3).



# Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Tietê-Jacaré (UGRH 13 TJ): Municípios

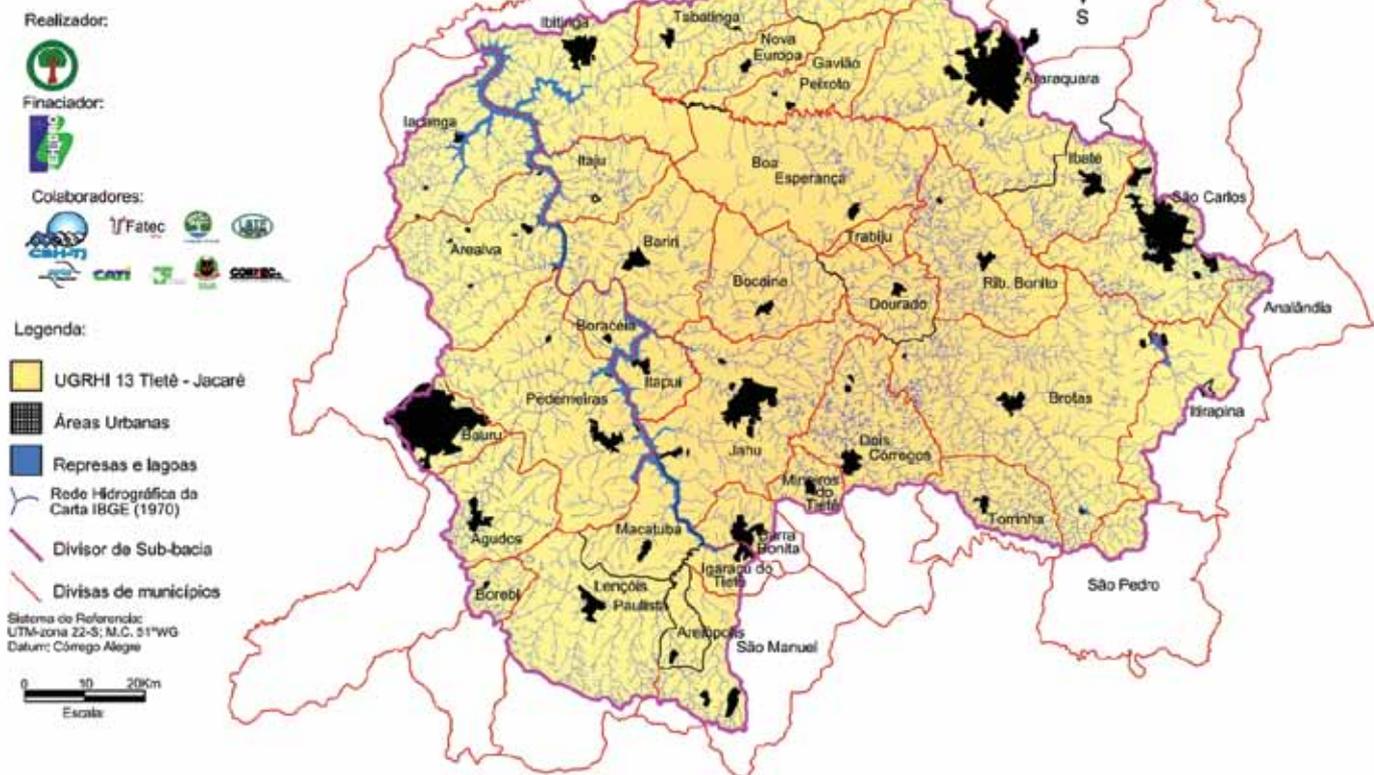


Figura 2 - UGRHI Tietê Jacaré e os 34 municípios que a compõem.

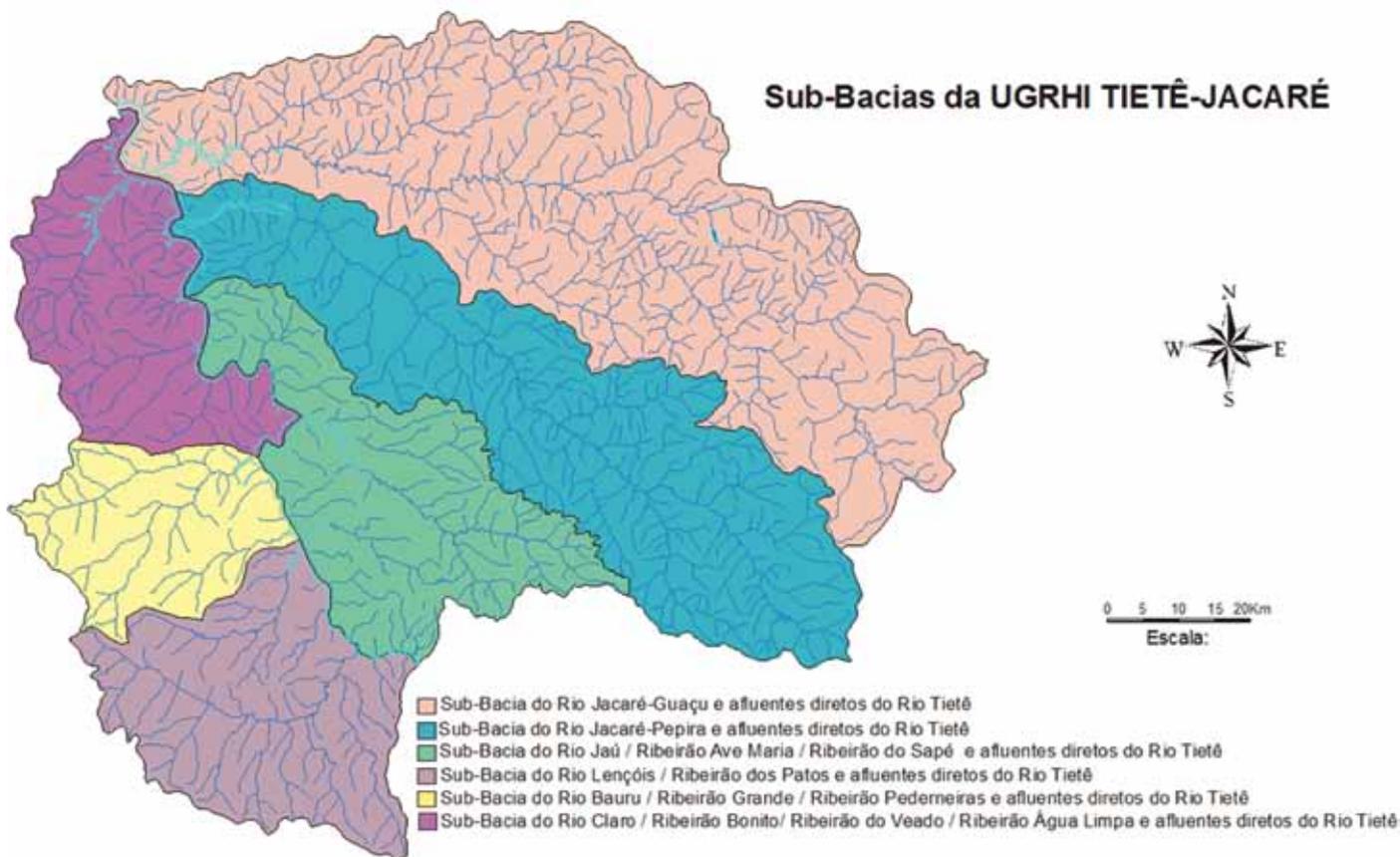


Figura 3 - Divisão da UGRHI em seis sub bacias .

## Contexto histórico, social, econômico e ecológico

A cafeicultura, bem como a expansão da ferrovia para escoamento da produção do café, foram responsáveis pelo desenvolvimento de vários municípios do interior paulista.

Na UGRHI nº 13, o processo de ocupação foi mais intenso entre 1870, início da atividade cafeeira, e 1929, quando houve a crise do café. Se por um lado a cultura do café trouxe desenvolvimento à região, por outro, devido à ocupação desordenada, provocou desde o início, degradação do solo e da vegetação nativa e conseqüentemente impactos negativos aos recursos hídricos.

Os rios também desempenharam papel importante no processo de ocupação e desenvolvimento do Estado e da UGRHI Tietê-Jacaré. Atualmente, através da Hidrovia Tietê-Paraná são transportados produtos com cana-de-açúcar, material de construção, calcário, farelo, soja, grãos, madeira e fertilizantes, numa extensão de 1.000 km.

A UGRHI nº 13 possui em torno de 1.500.000 habitantes, representando 3,60% do total paulista. Os municípios de Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú representam mais da metade da população da UGRHI. A avaliação do ritmo de crescimento da UGRHI nº 13 e de cada município que a compõe é de fundamental importância para o estudo da demanda pela água.

A UGRHI Tietê-Jacaré apresenta uma economia bastante diversificada, com destaque para o complexo sucro-alcooleiro, que se estende por toda a bacia, e o plantio e processamento de cítricos, que ocorre principalmente em São Carlos, Araraquara e Brotas.

Nos municípios de Agudos, Araraquara e Bauru destacam-se também os setores de bebidas e papel; em Jaú, a indústria calçadista; tecidos e metal mecânica, em São Carlos; bordados, em Ibitinga; em Barra Bonita e Igarçu do Tietê, o turismo desenvolvido com base na represa e eclusa.

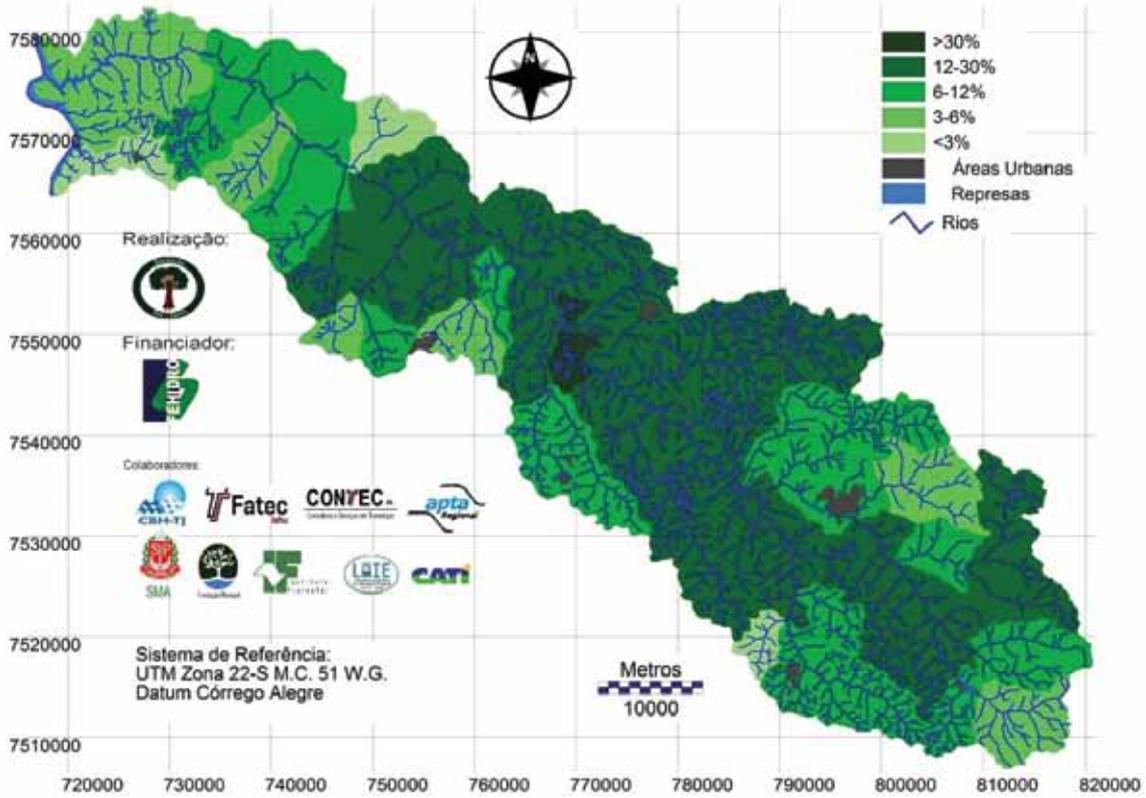
A partir da década de 1980 ocorreu um expressivo aumento do número de indústrias no interior do Estado de São Paulo. Na UGRHI Tietê-Jacaré, destacam-se, entre os municípios mais industrializados do Estado: Araraquara, São Carlos, Bauru, Jaú e Lençóis Paulista.

O uso predominante da água na Bacia destina-se a agricultura, a principal atividade econômica da região.

Quanto à vegetação natural da UGRHI Tietê-Jacaré, as fisionomias mais encontradas são as Florestas Estacionais Semidecíduais, a Savana Florestada (Cerradão) e a Savana (Cerrado). Também ocorre vegetação típica de áreas de várzeas e Florestas Paludosas (de Brejo). Em topos de morros, em solos rasos, podem ser encontradas as Florestas Estacionais Deciduais.

A Sub-bacia do Rio Jacaré-Guaçu e afluentes do Rio Tietê e a Sub-bacia do Rio Jacaré Pepira e afluentes do Rio Tietê são as que apresentam maiores porcentagens de áreas ocupadas com vegetação nativa dentro da UGRHI nº 13. A Sub-bacia do Rio Jaú-Ribeirão da Ave Maria-Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê é a que apresenta maior degradação das áreas naturais (Figura 4).

**Sub-Bacia do Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê: Vegetação Remanescente**



**Sub-Bacia do Rio Jaú / Ribeirão Ave Maria / Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê: Vegetação Remanescente**

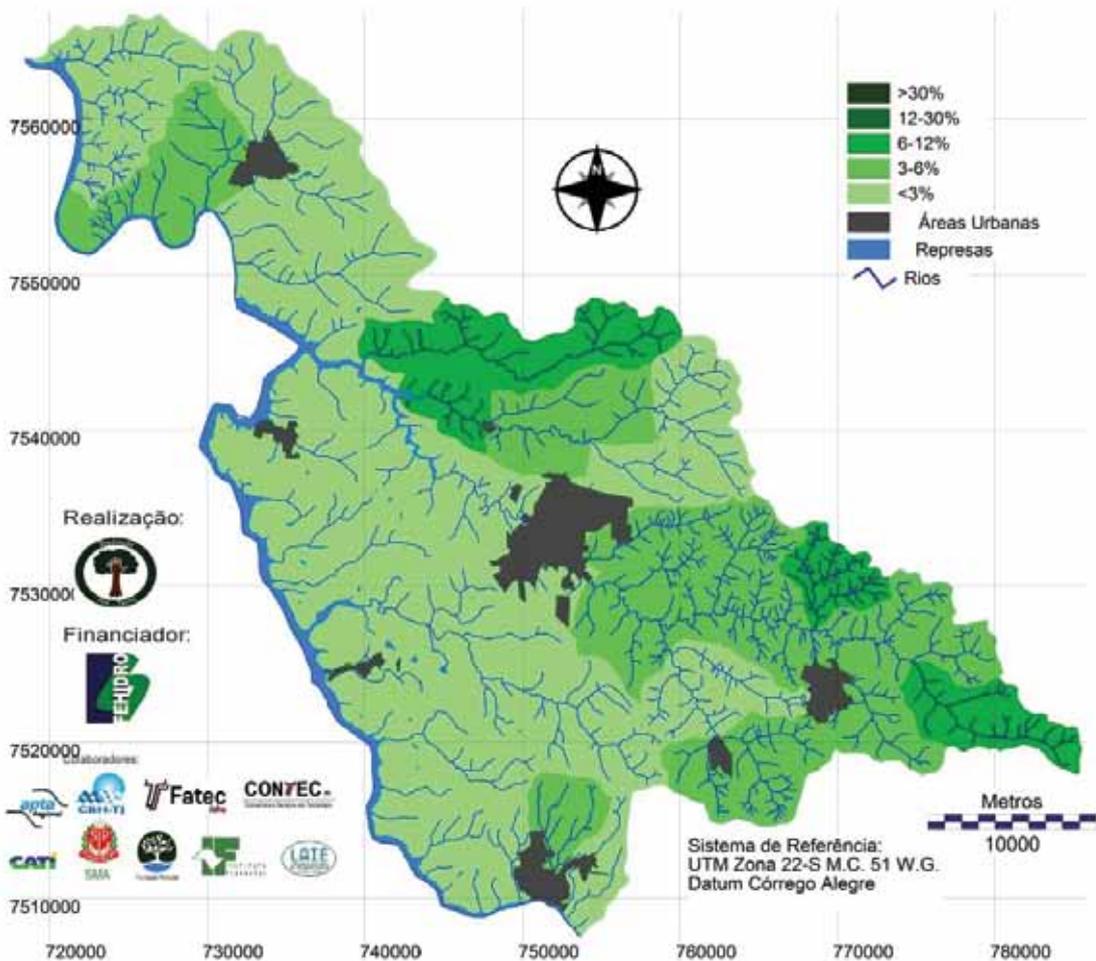


Figura 4 - Mapas da vegetação remanescente da Sub bacia do Rio Jacaré Pepira e afluentes do Rio Tietê e da Sub bacia do Rio Jaú-Ribeirão da Ave Maria- Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê

A Tabela 1 apresenta a área e a porcentagem de vegetação nativa remanescente na UGRHI TJ.

Tabela 1 - Área de cada Sub-bacia da UGRHI TJ, área de vegetação nativa remanescente (ha e %)

Número	Sub-Bacia	Área Sub-Bacia/ UGRH (ha)	Vegetação Re- manescente (ha)	%
1	Rio Jacaré-Guaçu e afluentes diretos do Rio Tietê	417.162	45.455,75	10,90
2	Rio Jacaré_Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê	266.355	35.072,43	13,17
3	Rio Jaú, Ribeirões Ave Maria, Sapê e afluentes diretos do Rio Tietê	153.672	4.852,24	3,16
4	Rio Lençóis, Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê	142.811	7.342,66	5,14
5	Rio Bauru, Ribeirões Grande e Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê	82.748	9.030,03	10,91
6	Rio Claro, Ribeirões Bonito, Veado e água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê	116.669	9.402,52	8,06
<b>Área Total da UGRHI TJ</b>		<b>1.179.417</b>	<b>111.155,63</b>	<b>9,42</b>

A Tabela 2 apresenta a APP total (ha e %) de cada Sub-bacia, a vegetação nativa remanescente (ha) e a área degradada nas APPs (ha e %).

É importante destacar que 73,50 % da APP da Bacia do Tietê Jacaré está degradada, fato esse bastante preocupante. As Sub-bacias do Rio Jacaré-Guaçu e afluentes do Rio Tietê e a do Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê são as que apresentam maior APP, entretanto nessas Sub-bacias a degradação ocorre em menor área. Isso não significa que a preocupação em restaurar e preservar as matas ciliares não deva abranger todas as Sub-bacias da UGRHI TJ, pois existem outros critérios que devem ser considerados para priorizar áreas para restauração, como será apresentado adiante.

Tabela 2 - APPs (ha e %), vegetação nativa remanescente (ha) e APP degradada (ha e %) de cada Sub-bacia da UGRHI TJ

Número	Sub-Bacia	APP Total (ha)	% da Sub-Bacia	Vegetação Remanescente (ha)	APP Degradada (ha)	% de APP Degradada
1	Rio Jacaré-Guaçu e afluentes diretos do Rio Tietê	15.876,07	3,81	5.332,41	10.543,66	66,41
2	Rio Jacaré_Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê	11.225,95	4,21	3.948,64	7.277,31	64,83
3	Rio Jaú, Ribeirões Ave Maria, Sapê e afluentes diretos do Rio Tietê	6.452,73	4,20	875,02	5.577,71	86,44
4	Rio Lençóis, Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê	6.063,69	4,25	1.096,82	4.966,87	81,91
5	Rio Bauru, Ribeirões Grande e Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê	2.899,27	3,50	643,36	2.255,91	77,81
6	Rio Claro, Ribeirões Bonito, Veado e água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê	5.098,14	4,37	722,49	4.375,65	85,83
<b>Total da UGRHI TJ</b>		<b>47.615,85</b>	<b>4,04</b>	<b>12.618,74</b>	<b>34.997,11</b>	<b>73,50</b>



## Priorização de microbacias hidrográficas para a restauração de matas ciliares

As microbacias com prioridade para restauração de matas ciliares foram identificadas, em cada uma das seis sub-bacias, através do Projeto TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS TIETÊ-JACARÉ (UGRHI Nº 13) VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Esse projeto teve por objetivo orientar as ações de restauração e conservação da vegetação nativa e de manejo do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APP) da UGRHI Tietê - Jacaré, com a finalidade principal de proteger e conservar as nascentes e os cursos d'água e, portanto, a qualidade e a disponibilidade de água na bacia, considerando a proteção e preservação da biodiversidade.

A partir da sobreposição de mapas com temas ambientais, foi elaborado um mapa final apresentando as microbacias de acordo com o seu grau de prioridade para a realização de ações de Restauração Florestal na UGRHI nº 13.

Foram definidas 5 classes de prioridade (muito alta; alta; média; baixa e muita baixa prioridade).

Os critérios ambientais considerados relevantes utilizados na avaliação para a escolha das áreas de Restauração Florestal foram:

- Proteção de nascentes;
- Tipo de solo: identificação das áreas com menor potencial agrícola;
- Geologia: possibilitar a recarga dos aquíferos e do fluxo de base;
- Declividade: proteção de encostas e áreas menos propícias à mecanização agrícola;
- Susceptibilidade à erosão: conservação do solo e da água;
- Vegetação remanescente: representam fontes de propágulos para as áreas degradadas e proteção dos rios e nascentes;
- Unidades de conservação: minimização de impactos na zona de amortecimento e entorno, representa também fontes de propágulos, proteção da biodiversidade;
- Mapa Biota FAPESP de Áreas Prioritárias para Conservação de Biodiversidade (Conectividade)
- Redução da rede de drenagem: degradação dos rios, nascentes e da microbacia;
- Áreas de mananciais para abastecimento público.

Cada um desses critérios recebeu um peso, de acordo com sua importância relativa com a restauração das matas ciliares. Em seguida foi realizada uma análise multicriterial.

A Figura 5 apresenta o mapa da UGRHI Tietê-Jacaré e de suas microbacias destacadas quanto ao grau de prioridade para a restauração florestal.



Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Tietê-Jacaré (UGRH 13 TJ): Microbacias\Regiões Hidrográficas Prioritárias

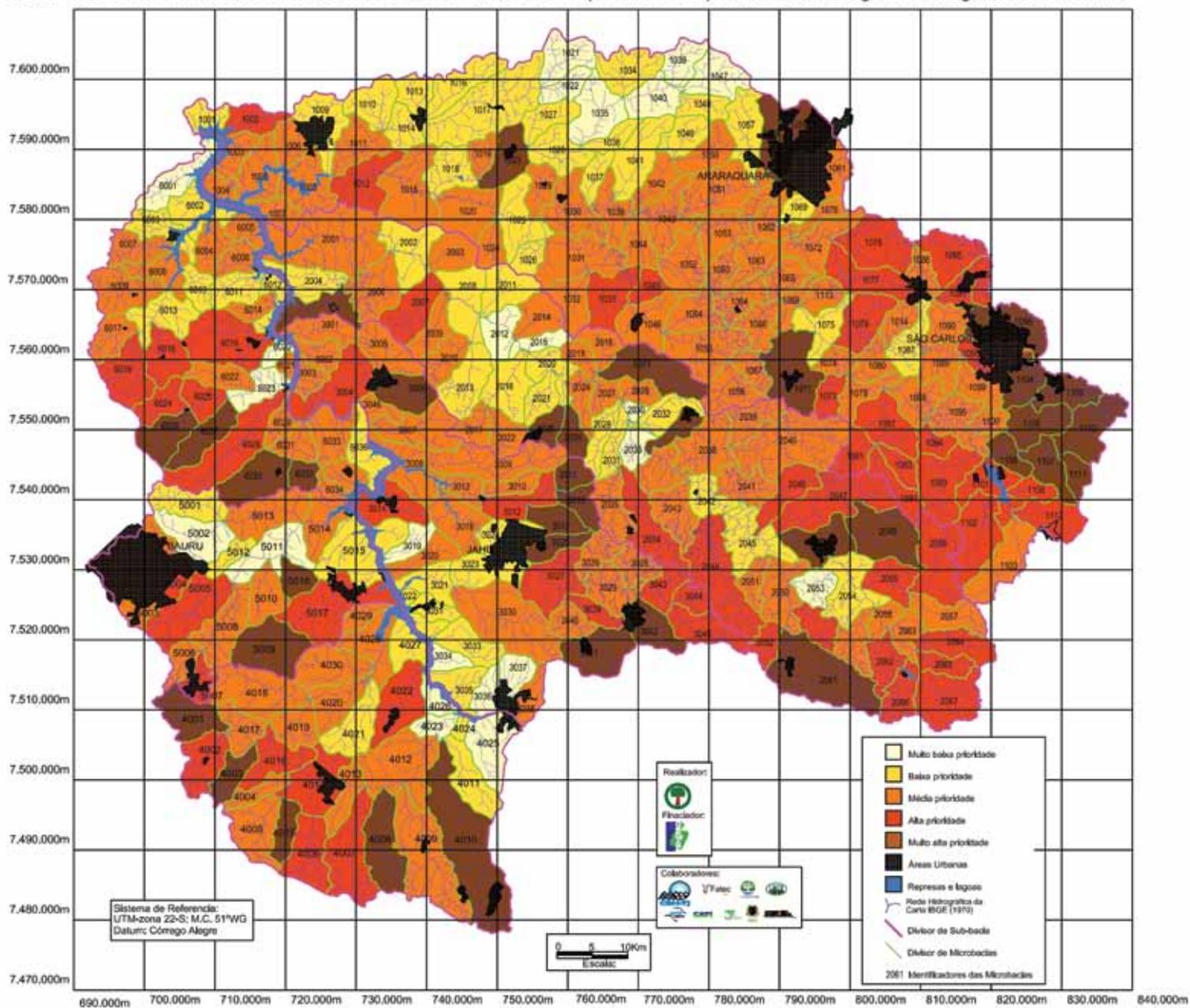
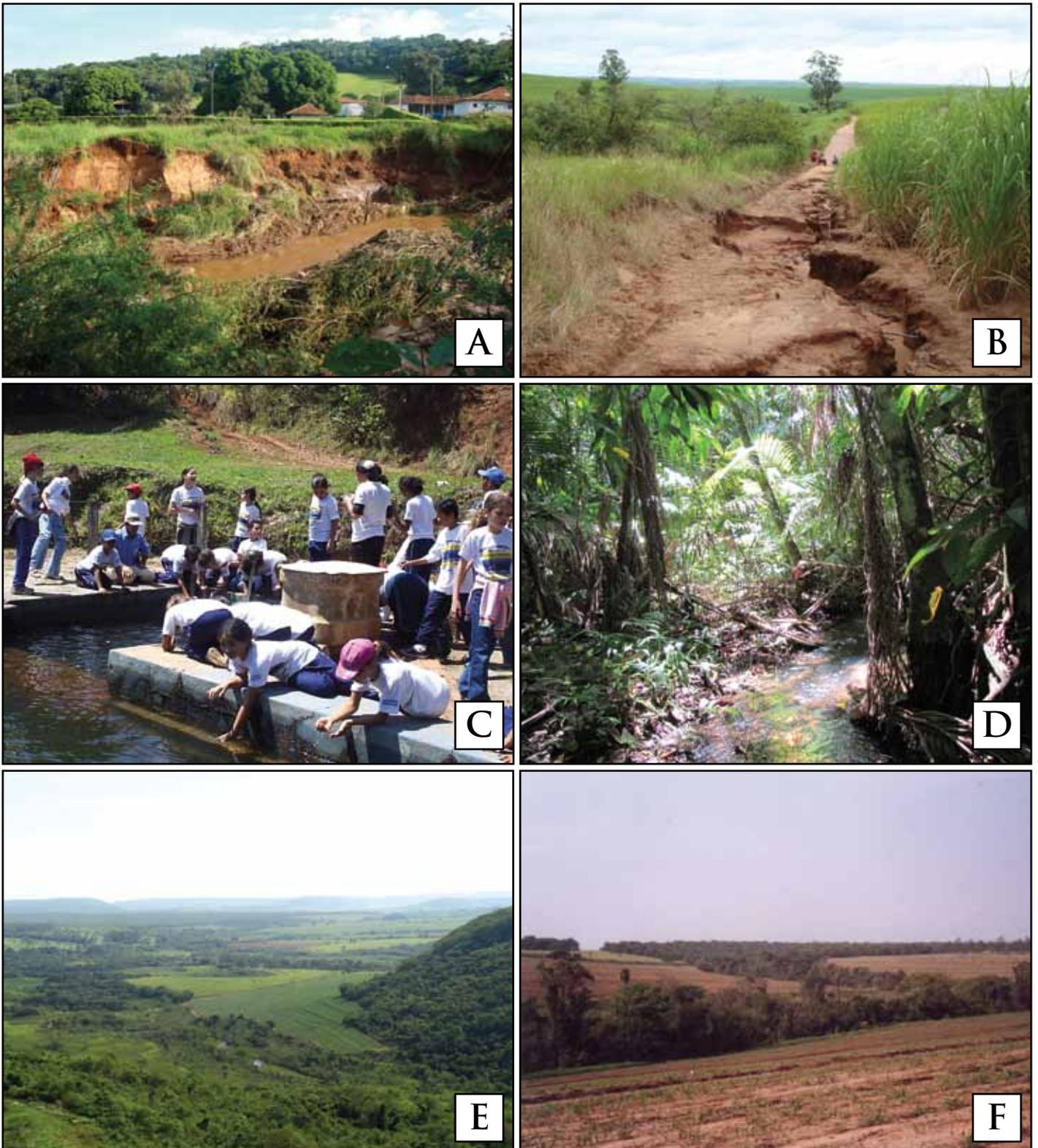


Figura 5 - Prioridade para restauração das microbacias hidrográficas da UGRHI TJ.

A seguir, imagens de algumas dessas microbacias (Figura 6).



# RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

## Conceitos

### A microbacia hidrográfica como unidade básica de planejamento do uso sustentável dos recursos naturais

A microbacia hidrográfica é uma área drenada por um rio e seus afluentes (Figura 7) e delimitada por seus divisores de águas (linhas que unem os pontos de maior altitude e que definem divisores entre uma bacia e outra).

É a unidade básica de planejamento para a compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária, mais ainda quando o fator principal da análise é a água.

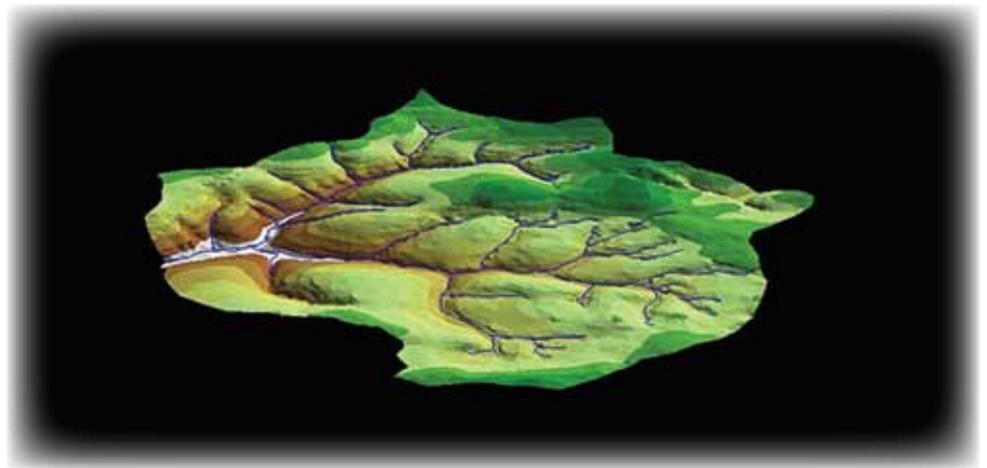


Figura 7 - Microbacia hidrográfica com seus divisores de águas, rios e nascentes.

As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras (Figura 8), o que possibilita uma abordagem sistêmica e participativa envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local ou região onde serão implementadas.

Esta visão integrada, por parte dos planejadores, assim como dos produtores rurais, evidencia a lógica da interligação biofísica entre as ações desenvolvidas na microbacia e as reações do sistema. Por exemplo: alterações feitas por um agricultor nas práticas de manejo em determinadas áreas da microbacia, podem acarretar melhoria ou comprometimento da qualidade da água.

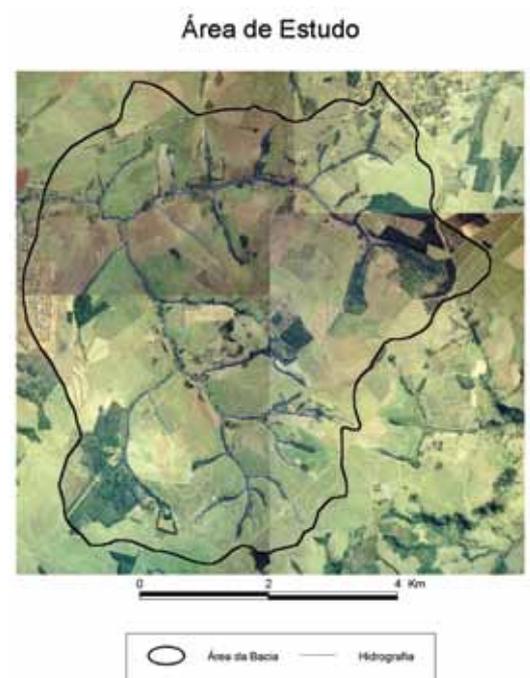


Figura 8 - Microbacia do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, Bacia dos Rios Tietê Jacaré) onde se pode observar alguns dos elementos que formam um sistema: os rios, as matas, a agricultura, o solo, as cidades, etc.

Na microbacia a água representa o componente unificador de integração no manejo devido sua estreita relação com os outros recursos ambientais especialmente a floresta ciliar (LIMA & ZAKIA, 2006).

Dessa forma, somente o planejamento e execução de ações de restauração das matas ciliares considerando a microbacia como área de intervenção e não propriedades rurais individualmente, proporcionam resultados efetivos e abrangentes para a conservação do solo, da biodiversidade e conseqüentemente para a preservação dos recursos hídricos. E tudo isso, conduz a melhor qualidade de vida para as comunidades rurais e urbanas.

Ao se destruir a natureza, se destrói a própria base da produção agrícola, que são os recursos naturais: o solo, a água e a biodiversidade.

Fica claro que é importante manter a visão holística, integradora, sistêmica que os projetos em escala de microbacias proporcionam para estabelecer a busca da preservação da natureza e do desenvolvimento sustentável.

Em uma microbacia as funções ecológicas e hidrológicas das matas ciliares são:

- Contribuem para o armazenamento de água na microbacia, diminuindo o risco de falta de água na estação seca do ano.
- Colaboram para a manutenção da qualidade da água dos rios da microbacia.

As matas ciliares funcionam como filtros, retendo sedimentos e poluentes das áreas agrícolas e urbanas adjacentes, pois os sedimentos e poluentes transportados através do escoamento superficial (enxurrada) são depositados na vegetação localizada nas margens dos rios. De acordo com dados experimentais, as florestas ciliares removem 80-90 % dos sedimentos oriundos de processos erosivos das áreas agrícolas da microbacia (NAIMAN *et al.*, 1997). Elas promovem também uma diminuição significativa da concentração de herbicidas nos cursos d'água.

Além dessa ação física de filtragem de sedimentos e nutrientes, as matas ciliares podem também exercer uma filtragem biológica, através da captação, pelas raízes da floresta ou pelos microorganismos do solo, de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres que chegam aos rios através de seu transporte em solução no escoamento sub superficial (efeito tampão): 77 e 10 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e P respectivamente, retidos pela vegetação (NAIMAN *et al.*, 1997); redução em 38 % da concentração de nitrogênio que chegaria ao curso d'água, em 94 % o fosfato e em 42 % o fósforo dissolvido (EMMETT *et al.*, 1994).

Esta ação de proteção dos recursos hídricos das matas ciliares não ocorre quando a contaminação se origina de fontes pontuais, como por exemplo, lançamento de esgoto não tratado nos rios e córregos de muitos municípios brasileiros.

- Em uma paisagem, a presença de vegetação nativa formando corredores ecológicos ao longo dos rios, permite que haja circulação de animais e o transporte de sementes entre pontos muitas vezes distantes. As matas ciliares podem interligar a grande maioria dos fragmentos florestais ainda existentes no Estado. Ao se estabelecer corredores que interliguem as áreas isoladas, pode-se facilitar o trânsito de animais e sementes, favorecendo, o crescimento das populações da fauna e da flora, a reprodução e conseqüentemente a perpetuação dessas espécies.
- Criação de microhabitats favoráveis para alguns organismos aquáticos, resultante da queda de galhos, troncos e folhas das árvores da floresta ciliar.
- Abastecimento do rio com materiais orgânicos, frutos e folhas, que servem de alimento aos peixes e insetos.
- Favorecimento do equilíbrio térmico da água do rio, devido ao sombreamento do canal do rio pelas copas das árvores.

- Estabilização da morfologia dos leitos dos rios: Os barrancos dos rios sem vegetação são 30 vezes mais susceptíveis à erosão do que os vegetados.
- Proteção e manutenção da biodiversidade (animais e plantas). Além do que já foi exposto nos itens 3, 4, 5 e 6, é bom ressaltar que nas matas ciliares ocorrem espécies vegetais típicas destas áreas. Por exemplo, algumas espécies de árvores são exclusivas das áreas encharcadas das Florestas Paludosas. Consequentemente, os pássaros que se alimentam de seus frutos, os insetos que polinizam suas flores, provavelmente também podem ser típicos deste habitat.

Entretanto, em uma microbacia hidrográfica a presença da vegetação ciliar não é, por si só, garantia de proteção dos recursos hídricos. Outras medidas integradas devem ser consideradas para que não ocorra uma sobrecarga à mata ciliar e assim a consequente degradação deste importante ecossistema.

Sendo a bacia hidrográfica a unidade de planejamento dos recursos hídricos, sobre ela incidem planos e normas estabelecidos em diferentes escalas: Federal, Estadual e Municipal.

A Lei Federal nº 9.433/97 instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que elegeu a bacia hidrográfica como unidade territorial de atuação das políticas de recursos hídricos, planejamento e gerenciamento. Assim, a água passou a ser considerada um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico, que tem uso prioritário para consumo humano e dessedentação de animais em caso de escassez. Sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo, ser descentralizada e participativa.

O duplo domínio das águas levou os Estados a promulgarem suas respectivas políticas e a implantarem seus sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, a partir do final de 1991. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou a resolução 5/2.000, estabelecendo diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, que constituem a base do sistema de gerenciamento, pois neles são promovidos os debates das questões relacionadas a recursos hídricos da bacia, articulada a atuação das entidades intervenientes e resolvidos, em primeira instância, os conflitos relacionados aos recursos hídricos.

No caso específico do Estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 7.663/91, anterior à Lei Federal, estabeleceu a Política e o Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos, instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e criando o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Entre os elementos básicos da PERH, que foram também implantados em nível federal, estão: o gerenciamento descentralizado e participativo, a cobrança pelo uso da água e a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento.



## Restauração Ecológica

Quando o objetivo é restaurar florestas ciliares, é preciso saber, primeiramente, como eram essas matas, no local, antes de serem destruídas. Restaurar significa garantir a volta dos processos ecológicos e das interações que fazem as florestas se estruturarem, se autoperpetuarem e cumprirem suas funções.

Esses processos ecológicos são, por exemplo, a floração, a produção de frutos, a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas no solo da floresta. É muito importante também a interação da mata com os animais (pássaros, morcegos, roedores, insetos, etc.) que garantem a polinização das flores, a dispersão de sementes, etc. Não há florestas sem os animais.

Portanto, é preciso conhecer que tipo de floresta nativa existia na área antes de ser degradada. É necessário saber quais espécies são adaptadas às condições de clima, solo e umidade do local e conhecer a proporção em que elas ocorrem naturalmente. Se forem plantadas espécies erradas e em quantidades inadequadas, a mata ciliar provavelmente não será restaurada.

A formação de uma floresta se dá por um processo chamado de SUCESSÃO ECOLÓGICA e sua manutenção ocorre através da chamada Dinâmica de Clareiras.

A sucessão ecológica acontece da seguinte maneira: uma floresta se forma lentamente, quando em um local, grupos de espécies vão se sucedendo através do tempo, alterando o ambiente. Primeiro uma área abandonada é ocupada por ervas e arbusto, depois de um certo tempo, desenvolve-se uma capoeirinha com árvores de crescimento rápido, a pleno sol (grupo de espécies iniciais da sucessão ecológica, as Pioneiras), que estruturam a floresta. Em seguida, forma-se um capoeirão e uma floresta madura dominada por árvores de crescimento lento, que se desenvolveram na sombra (grupo de espécies finais da sucessão, as Secundárias e Clímax) da capoeirinha, consolidando a floresta (Tabela 3).

Uma floresta não é somente formada por árvores de diferentes espécies, tamanhos e idades, mas também por muitos outros tipos de plantas, de outras formas de vida, que são fundamentais para a manutenção dos animais e para a dinâmica da própria floresta, como por exemplo: arbustos, trepadeiras (lianas), bromélias e orquídeas (epífitas), plantas herbáceas, palmeiras, etc.

Tabela 3 - Características dos grupos sucessionais das espécies nativas, pioneiras, secundárias iniciais e Secundárias tardias ou Clímax

GRUPOS SUCESSIONAIS		
Pioneiras	Secundárias iniciais	Secundárias tardias ou Clímax
Crescem a pleno sol	Crescem a pleno sol ou na sombra	Crescem na sombra
Crescem rápido (5 m em 2 anos)	Crescem mais ou menos rápido (3,5 m em 2 anos)	Crescem lentamente (2,5 m em 2 anos)
Vida curta (5 à 15 anos)	Vida média (25 a 35 anos)	Vida longa (80 a 150 anos)
Sementes permanecem no solo por muito tempo (anos ou décadas)	Sementes permanecem pouco tempo no solo	Sementes permanecem muito pouco tempo no solo
Sementes não germinam na sombra	Sementes germinam na sombra ou na luz	Sementes germinam na sombra

Muitas vezes, para conseguirmos restaurar realmente uma floresta, para que ela possa chegar a sua fase madura, algumas práticas de MANEJO ADAPTATIVO podem ser necessárias durante o seu desenvolvimento, como por exemplo, plantio para enriquecimento da floresta com árvores de espécies de diferentes comportamentos, com arbustos, orquídeas, bromélias, etc.

Assim, ela poderá passar da fase de capoeirinha (estruturação da floresta) e capoeirão (consolidação) para a fase de maturação.

Os programas de recuperação de matas ciliares não podem mais representar uma mera aplicação de práticas agrônômicas ou silviculturais de plantios de espécie perenes, que buscam apenas a reintrodução de espécies arbóreas numa dada área onde elas haviam desaparecido, mas devem assumir a difícil tarefa de reconstruir as complexas interações existentes numa comunidade florestal, de maneira a permitir a sua autoperpetuação local (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

No que se refere à Legislação Brasileira para adequação ambiental das propriedades rurais, o Novo Código Florestal (Lei Federal 12.651/12) determina que as Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas sejam restauradas da seguinte forma, em imóveis em que havia atividade silvopastoril, de ecoturismo ou turismo rural (áreas consolidadas), até 22 de julho de 2008:

Tabela 4 - Faixas obrigatórias para recomposição de APPs de cursos d'água (exclusivamente para áreas consolidadas - área com uso antrópico anterior a 22 de julho de 2008 - Art. 61 A) \*

Área do Imóvel Rural (em módulos fiscais)	Recomposição obrigatória para APPs de cursos d'água	Largura do curso d'água (m)	Soma das APPs de recomposição obrigatória não ultrapassará:
Até 01	5 m	Qualquer largura	10 % da área total do imóvel
Superior a 01 até 02	8 m	Qualquer largura	10 % da área total do imóvel
Superior a 02 até 04	15 m	Qualquer largura	20 % da área total do imóvel
Superior a 04 e de até 10	20 m	Até 10 m	
Demais casos	Extensão correspondente à metade da largura do curso d'água, observado o mínimo de trinta e o máximo de cem metros	Mais de 10 m	

\* Elaborada por Cristina M. do Amaral Azevedo (SMA/SP) e Rafael B. Chaves (SMA/SP) e adaptada por Cláudia M. Attanasio (SAA/SP)

Onde não houver área rural considerada como consolidada, tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante é obrigado a promover a recomposição da vegetação (Art. 7º, parágrafo 1º).

## As Fisionomias Florestais da Bacia do Tietê Jacaré

### Floresta Estacional Semidecidual - FES

Área de ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual está relacionada a um clima com duas estações definidas, uma chuvosa e outra seca, em latitudes menores, ou então a uma acentuada variação térmica, especialmente em latitudes maiores que 24ºS.

O nome dela é Estacional Semidecidual porque, na estação seca do ano (ou nos meses mais frios), se observa a queda das folhas (deciduidade) em 30 a 50 % das árvores desta mata.

Muitas espécies que aparecem nessa floresta foram exploradas historicamente como Madeiras de Lei, como por exemplo, a Peroba (*Aspidosperma polyneuron*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), o Pau Marfim (*Balfourodendron riedellianum*), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o Guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*), os Jequitibás Branco e Vermelho (*Cariniana spp.*), etc.

Essa formação é caracterizada por apresentar dossel irregular, entre 15-20m de altura, com a presença de árvores emergentes de até 25-30m de altura. Nesses estratos superiores observamos a predominância de algumas famílias como Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, entre outras.

Abaixo do estrato superior, as condições de subdossel e sub-bosque são caracterizadas pela presença marcante das famílias Meliaceae, Rutaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae e Myrtaceae.

A Floresta Estacional Semidecidual ocupa as mais variadas condições de solo, aparecendo tanto nos mais argilosos, como nos mais arenosos. No entanto, apesar das mesmas características fisionômicas (visuais), são observadas algumas particularidades florísticas e/ou estruturais na formação florestal, dependendo das características do solo e das condições topográficas que essas formações ocupam.

A Floresta Estacional Semidecidual Ribeirinha (Figura 9) aparece ao longo de rios, pode estar sujeita à ocorrência, em algum período do ano, de enchentes temporárias ou então, pode não estar sujeita à presença da água, com solo seco, depende da altura das margens e dos barrancos dos rios. Isso é muito importante para a restauração das matas ciliares. Algumas espécies encontradas nesse tipo de floresta são, além das já citadas: Peito de Pomba (*Tapirira guianensis*), Pessegueiro Bravo (*Prunus myrtifolia*), Guaritá (*Astronium graveolens*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Mamica-de-Porca (*Zanthoxylum rhoifolium*), Maria-Mole (*Dendropanax cuneatum*), Guaçatonga (*Casearia sylvestris*), Pau-Espeto (*Casearia gossypiosperma*), etc.

Figura 9 – Floresta Estacional Semidecidual Ribeirinha em Dourados, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré (SP)

## Floresta Paludosas (ou Mata de Brejo)

As Florestas Paludosas, denominadas também de Matas de Brejo são aquelas estabelecidas sobre solos hidromórficos ou aluviais, sujeitas à presença de água superficial permanentemente (Figura 10). Essas florestas são ecossistemas que apresentam particularidades ambientais e bióticas muito importantes para a manutenção dos recursos hídricos e para a conservação da diversidade de fauna e flora. Ocorrem em várzeas, planícies de inundação, nascentes ou margens de rio ou lagos (IVANAUSKAS, 1997). Podem ainda ocorrer em baixadas ou depressões onde a saturação hídrica do solo é o resultado do afloramento da água do lençol freático. São entremeadas por canais de drenagem, de larguras e profundidades variadas, onde se forma uma lâmina d'água. Nas Florestas Paludosas é bastante comum a ocorrência de espécies como: Cedro-do-Brejo (*Cedrela odorata*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Peito-de-Pombo (*Tapirira guianensis*), Guanandi (*Calophyllum brasiliense*), Figueira (*Ficus insipida*), Pindaíba-do-Brejo (*Xylopia emarginata*) e pinha-do-brejo (*Magnolia ovata*). O sub-dossel apresenta-se com uma altura de 4-10m, apresentando espécies como: Benjoeiro (*Styrax pohlii*), Capororoca (*Myrsine* spp.) e Marinheiro (*Guarea* spp.). O sub-bosque é formado por arbustos como os da família Piperaceae (*Piper aduncum* e *P. arboreum*) e Melastomataceae (*Miconia chamissois*).

Em áreas de clareira ou muito perturbadas é freqüente a presença de arvoretas de Embaúba, Peito-de-Pombo e Sangra-d'água (*Croton urucurana*).

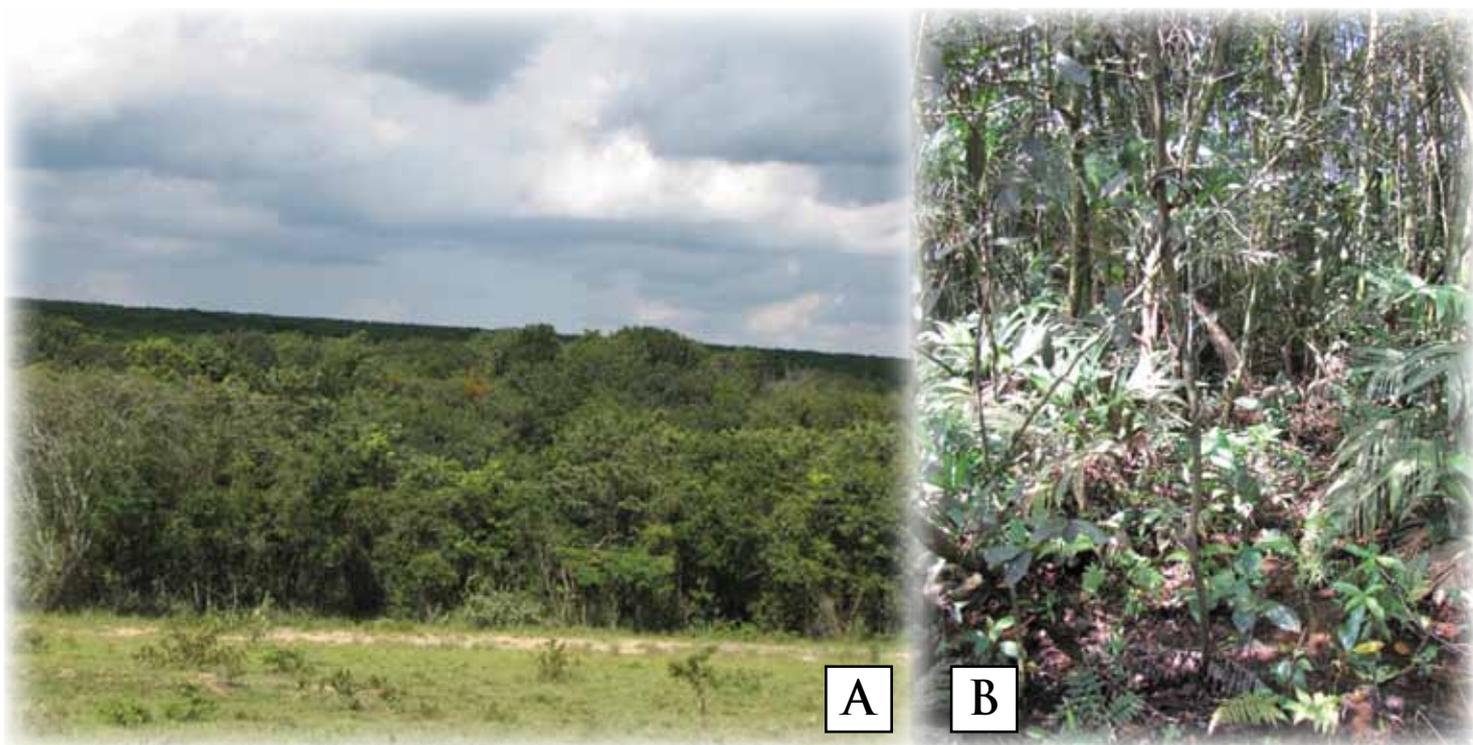


Figura 10 – Floresta Paludosa em Brotas, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré (SP);  
A - vista da fisionomia; B - interior, em destaque os pequenos canais de drenagem

## Cerradão e Cerrado

O Cerradão raramente ocorre em áreas ciliares, entretanto pode aparecer próximo de rios, em barrancos altos com solos profundos, sendo nesse caso chamado de Cerradão Ribeirinho.

Ocorre em solos profundos que podem apresentar altos teores de Alumínio, com pouca capacidade de retenção de água. São formados de árvores de 10 a 16m, de copas pequenas, folhas com grossas cutículas (camada de cera sobre a folha) e troncos com cascas grossas. Muitas espécies perdem as folhas nas épocas mais secas do ano. Ao contrário de outras florestas, o Cerradão tem o seu interior bastante iluminado porque as copas de suas árvores permitem a passagem de luz. As espécies principais desse tipo de vegetação são o Angico Vermelho (*Anadenantheramacrocarpa*), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o Copaíba (*Copaifera langsdorffia*), Farinha Seca (*Albizia niopoides*), Amendoim (*Pterogine nitens*), a Sucupira-Preta (*Bowdichia virgilioides*), etc.

A aparência não é igual a do cerrado típico (Figura 11), com árvores bem menores, em geral retorcidas e mais ou menos espaçadas, não chegando a formar uma floresta. As espécies que ocorrem em cerrado típico, são: Barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*), Pequi (*Caryocar brasiliense*), Sucupira Preta (*Bowdichia virgilioides*), Araticum (*Annona crassiflora*), etc.



Figura 11 — Cerrado em Bauru, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré (SP)

## Floresta Estacional Decidual

As Florestas Estacionais Deciduais podem aparecer, embora raramente, em barrancos altos de solos rasos ao longo de rios, em áreas ciliares, sendo assim denominadas de Florestas Estacionais Deciduais Ribeirinhas.

Essa formação é de elevada importância, pois apresenta fisionomia e florística próprias, bem distinta das demais formações florestais, principalmente devido ao tipo de solo onde ocorrem (raso).

São as florestas onde a maioria das espécies arbóreas perdem as folhas na época seca do ano. Isso faz com que ocorra alto nível de luz no seu interior, tornando o ambiente mais árido. Aparecem em solos muito rasos, com afloramento de rochas, rico em nutrientes, mas com baixa capacidade de armazenar água. Por isso, apresentam um número menor de espécies de árvores e arbustos, adaptadas a essas condições, sendo algumas delas a Aroeira-Verdadeira (*Myracrodruon urundeuva*), o Capitão (*Terminalia spp.*), os Ipês (*Tabebuia spp.*), os Angicos Brancos (*Anadenanthera spp.*), o Açoita Cavalos (*Luehea spp.*), o Mandacaru (*Cereus spp.*) e outras. Bromélias e cactos são frequentes nessas matas. A fisionomia dessa formação é caracterizada pela abundância de indivíduos de grande porte de Mandacaru.



Figura 12 - Vista aérea de uma Floresta Estacional Decidual em Jaú (Bacia dos Rios Tietê e Jacaré - SP) evidenciando a queda de folhas da maioria das espécies

## Métodos de Restauração Florestal

As ações de restauração dependem do uso atual da área a ser restaurada, do seu histórico de degradação e das características da paisagem da região. Antes de iniciar as ações de restauração é preciso:

### 1 - Isolar e Retirar os Fatores de Degradação

Normalmente, em propriedades onde há rebanhos, deve-se retirar o gado da área e isolá-la com a construção de cercas (Figura 13), evitando-se usar muitos fios de arame farpado para não isolar a fauna silvestre.

Outro fator de impacto é o fogo. O fogo “acidental” e recorrente é oriundo da queima como prática agrícola (ex: colheita de cana de açúcar) e devido à seca do capim das pastagens em época de estiagem. Uma das possibilidades para o isolamento e retirada deste fator de degradação, é a implantação de cinturões de proteção contra incêndios, que consistem em faixas de 50m ao redor dos fragmentos e das áreas em restauração.

No entorno desses fragmentos outros fatores de degradação que devem ser eliminados são: a descarga de águas pluviais, a retirada de madeira para lenha ou cerca, a drenagem de áreas alagadas para ocupação agrícola, entre outros.



Figura 13 – Cerca de arame para proteger contra a entrada de gado na área em restauração, Jaú, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré

### 2- Proceder a Eliminação Seletiva ou Desbaste de Competidores

Em certas situações onde existem espécies competidoras altamente agressivas, como as braquiárias (*Urochloa* spp.) e o colônio (*Panicum* spp.), torna-se necessário o controle dessas competidoras como ação complementar ao isolamento da área.

Normalmente observa-se, nas bordas de remanescentes florestais isolados e bastante degradados, a presença de extensas áreas invadidas por gramíneas, na maioria de espécies exóticas, e verdadeiros maciços de trepadeiras que recobrem algumas árvores.

No caso da existência dessas gramíneas nos fragmentos, em geral, favorece-se a ocorrência de incêndios, principalmente nos períodos mais secos do ano. Assim, o seu desbaste e eliminação, através de roçadas periódicas, diminuem a possibilidade de incêndio e auxiliam na recuperação destes trechos.

Já as trepadeiras (lianas e cipós) são um componente natural das florestas e, em muitos casos, podem apresentar uma riqueza de espécies ainda maior do que aquela encontrada para o componente arbustivo-arbóreo.

Deve-se propor o manejo de trepadeiras apenas quando estiverem em desequilíbrio, com a máxima cautela e em pequena escala, apenas no trecho onde este desequilíbrio é mais acentuado. A faixa de borda a ser manejada dependerá do estado de conservação de cada fragmento, normalmente variando entre 10 a 30 metros.

Dentro do conceito genérico de “competidores” podem também ser incluídas as espécies exóticas arbóreas com ocorrência isolada, como a Santa-Bárbara (*Melia azedarach*) e Leucena (*Leucaena leucocephala*) (de caráter invasor) e mesmo os eucaliptos e os *Pinus* sp. Recomenda-se, nesse caso, a eliminação gradual desses indivíduos e sua substituição por espécies nativas.

Em áreas de preservação permanente (APP) ocupadas com eucaliptos, o manejo mais adequado visando a restauração florestal é o anelamento gradual dos indivíduos presentes na APP. Após algum tempo esse indivíduo morre e cai, desencadeando o processo de regeneração natural. O anelamento deverá ser realizado apenas em situações com sub-bosque de espécies nativas bem constituído, que compense aproveitá-lo na restauração da área, o que é comum em eucaliptais com mais de 2 anos de idade, onde não houve um controle deste sub-bosque por tratos culturais.



Figura 14 - A- roçada inicial na área (Mineiros do Tietê); B- controle de lianas (Lençóis Paulista)

Algumas das principais ações de restauração estão apresentadas a seguir:

### A - Condução da Regeneração Natural

A regeneração natural é a ocupação de uma área degradada através da germinação de sementes de espécies nativas, que já existiam no solo ou que foram trazidas por animais ou pelo vento. Com o passar do tempo, vai ocorrendo o desenvolvimento dessas formas jovens (plântulas) de árvores e arbustos até se tornarem adultas e formarem uma capoeira. A regeneração natural pode ocorrer também através da brotação de troncos e raízes de espécies nativas queimadas ou cortadas, presentes na área degradada.

Essa ação é indicada para locais que apresentam elevado potencial de auto recuperação, isto é, onde se pode observar o início do desenvolvimento de plantas de espécies nativas (regenerantes). Pode ser recomendada também para áreas próximas de fragmentos de floresta, que estavam sendo mantidas com roçadas constantes ou onde ocorreu corte raso da floresta.

Dessa forma, o objetivo da condução da regeneração natural é cuidar para que essas espécies nativas regenerantes formem (estruturem) uma floresta num certo período e com baixo custo.

A condução da regeneração natural é um importante método de restauração da vegetação nativa, em função do seu custo reduzido, além de garantir a preservação do patrimônio genético e da diversidade de espécies no local restaurado. Além disso, esse método permite que espécies arbustivas, lianas e herbáceas nativas sejam incorporadas à área, aumentando a representatividade florística e genética das formações vegetais em restauração e garantindo assim maior probabilidade de sucesso.

A condução da regeneração natural é um dos métodos mais indicados para as sub-formações do Cerrado, onde se sabe que existe alto potencial de regeneração através de brotação vegetativa.

Essa expressão da regeneração natural é possibilitada pelas características de degradação da área, pelo seu uso e ocupação passados e presentes e pelas características do entorno. Ocorre mais comumente após isolamento (após 6-12 meses) e retirada do fator de degradação em áreas de pastagem, de agricultura de subsistência, de florestas degradadas por fogo ou exploração madeireira etc, e em áreas vizinhas de fragmentos florestais remanescentes, que podem fornecer os propágulos para essa regeneração natural, dependendo da qualidade desse fragmento e da sua posição no relevo em relação à área a ser restaurada.

Ações que tem resultado em melhoria do desenvolvimento da regeneração natural são o controle periódico de competidores, (colonião, braquiária, entre outros) e/ou trepadeiras em desequilíbrio, e a adubação desta regeneração (exceto para Cerrado, onde a condução se restringe ao coroamento dos indivíduos, pois as espécies dessas formações aparentam não tolerar ou responder à adubação). A regeneração deve ser tratada como se fosse um plantio de mudas, mas com custo bem inferior (Figura 15).

A condução da regeneração natural deve ser adotada como prática de restauração tanto no pré-plantio, nas áreas de restauração com presença de regenerantes, como no pós-plantio, em qualquer área restaurada, garantindo que as práticas de manutenção possibilitem a presença dos indivíduos introduzidos artificialmente e também dos naturalmente regenerados na área.

Vale destacar duas características comuns na regeneração natural: a baixa diversidade de espécies regenerantes e a ocupação desigual da área a ser restaurada. Dessa forma, duas próximas ações podem ser necessárias.



Figura 15 - Condução da regeneração natural através do coroamento das plantas nativas regenerantes.

## B - Adensamento e Enriquecimento de Espécies

Considera-se adensamento com mudas ou semeadura direta, a introdução na área a ser recuperada, de novos indivíduos das espécies já existentes no local e cuja densidade encontra-se abaixo do esperado em função de poucos indivíduos remanescentes ou de germinação espacialmente irregular do banco de sementes do solo (Figura 16).

A ação de adensamento, prática de manejo adaptativo para que a floresta consiga alcançar sua fase madura, é recomendado para locais em que está presente a capoeira e nela ocorre boa diversidade de árvores e arbustos, entretanto é formada por poucas plantas. Isso pode acontecer em áreas onde a regeneração natural ocorreu de forma irregular, deixando espaços vazios que precisam ser preenchidos com o plantio de mudas, por isso o nome adensamento. Nesse caso, é preciso fazer o plantio de mudas das mesmas espécies já existem no local ou de espécies nativas da região, que cresçam rapidamente, tenham copas grandes para recobrirem rapidamente a área. O plantio de espécies nativas regionais atrativas de fauna também é recomendado.

O espaçamento que pode ser usado para o adensamento é o de 3 m ou 2 m entre linhas e 2 metros entre plantas.

Esse procedimento é recomendado para suprir eventuais falhas da regeneração natural ou para o plantio em áreas de borda ou grandes clareiras dos fragmentos em estágio inicial de sucessão.

O enriquecimento é usado em áreas já ocupadas com vegetação nativa, mas que se apresentam com baixa diversidade florística. Esta situação de áreas cobertas com vegetação nativa em baixa diversidade (nativas ou restauradas) pode ter várias origens, como por exemplo, áreas de regeneração natural em estágio inicial ou que se desenvolveram a partir de propágulos de baixa diversidade, vegetação natural degradada (extrativismo seletivo, incêndios, presença de gado, etc.) e reflorestamentos com espécies nativas, mas em que foi utilizada uma baixa diversidade de espécies no plantio.

Essa ação consiste em reintroduzir na área as espécies que existiam ali, mas foram eliminadas por diversos fatores de impacto. Essas espécies nativas regionais a serem plantadas, como ação de enriquecimento, são principalmente de crescimento lento, que se desenvolvem em locais sombreados, do final da sucessão ecológica, muitas delas chamadas Madeiras de Lei que historicamente foram exploradas.

Dessa forma, o enriquecimento representa a introdução de novas espécies na área, espécies essas dos estágios mais finais de sucessão e das diversas formas de vida que ocorrem nas formações vegetacionais, tais como os arbustos, as lianas, as herbáceas e as epífitas (Figura 17) .

O enriquecimento pode ser realizado através do plantio de mudas, da introdução de banco de sementes alóctone (transporte e distribuição da camada superficial do solo de uma área nativa a ser alterada por algum motivo, como mineração, alagamento de reservatórios de hidrelétricas, estradas, mineração, etc.) ou da sementeira direta de enriquecimento.

Para a introdução de espécies arbóreas com mudas, sugere-se utilizar o espaçamento 6x6m. É importante ressaltar, é fundamental a escolha de espécies atrativas para a fauna, visando a manutenção e a introdução de polinizadores e dispersores.



Figura 16 – Plantio de adensamento com mudas para restauração de Floresta Paludosa

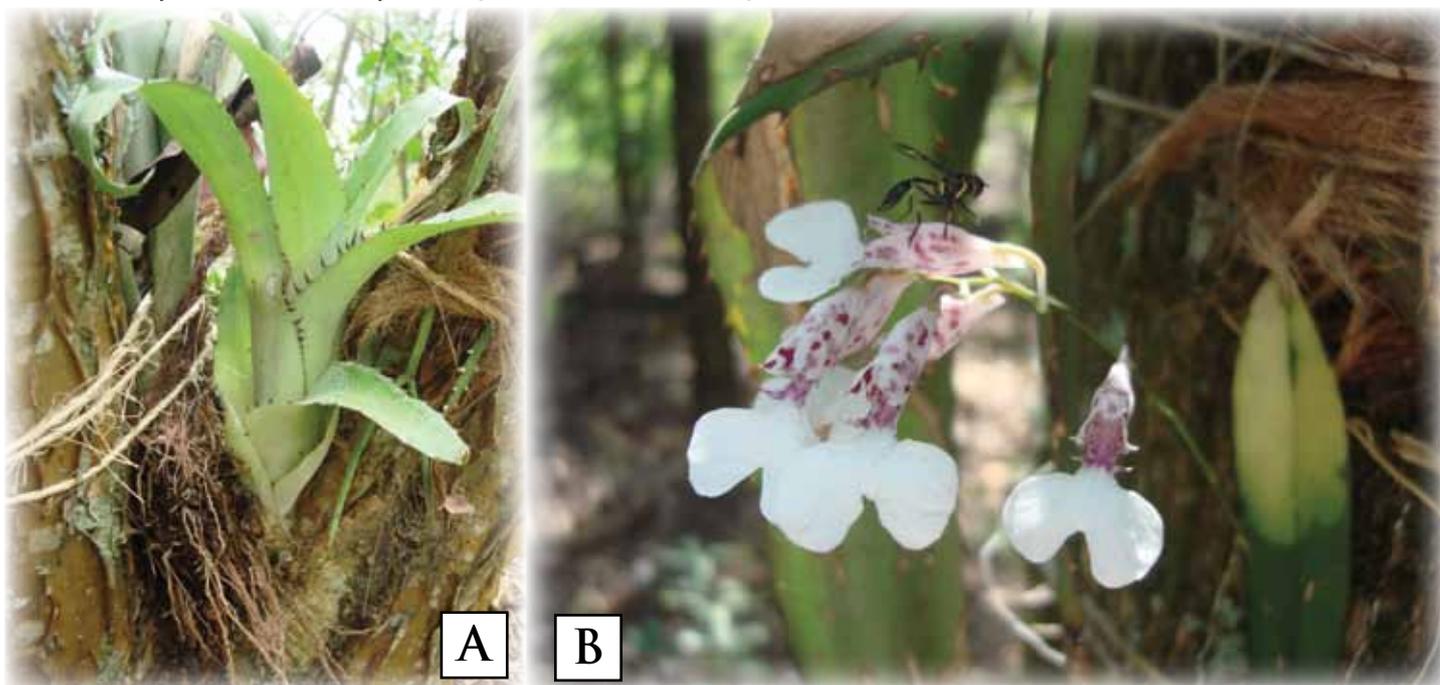


Figura 17 – Plantio de enriquecimento com epífitas nativas. A - Bromélias e B - Orquídeas

## C - Plantio em Área Total

Esse método é normalmente usado em regiões muito degradadas, com poucos fragmentos naturais remanescentes na paisagem, e nas áreas cujo ecossistema original foi substituído há muito tempo por atividades produtivas e onde se utilizam técnicas de exploração agrícola altamente tecnificadas. Nessa situação, elimina-se o potencial banco de sementes e de plântulas de espécies nativas, e em função do elevado grau de fragmentação da paisagem, reduz-se também a possível chegada de propágulos das formações vegetacionais próximas, comprometendo o potencial de auto-recuperação local.

Antes de qualquer intervenção de restauração, é essencial buscar conhecer qual a formação que originalmente ocupava o local, evitando equívocos de escolha de espécies.



Figura 18 - Plantio de espécies nativas em área total para restauração de mata ciliar. A - Restauração de Floresta Estacional Semidecidual Ribeirinha; B - Restauração de Floresta Paludosa

No plantio em área total são realizadas combinações das espécies nativas de diferentes comportamentos. Sugere-se a separação das mudas em dois Grupos Funcionais: Grupo de Recobrimento e Grupo de Diversidade (LERF/Esalq-USP).

Para uma espécie pertencer ao grupo de recobrimento ela deve ter rápido crescimento e a capacidade de formar copa densa e frondosa, sendo assim uma eficiente sombreadora do solo. O grupo de recobrimento tem como função promover rápido recobrimento da área, formando (estruturando) uma capoeira, e assim criando um ambiente favorável ao desenvolvimento das espécies do grupo de diversidade, que crescem na sombra, e ao mesmo tempo desfavorecendo o desenvolvimento de espécies invasoras, como a braquiária e o colônio, que crescem a pleno sol. Por isso, a distribuição regular na área das mudas do grupo de recobrimento, para formar uma cobertura contínua, é um dos fatores que pode garantir o sucesso da restauração.

Outra característica desejável para as espécies do grupo de preenchimento é que elas possuam florescimento e produção precoce de sementes.

No grupo de diversidade estão todas as demais espécies nativas regionais, isto é, aquelas que vão se desenvolver lentamente no interior da capoeira formada pelas espécies do grupo de recobrimento. As espécies do grupo de diversidade contribuirão para a elevada riqueza dos plantios. Elas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que irão gradualmente substituir as do grupo de recobrimento quando essas morrerem, ocupando definitivamente a área.

Nesse grupo podem ser incluídas, além das árvores e arbustos, as bromélias, as orquídeas, as trepadeiras, etc.

As espécies do grupo de recobrimento devem ser distribuídas de forma alternada às espécies do grupo de diversidade na linha de plantio, no campo. O espaçamento de plantio mais usado é o de 3 m entre linhas e 2 m entre plantas.

Como prática de plantio, pode-se iniciar o plantio apenas com as mudas de um grupo, plantando numa cova e pulando a outra. Terminado o plantio do primeiro grupo (Diversidade ou Recobrimento), inicia-se o plantio das mudas do outro grupo, preenchendo as covas que ficaram sem plantas (Figura 19). Sempre que a operação for possível, recomenda-se o plantio em sistema de cultivo mínimo, em linha, o que facilita o controle de competidores e minimiza os riscos de processos erosivos e os custos de implantação.

É também indicado a sementeira de espécies de adubos verdes nas entrelinhas do plantio, aumentando a capacidade produtiva do solo.

Metade das mudas utilizadas deve conter entre 10-15 espécies do grupo de recobrimento e a outra metade das mudas devem conter o máximo possível de espécies do grupo da diversidade sendo sugerido o uso de 70 a 80 espécies.

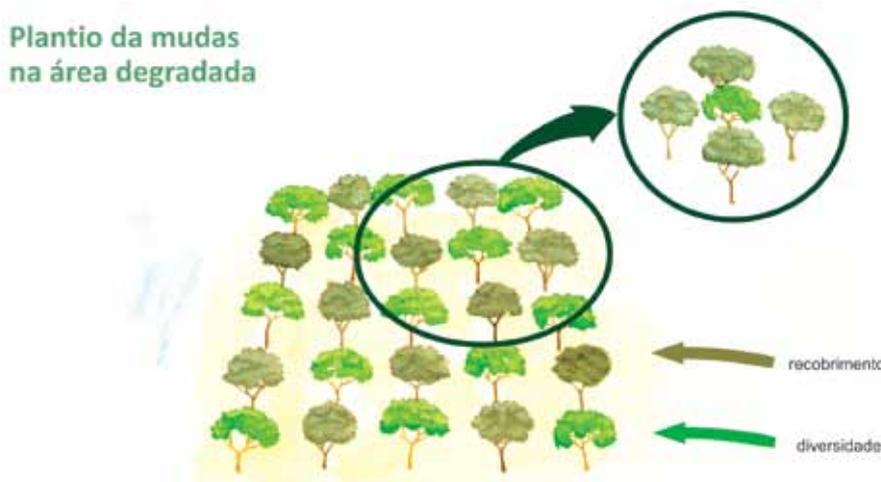


Figura 19 – Esquema do plantio no campo

Uma proposta alternativa para restauração em área total é fazer a sementeira direta (em sulcos ou berços) ou plantio de mudas das espécies do Grupo de Recobrimento, em espaçamento 3 x 3 m. Nas entrelinhas deve-se realizar a sementeira de espécies de adubos verdes (2 fileiras com 1 metro de espaçamento entre elas ) com o objetivo de controlar plantas invasoras e recuperar o solo. As espécies de adubos verdes mais recomendadas são: o Guandu (*Cajanus cajan*), o Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*), as Crotalárias (*Crotalaria spp.*).

Após 24-30 meses, quando o adubos verdes estiver saindo do sistema e as plantas do Grupo de Recobrimento sombreando a área, é hora de plantar ou semear as espécies do Grupo de Diversidade, no espaçamento 3 x 4 m.

Esse método é bastante viável, mas necessita de muita atenção e cuidado com o controle das plantas competidoras para não comprometer as plântulas. É também importante, para se obter boa germinação no campo, o uso de substratos específicos e com volume adequado, e adubação de liberação lenta; a elaboração de mix de sementes apropriado para a região e época de plantio; a precaução em condições adversas que comprometem a germinação das sementes; uso de sementes na quantidade e qualidades corretas, etc.

Outras formas de restauração florestal podem ser aplicadas, desde que a situação regional e local favoreçam, tais como: transferência de serapilheira e banco de sementes alóctone (originárias de outro local), transplante de plântulas ou indivíduos jovens alóctones, etc.

# ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE APPS HÍDRICAS EM MICROBACIA

**U**m programa de restauração florestal de microbacias tem o objetivo de orientar as ações de restauração e preservação da vegetação nativa e de manejo do solo, visando principalmente proteger e conservar as nascentes e os cursos d'água. Tem caráter abrangente, sistêmico, clareza de diretrizes e orientação para um objetivo comum.

É o documento que norteia a elaboração de projetos executivos de restauração florestal para a obtenção de benefícios que não seriam alcançados se fossem gerenciados individualmente.

A seguir, será apresentado um termo de referência para orientar a elaboração de programas de restauração florestal de APPs hídricas em microbacias da UGRHI Tietê-Jacaré.

## **Privilegiar a seleção de microbacias de alta e muito alta prioridade para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs)**

**A**s microbacias com alta ou muito alta prioridade (Tabela 5, Figura 20) são aquelas que apresentam características sociais e ambientais fundamentais para sua restauração e preservação, como por exemplo, ser manancial de abastecimento público, ou então, ter alta susceptibilidade à erosão, apresentar estado avançado de degradação da vegetação ciliar, ter baixo índice de vegetação remanescente, etc. (todos os critérios dessa análise foram apresentados no item 1) (Tabela 6).

Tabela 5 - Área (Km<sup>2</sup>), Total de microbacias, microbacias de Alta e Muito Alta prioridade de restauração (Km<sup>2</sup>) de cada Sub-bacia da UGRHI TJ

Número	Sub-Bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Total de Microbacias / Microregiões Hidrográficas	Microbacias / Microregiões Muito Alta e Alta Prioridade (Km <sup>2</sup> )	Área Total das Microbacias / Microregiões Muito Alta e Alta Prioridade (Km <sup>2</sup> )
1	Rio Jacaré-Guaçu e afluentes diretos do Rio Tietê	4.171,62	114	34	1.296,27
2	Rio Jacaré Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê	2.663,55	67	22	1.042,82
3	Rio Jaú, Ribeirões Ave Maria, Sapê e afluentes diretos do Rio Tietê	1.536,72	46	15	537,53
4	Rio Lençóis, Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê	1.428,11	30	11	685,72
5	Rio Bauru, Ribeirões Grande e Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê	827,48	17	6	244,00
6	Rio Claro, Ribeirões Bonito, Veado e água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê	1.166,69	36	10	461,55
<b>TOTAL</b>		<b>11.794,17</b>	<b>310</b>	<b>98</b>	<b>4.267,89</b>

Tabela 6 - Microbacias de Muito Alta e Alta prioridade, rede de drenagem (Km), Área de APP hídrica total (ha), vegetação remanescente em APP (ha), Área de APP hídrica degradada (ha) e mananciais de cada Sub-bacia da UGRHI TJ

Nº	Sub-Bacia	Microbacias / Microregiões Muito Alta e Alta Prioridade (Km²)	Rede de Drenagem Imagem 2010-2011 (Km)	Área APP Hídrica Total (ha)	Vegetação Remanescente em APP (ha)	Área APP Hídrica Degradada (ha)	MANANCIAIS
1	Rio Jacaré-Guaçu e afluentes diretos do Rio Tietê	34	786,72	4.822,75	1.606,93	3.215,82	12
2	Rio Jacaré_Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê	22	841,44	4.924,28	1.403,39	3.520,89	8
3	Rio Jaú, Ribeirões Ave Maria, Sapê e afluentes diretos do Rio Tietê	15	391,35	2.173,98	425,73	1.748,25	11
4	Rio Lençóis, Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê	11	465,02	2.827,53	449,94	2.377,59	11
5	Rio Bauru, Ribeirões Grande e Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê	6	173,19	918,23	221,47	696,76	0
6	Rio Claro, Ribeirões Bonito, Veado e água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê	10	255,10	1.438,69	227,18	1.211,51	0
<b>TOTAL</b>		<b>98</b>	<b>2.912,82</b>	<b>17.105,46</b>	<b>4.334,64</b>	<b>12.770,82</b>	<b>42</b>

Dessa maneira, ao serem implementadas ações de restauração de APPs prioritariamente nessas microbacias, os resultados positivos atingidos alcançarão maiores proporções, não somente do ponto de vista ambiental, mas social e econômico. Além disso, não abrangerão apenas a microbacia selecionada, mas, envolverão, de diversas formas, a Bacia Hidrográfica do Tietê Jacaré como um todo.

A seguir, o mapa da UGRHI TJ com destaque para as microbacias de alta e muito alta prioridade para restauração.

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Tietê-Jacaré (UGRH 13 TJ): Microbacias/Microregiões Hidrográficas Prioritárias

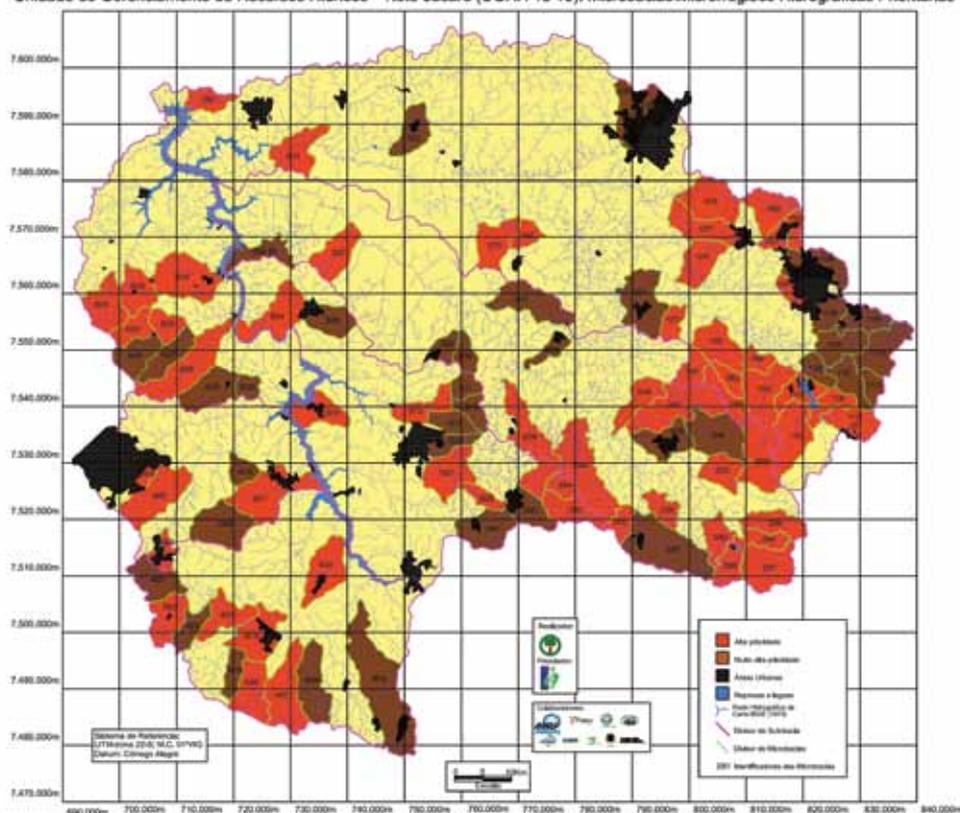


Figura 20 – Mapa apresentando as microbacias de alta e muito alta prioridade para restauração, de cada uma das sub-bacias da UGRHI TJ

# MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas temáticos a serem apresentados para o Programa de Restauração Florestal de APPs hídricas de microbacias, utilizando SIG para sua elaboração, são:

Mapa base com a apresentação dos limites da microbacia, rede hidrográfica, área urbana e estradas (Figura 21).



Figura 21 – Mapa base da Microbacia do Córrego Santo Antônio (Jaú, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré), com seus divisores d'água, rede hidrográfica, área urbana e estradas

## Mapa de Tipos de Solos

Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (ALMEIDA *et al.*, 1981) se mostra bastante útil em situações onde não é possível a obtenção de informações mais detalhadas da área estudada.

O conhecimento sobre os solos da microbacia (Figura 22) é a base para se conhecer o risco de erosão das áreas de entorno e as consequências às áreas a serem restauradas ou do interior das próprias APPs, para as recomendações de manejo, controle de fatores de impactos, etc.

### Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João: Tipos e associações de solos

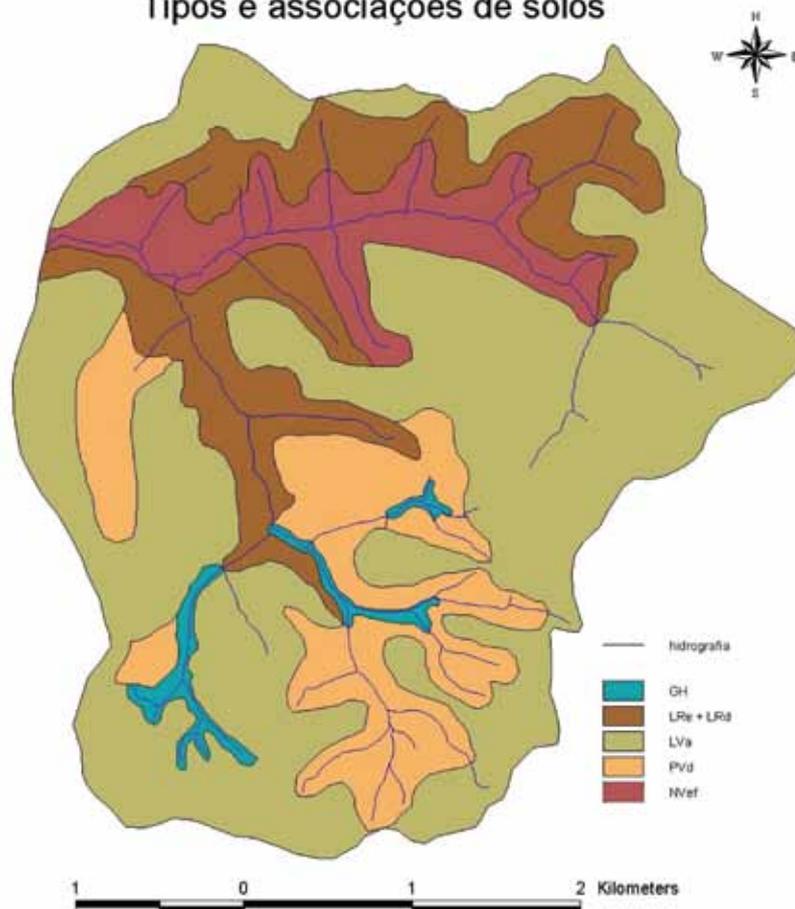


Figura 22 - Mapa de tipos e associações de solos da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Mineiros do Tietê, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré.

## Mapa de Declividade

O relevo de uma bacia influencia fatores meteorológicos e hidrológicos, tais como a velocidade do escoamento superficial e o tempo de concentração, portanto, é de grande importância a determinação das características da declividade, especialmente para o manejo integrado de uma microbacia.

A declividade do terreno é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa.

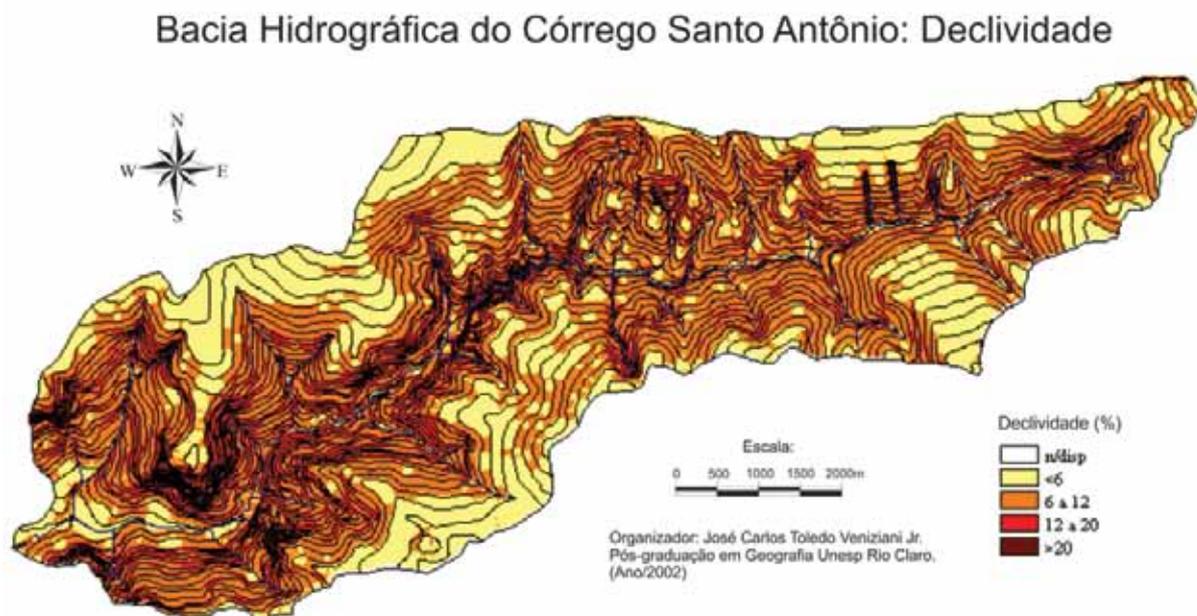


Figura 23 - Mapa de declividade da Microbacia do Córrego Santo Antônio, Jaú, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré

## Mapa de Uso e Ocupação Atual do Solo

Esse mapa pode ser elaborado através de informações obtidas de imagens de satélite, Google Earth, fotos aéreas atuais ou adquiridas junto aos produtores rurais e levantamentos de campo. Estes levantamentos utilizarão recursos tais como GPS, mapas, máquinas fotográficas e outros.

Esse mapa deve apresentar áreas ocupadas com atividades agrosilvopastoris, ou seja, com culturas agrícolas (temporárias ou permanentes), pastagens ou reflorestamentos homogêneos (eucalipto e pinus) áreas urbanizadas, áreas de vegetação natural e cursos d'água, lagoas, meandros abandonados e reservatórios (Figura 24).

Esses dados são importantes para se avaliar as características agrícolas, ou de áreas urbanas do entorno, e assim se conhecer e controlar fatores que possam estar causando danos às áreas a serem restauradas.

## Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João: Uso e ocupação atual do solo

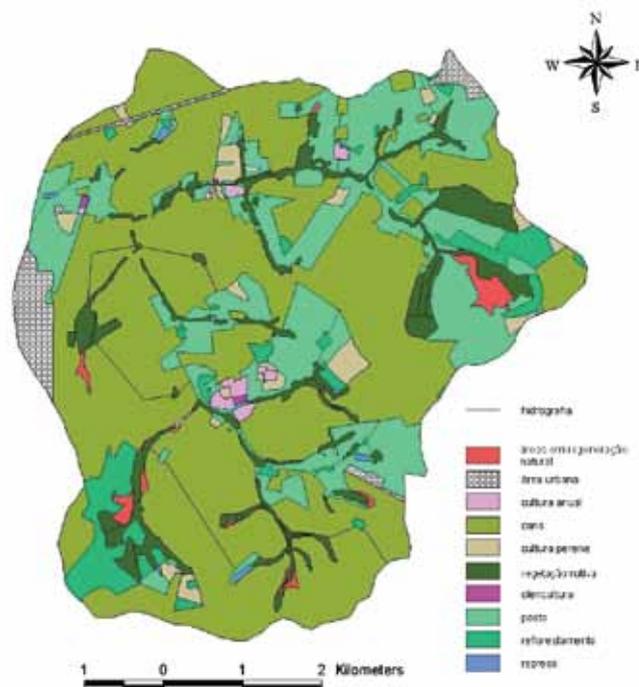


Figura 24 - Mapa de uso e ocupação atual do solo da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Mineiros do Tietê; Bacia dos Rios Tietê e Jacaré.

## Mapa de Estrutura Fundiária da Microbacia

Esse mapa apresenta os limites de cada propriedade rural da microbacia. É elaborado através de levantamentos de campo, informações junto aos produtores rurais, fotografias aéreas, etc.

Deve apresentar como anexo, as propriedades rurais classificadas por tamanho de módulo fiscal (inserir uma lista com o tamanho dos módulos fiscais de cada município da UGRHI TJ).

Como exemplo, a seguir, é apresentado o mapa de estrutura fundiária da Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João, do município de Mineiros do Tietê (Figura 25).

## Mapa e Caracterização Florística e Fisionômica da Vegetação Nativa e Áreas de Preservação Permanente

Esse mapa apresenta todos os remanescentes de vegetação natural presentes na Microbacia, tanto em Áreas de Preservação Permanente como fora delas, definindo: localização, tamanho, forma e área de todos os remanescentes.

A caracterização fisionômica da vegetação da microbacia permite identificar a qual formação vegetal ela pertence (Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Paludosa, Cerradão, etc.) (Figura 26). Os remanescentes naturais fora de APP também precisam ser incluídos nos levantamentos, pois representam a possibilidade de fonte de propágulos para as áreas a serem restauradas, além da formação de corredores ecológicos.

Deve ser realizada a classificação das áreas a serem restauradas em isoladas (distância > 100 m) e não isoladas (distância < 100 m) de fragmentos florestais.

É preciso caracterizar o estado de conservação e a distância dos fragmentos da vegetação natural da paisagem local que servirão de fontes de propágulos para a área em processo de restauração. A Tabela 7 é usada para esse fim e tem o objetivo de subsidiar a prescrição das ações de restauração a serem implementadas.

Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João:  
Estrutura fundiária

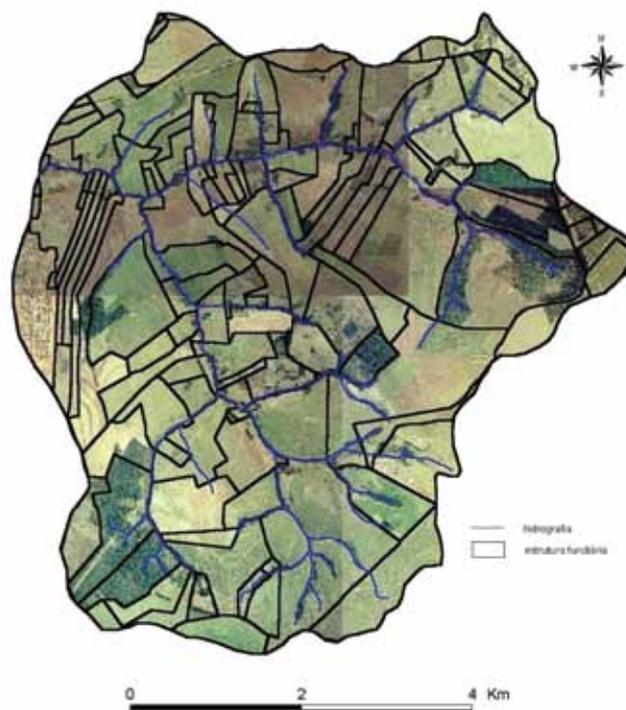


Figura 25 - Estrutura fundiária da Microbacia do Ribeirão São João, Mineiros do Tietê, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré.

Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João:  
Tipos vegetacionais e seu estado de degradação

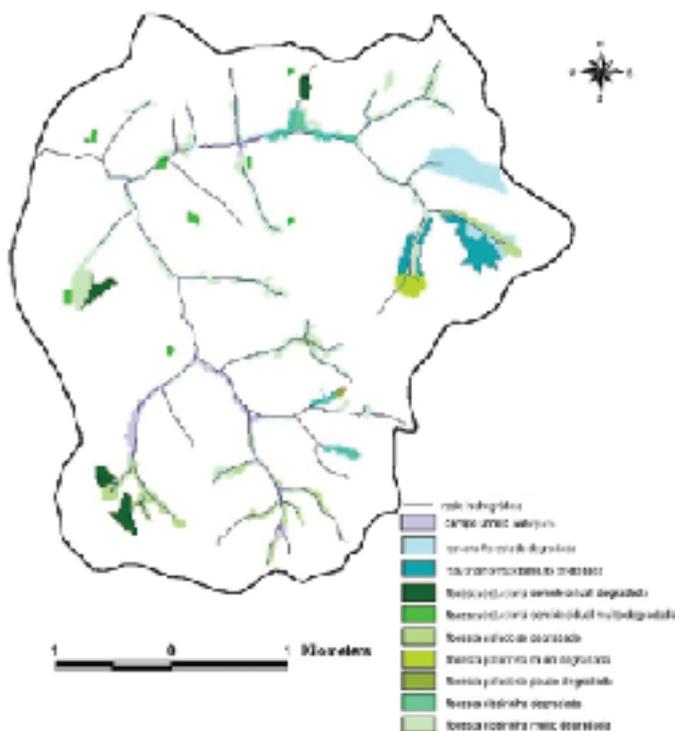


Figura 26 - Formações florestais dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes da Microbacia do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, Bacia dos Rios Tietê e Jacaré, SP) e seu estado de degradação.

Tabela 7 - Critérios utilizados para classificação do estágio de degradação dos fragmentos florestais (Lerf/Esalq-USP)

Estado de Conservação	Tipo de Formação Florestal	Nº de estratos	Dossel		Presença de epífitas	Presença de lianas em desequilíbrio		Invasão de gramíneas exóticas		
			Altura (m)	Continuidade		Borda	Interior	Borda	Interior	
Floresta conservada (sem ações de restauração)	Cerradão	>2	12-25	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Ocasional	Raro	
	Floresta Estacional Semidecidual	>2	12-25	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Ocasional	Raro	
	Floresta Paludícola	>2	9 – 20	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Raro	Raro	
	Floresta Estacional Decidual	>2	9 – 20	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Raro	Raro	
Outras formas de Florestas (passíveis de ações de restauração)	Floresta passível de restauração	Cerradão	>2	7 – 15	Contínuo com indivíduos regenerantes	Ocasional	Frequente	Ocasional	Frequente	Ocasional
		Floresta Estacional Semidecidual	>2	7 – 15	Contínuo com indivíduos regenerantes	Ocasional	Frequente	Ocasional	Frequente	Ocasional
		Floresta Paludícola	>2	6 – 12	Contínuo com indivíduos regenerantes	Frequente	Raro	Raro	Raro	Raro
		Floresta Estacional Decidual	>2	8 – 12	Contínuo com indivíduos regenerantes	Ocasional	Raro	Raro	Raro	Raro
	Floresta com necessidade de restauração	Cerradão	1 a 2	2 – 7	Descontínuo	Raro	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente
		Floresta Estacional Semidecidual	1 a 2	2 – 7	Descontínuo	Raro	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente
		Floresta Paludícola	1 a 2	2 – 6	Descontínuo	Ocasional	Raro	Raro	Raro	Raro
		Floresta Estacional Decidual	1 a 2	3 - 8	Contínuo	Raro	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente

Os critérios para a definição do estado de conservação dos remanescentes naturais consideram o número de estratos, as características do dossel, a presença de epífitas, a presença de lianas em desequilíbrio na borda dos fragmentos e a presença de gramíneas exóticas, como indicadores da intensidade de degradação dos fragmentos.

Os estratos de uma floresta são os diversos níveis de altura em que as copas de indivíduos de porte equivalente se tocam, podendo ocorrer desde um único estrato a vários estratos, sendo eles contínuos ou não. Uma floresta com estratos contínuos tem as copas dos indivíduos se tocando em diversas alturas, sem níveis predominantes definidos (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

A presença de diversidade de epífitas como orquídeas, bromélias e cactáceas caracteriza uma floresta pouco degradada, pois estas formas de vida necessitam de condições muito específicas de microclima e estrutura da vegetação para se estabelecer e se desenvolver, além de apresentar crescimento lento.

O efeito de borda é consequência da fragmentação florestal e está associado a mudanças ecológicas e microclimáticas da região de contato dessa fisionomia florestal com outras fisionomias não florestais de entorno. Seu efeito é bastante diverso, dependendo do organismo considerado, e inclui fortes variações de temperatura e umidade, maiores incidências de luz e fluxo de vento que influenciam diretamente na fauna e flora presentes naquele fragmento. Geralmente, essa situação é caracterizada pela invasão de gramíneas exóticas e pelo domínio desequilibrado de algumas populações de lianas ou arvoretas, que dificultam o estabelecimento de indivíduos arbóreos. Estes efeitos apresentam-se em maior ou menor grau conforme a intensidade, os intervalos de ocorrência, a duração e o tipo do fator de degradação.

Ainda, no que diz respeito à vegetação, deve ser realizado o levantamento florístico, estudo de quais espécies vegetais ocorrem em um determinado local, considerando as diferentes formas de vida (árvores, arbustos, herbáceas, epífitas e outras) e formações vegetais. Esses dados são utilizados para a elaboração de uma lista de espécies regionais de cada tipo de formação para uso na restauração das áreas degradadas.

A amostragem das espécies da flora é realizada através de visitas aos fragmentos florestais da microbacia, visando à coleta de frutos, flores e folhas de espécies arbustivo-arbóreas nativas de cada formação florestal, sempre dando preferência para a coleta de materiais dos indivíduos que se apresentam em estado reprodutivo (Figura 27).



Figura 27 – Coleta de material botânico para identificação e elaboração de lista florística regional de cada tipo de formação para uso na restauração.

Para ajudar na identificação das espécies, os produtores rurais locais podem participar com seu conhecimento da região. Assim também como pesquisas bibliográficas de outros levantamentos florísticos realizados na região ou parcerias com universidades, institutos de pesquisas e Ongs podem contribuir bastante nessa fase do trabalho.

O levantamento florístico permite o reconhecimento das espécies vegetais nativas de uma região, e entre elas, as mais apropriadas para uso na restauração ecológica. A listagem de espécies recomendadas para esse fim deve priorizar as formas de vida e espécies fundamentais para recomposição da estrutura e dos processos ecológicos do ecossistema natural, permitindo o restabelecimento da dinâmica das populações vegetais e animais (WALKER, 1992).

As Áreas de Preservação Permanente da microbacia devem ser delimitadas considerando as categorias de APP hídrica abrangidas pelo Código Florestal Brasileiro.

Em seguida, deve ser realizada uma **descrições e mapeamento das situações ambientais encontradas**, através de imagens aéreas e checagem de campo, dentro das APPs das margens dos rios e nascentes da microbacia, destacando os fatores de impacto e avaliando:

- Solo degradado ou não degradado;
- Existência ou ausência de mata ciliar;
- Tipo vegetacional caso ocorra vegetação nativa;
- Vegetação nativa com ou sem necessidade de ações de restauração;
- Estado de degradação da mata ciliar onde ela existir;
- Ocorrência de área abandonada com ou sem regeneração natural (elevada regeneração de indivíduos arbustivo-arbóreos = 300 ind./ha);
- Presença de cultura agrícola anual ou perene;
- Infraestrutura (estradas, pontes, casas, construções rurais, linhas de transmissão de energia elétrica, etc.);
- Pastagens com ou sem regeneração natural;
- Áreas úmidas naturais ou antrópicas;
- Áreas com ações de restauração já implementadas;
- Ocorrência de exóticas invasoras;
- Uso rural consolidado (Lei Federal 12.651/12), etc.

É importante também identificar e localizar no mapa a ocorrência de erosão, assoreamento, depósitos irregulares de resíduos, ou outros problemas ambientais na microbacia. Dessa forma é possível proceder à classificação e a quantificação das situações ambientais encontradas:

- Área total da microbacia (em ha);
- Área total da APP hídrica (em ha, % da microbacia);
- Área a ser restaurada (em ha, % da APP total, % da microbacia);
- Área de remanescentes naturais dentro da APP (em ha, % da APP total, % da microbacia);
- Área de remanescentes naturais fora de APP (em ha, % da APP total, % da microbacia);
- Situações ambientais descritas anteriormente (em ha, % da APP total, % da microbacia).

A partir daí, é possível efetuar o cálculo de mudas necessárias para as áreas que deverão ser restauradas e a ações de restauração, detalhando da seguinte forma:

- Situação ambiental (por exemplo: área abandonada sem expressão da regeneração natural, ou Floresta Paludosa degradada, ou pastagem com regeneração natural, etc.)

- Área em ha, % da APP total, % da microbacia;
- Estratégia de restauração detalhada (incluindo retirada dos fatores de degradação; controle de exóticas invasoras; ações de restauração como plantio em área total, enriquecimento, adensamento, etc.; ações complementares como inclusão de espécies atrativas da fauna, plantio de espécies agrícolas na entrelinha por tempo determinado, enriquecimento com outras formas de vida como bromélias, orquídeas, lianas, etc.);
- Quantidade de mudas necessárias.

No final, deve ser apresentado um cálculo total de área a ser restaurada e do número de mudas.

## **Propor um Plano de Ação e um Cronograma de Execução do Programa de Restauração Florestal de APPs hídricas, da montante à jusante**

**A**s áreas prioritárias para a restauração em uma microbacia são as Áreas de Preservação Permanente, pelos serviços ecossistêmicos que realizam. Além disso, são protegidas por lei e conseqüentemente onde podem ocorrer as autuações por irregularidades ambientais.

Dentro dos ambientes ciliares, devem ser priorizadas para a restauração as nascentes, visando a manutenção da quantidade e qualidade de água na microbacia.

São importantes também, as zonas ripárias, áreas de saturação hídrica, permanente ou temporária, de uma microbacia. Essas áreas ripárias podem ocorrer tanto ao longo da rede de drenagem quanto em pontos mais elevados da encosta. Ocorrem em locais onde o lençol freático está próximo à superfície, onde o solo tem maior capacidade de reter água e onde ocorrem enchentes frequentemente. O ecossistema ripário abrange a dinâmica de expansão e contração da zona ripária (conforme as chuvas), sua vegetação e suas interações com componentes bióticos e abióticos, e desempenha um dos mais importantes serviços ambientais, que é a proteção dos recursos hídricos (LIMA & ZAKIA 2006).

Além dessas áreas, devem ser priorizados os locais com elevado potencial de erosão, que estão diretamente relacionados com o tipo de solo e a declividade, sendo os solos potencialmente mais erodíveis quanto maiores forem a porcentagem de areia em sua composição e a declividade do terreno.

As seqüências das atividades do cronograma de execução estão organizadas respeitando o início da estação chuvosa que possui melhores condições de água no solo, temperatura e luz para um desenvolvimento mais satisfatório das mudas, por isso, o mês de novembro como ponto de partida.

O Plano de Ações e o Cronograma de Execução deve abranger os 36 primeiros meses, da implementação das ações de restauração até as manutenções.

O cronograma deve contemplar, além das seguintes atividades, outras relacionadas às particularidades das áreas a serem restauradas (Tabela 8):

- Cercamento da área;
- Controle de formigas;
- Controle de espécies invasoras (mecanizada, semi mecanizada, com herbicidas, etc.);
- Preparo da área (roçada, gradagem leve, etc.);
- Calagem;
- Abertura de berços ou sulcamento;

- Adubação de plantio e de cobertura (orgânica e/ou química) com base em análise de solo;
- Coroamento de regenerantes;
- Plantio;
- Coroamento das mudas;
- Irrigação;
- Replantio.

Tabela 8 - Cronograma para implantação e manutenção dos sistemas de restauração para o Programa de Restauração Florestal.

Atividades	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set
Cercamento da área												
Controle de formigas												
Controle de espécies invasoras												
Preparo da área												
Calagem												
Abertura de covas ou sulcamento												
Adubação de plantio												
Adubação de cobertura												
Coroamento de regenerantes												
Plantio												
Coroamento das mudas												
Irrigação												
Replantio												

Em seguida, cada uma dessas ações deve ser descrita em detalhes, com esclarecimentos sobre os métodos e produtos empregados, épocas de realização, materiais de campo utilizados e EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), etc.

#### **Estimar os custos para cada etapa de restauração da APP e o custo total para a microbacia**

Os cálculos devem incluir a quantificação de equipamentos, insumos, mão de obra, e rendimentos operacionais. Para isso, pode ser elaborada uma tabela definindo esses parâmetros por hectare, dentro de cada uma das ações operacionais de restauração descritas. No final da tabela deve ser apresentado o custo total para a microbacia.

Para cada uma das operações de restauração a serem realizadas, podem existir vários métodos disponíveis. A escolha deve ser definida em função das características da área a ser restaurada (declividade, encharcamento, gramíneas invasoras, erosão, difícil acesso, cercamento, mão de obra, mudas, insumos, transporte, etc.); considerando uso histórico e entorno), dos equipamentos disponíveis, da disponibilidade de mão-de-obra e de insumos, dos processos de certificação e ainda de acordo com o sistema de produção adotado pelos agricultores.

# ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE “PROJETOS EXECUTIVOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA CILIAR E NASCENTES” (PERFMCN).

## **Objetivos:**

- Apresentar MAPA DE LOCALIZAÇÃO do trecho a ser restaurado na microbacia

Esse mapa deve estar na escala 1:10.000 ou maior e conter os limites da microbacia, os limites do trecho a ser restaurado, a rede hidrográfica e estradas. Para maior detalhamento outros mapas devem ser apresentados:

- O mapa de solos é obtido através do levantamento pedológico detalhado da microbacia, o que proporciona melhor qualidade e especificidade dos dados em relação às informações gerais encontradas no Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas. É importante destacar as características de umidade do solo de cada trecho: seco, temporariamente úmido (saturado) ou permanentemente úmido (saturado).
- O mapa dos tipos vegetacionais do trecho a ser restaurado e seu estado de degradação, caso não haja o Programa de Restauração Florestal de APPs hídricas em Microbacia, seguindo as orientações anteriormente apresentadas.

## **Justificar a escolha da área**

**A** justificativa da escolha do trecho deve ser baseada no Programa de Restauração Florestal de APP em Microbacia, caso já tenha sido elaborado.

Deve levar em consideração características ambientais, sociais, agrícolas, econômicas, da área e do município onde se insere. É importante, na seleção do trecho, considerar a abrangência dos benefícios obtidos com as ações de restauração, do ponto de vista da busca da sustentabilidade.

- Definir os métodos de restauração florestal a serem utilizados no trecho

Para os trechos selecionados cujo Programa de Restauração Florestal da Microbacia não tenha sido elaborado, seguir as recomendações dos itens 2 e 3 para definir os métodos de restauração florestal de cada área.

Os itens seguintes devem ser apresentados, com detalhamento específico sobre o trecho selecionado para restauração, seguindo as orientação dos itens descritos anteriormente.

- Elaborar **Cronograma Físico Financeiro** com rendimento de serviços e custos de acordo com a situação;
- **Cronograma de Implantação das ações de restauração;**
- **Planejamento das Atividades Operacionais** nas áreas de restauração.

Finalizando os Roteiros Metodológicos para elaboração de Programas de Restauração Florestal de APPs hídricas em Microbacia e para Projetos Executivos de Restauração Florestal de Mata Ciliar, é importante observar o **protocolo de monitoramento das áreas** onde serão aplicadas ações de restauração, conforme previsto na Resolução SMA 32/2014.

Para os casos em que é obrigatório observar a Resolução SMA 32/2014, os restauradores deverão aplicar periodicamente Protocolo de Monitoramento, a ser publicado por meio de Portaria CBRN (Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais/SMA), até que os valores que atestam a restauração da área (conforme anexo da Resolução) sejam alcançados.



# BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E RECOMENDADA

## Livros e capítulos de livros

- LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. B. O papel do ecossistema ripário. In: As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento (W.P. Lima & M.B.J. Zakia, orgs). Rima Editora, São Carlos, p. 77-87. 2006
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. EDUSP/FAPESP 3 ed., p.235-247. 2004
- RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (eds.). High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil. New York: Nova Science Publishers, 2006.
- IVANAUSKAS 1997, LERF/Esalq-Usp, Legislações.

## Trabalhos científicos

- ATTANASIO, C. M. 2004. Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- EMMETT, B. A., HUDSON, J. A., COWARO, P. A. & REYNOLDS, B. The impact of a riparian wetland on stream water quality in a recently afforested upland catchment. *Journal of Hydrology*. v. 162, p. 337-353, 1994.
- NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review Ecological System*, v.28, p.621-658, 1997.
- REZENDE, J. H. 2009. Análise Fluviológica e Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaú - SP. Tse (doutorado) - Universidade Federal de São Calos.
- WALKER, B. H. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, v. 6, n. 1, p. 18-23, mar. 1992. Disponível em: <<http://www.ask-force.org/web/Organic/Walker-biodiv-redundancy-1992.pdf>>.

## Manuais técnicos

- Manual Técnico: Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da Reserva Legal para a Certificação Agrícola. Cláudia Mira Attanasio - Piracicaba, SP: Imaflora, 2008. 60 p.
- Restauração de Matas Ciliares Sob Linhas de Transmissão de Energia Elétrica. Cláudia Mira Attanasio, Rodrigo F. Maule, Ricardo R. Rodrigues, Gerd Sparovek - Piracicaba, SP: CTEEP (Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista), 2012. 70 p.

## R elatórios

Revisão do Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê/Jacaré. Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais - CPTI, 2008.

Projetos de Adequação Ambiental e Restauração Ecológica. BIOFLORA - Tecnologia da Restauração (Piracicaba, SP)

## S ites

ANA (Agência Nacional de Águas): [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/ SAA-SP): [www.apta.sp.gov.br](http://www.apta.sp.gov.br)

BIOFLORA - Tecnologia da Restauração (Piracicaba, SP): [www.viveirobioflora.com.br](http://www.viveirobioflora.com.br)

FATEC Jaú: [www.fatecjahu.edu.br](http://www.fatecjahu.edu.br)

Instituto Pró Terra: [www.institutoproterra.org.br](http://www.institutoproterra.org.br)

Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF)/ESALQ-USP: [www.lerf.esalq.usp.br](http://www.lerf.esalq.usp.br)

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo: [www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)

Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo:  
[www.sigrh.sp.gov.br](http://www.sigrh.sp.gov.br)

**OBSERVAÇÃO:** os mapas e tabelas referentes à UGRHI TJ apresentados nesse manual foram elaborados através do Projeto TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS TIETÊ-JACARÉ (UGRHI N°. 13) VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE e estão disponíveis no site:

<http://pdrf-tiete-jacare.webnode.com/>



## Realização



## Financiamento



## Parceiros Técnicos



FUNDAÇÃO FLORESTAL



INSTITUTO  
FLORESTAL

