

# **BILLINGS 2000**

**AMEAÇAS E PERSPECTIVAS PARA O MAIOR  
RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE SÃO PAULO**



O Instituto Socioambiental é uma associação civil, sem fins lucrativos, qualificada como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip), fundada em 22 de abril de 1994, por pessoas com formação e experiência marcante na luta por direitos sociais e ambientais.

Com sede em São Paulo e subsedes em Brasília (DF) e São Gabriel da Cachoeira (AM), além de bases locais para a implantação de projetos demonstrativos, o Instituto tem como objetivo defender bens e direitos sociais, coletivos e difusos, relativos ao meio ambiente, ao patrimônio cultural, aos direitos humanos e dos povos. O ISA produz estudos, pesquisas, projetos e programas que promovam a sustentabilidade socioambiental, divulgando a diversidade cultural e biológica do país.

Para saber mais sobre o ISA consulte [www.socioambiental.org](http://www.socioambiental.org)

#### **Conselho Diretor:**

Neide Esterci (presidente), Enrique Svirsky (vice-presidente), Carlos Frederico Marés de Souza Filho, Leão Serva, Márcio Santilli

#### **Secretários Executivos:**

Niito Tatto (geral), Sérgio Mauro [Sema] Santos Filho

#### **Coordenadores:**

Adriana Ramos, Alicia Rolla, André Lima, André Villas-Bôas, Angela Maria Ribeiro Galvão, Carlos Alberto Ricardo, Carlos Macedo, Hebert Lopreto, Fany Ricardo, João Paulo R. Capobianco, Maria Inês Zanchetta, Marina Kahn, Nurit Rachel Bensusan, Rodolfo Marinceck Neto, Rubens Mendonça

#### **Apoio institucional:**



UNIÃO EUROPEIA



Ajuda da Igreja  
da Noruega  
NCA

## **Ficha técnica do Projeto Diagnóstico Socioambiental Participativo da Bacia Hidrográfica da Billings**

Coordenação geral: João Paulo R. Capobianco e Marussia Whately

#### Equipe ISA

Laboratório de Geoprocessamento: Alícia Rolla (coordenadora, analista de sistemas de informação geográfica), Cícero Cardoso Augusto (engenheiro cartógrafo, analista de sistemas de informação geográfica), Fernando Frizeira Paternost (geógrafo, analista de sistema de informações geográficas), Viviane Mazin (geógrafa, analista em sensoriamento remoto), Rosimeire Rurico Sacó (analista de sistema de informações geográficas) e Edna Amorim dos Santos (produtora cartográfica)

Programa Direito Socioambiental: Rachel Bidermann Furriela, Fernando Mathias Baptista, Raul Silva Telles do Valle e Daniel Strauss (estagiário)

Programa Mata Atlântica: Leonardo Boscolo C. Barbosa (estagiário)

Documentação: Ângela Galvão, Leila Maria Monterio da Silva e Luiz Adriano dos Santos

Administração: Moisés Pangoni, Guilherme Tadaci Ake, Marcelo Amaro de Souza, Ivone Fernandes Gomides e Solange de Oliveira

Informática: Ana Carina Gomes de Andrade

Consultores: Mônica Peres Menezes (geóloga) e Marcos César Ferreira (geógrafo)

Instituições colaboradoras: A.C.C. Santa Luzia; Associação Comercial de Profissionais de Interlagos – ACPI; Associação Global de Desenvolvimento Sustentável – AGDS; Associação de Luta dos Proprietários do Jardim Falcão; Associação União e Luta dos Moradores do Parque América; Espaço – Formação, Assessoria e Documentação; Entidade Olhos da Mata; Instituto Acqua; Instituto Pólis; Instituto de Química da USP; Sesc Interlagos; Sociedade Amigos Sete Praias; Waiky – Aventura e Ação; Prefeitura Municipal de Ribeirão Pires; Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo; Secretaria Municipal de Planejamento de São Paulo; Sabesp; Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo

Apoio financeiro ao projeto:



Fundo Estadual de Recursos Hídricos

Apoios operacionais: Zoom - Aviação Ambiental (sobrevôos) e Instituto Acqua

Agradecimentos: Gil Lopes, Fabio Vital, Wladimir R. Barbosa, Monica Monteiro Schroeder, Marcos Bandini, Américo J. Junior e Renato Tagnin

Realização: Instituto Socioambiental - ISA

# **BILLINGS 2000**

## **AMEAÇAS E PERSPECTIVAS PARA O MAIOR RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

**Relatório do Diagnóstico Socioambiental Participativo da  
Bacia Hidrográfica da Billings no Período 1989-99**

**João Paulo Ribeiro Capobianco  
Marussia Whately**



INSTITUTO  
SOCIOAMBIENTAL  
[www.socioambiental.org](http://www.socioambiental.org)

**março, 2002**

## **BILLINGS 2000**

### **Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo**

**Autores:** João Paulo Ribeiro Capobianco e Marussia Whately

**Contribuições ao texto** (por capítulos): Rachel Bidermann Furriela (Legislação Ambiental Incidente na Bacia); Marcos César Ferreira (Índice de Comprometimento da Produção Hídrica); Mônica Peres Menezes (Mineração na Bacia Hidrográfica da Billings e Disposição de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica da Billings); Maria Lucia Ramos Bellenzani (Áreas Protegidas e Avanço da Urbanização na região da APA do Rio Capivari-Monos).

**Revisão:** Beatriz de Freitas Moreira

**Projeto gráfico/editoração eletrônica:** Vera Feitosa

**Mapas:** Laboratório de Geoprocessamento/ISA

**Fotos:** Monica Monteiro Schroeder

**Fotos históricas:** Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo

**Design/editoração eletrônica do CD-ROM:** Ana Beatriz Miranda e Murilo de Andrade Lima Lisboa

**Apoio à publicação:** Fehidro, Instituto Internacional de Educação do Brasil - IIEB

**Tiragem desta edição:** 2.000 exemplares

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Capobianco, João Paulo Ribeiro

Billings 2000 : ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo : relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99 / João Paulo Ribeiro Capobianco, Marussia Whately. -- São Paulo : Instituto Socioambiental, 2002.

Vários colaboradores.

Bibliografia.

ISBN 85-85994-08-8

1. Água - Armazenagem - São Paulo, Região Metropolitana 2. Billings (Represa) I. Whately, Marussia. II. Título. III. Título: Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo. IV. Título: Relatório do Diagnóstico Socioambiental Participativo da Bacia Hidrográfica da Billings no período 1989-99.

02-1244

CDD-627.860981611

#### **Índices para catálogo sistemático:**

1. Billings : Reservatório de água : Diagnóstico socioambiental : São Paulo : Região metropolitana 627.860981611

2. Diagnóstico socioambiental : Billings : Reservatório de água : São Paulo : Região metropolitana 627.860981611

APRESENTAÇÃO ..... 07

INTRODUÇÃO ..... 09



**capítulo I**

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DA BILLINGS EM 1999**

Caracterização geral ..... 13

Sub-regiões e sub-bacias ..... 14

A Represa Billings ..... 15  
Histórico da Represa

População e tipologias de ocupação urbana ..... 17

Uso e ocupação do solo em 1999 ..... 17

Aptidão física ao assentamento urbano ..... 19

Unidades de Conservação e outras áreas sob proteção especial ..... 20  
Unidades de Conservação de proteção integral  
Áreas de preservação permanente  
Áreas tombadas  
Terras Indígenas  
Novas UCs em estudo

Mineração ..... 22  
Atividades minerárias

Disposição de resíduos sólidos ..... 24

Qualidade da água da Represa Billings e de seus  
principais tributários ..... 26

Legislação ambiental incidente na Bacia ..... 28  
Leis de proteção aos mananciais do Estado de São Paulo  
Normas relativas à gestão de recursos hídricos  
Normas relativas à proteção da cobertura vegetal  
Normas relativas ao parcelamento do solo urbano  
Normas relativas à qualidade da água



**capítulo II**

**EVOLUÇÃO DAS ALTERAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS NO  
PERÍODO 1989-99 NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS**

Evolução do uso do solo no período 1989-99 ..... 33  
Evolução do uso do solo na área total da Bacia  
Evolução do uso do solo por município  
Expansão urbana  
Evolução do desmatamento

Crescimento populacional no período 1991-96 ..... 42  
Evolução da população residente na Bacia

Ocorrência de irregularidades no período 1978-98 ..... 44



**capítulo III**

**AMEAÇAS E PERSPECTIVAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS**

Análise integrada entre áreas urbanizadas e  
a aptidão física ao assentamento urbano ..... 47

Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH)  
no período 1989-99 ..... 48

Eixos de expansão da urbanização ..... 52

Impactos do traçado proposto do trecho  
do Rodoanel Metropolitano ..... 54

CONCLUSÕES ..... 55

BIBLIOGRAFIA ..... 57

ÍNDICE DE MAPAS ..... 58

ÍNDICE DE TABELAS ..... 58

ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... 59

SIGLÁRIO ..... 59





A água é um patrimônio de valor inestimável. Mais do que um insumo indispensável à produção e um recurso natural estratégico para o desenvolvimento econômico, a água é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas. É, ainda, uma referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população.

A conservação da quantidade e da qualidade da água depende das condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas, onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada, na forma de lagos naturais ou reservatórios artificiais. Isto porque, ao mesmo tempo em que os rios, riachos e córregos alimentam, por exemplo, uma determinada represa, eles também podem trazer toda sorte de detritos e materiais poluentes que tenham sido despejados diretamente neles ou no solo por onde passaram.

Além do despejo de substâncias poluentes e depósitos irregulares de resíduos sólidos, outros fatores contribuem para a degradação dos mananciais, tais como a impermeabilização do solo, resultante da urbanização não planejada, o desmatamento e a atividade agrícola sem os cuidados com o controle da erosão.

Nos dias de hoje, muito se fala a respeito da “crise da água” como um dos maiores problemas que a humanidade enfrentará nos próximos anos. Especula-se sobre a possibilidade da escassez deste recurso vital tornar-se motivo de guerras entre países. É preciso, no entanto, estarmos conscientes de que, exceto no caso de regiões do planeta em que há uma limitação natural da quantidade de água doce disponível, na maioria dos países o problema não é a quantidade, mas sim a qualidade da água, cada vez pior devido ao mau uso e à gestão inadequada.

No caso do Brasil, uma análise comparativa entre a disponibilidade hídrica e a demanda da população mostra que o nível de utilização da água disponível em 1991 era de apenas 0,71%. Mesmo para os Estados mais populosos e desenvolvidos como São Paulo e Rio de Janeiro, este índice também era muito confortável, estando por volta de 10%. Ou seja, a questão que se coloca diante de nós não é a disponibilidade ou falta de água, mas sim as formas de utilização deste recurso que estão levando a uma acelerada perda de qualidade, em especial nas regiões intensamente urbanizadas ou industrializadas.

A Região Metropolitana de São Paulo é um caso exemplar de má gestão dos recursos hídricos. Água há. Basta verificar, em qualquer mapa da cidade, os rios de bom tamanho como o Tietê e o Pinheiros, e mais de uma centena de rios menores e córregos drenando toda a região. Há, ainda, várias represas de grande porte como a Guarapiranga e a Billings, e vastas áreas de mananciais que praticamente envolvem toda a Metrópole. É, sem dúvida, uma região naturalmente bem servida de água. Mas a falta de planejamento e responsabilidade tem provocado a contaminação dos rios, córregos e represas e a ocupação desordenada das regiões de mananciais.

Problemas decorrentes da má gestão dos recursos hídricos têm levado a Grande São Paulo a se transformar em um enorme mata-borrão que suga água de outras regiões através de barragens, reversões de rios, adutoras e canais. São obras enormes, com custos altíssimos e grande impacto ambiental e social durante o processo de implantação, para trazer mais água para ser mal utilizada e desperdiçada. Enquanto isso, os mananciais continuam sendo invadidos e contaminados com esgoto, lixo e produtos químicos, e o abastecimento permanece precário.

Um dos exemplos mais significativos deste problema é a Billings. Com uma vazão natural de 14 m<sup>3</sup>/s, a Represa teria capacidade para fornecer água em quantidade adequada para cerca de 4,5 milhões de habitantes. A gestão irresponsável deste manancial por mais de seis décadas, no entanto, tem limitado seu uso para abastecimento de apenas 1 milhão de pessoas.

O presente estudo, intitulado “Billings 2000 – Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo”, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental em parceria com diversas outras organizações, apresenta um quadro impressionante. Entre os anos de 1989 e 1999, a Bacia Hidrográfica da Billings perdeu mais de 6% de sua cobertura vegetal, enquanto a expansão urbana foi da ordem de 48%. Pior, mais de 37% da ocupação urbana registrada ocorreu em áreas que possuem sérias ou severas restrições ambientais. São encostas íngremes, regiões de aluvião ou de várzea. Apenas 12% do crescimento da mancha urbana se deu em áreas favoráveis. Os movimentos de terra, tais como abertura de estradas e terraplenagem e construções não autorizadas figuram no topo das ocorrências irregulares, respondendo por 70% dos 988 registros efetuados no período de 1978 a 1998.

Apesar do avanço da degradação, o fato de a Bacia Hidrográfica da Billings apresentar mais de 53% de seu território recoberto por vegetação nativa lhe assegura condições ambientais favoráveis à garantia de produção de água. Para isso, no entanto, é necessário controlar imediatamente a ocupação desordenada e paralisar o processo de contaminação da Represa pelo despejo de esgoto.

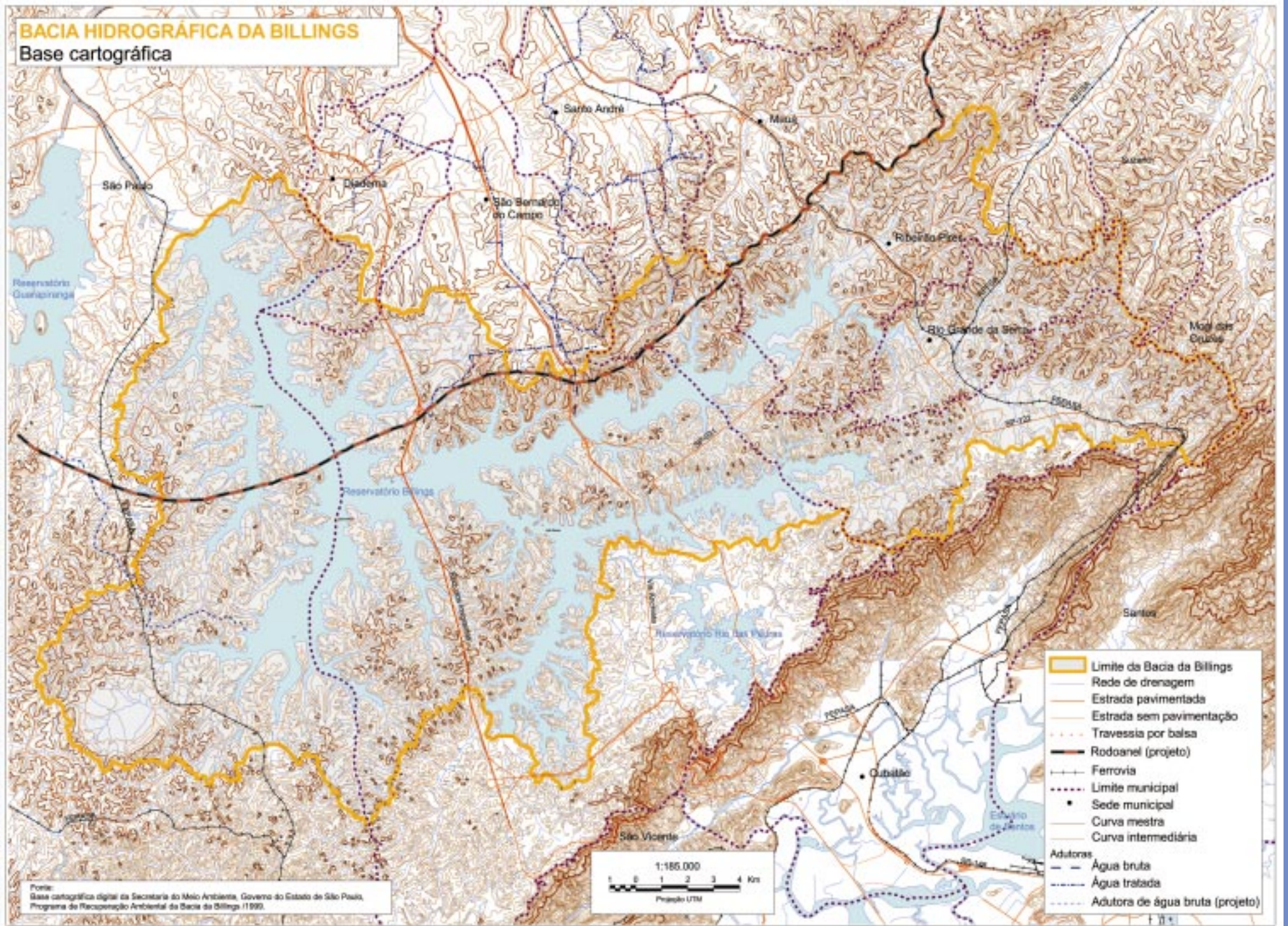
Um futuro mais promissor para a Billings depende da revisão do modelo tecnocrata e utilitarista que imperou até hoje na gestão dos recursos hídricos no Brasil. Um modelo que ignora que a água de boa qualidade é um recurso finito e que prioriza certos usos, como geração de energia, saneamento e transporte, em detrimento de outros mais nobres, como o abastecimento.

Esperamos que a ampla disseminação das informações sobre as condições atuais deste importante manancial contidas no “Billings 2000” estimule a sociedade a exigir a implementação de novos padrões de gestão da Bacia Hidrográfica da Billings e forneça subsídios úteis à elaboração de políticas públicas para a sua conservação e recuperação.



# BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

## Base cartográfica





# INTRODUÇÃO

*Billings 2000 – Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo* reúne os principais resultados do Diagnóstico Socioambiental Participativo da Bacia Hidrográfica da Billings, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental com o apoio de um expressivo conjunto de organizações governamentais e não governamentais atuantes na região.

A obra está organizada em três capítulos. O primeiro – Caracterização socioambiental da Bacia Hidrográfica da Billings em 1999 – busca propiciar ao leitor uma visualização do contexto atual da região. Para tanto, aborda seus aspectos naturais mais significativos, sua divisão política, a população residente, as formas de uso e ocupação do solo, as informações sobre aptidão física natural ao assentamento urbano, a legislação ambiental incidente, as unidades de conservação e outras áreas sob proteção especial, além dos problemas decorrentes das atividades de mineração, disposição de resíduos sólidos e contaminação da água.

O segundo capítulo – Evolução das alterações socioambientais na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999 – traz informações sobre a evolução das ações antrópicas ocorridas nos últimos dez anos na região. Por meio de dados relativos às alterações no uso do solo, crescimento populacional e ocorrências de irregularidades registradas pelos órgãos públicos, é apresentada ao leitor a dinâmica socioambiental contemporânea da área de estudo.

Finalmente, o terceiro e último capítulo – Ameaças e perspectivas para a sustentabilidade socioambiental da Bacia Hidrográfica da Billings – apresenta avaliações de como as alterações antrópicas comprometem a estabilidade ambiental e a capacidade de produção de água da região. Estão contempladas, ainda, neste capítulo, as principais conclusões e recomendações da equipe responsável pela elaboração dos estudos, para que seja revertido o processo de acelerada degradação da Billings.

Esta publicação inclui dois outros produtos do Diagnóstico Socioambiental Participativo da Billings. Uma carta-imagem, no formato de *mapa-pôster*, onde a base cartográfica, alguns dados resumidos da região e fotografias de seus principais aspectos foram sobrepostos a uma imagem do satélite Landsat-7, de abril de 2000, de forma a oferecer uma visualização geral da Bacia Hidrográfica; e um CD-ROM com os seguintes produtos no formato digital: versão integral do texto do Diagnóstico; sistema de informação geográfica completo da região, com todos os dados reunidos, gerados e organizados pelo projeto; e um acervo de fotografias georreferenciadas da Bacia, organizadas de forma a permitir que o usuário faça um sobrevôo virtual sobre a região.

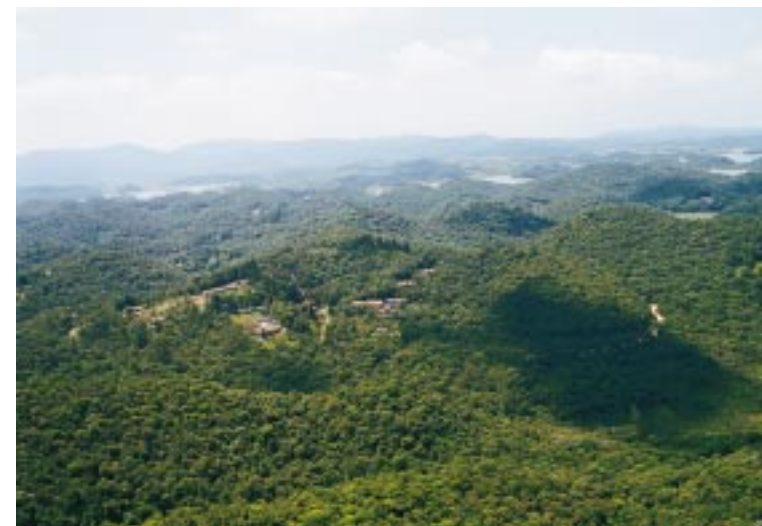
O Diagnóstico Socioambiental Participativo da Bacia Hidrográfica da Billings foi elaborado pelo ISA, no período de setembro de 1999 a novembro de 2000, com o objetivo de servir como subsídio ao planejamento e avaliação das ações de instituições governamentais e não governamentais atuantes junto a este importante manancial da Região Metropolitana de São Paulo.

Sua elaboração seguiu as seguintes etapas:

1. Seminário para definição dos indicadores socioambientais, identificação das informações disponíveis e organizações locais a serem convidadas para participar do processo e definição de atribuições das entidades colaboradoras;
2. Montagem do banco de dados, preparação da base cartográfica digital, georreferenciamento dos dados e produção dos mapas e análises espaciais;
3. Seminário para avaliação e aprimoramento das informações obtidas e inserção de novos dados apresentados pelas entidades participantes;
4. Produção de novos mapas, estatísticas e análises espaciais;
5. Produção do Relatório Final e disponibilização das informações em formato impresso e digital para as entidades participantes e demais órgãos públicos e privados, além de instituições de pesquisa, escolas e demais interessados.

Este é o segundo projeto desenvolvido pelo ISA na área de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. O primeiro, apresentado ao público em março de 1998, abordou as alterações antrópicas ocorridas na região da Represa de Guarapiranga, no período de 1989 a 1996.

Nos próximos anos, o ISA pretende elaborar estudos semelhantes para a região da Cantareira e demais áreas de mananciais da Grande São Paulo, os quais, atualizados anualmente, permitirão o monitoramento detalhado e a intervenção organizada da sociedade nas ações de conservação e recuperação destas áreas, fundamentais para a qualidade de vida de mais de 16 milhões de pessoas.



*A Bacia Hidrográfica da Billings possui grande parte de seu território ainda coberto por Mata Atlântica. (dez/99)*



*Região do Braço Bororé, uma das áreas da Bacia que ainda apresenta cobertura florestal significativa. (dez/99)*



*A ocupação desordenada se espalha pela Bacia e resulta em sérios problemas ambientais, como é o caso da região do Cocaia. (abr/00)*



capítulo I

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS EM 1999**



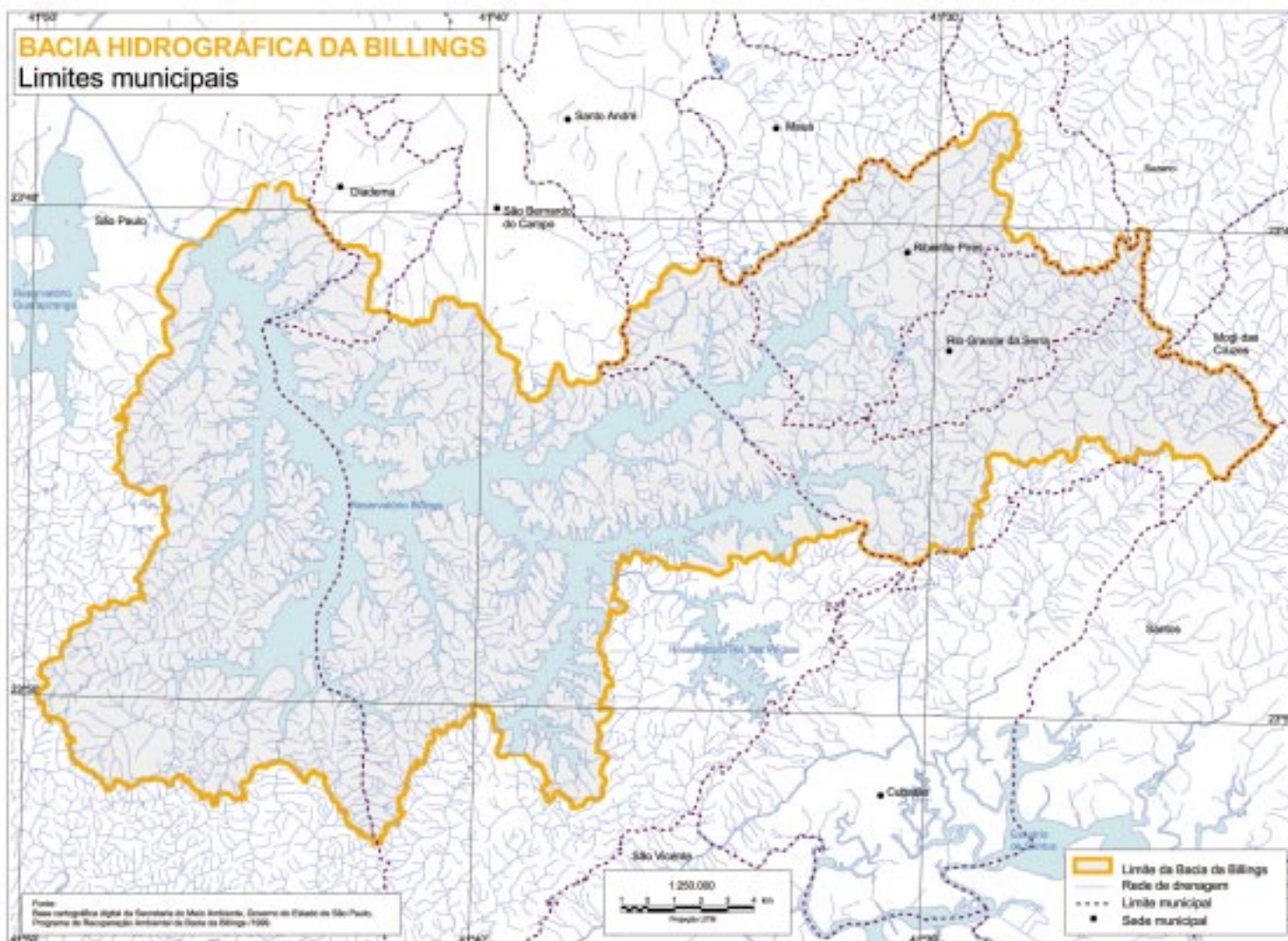


Tabela 1 - Municípios inseridos na Bacia

Município	Área total dos municípios		Área na Bacia		
	(ha) <sup>(1)</sup>	(ha) <sup>(2)</sup>	(ha) <sup>(2)</sup>	% <sup>(3)</sup>	% <sup>(4)</sup>
Diadema	3.200,00	3.069,89	726,80	23,68	1,25
Ribeirão Pires	10.700,00	9.900,10	6.367,37	64,32	10,93
Rio Grande da Serra	3.100,00	3.661,45	3.661,45	100,00	6,28
Santo André	18.100,00	17.476,00	9.581,20	54,82	16,44
São Bernardo do Campo	41.100,00	40.597,50	21.384,48	52,67	36,69
São Paulo	150.900,00	152.462,30	16.559,30	10,86	28,41

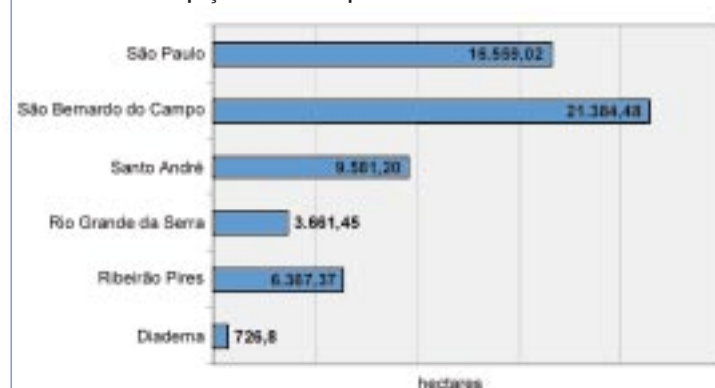
<sup>(1)</sup> Seade - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.

<sup>(2)</sup> Sistema de Informações Geográficas - SIG/ISA.

<sup>(3)</sup> Sobre a área do município (calculada considerando dados do SIG/ISA).

<sup>(4)</sup> Em relação à área da Bacia (58.280,32 ha).

Gráfico 1 - Participação dos municípios na área da Bacia





## CARACTERIZAÇÃO GERAL

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um território de 58.280,32 hectares (582,8 km<sup>2</sup>), localizado na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite, a oeste, com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e, ao sul, com a Serra do Mar. Sua área de drenagem abrange integralmente o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo.

A maior parte de suas nascentes localiza-se na porção sul e leste da bacia, próximas ao reverso das escarpas da Serra do Mar, em altitudes máximas em torno dos 900 m. A porção oposta da Bacia, norte e oeste, possui uma rede de drenagem bem menor, com cursos d'água curtos e de perfil longitudinal pouco expressivo, onde o desnível topográfico é em média de 50 m, da nascente à foz. (HIDROPLAN, 1995)

Os principais formadores da Bacia Hidrográfica da Billings são: Rio Grande, ou Jurubatuba; Ribeirão Pires; Rio Pequeno; Rio Pedra Branca; Rio Taquacetuba; Ribeirão Bororé; Ribeirão Cocaia; Ribeirão Guacuri; Córrego Grota Funda e Córrego Alvarenga.

O clima predominante na região apresenta características tropicais e subtropicais, com temperatura média de 19°C e índices pluviométricos anuais com gradiente alto, crescente à medida que se aproxima da região serrana. Nas proximidades de Pedreira, próximo à barragem formadora da Represa Billings, o índice médio é de 1.300 mm anuais. No eixo do Corpo Central e Braço do Rio Grande, a pluviosidade sobe para 1.500 mm, chegando a atingir 3.500 mm/ano no divisor com a bacia litorânea. (HIDROPLAN, 1995)

A distribuição de chuvas apresenta certa sazonalidade, com máximas nos meses de verão, de dezembro a março; porém, mesmo nos meses mais secos a ocorrência de chuvas é freqüente, principalmente nas proximidades da Serra do Mar. A umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano.

A Bacia está inserida no Domínio da Mata Atlântica e a totalidade de sua área era, originalmente, recoberta por floresta ombrófila densa. Segundo a análise do uso do solo, realizada pelo Instituto Socioambiental através da interpretação de imagem de satélite, em 1999 cerca de 53% de seu território encontrava-se coberto por vegetação natural, principalmente por Mata Atlântica secundária em estágio médio e avançado de regeneração. As porções sudeste, sul e sudoeste da Bacia são as que apresentam maiores quantidades de vegetação.

O avanço da urbanização e de outras atividades antrópicas, entretanto, tem levado ao desmatamento acelerado. Em alguns trechos da Bacia, a vegetação começa a ficar restrita a manchas isoladas ao longo do reservatório. Existem sub-bacias com elevada concentração de urbanização, como é o caso da região do município de Diadema, porção norte da Bacia, onde a vegetação é praticamente inexistente.



Várzea do Rio Pequeno, um dos principais afluentes da Represa Billings. (abr/00)



Região do Corpo Central da Billings próxima ao canal de interligação com o Reservatório do Rio das Pedras. (abr/00)

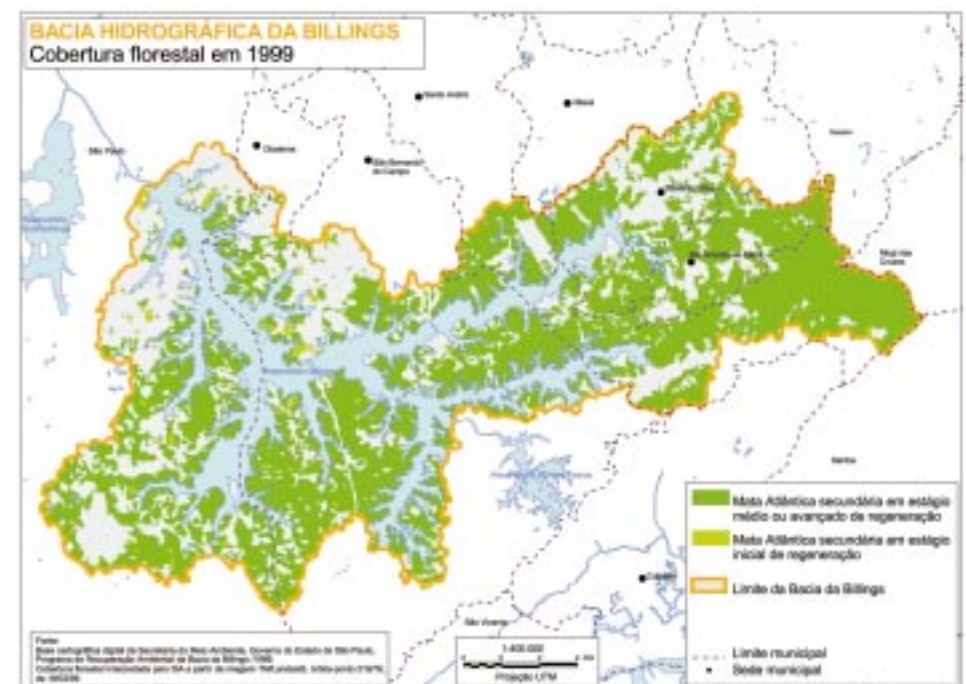




Tabela 2 - Sub-regiões da Bacia

Sub-região	Nº de sub-bacias	Área (ha) <sup>(1)</sup>
Corpo Central	27	3.973,25
Alvarenga	12	2.292,26
Bororé	12	3.519,70
Capivari	07	2.023,91
Cocaia	06	1.771,78
Grota Funda	03	899,55
Pedra Branca	07	1.981,08
Rio Grande (jusante da Barragem Anchieta)	07	1.605,09
Rio Grande (montante da Barragem Anchieta)	35	17.649,01
Rio Pequeno	14	3.881,17
Taquacetuba	23	8.135,95

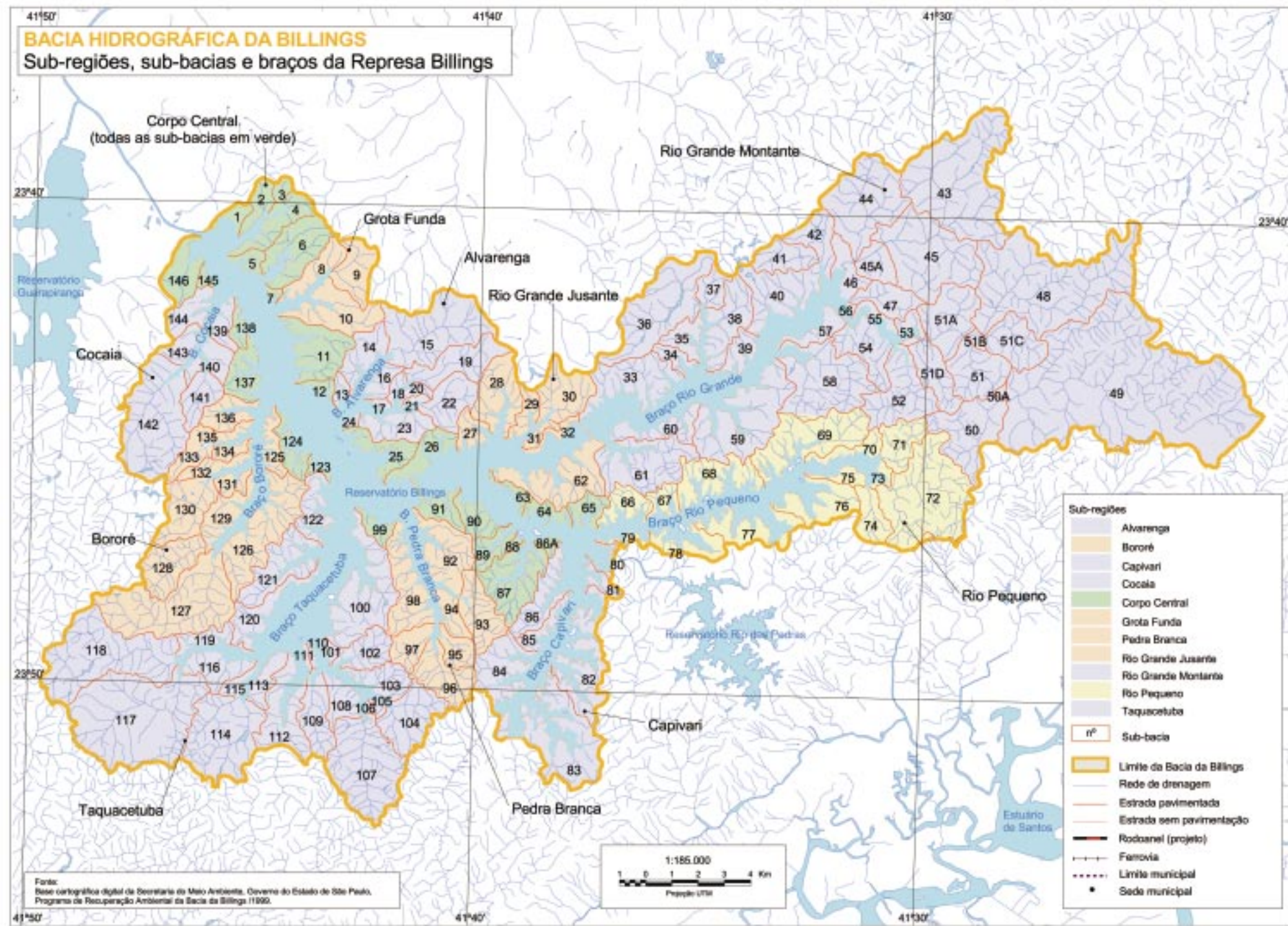
<sup>(1)</sup> Sistema de Informações Geográficas/ISA.

## SUB-REGIÕES E SUB-BACIAS

A Bacia Hidrográfica da Billings está dividida em 11 sub-regiões: Corpo Central, Alvarenga, Bororé, Capivari, Cocaia, Grota Funda, Pedra Branca, Rio Grande (a jusante da Barragem Anchieta), Rio Grande (a montante da Barragem Anchieta), Rio Pequeno e Taquacetuba.

Cada uma das 11 sub-regiões, por sua vez, está subdividida em unidades menores, as sub-bacias. Esta divisão procurou contemplar as áreas de drenagem dos diversos rios e córregos formadores de cada sub-região, totalizando 153 sub-bacias.

A divisão da Bacia em sub-regiões e sub-bacias permite uma aproximação maior e um diagnóstico mais preciso da situação de áreas sujeitas a impactos negativos advindos das alterações do uso do solo, ou das que possuem alto grau de preservação e grande contribuição para a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas.







*Construção da Barragem de Pedreira no curso do Rio Grande ou Jurubatuba, 1928.*

## ■ A REPRESA BILLINGS

A Represa Billings é o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo. Seu espelho d'água possui 10.814,20 ha, correspondendo a 18% da área total de sua bacia hidrográfica<sup>1</sup>. O nível d'água do Reservatório é bastante variável, em função do bombeamento das águas dos Rios Tietê e Pinheiros. O nível de água máximo normal é na cota 747,65, conforme dados do IBGE. (HIDROPLAN, 1995)

Devido a seu formato peculiar, a Represa está subdividida em oito unidades, denominadas braços, os quais correspondem às sub-regiões da Bacia Hidrográfica: Braço do Rio Grande, ou Jurubatuba, separado do Corpo Central pela barragem da Rodovia Anchieta; Braço do Rio Pequeno; Braço do Rio Capivari; Braço do Rio Pedra Branca; Braço do Taquacetuba; Braço do Bororé; Braço do Cocaia; e Braço do Alvarenga.

## ■ Histórico da Represa

A área ocupada atualmente pela Represa Billings foi inundada a partir de 1927, com a construção da Barragem de Pedreira, no curso do Rio Grande, também denominado Rio Jurubatuba. O projeto foi implementado pela antiga Light – “The São Paulo Tramway, Light and Power Company, Limited” –, hoje Eletropaulo, com o intuito de aproveitar as águas da Bacia do Alto Tietê para gerar energia elétrica na Usina Hidrelétrica (UHE) de Henry Borden, em Cubatão, aproveitando-se do desnível da Serra do Mar.

No início dos anos 40, iniciou-se o desvio de parte da água do Rio Tietê e seus afluentes para o reservatório Billings, a fim de aumentar a vazão da Represa e, conseqüentemente, ampliar a capacidade de geração de energia elétrica na UHE Henry Borden. Este processo foi viabilizado graças à reversão do curso do Rio Pinheiros, através da construção das Usinas Elevatórias de Pedreira e Traição, ambas em seu leito.

Esta operação, que objetivava o aumento da produção de energia elétrica, também mostrou-se útil para as ações de controle das enchentes e de afastamento dos efluentes industriais e do esgoto gerado pela cidade em crescimento.

O bombeamento das águas do Tietê para a Billings, no entanto, começou a mostrar suas graves conseqüências ambientais poucos anos depois. O crescimento da cidade de São Paulo e a falta de coleta e tratamento de esgotos levou à intensificação da poluição do Tietê e seus afluentes que, por sua vez, passaram a comprometer a qualidade da água da Billings. Nos primeiros anos da década de 70 a Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – é obrigada a iniciar as operações de remoção da mancha anaeróbica presente na Represa.

Em 1982, devido à grande quantidade de esgotos, que resultaram em sérios problemas de contaminação por algas cianofíceas, algumas potencialmente tóxicas, surge a necessidade de interceptação total do Braço do Rio Grande, através da construção da Barragem Anchieta, para garantir o abastecimento de água do ABC, iniciado em 1958.



*Construção da UHE Henry Borden em Cubatão, sem data.*



*UHE Henry Borden e tubulação de água na Serra do Mar, 1941.*

<sup>(1)</sup> Dados obtidos através da interpretação de imagens de satélites do ano de 1999, realizada pelo ISA.



Vista da UHE Henry Borden e desnível da Serra do Mar, 1947.

O agravamento do quadro ambiental da Billings leva ao aumento da pressão do movimento ambientalista pela paralisação do bombeamento. Em 1983 a situação da Represa foi um dos assuntos principais da primeira reunião do Conselho Estadual do Meio Ambiente – Consema, recém-criado pelo Governador Montoro. No ano seguinte, parte das águas do rio Tietê voltaram a ser direcionadas para o seu curso natural, o Médio Tietê superior. A partir de então, a Cetesb passou a realizar o monitoramento contínuo da qualidade da água da Represa, com vistas a administrar a poluição através de sua capacidade de depuração natural.

A evidente impossibilidade de a Represa se recuperar por meio das tímidas iniciativas até então adotadas pelos órgãos públicos levou o movimento ambientalista a intensificar sua pressão pela paralisação do bombeamento Tietê-Billings.

A promulgação da Constituição Estadual em 1989 resultou no primeiro grande passo para a recuperação da qualidade da água da Billings ao estabelecer, no artigo 46 das disposições transitórias, um prazo de três anos para a paralisação total do bombeamento. Como consequência, em 1992 a Secretaria Estadual do Meio Ambiente aprova Resolução restringindo o bombeamento a situações emergenciais, entre as quais ameaças de enchente e risco de colapso na produção de energia elétrica.

Os anos seguintes são marcados pela intensa disputa entre ambientalistas e representantes das indústrias do Pólo Petroquímico de Cubatão que, descontentes com a diminuição da vazão da Billings, reivindicavam o retorno da reversão do Tietê. A polêmica é encerrada em 1993 com a decisão do governo estadual, atendendo a uma moção aprovada pelo Consema, de restringir definitivamente o bombeamento aos casos de ameaças de enchente.

O bombeamento das águas do Tietê para a Billings continua a ser utilizado, até os dias de hoje, como alternativa de controle de cheias em períodos de chuvas intensas. Estas operações, apesar de esporádicas, contribuem consideravelmente para o comprometimento da qualidade das águas do Reservatório, dificultando a sua desejada recuperação.

Atualmente, a Usina Henry Borden tem capacidade de gerar cerca de 880 MW e está sendo utilizada principalmente para suprir a falta de energia em horários de pico e situações emergenciais em São Paulo.

A primeira iniciativa para a ampliação do uso da Billings para o abastecimento, utilizando outras áreas da Represa além do Braço do Rio Grande, foi a sua interligação com a Represa Guarapiranga, através do Braço Taquacetuba, cuja operação de bombeamento teve início em agosto de 2000.

Esta obra tem ensejado um acirrado debate entre a Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, responsável pela implantação do empreendimento, a SMA – Secretaria do Meio Ambiente, responsável pelo licenciamento ambiental, o Ministério Público de São Paulo, ambientalistas e pesquisadores. Isto porque, apesar de vários estudos demonstrarem que o empreendimento promoverá a contaminação permanente da Guarapiranga por metais pesados e por algas potencialmente hepatotóxicas, entre as quais se destaca a *Cylindrospermopsis raciborskii*, ele foi autorizado e implantado sem a realização de estudo de impacto ambiental.



Usina Elevatória de Traição (Rio Pinheiros), 1941.



Vista aérea do Rio Pinheiros e da Represa Billings separados pela Barragem Pedreira, sem data.



## ■ POPULAÇÃO E TIPOLOGIAS DE OCUPAÇÃO URBANA<sup>2</sup>

A população residente na Bacia da Billings, em 1996, era de 716 mil habitantes. O município de São Paulo concentrava mais da metade dos habitantes da região, seguido por São Bernardo do Campo e Ribeirão Pires. Apesar de sua pequena contribuição territorial em relação à área total da Bacia, o município de Diadema abrigava cerca de 50 mil pessoas, quase o mesmo que os municípios de Rio Grande da Serra e Santo André que, juntos, são responsáveis por mais de 20% da área do manancial (tabela 3, gráfico 2).

Os usos do solo para fins urbanos na Bacia Hidrográfica da Billings caracterizam-se por tipos distintos de ocupações, com densidades demográficas, necessidades de infra-estrutura e equipamentos urbanos diversos.

A análise da distribuição e ocorrência de algumas dessas tipologias demonstra claramente uma dinâmica de ocupação intensa e caracterizada por atividades irregulares, como invasões, favelas e loteamentos clandestinos.

Os loteamentos residenciais são bastante frequentes na região. Na maioria dos casos este tipo de ocupação sofre alterações drásticas ao longo dos anos. O adensamento excessivo decorrente do aumento do número de casas e áreas construídas, promovido de forma irregular em relação ao projeto originalmente aprovado, leva à perda de suas características e comprometimento da infra-estrutura de saneamento, quando existente.

Com a edição da Lei de Proteção aos Mananciais, em 1976, a dinâmica de apropriação espacial na Bacia da Billings, assim como em outras áreas de mananciais, sofreu mudanças significativas, à medida que as restrições ambientais aumentaram e os processos de licenciamento dos empreendimentos passaram a ser diferenciados.

Muitos dos loteamentos aprovados em período anterior à promulgação da Lei de Proteção aos Mananciais, de 1976, encontram-se hoje em situação irregular, devido a desmembramentos de lotes e ocupação em densidades superiores às permitidas (tabela 4).

A pequena quantidade de novos loteamentos aprovados após a Lei não significa que eles não existam, mas sim que estão sendo implementados sem licença dos órgãos públicos. Segundo dados disponíveis na SMA, existem pelo menos 211 loteamentos clandestinos na região da Billings, sendo 207 no município de São Paulo e quatro em Diadema.

Segundo dados fornecidos pelas prefeituras e pela SMA, a população residente em favelas na Bacia Hidrográfica da Billings em 1996 era de 121.147 habitantes, correspondendo a 16,92% da população total, distribuídos em 163 núcleos, localizados, via de regra, em áreas anteriormente destinadas a equipamentos públicos ou impróprias para ocupação nos loteamentos residenciais, terrenos públicos e margens da Represa e córregos (tabelas 5 e 6).

## ■ USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM 1999

A análise do uso do solo, obtido através da interpretação de imagens de satélite, é um importante instrumento para diagnosticar a situação de conservação ambiental de uma determinada região, pois possibilita quantificar e localizar os diversos usos existentes.

Em uma bacia hidrográfica as alterações provenientes de atividades humanas podem ser bastante negativas para a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas ao abastecimento público. A análise do uso do solo possibilita identificar de que forma estas atividades estão contribuindo positiva ou negativamente para a qualidade ambiental.

A urbanização e outras atividades humanas, ao serem implantadas em áreas impróprias ou sem planejamento, acabam prejudicando, muitas vezes de forma irreversível, a capacidade de um manancial de água. Isto porque estas atividades podem levar a desmatamentos, impermeabilização do solo, assoreamento de nascentes e contaminação dos recursos hídricos.

No presente estudo, foram adotadas as seguintes categorias para a classificação do uso do solo na Bacia Hidrográfica da Billings:

- áreas urbanas não consolidadas (áreas urbanas em formação ou crescimento);
- áreas urbanas consolidadas;
- áreas de ocupação dispersa (áreas não urbanas, alteradas por atividades humanas);

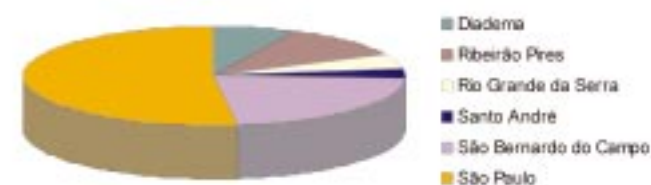
<sup>(2)</sup> As informações sobre a população total residente na Bacia foram obtidas do Termo de Referência do Programa de Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica da Billings, elaborado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo, a partir de dados do IBGE (Censo/1991 e Contagem da População/1996). Os números absolutos de habitantes foram obtidos através da consideração do percentual de área ocupada pelos diversos setores censitários em cada sub-bacia da Bacia Hidrográfica da Billings, que resulta em valores aproximados em relação à população residente na área. No caso do município de Rio Grande da Serra, que está totalmente inserido na Bacia, foram utilizados os valores absolutos de população disponibilizados pela Fundação Seade.

**Tabela 3 - População residente na Bacia em 1996**

Município	1996	
	Habitantes	% <sup>(1)</sup>
Diadema	49.967	6,98
Ribeirão Pires	77.662	10,84
Rio Grande da Serra	34.736	4,85
Santo André	23.653	3,30
São Bernardo do Campo	158.328	22,11
São Paulo	371.822	51,92
<b>Total</b>	<b>716.168</b>	<b>100,00</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à população total residente na Bacia.

**Gráfico 2 - Distribuição da população nos municípios inseridos na Bacia**



**Tabela 4 - Loteamentos residenciais aprovados na Bacia antes e depois da Lei de Proteção aos Mananciais (nº 1.172/76)<sup>(1)</sup>**

Município	Aprovação anterior	Aprovação posterior
Diadema	18	2
Ribeirão Pires	107	-
Rio Grande da Serra	33	-
Santo André	11	-
São Bernardo do Campo	27	-
São Paulo	90	-
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>4</b>

<sup>(1)</sup> Termo de referência do Programa de Recuperação da Billings (SMA, 1999).

**Tabela 5 - População residente em favelas nos municípios que compõem a Bacia, em 1996**

Município	Habitantes	% <sup>(1)</sup>	% <sup>(2)</sup>
Diadema	7.636	15,28	6,30
Ribeirão Pires	422	0,54	0,35
Rio Grande da Serra	-	-	-
Santo André	2.942	12,44	2,43
São Bernardo do Campo	29.673	18,74	24,49
São Paulo	80.474	21,64	66,43
<b>Total na Bacia</b>	<b>121.147</b>	<b>16,92</b>	<b>100,00</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à população total do município residente na Bacia.

<sup>(2)</sup> Em relação à população total residente em favelas na Bacia.

**Tabela 6 - Núcleos de favela na Bacia, por município<sup>(1)</sup>**

Município	Quantidade
Diadema	29
Ribeirão Pires	6
São Bernardo do Campo	44
São Paulo	84
<b>Total</b>	<b>163</b>

<sup>(1)</sup> Termo de referência do Programa de Recuperação Ambiental da Billings (SMA, 1999)





Loteamento em São Bernardo do Campo. (dez/99)

- solo exposto (áreas desprovidas de qualquer vegetação protetora nativa ou plantada);
- mineração (áreas sujeitas a atividades mineradoras, identificadas nas imagens);
- campo antrópico/várzea;
- Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração;
- Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração;
- reflorestamento (cobertura florestal não nativa – silvicultura de eucalipto e pinus);
- indústria (áreas industriais identificadas na imagem de satélite).

A tabela 7 apresenta os resultados da classificação do uso do solo da Bacia da Billings, obtida a partir da interpretação da imagem do satélite Landsat 5, de agosto de 1999, realizada pelo ISA. Os dados dizem respeito aos valores totais de cada categoria e demonstram a situação geral da Bacia. O cruzamento destes valores com os do ano de 1989 possibilita a compreensão das tendências do uso do solo na região, e será abordado mais adiante, no capítulo II desta publicação.

A Bacia Hidrográfica da Billings apresentava, em 1999, 14,63% de seu território ocupado por usos urbanos, separados em duas categorias: áreas de ocupação consolidada e áreas de ocupação não consolidada.

Foram identificadas, ainda, localidades ocupadas por chácaras, condomínios de baixa densidade e outros usos residenciais não urbanos que, em alguns casos, estão sujeitos a pressões de áreas de ocupação não consolidada adjacentes. Estas categorias de uso do solo, agrupadas sob a denominação de áreas de ocupação dispersa no presente estudo, correspondem a 5,6% da Bacia da Billings e tendem a se transformar em áreas urbanas a médio prazo.

Em 1999, a Bacia Hidrográfica da Billings apresentava grande parte de seu território ainda preservado, com 53% de sua área total com cobertura florestal nativa. A partir da análise das imagens de satélite e trabalhos de campo, foi possível separar estas áreas em duas categorias: Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração e Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração. É importante salientar que o agrupamento de estágios sucessionais tão díspares, como o verificado na segunda categoria, decorreu da impossibilidade de separar as áreas de vegetação primária de secundária, devido às limitações das técnicas de sensoriamento remoto atualmente disponíveis. De qualquer modo, dada a proximidade destes remanescentes florestais com a Região Metropolitana de São Paulo, é de supor que, se ainda existirem, as áreas com cobertura primária sejam insignificantes. Foram, ainda, identificadas as áreas de reflorestamento com eucaliptos e pinus, que correspondiam, naquele ano, a 0,69% da Bacia.

A categoria “campo antrópico/várzea” que, em 1999, correspondia a 6,08% da Bacia da Billings, também resultou do agrupamento de algumas tipologias – pastagens, agricultura, campo e várzeas – que não puderam ser separadas de maneira precisa.

Tabela 7 - Uso do solo na Bacia em 1999\*

Categoria	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	1.653,66	2,84
Áreas urbanas consolidadas	6.874,60	11,80
Áreas de ocupação dispersa	3.263,52	5,60
Solo exposto	57,56	0,10
Mineração	156,89	0,27
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	3.541,50	6,08
Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração	647,93	1,11
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	30.244,45	51,89
Reflorestamento	398,35	0,69
Indústrias	109,06	0,19
Outros <sup>(3)</sup>	11.332,82	19,44
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>15.661,92</b>	<b>26,89</b>
<b>Área com cobertura vegetal</b>	<b>31.290,73</b>	<b>53,69</b>

\* dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM

<sup>(1)</sup> em relação à área total da Bacia Hidrográfica da Billings (58.280,32 hectares).

<sup>(2)</sup> inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias de uso de solo que apresentam grande similaridade nas imagens de satélite, o que impossibilita a análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

Gráfico 3 - Uso do solo em 1999

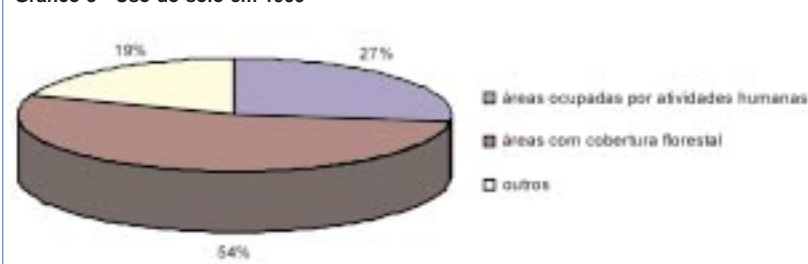
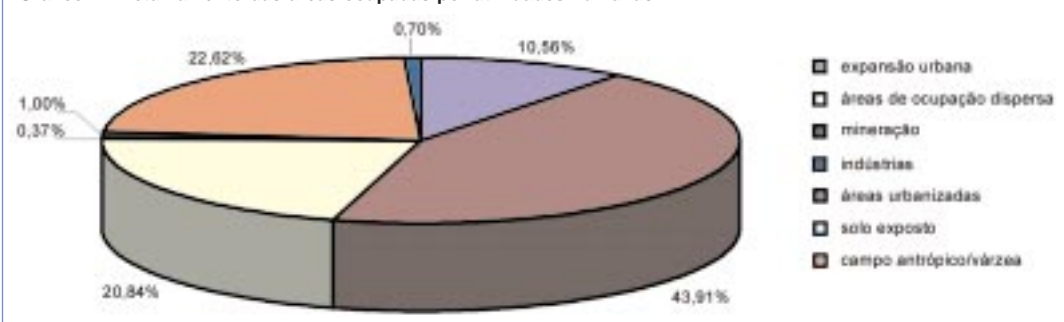


Gráfico 4 - Detalhamento das áreas ocupadas por atividades humanas



### ■ APTIDÃO FÍSICA AO ASSENTAMENTO URBANO<sup>3</sup>

Existem várias formas de avaliar a fragilidade de uma bacia hidrográfica em relação à ocupação urbana. Um dos estudos mais significativos foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, denominado “Aptidão Física ao Assentamento Urbano”. A caracterização da bacia, resultante deste estudo, é um “retrato” de sua capacidade natural em absorver qualquer tipo de ocupação.

O estudo é baseado em informações de variações do relevo, características físicas do solo, tipologia da cobertura vegetal, entre outras. Tem como objetivo apresentar orientações para expansão urbana; subsidiar, com critérios técnicos, a elaboração de projetos de parcelamento do solo; e minimizar os problemas geotécnicos, em especial aqueles relacionados com erosão, escorregamento de terra, assoreamento e enchentes.

As cartas de Aptidão Física servem como subsídio para a elaboração de legislação, pois apontam problemas geotécnicos característicos das diversas unidades mapeadas e assinalam critérios para o planejamento da ocupação da bacia. Este estudo fornece também informações para nortear a elaboração de planos diretores, importantes instrumentos para a mitigação de problemas geotécnicos resultantes da ocupação urbana e de direcionamento da expansão urbana para áreas favoráveis.

Em sua metodologia de análise, o IPT subdividiu a Bacia da Billings em classes, de acordo com sua capacidade de ser utilizada para assentamento urbano; são elas: áreas favoráveis; áreas com restrições localizadas; áreas passíveis de ocupação com sérias restrições; e áreas com severas restrições. Os resultados desta análise encontram-se na tabela 8, abaixo.

A disposição destas categorias pela Bacia Hidrográfica da Billings permite uma visualização da quantidade de seu território que pode ser ocupado com menores impactos. É importante ressaltar que este estudo do IPT retrata uma situação estática da Bacia, ou seja, quais são suas características originais independentes de qualquer tipo de ocupação.

Segundo este estudo, cerca de 40,9% da área da Bacia Hidrográfica da Billings apresenta sérias e severas restrições ao assentamento urbano. Enquanto 7,87% apresentam condições favoráveis, 25,8% apresentam restrições localizadas, conforme demonstra a tabela 9.



Loteamento Jardim Caçula, em Ribeirão Pires. (dez/99)

Aptidão Física	Relevo	Caracterização Geral
Áreas Favoráveis	Colinas; predominam amplitudes de 40 m e declividades de até 20%	Topografia suavizada, não exigindo práticas especiais em projetos de parcelamento
Áreas com Restrições Localizadas	Morrotes; predominam amplitudes de 60 m e declividades de 20%	Condições topográficas predominantemente favoráveis, com alguns setores problemáticos (declividades maiores que 30% e cabeceiras de drenagem) que exigem cuidados especiais de projeto e implantação
Áreas Passíveis de Ocupação com Sérias Restrições	Morros baixos; predominam amplitudes de 100 m e declividades de 30%	Condições topográficas desfavoráveis em muitos setores de encosta, que impõem diretrizes rígidas de projeto e implantação
Áreas com Severas Restrições - 1	Planícies aluviais; predominam declividades inferiores a 5%	Baixa declividade do terreno, pouca profundidade do lençol freático e ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte. Sérios problemas de enchentes e dificuldades para implantação das obras de saneamento, edificações e sistema viário
Áreas com Severas Restrições - 2	Morrotes baixos isolados, em meio a planícies aluviais; predominam amplitudes de 40 m e declividades maiores que 30%	Topografia problemática (morrotes isolados que se destacam de uma área relativamente plana e mal drenada). Os problemas previstos para as planícies aluviais são aqueles descritos na classe anterior. Nos morrotes os problemas estão associados à implantação das vias de acesso e lotes
Áreas com Severas Restrições - 3	Morrotes altos; predominam amplitudes de 80 m e declividades entre 30% e 40%	Declividades acentuadas nas encostas, que se apresentam bastante recortadas por linhas de drenagem natural. Setores favoráveis limitados aos topos, que se apresentam isolados e constituem pequena parcela da unidade. Tal fato implica parcelamento descontínuo, sendo difícil e onerosa a implantação de obras de infra-estrutura
Áreas com Severas Restrições - 4	Morros altos; predominam amplitudes de 150 m e declividades maiores que 30%	Amplitudes e declividades elevadas, dificultando as condições de acesso às áreas potencialmente ocupáveis (topos de morros)
Áreas Impróprias	Serras e escarpas; predominam amplitudes de 300 m (serras) e de 100 m (escarpas), e declividades maiores que 30%	Amplitudes e declividades elevadas e precária estabilidade das encostas impõem diretrizes rígidas que, na quase totalidade dos casos, inviabilizam o parcelamento
Não classificada		Ilhas e áreas urbanas edificadas anteriormente ao estudo, que não foram classificadas
Água		Lagoas e outros cursos d'água
Área de parques e reservas		

Classes de Aptidão	Área (ha)	% sobre total da Bacia
Áreas favoráveis	4.586,22	7,87
Áreas com restrições localizadas	15.033,83	25,80
Áreas passíveis de ocupação com sérias restrições	13.007,15	22,32
Áreas com severas restrições - 1	3.851,26	6,61
Áreas com severas restrições - 2	3.761,42	6,45
Áreas com severas restrições - 3	441,51	0,76
Áreas com severas restrições - 4	2.524,85	4,33
Áreas impróprias	225,64	0,39
Área urbana edificada	2.056,32	3,53
Áreas de parques e reservas	1.229,96	2,11
Água	1.015,55	1,74
Reservatório	10.546,62	18,10
<b>Total</b>	<b>58.820,32</b>	<b>100,00</b>

Gráfico 5 - Aptidão física ao assentamento urbano



<sup>(3)</sup> EMLASA, Guia de Utilização da Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano.



## ■ UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E OUTRAS ÁREAS SOB PROTEÇÃO ESPECIAL

Unidades de Conservação (UCs) são áreas destinadas à preservação da natureza, criadas por leis ou atos administrativos dos governos federal, estaduais ou municipais. A partir de 1988, estas áreas ganharam proteção constitucional através do artigo 225 da Constituição Federal, que estabeleceu a obrigatoriedade de o Poder Público “definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção”.

A manutenção de um manancial hídrico em suas condições naturais originais, livre das alterações promovidas pela ocupação humana, é uma garantia de que o mesmo seja capaz de produzir água em quantidade e qualidade adequadas para o abastecimento. Por mais controlada que seja qualquer ocupação humana nestas áreas naturalmente muito frágeis, ela sempre será mais danosa que a manutenção da cobertura vegetal original.

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um território de 58.280,32 hectares, protegido pelas Leis de Proteção aos Mananciais e outras normas jurídicas, que disciplinam o uso e a ocupação do solo. Os dados sobre sua situação ambiental, entretanto, mostram que a legislação de controle não é capaz de, isoladamente, garantir a devida conservação deste manancial. Uma série de outros instrumentos, ações e incentivos são necessários. A implantação de Unidades de Conservação (UCs), através da criação de parques e reservas ambientais, é um dos mais importantes dentre os mecanismos atualmente disponíveis para garantir que áreas da Bacia sejam efetivamente preservadas.

### ■ Unidades de Conservação de proteção integral

As UCs de proteção integral, também denominadas de uso indireto, pressupõem a manutenção dos ecossistemas naturais livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Nestas áreas não é permitido o consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais implicando, portanto, a proteção integral da fauna e da flora.

A despeito de sua importância como um manancial estratégico para a RMSP, apenas 2,6% da Bacia Hidrográfica da Billings está legalmente protegida sob a forma de Unidades de Conservação de proteção integral. Um número insignificante se considerarmos as necessidades de proteção da região. São elas:

- Parque Estadual da Serra do Mar (Decreto Estadual nº 10.251/77), com área total de 315.390,69 ha, mas apenas 520,16 ha inseridos na Bacia Hidrográfica da Billings;
- Reserva Biológica de Paranapiacaba (Decreto Estadual nº 9.715/38), localizadas na porção leste da Bacia;
- Parque Regional Jardim Botânico do Pedroso (Decreto Municipal nº 5.142/70), localizado no município de Santo André;
- Parque Municipal Estoril, em São Bernardo, próximo à Barragem Anchieta;
- Parque Municipal Milton Marinho de Moraes, no município de Ribeirão Pires.

**Tabela 10 - Unidades de Conservação de proteção integral**

Nome	Área total (ha)	Área na Bacia	% <sup>(1)</sup>	% <sup>(2)</sup>
Parque Estadual da Serra do Mar (estadual)	315.390,6	520,16	0,16	0,89
Reserva Biológica Estadual de Paranapiacaba (estadual)	336,0	237,31	70,63	0,41
Parque Regional do Jardim Botânico do Pedroso (municipal)	744,9	744,98	100,0	1,28
Parque Municipal Milton Marinho de Moraes (municipal)	12,1	12,11	100,0	0,02
Parque Municipal Estoril (municipal)	2,9	2,97	100,0	0,01
<b>Total</b>		<b>1.517,53</b>		<b>2,60</b>

<sup>(1)</sup> Parcela de área dentro da Bacia.

<sup>(2)</sup> Em relação à área total da Bacia.

### ■ Áreas de Preservação Permanente

As áreas de preservação permanente foram instituídas pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65), no seu artigo 2º, e compreendem, de forma genérica, a mata ciliar, faixa marginal ao reservatório (100 metros) e as florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente.

As Leis de Proteção aos Mananciais também estipulam áreas de preservação permanente. Nas Leis Estaduais nº 989/75 e 1.172/76 são classificadas como áreas de 1ª categoria e na Lei Estadual nº 9.866/97, como áreas de restrição à ocupação.

#### ■ Reserva Ecológica da Billings (Resolução Conama nº 04/85)

A Lei Federal nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, transformou as florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente em Reservas Ecológicas, regulamentadas pelo Decreto Federal nº 89.336/84 e pela Resolução Conama nº 04/85.

As Reservas Ecológicas podem ser públicas ou particulares. No caso de áreas metropolitanas, como é o caso da Bacia da Billings, a Resolução Conama nº 04/85 determina que toda vegetação em clímax ou em estágios médio e avançado de regeneração passa, a partir de sua publicação (1985), a ser considerada reserva ecológica.

A análise dos dados relativos aos levantamentos de uso do solo na Bacia Hidrográfica da Billings no ano de 1985, realizado pela SMA (SMA, 1999), e nos anos 1989 e em 1999, elaborados pelo ISA, permitiu quantificar e localizar as áreas de reserva ecológica da região. Segundo esta análise, 58,5% da Bacia Hidrográfica da Billings tornou-se reserva ecológica a partir da edição da Resolução Conama nº 04/85, estando, portanto, sob proteção integral a partir de 1985.

### ■ Áreas Tombadas

Constituem áreas tombadas bens móveis e imóveis considerados importantes por razões históricas, arquitetônicas, artísticas, tecnológicas, afetivas e articuladoras da memória paulistana, além de sítios e paisagens da natureza consideradas excepcionais por suas qualidades intrínsecas, que sejam assim definidas pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo – Condephaat. Nas áreas protegidas por tombamento, qualquer ação que implique alteração, destruição, mutilação ou descaracterização do patrimônio tombado necessita de prévia autorização do Condephaat.

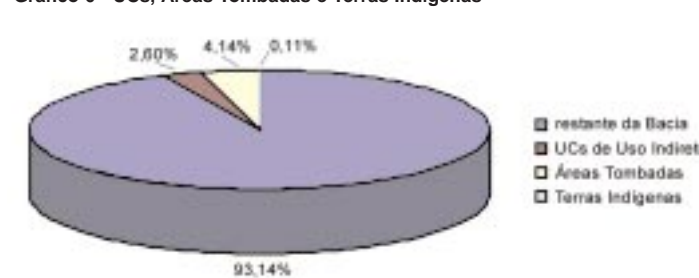
Há na Bacia da Billings três áreas tombadas pelo Condephaat: Área Natural Tombada da Serra do Mar (Resolução nº 40/85), Área Tombada da Vila de Paranapiacaba (Resolução nº 47/87) e a região da Cratera da Colônia.

**Tabela 11 - Áreas tombadas**

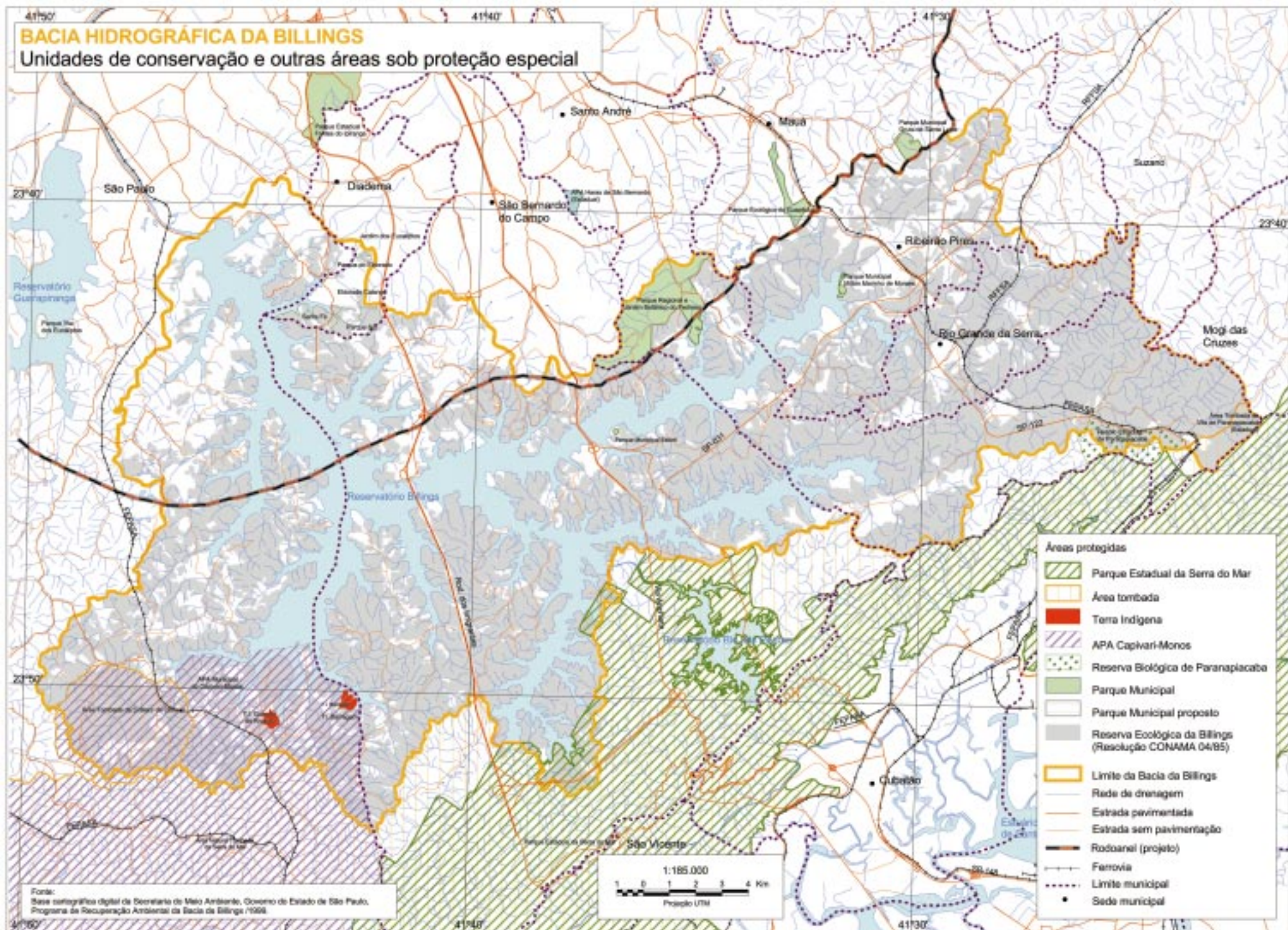
Nome	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Área Natural Tombada da Serra do Mar	550,20	0,94
Área Tombada da Vila de Paranapiacaba	272,19	0,47
Área Tombada da Cratera da Colônia	1.589,76	2,73
<b>Total</b>	<b>2.412,15</b>	<b>4,14</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à área total da Bacia.

**Gráfico 6 - UCs, Áreas Tombadas e Terras Indígenas**







## ■ Terras Indígenas

Na Bacia Hidrográfica da Billings existem duas terras indígenas Guarani: TI da Barragem, criada pelo Decreto Federal nº 94.222/87 e TI Krukutu, Decreto Federal nº 94.223/87, ambas localizadas no município de São Paulo. Estima-se que exista uma população superior a 1.000 índios Guarani nestas duas terras indígenas.

Nome	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Terra Indígena da Barragem	34,09	0,06
Terra Indígena Krukutu	32,79	0,05
<b>Total</b>	<b>66,88</b>	<b>0,11</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à área total da Bacia.

## ■ Novas Unidades de Conservação em estudo

Apesar da insignificante quantidade de áreas sob proteção legal existentes na Bacia Hidrográfica da Billings, em face da intensidade da pressão antrópica atual as propostas de criação de novas reservas são muito tímidas.

Até o momento está prevista a criação de apenas seis novos parques municipais no município de Diadema que, juntos, somam uma área inferior a 0,5% da Bacia.

Além destes parques municipais, em 2001 foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) Capivari-Monos, com uma área total de 25.000 ha, sendo 1.750 ha na Bacia da Billings (abrangendo a porção paulistana do Braço Taquacetuba, área considerada crítica devido às pressões antrópicas). Trata-se de uma tipologia de unidade de conservação de uso sustentável, também denominada de uso direto, que visa compatibilizar a conservação da natureza com a exploração sustentada e manejo ativo dos recursos naturais.





Área de mineração na região dos formadores do Braço do Rio Grande. (dez/99)

## ■ MINERAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

Os principais recursos minerais explorados na região abrangida pela Bacia Hidrográfica da Billings são areia, granito para brita, cascalho e água mineral.

De uma forma geral, os empreendimentos minerários podem causar impactos ambientais durante o funcionamento e após a paralisação das atividades. Em pedreiras, os principais impactos estão correlacionados com a etapa da extração do mineral e com a etapa posterior à paralisação das atividades, sendo estes: escorregamento de blocos, estabilidade das frentes de lavra e dimensão dos lagos que se criaram em função da extração mineral no local. Nos portos de areia, os impactos podem ser resultado da forma de extração mineral, do processo de beneficiamento do minério e, em alguns casos, do abandono da área.

Após a paralisação das atividades em uma pedreira ou porto de areia, os processos erosivos desencadeados nas frentes de lavra e arredores devem ser constantemente monitorados, a fim de evitar problemas de assoreamento dos corpos d'água existentes no entorno. Dentro deste contexto, os cortes realizados nas áreas de instalação de uma mina ou de uma frente de lavra devem ser muito bem projetados, desde o início da atividade, a fim de evitar problemas futuros de escorregamentos, instabilidade de taludes, assoreamento e erosão.

A extração de água mineral, por sua vez, não tende a causar impactos danosos ao meio ambiente, pois o responsável pela exploração tem interesse na preservação da qualidade ambiental do seu sítio e dos arredores, como forma de garantir a qualidade do produto.

Das diversas atividades de extração mineral em funcionamento ou desativadas na área da Bacia da Billings, o principal impacto ambiental é o assoreamento de cursos d'água e da própria Represa.

### ■ Atividades minerárias na Billings

A análise das atividades minerárias existentes na Bacia Hidrográfica da Billings foi realizada a partir de informações obtidas junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia; Secretaria de Energia do Estado de São Paulo; Cetesb; e SMA. Foram ainda utilizados dados do mapeamento do uso do solo da região elaborado pelo ISA, sobrevôos com helicóptero e checagem de campo.

A legislação brasileira confere ao DNPM a responsabilidade exclusiva de autorizar a pesquisa, exploração, tratamento e beneficiamento de recursos minerais em todo o território nacional. As atividades de mineração, no entanto, só podem ser implementadas mediante a prévia licença ambiental que, no caso de São Paulo, é expedida pela SMA, através de seus órgãos vinculados: Cetesb; DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais; DUSM – Departamento do Uso do Solo Metropolitano; e Daia – Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental.

Conforme poderá ser verificado a partir da análise das informações sobre atividades minerárias na Bacia da Billings, não há integração entre os diversos órgãos responsáveis pela legalização e controle dos empreendimentos minerários na região. Não há acompanhamento em campo das diversas atividades e do cumprimento das exigências impostas aos empreendedores nas diversas etapas de autorização e licenciamento ambiental. Como consequência, não se sabe a situação real de cada empreendimento minerário em funcionamento ou desativado na área da Bacia.

Segundo levantamentos realizados no DNPM e na Secretaria de Estado da Energia, foram identificados 90 processos cadastrados dentro da área da Bacia Hidrográfica da Billings, conforme tabela 13.

Os processos cadastrados junto ao DNPM encontram-se distribuídos pelos vários municípios da Bacia, conforme tabela 14.

Dos títulos obtidos ou requeridos junto ao DNPM, apenas sete (seis com concessão de lavra emitida e um em regime de licenciamento) estão autorizados pelo órgão federal a explorar o recurso, desde que obtenham a licença ambiental da SMA (tabela 15).

Embora os processos habilitados pelo DNPM para explorar recursos minerais na região da Billings sejam somente os sete listados na tabela 15, que abrangem uma área total de apenas 0,15% da Bacia, 2.079,01 ha já possuem alvará de pesquisa, e outros 13.076,38 ha estão sendo requeridos para pesquisa. Sendo assim, caso todos os processos atualmente em tramitação no DNPM cheguem à etapa de concessão de lavra ou regime de licenciamento, a Bacia Hidrográfica da Billings terá

Tabela 13 - Títulos minerários em tramitação no DNPM incidentes na Bacia (maio, 2000)

Substância	Requerimento de pesquisa	Álvara de pesquisa	Concessão de lavra	Regime de licenciamento	Outros <sup>(1)</sup>	Área total de exploração (ha)
Água mineral	9	12	3	-	6	1.071,33
Areia	-	8	1	-	7	423,52
Areia e granito	-	1	1	-	2	82,69
Areia p/agregado	-	-	-	-	1	18,00
Areia p/vidro, granito p/agregado	-	-	-	-	1	17,09
Areia e cascalho	-	1	-	1	-	31,42
Areia, saibro e granito	-	-	-	-	2	47,73
Argila	-	1	-	-	2	948,51
Argilas refratárias	-	2	-	-	-	263,29
Bauxita	-	-	-	-	1	420,00
Caulim	1	1	-	-	1	907,10
Caulim, granito	1	-	-	-	-	87,98
Granito	3	4	1	-	10	3.513,97
Minério de ouro	6	-	-	-	-	11.877,28
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>19.709,91</b>

<sup>(1)</sup> Processos indeferidos, áreas colocadas em disponibilidade, desistência e situação do processo indefinida.

Tabela 14 - Distribuição dos títulos minerários em tramitação no DNPM pelos municípios da Bacia (maio, 2000)

Municípios	Processos	
	quantidade	% <sup>(1)</sup>
São Paulo	35	38,9
Ribeirão Pires	24	26,7
São Bernardo do Campo	16	17,8
Rio Grande da Serra	6	6,7
Santo André	2	2,2
Mauá	1	1,1
Região limítrofe entre Ribeirão Pires e Mauá	1	1,1
Região limítrofe entre Ribeirão Pires e São Bernardo do Campo	1	1,1
Região limítrofe entre Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Santo André	1	1,1
Região limítrofe entre São Paulo e São Bernardo do Campo	1	1,1
Região limítrofe entre Rio Grande da Serra e Santo André	2	2,2
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100,0</b>

(1) Em relação ao número total de processos.

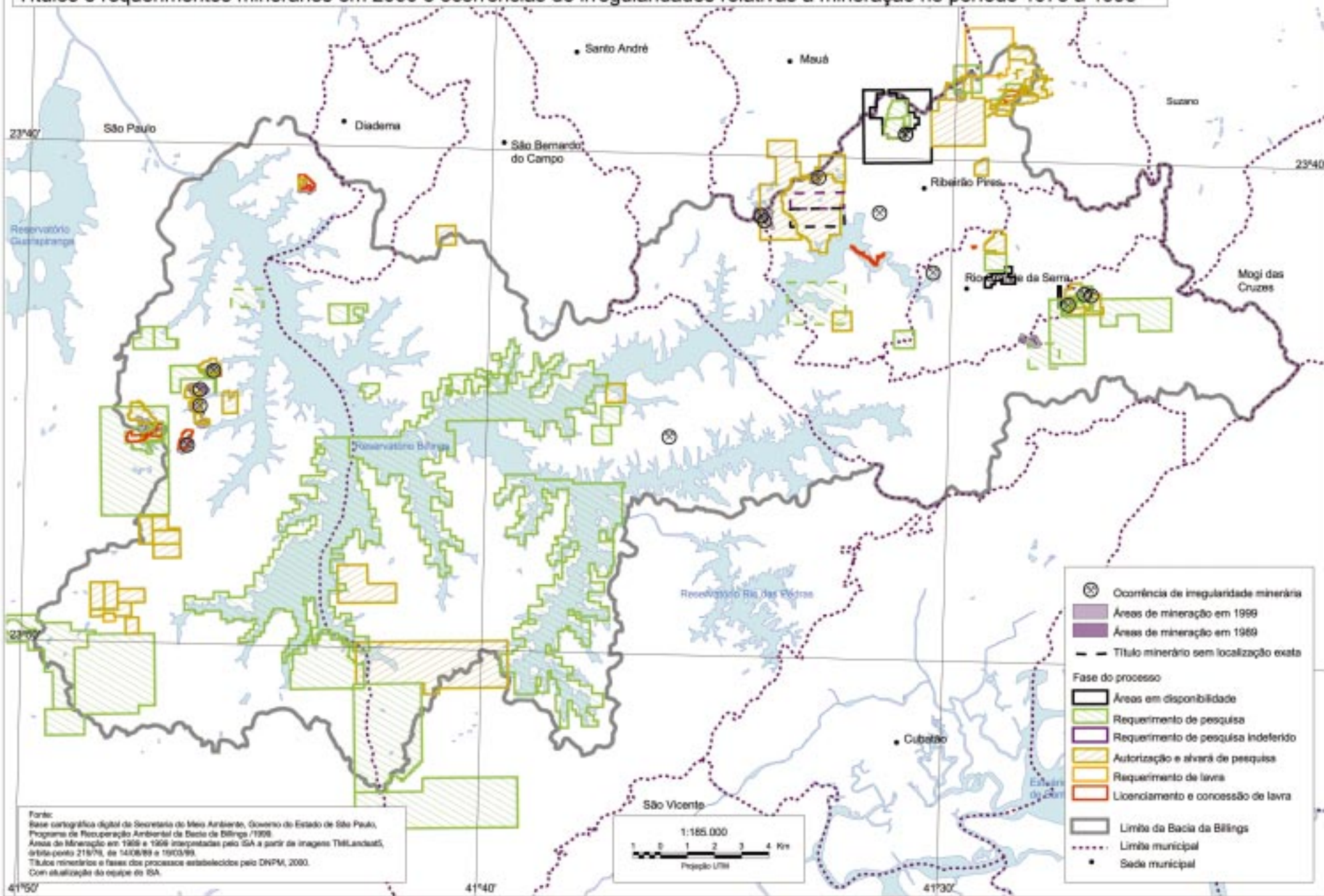
41°50'

41°40'

41°30'

**BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS**

Títulos e requerimentos minerários em 2000 e ocorrências de irregularidades relativas à mineração no período 1978 a 1998



41°50'

41°40'

41°30'





Mineração no município de São Paulo. (dez/99)

Tabela 16 - Títulos minerários obtidos e requeridos junto ao DNPM na Bacia (maio, 2000)

Títulos/Processos	Nº de processos	Área de exploração	
		ha	% <sup>(1)</sup>
Requerimento de pesquisa	20	13.076,38	22,44
Alvará de pesquisa	30	2.079,01	3,57
Concessão de lavra	6	64,15	0,11
Regime de licenciamento	1	21,88	0,04
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>15.241,42</b>	<b>26,16</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à área total da Bacia (58.280,32 ha).

Tabela 15 - Títulos minerários obtidos junto ao DNPM na Bacia (maio, 2000)

Interessado	Situação	Município/Localização	Nº processo DNPM
Porto de Areia Sete Praias.	Concessão de lavra para granito	São Paulo	88/820611
Viterbo Machado Luz Mineração Ltda.	Concessão de lavra para areia	São Paulo, proximidades da área da Cocaia e da Varginha, atingindo parte da Bacia do Guarapiranga	93/820189
Viterbo Machado Luz Mineração Ltda.	Concessão de lavra para areia e granito	São Paulo, proximidades da área da Cocaia e da Varginha, atingindo parte da Bacia do Guarapiranga	94/820264
Poxoréo Mineração Ltda.	Concessão de lavra para água mineral	Ribeirão Pires, região da Casa de Pedra	46/002923
Poxoréo Mineração Ltda.	Concessão de lavra para água mineral	Ribeirão Pires, região da Casa de Pedra	54/005621
Poxoréo Mineração Ltda.	Concessão de lavra para água mineral	Ribeirão Pires, região da Casa de Pedra	59/008721
João Carlos Pongilluppi Mineração.	Registro de licenciamento para areia e cascalho	São Paulo, Jardim Varginha	90/82010

26,16% de sua área sob algum tipo de exploração mineral. Este é um cenário absolutamente desfavorável à conservação deste importante manancial da RMSP (tabela 16).

Quando analisamos a situação legal das atividades minerárias na região, é possível observar que nenhum dos sete empreendimentos autorizados pelo DNPM possui a necessária licença de funcionamento da SMA/Cetesb. Por outro lado, o único empreendimento com licença emitida pelos órgãos ambientais paulistas possui apenas alvará de pesquisa emitida pelo DNPM.

Para agravar este quadro, dados sobre ocorrência de irregularidades ambientais cadastradas junto à SMA demonstram que algumas mineradoras iniciaram a exploração muitos anos antes de darem entrada nos processos de legalização de suas atividades junto aos órgãos competentes.

Somente no município de São Paulo foram autuados cinco empreendimentos que, embora estivessem em atividade, nem sequer haviam dado entrada a requerimentos para operação junto ao DNPM e não possuíam qualquer licença da Cetesb.

Desta forma, de acordo com as informações oficiais disponíveis, não há qualquer mecanismo de integração entre as instâncias federal e estadual responsáveis pelo licenciamento e monitoramento das atividades minerárias na Bacia Hidrográfica da Billings, e a fiscalização incipiente não tem sido capaz de reverter as atividades ilegais comprovadamente em curso na região.

## ■ DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

Na Bacia Hidrográfica da Billings existem quatro áreas de disposição de resíduos sólidos: lixão do Alvarenga, lixão Cama Patente, aterro sanitário Pedreira Itatinga e o antigo lixão de Diadema. Dentre eles, o Alvarenga corresponde a um dos lixões menos controlados e mais problemáticos da RMSP.

A grande produção de lixo pela sociedade moderna é uma das mais graves conseqüências do atual modelo de desenvolvimento econômico. Com o intuito de minimizar este problema, diversas alternativas estão sendo estudadas, como a coleta seletiva, a reciclagem, a incineração, o tratamento e a neutralização e/ou o reaproveitamento de alguns tipos de resíduos, a busca de materiais menos poluentes e menos tóxicos e a utilização de materiais que possam ser reutilizados ou rapidamente biodegradados.

Estas práticas, no entanto, não têm recebido a devida atenção no Brasil, pois as iniciativas existentes são isoladas e em pequena escala. Desta forma, ao invés de investimentos na racionalização no trato dos resíduos sólidos, o que impera é a disposição dos mesmos em aterros sanitários ou em lixões sem qualquer controle ambiental.

É importante destacar que mesmo os aterros sanitários ou aterros industriais construídos com critérios técnicos adequados constituem-se em focos de contaminação do meio ambiente. Problema que se agrava quando o despejo de resíduos é feito sem controle ou planejamento, fato corriqueiro na RMSP.

Entre os impactos no solo e nas águas, relacionados às áreas de disposição de resíduos sólidos, um dos mais graves é a formação do chorume. Trata-se de um percolado altamente poluente que se infiltra no solo atingindo o lençol freático, comprometendo, de forma quase sempre irreversível, o manancial.

Outro impacto importante é a formação de bolsões de gases, entre os quais se destaca o gás metano, decorrentes de reações químicas resultantes do processo de decomposição da matéria orgânica existente no lixo.

Além da contaminação do ar, a presença de grandes concentrações desses gases implica risco permanente de incêndios e explosões.

### ■ Áreas de disposição de resíduos sólidos

As informações sobre as áreas de disposição de lixo residencial e industrial na Bacia da Billings, apresentadas a seguir, foram organizadas a partir dos dados constantes no Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de São Paulo (CONSÓRCIO HICSAN-ETEP, 1993) e no Termo de Referência para o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia da Billings (SMA, 1999). É importante destacar que nenhuma destas áreas possui licença ambiental, estando, portanto, operando de forma irregular.

#### ■ Lixão do Alvarenga

Situado nos limites dos municípios de Diadema e São Bernardo do Campo, recebe lixo doméstico do município de Diadema e deposição clandestina de lixo industrial do município de São Bernardo do Campo. Este lixão encontra-se completamente irregular e não apresenta nenhuma condição de funcionamento. É notório que não houve nenhum planejamento anterior à disposição de resíduos no local.

Como a área não é cercada, resíduos das mais diversas origens são lançados sem nenhum controle em uma encosta lateral ao lixão. As instalações precárias e a inexistência de um sistema de escoamento e drenagem adequado permitem que o chorume atinja o córrego local, que é afluente da Billings, sem qualquer tratamento. O lençol freático está contaminado e os incêndios resultantes da queima dos gases acumulados atingem a flora e a fauna locais.

#### ■ Lixão Cama Patente

Situado no município de São Bernardo do Campo, encontra-se atualmente desativado. No período em que recebeu resíduos de origens diversas sem qualquer controle, este lixão operou sem nenhuma medida preventiva ou de minimização de impactos, o que leva a supor que as águas subterrâneas e o solo na área estejam intensamente contaminados.

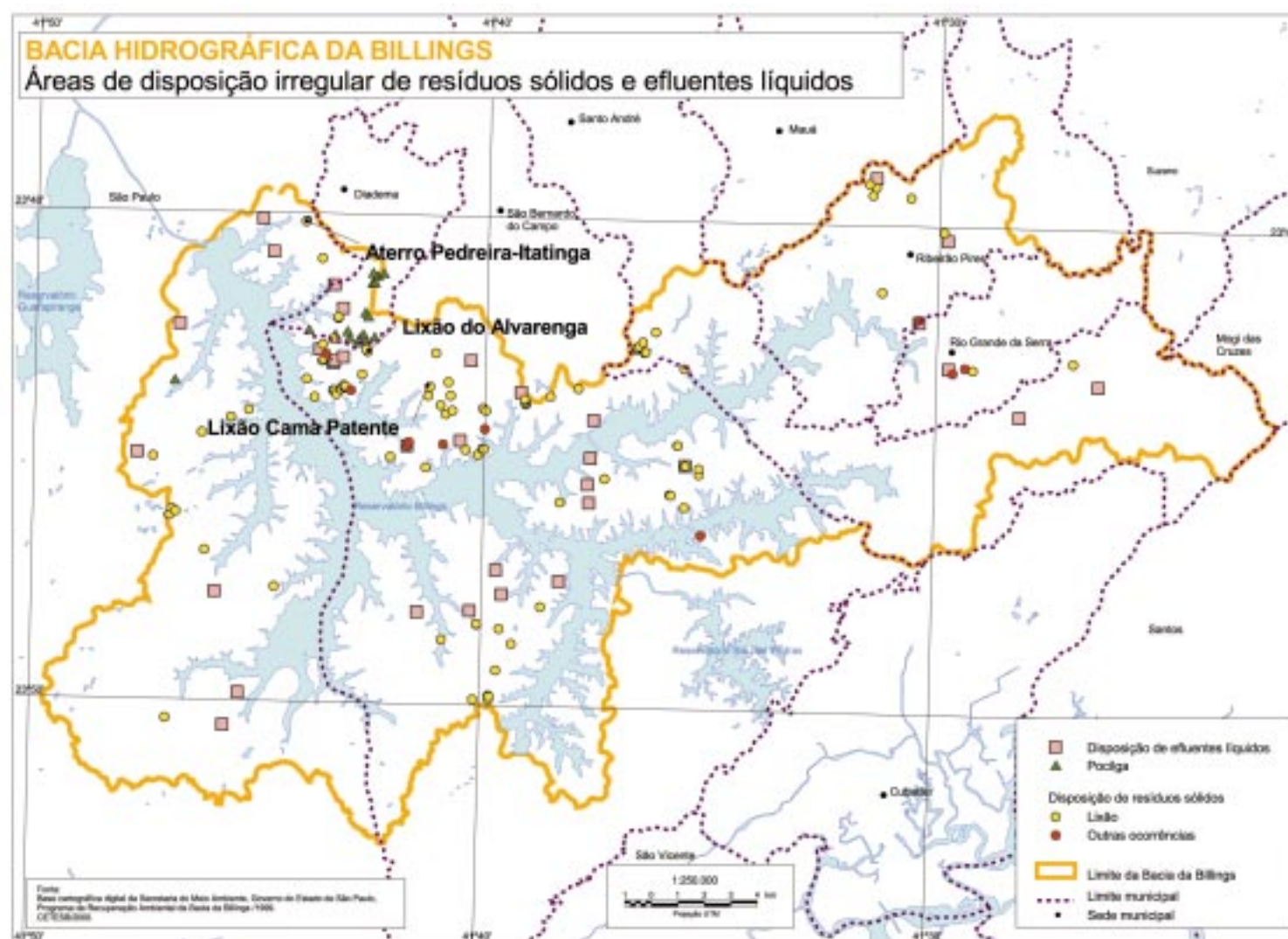
#### ■ Aterro Pedreira Itatinga

Trata-se de uma antiga pedreira, situada no município de São Paulo, cujas condições de estabilidade das frentes de lavra não foram devidamente averiguadas antes da disposição dos resíduos. Não houve instalação de nenhum sistema de drenagem ou de tratamento do chorume. As condições geotécnicas são desconhecidas.

#### ■ Antigo Lixão de Diadema

Situado no município de Diadema, encontra-se desativado. Em vistoria realizada pela Cetesb em 1994 (CETESB, 2000), foi constatado que possui significativo potencial de contaminação do solo e do lençol freático, embora não possua qualquer sistema de monitoramento.

Nome	Município	Condição atual	Tipo de disposição	Tipo de resíduo
Lixão do Alvarenga	São Bernardo do Campo e Diadema	Ativado	Lixão particular	Resíduo industrial, resíduo domiciliar, entulhos
Lixão Cama Patente	São Bernardo do Campo	Desativado	Aterro industrial próprio	Resíduo industrial, resíduo domiciliar, entulhos, resíduo inerte, varridão
Aterro Pedreira Itatinga	São Paulo	Ativado	Aterro municipal controlado	Resíduo domiciliar
Antigo Lixão de Diadema	Diadema	Desativado	Lixão municipal	Sem informação





## ■ QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA BILLINGS E DE SEUS PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS

A qualidade da água na Represa Billings encontra-se bastante comprometida devido ao bombeamento das águas poluídas dos Rios Tietê e Pinheiros, à ressuspensão dos sedimentos contaminados e à ocupação humana desordenada de sua bacia hidrográfica.

As características da água de um reservatório são resultantes da interação de um complexo conjunto de fatores, alguns de ordem exclusivamente ambiental, relacionados aos ciclos climáticos e à sua dinâmica ecológica, e outros decorrentes das atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica formadora do reservatório, que podem gerar fluxos permanentes de cargas poluidoras.

A concentração de poluentes disponíveis no meio líquido decorre tanto de cargas externas, lançadas de forma concentrada diretamente no reservatório ou em seus tributários, como também de cargas internas, provenientes dos sedimentos, que interagem permanentemente com o meio líquido, devido, principalmente, ao fenômeno da ressuspensão, resultante da movimentação da água provocada pela ação dos ventos, chuvas ou mudanças de temperatura. Desta forma, mesmo que o despejo de substâncias poluentes seja paralisado completamente em uma determinada represa, a presença de sedimentos acumulados em seu leito ao longo dos anos em que recebeu cargas de esgotos domésticos e industriais faz com que a mesma possa apresentar elevadas concentrações de substâncias contaminantes por um longo tempo.

As maiores preocupações com a água da Represa Billings são a eutrofização, a concentração de metais pesados e a presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas.

A eutrofização decorre do aumento da concentração de substâncias que contribuem para a proliferação excessiva de plantas aquáticas e algas, prejudicando o equilíbrio ambiental do reservatório e, por consequência, a qualidade de sua água. No caso da Billings, este problema é agravado devido à presença em suas águas de algas potencialmente tóxicas, como a *Cylindrospermopsis raciborskii*, que produz uma toxina que provoca danos no fígado e nos rins, conforme comprovado por diversos estudos científicos e pela própria Cetesb (BATALHA, 1999).

A partir de 1997, o Governo do Estado iniciou o monitoramento integrado das águas, sedimentos e peixes dos Sistemas Alto e Médio Tietê. Para tanto, passaram a ser coletadas amostras em 27 pontos da Billings, sendo seis na região do Corpo Central e 21 distribuídos pelos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca, Capivari Pequeno, Rio Pequeno e Rio Grande. Os resultados destas análises encontram-se na tabela 18 (CETESB, 1999).

As informações apresentadas demonstram que o Corpo Central e os Braços da Billings encontram-se eutrofizados.

Todos os pontos de monitoramento no Corpo Central, assim como nos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba e Pedra Branca sofrem influência do bombeamento do Tietê/Pinheiros. Dentre as recomendações para a melhoria da qualidade da água destes locais está a redução da entrada de poluentes, o que só poderá ser obtido através da diminuição drástica da poluição das Bacias do Pinheiros e do Tietê ou da paralisação total do bombeamento.



Florações de algas potencialmente tóxicas se alastram pela Billings. Na foto, Corpo Central próximo ao Braço Capivari. (abr/00)



As florações de algas ocorrem em todo o Reservatório, inclusive em pontos distantes de focos de contaminação. Na foto, Braço do Rio Pequeno. (abr/00)



Água poluída do Rio Ribeirão Pires deságua no Braço do Rio Grande. (dez/99)





Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização devido à grande quantidade de esgoto proveniente da ocupação de suas sub-bacias formadoras. Entre eles estão o Cocaia, o Bororé, o Rio Grande e alguns pontos do Taquacetuba e do Corpo Central. Nestes casos, além da contenção da poluição proveniente do bombeamento é necessário um controle rigoroso da ocupação e a implantação de infra-estrutura de saneamento básico nas áreas já ocupadas.

Em vários pontos do Reservatório foi identificada contaminação por metais pesados associada ao bombeamento das águas dos Rios Tietê e Pinheiros e à remobilização do sedimento da Represa. Isto ocorre nos pontos do Corpo Central e nos Braços Cocaia, Bororé, Pedra Branca, Rio Pequeno, Taquacetuba e Rio Grande.

A presença de lodo no Corpo do Reservatório Billings também merece destaque no que diz respeito à quantidade e à qualidade da água, visto que o sedimento é uma das fontes significativas de poluição da Represa. A análise comparativa entre levantamentos batimétricos de 1985 comparados à topografia original da região, em 1925, anterior à construção do Reservatório, mostra que o acúmulo de sedimentos e outros sólidos depositados chega a 7 m de espessura na região próxima à Barragem de Pedreira. Ao longo do Corpo Central, em seção distante 2.500 m da Barragem de Pedreira, os estudos indicam uma camada de lodo de 4 a 5 m, e próximo aos Braços Capivari e Pequeno essa camada diminui, mas ainda atinge de 1 a 2 m de espessura. (HIDROPLAN, 1995)



Barragem Anchieta que separa o Braço do Rio Grande do restante da Billings. (dez/99)

Tabela 18 - Qualidade da água, sedimentos e peixes nos pontos de monitoramento da Represa

Ponto de coleta	Diagnóstico
4 A Corpo Central	Ambiente eutrofizado; contaminação por metais pesados provenientes do Rio Pinheiros; alto consumo de oxigênio dissolvido.
5 A Corpo Central	Ambiente hipereutrofizado, fortemente impactado por contaminantes provenientes do bombeamento e da carga interna do Reservatório; ocorrência de bioacumulação significativa de metais pesados e compostos orgânicos nos peixes; ambiente propício à liberação e exportação de fósforo do sedimento.
6 e 7 A Corpo Central	Ambiente eutrofizado; efeito tóxico associado às florações de cianofíceas; contaminação por metais pesados devido à contribuição do Rio Pinheiros e/ou remobilização do sedimento; alguma recuperação da qualidade das águas devido à autodepuração.
8, 9 e 10 A Corpo Central e Rio das Pedras	Ambiente eutrofizado; contaminação por metais pesados devido à contribuição do Rio Pinheiros e remobilização do sedimento; recuperação da qualidade das águas devido à autodepuração.
11 A Cocaia	Ambiente hipereutrofizado, sujeito à influência do bombeamento das águas do Rio Pinheiros e da carga difusa (principalmente esgoto doméstico), proveniente da forte ocupação deste braço; contaminação por metais pesados devido à contribuição do Rio Pinheiros ou remobilização do sedimento.
12 A Bororé	Ambiente hipereutrofizado sujeito à influência do bombeamento das águas do Rio Pinheiros; contaminação de metais pesados devido à contribuição do Rio Pinheiros e remobilização do sedimento.
20 A Pedra Branca	Ambiente eutrofizado; contaminação de metais pesados devido à contribuição do Rio Pinheiros ou remobilização do sedimento; efeito tóxico associado às florações de cianofíceas.
21 e 22 A Capivari	Ambiente eutrofizado; efeito tóxico associado às florações de cianofíceas.
23 A Rio Pequeno	Ambiente eutrofizado com tendência de apresentar níveis elevados de alumínio.
24 A Rio Pequeno	Não sofre influência do Corpo Central do Reservatório; contaminação de metais pesados devido à provável remobilização de sedimento.
13 A Taquacetuba	Ambiente eutrofizado, sujeito à influência do bombeamento das águas do Rio Pinheiros; não atendimento aos padrões de qualidade para a classe vigente para alguns metais pesados, devido à contribuição do rio Pinheiros e/ou remobilização de sedimento.
14 A Taquacetuba	Ambiente eutrofizado, sujeito à influência do bombeamento; efeito tóxico associado às florações de cianofíceas; região fortemente impactada por nutrientes advindos do corpo central e alguns formadores deste braço; condição anóxida controlada pela concentração de matéria orgânica e de sulfetos reativos, os quais imobilizam parcialmente os metais; qualidade de sedimento comprometida, com elevadas concentrações de metais e compostos orgânicos, presença de toxicidade e biota empobrecida; a redução dos níveis de nutrientes, metais e alguns organismos em relação ao ponto 5 A descrevem a pluma de contaminação; tendência significativa à liberação de fósforo para a biota (coluna).
15 A Taquacetuba	Ambiente eutrofizado com forte influência do Corpo Central, além da contribuição dos formadores; ocorre bioacumulação nos peixes, principalmente para compostos orgânicos; toxicidade na alga associada à floração de algas; PCBs, Lindane e HCBs em peixes sujeitos a restrição segundo Usepa; o sedimento tem potencial de remobilização dos contaminantes.
16 e 17 A Taquacetuba	Presença de metais pesados na Bacia do Taquacetuba; os principais contribuintes em termos de carga orgânica biodegradável são os Ribeirões Colônia e Vermelho.
18 e 19 A Taquacetuba	Contaminação de metais pesados.
25 A Rio Grande	Ambiente hipereutrofizado; não atendimento aos padrões de qualidade para a classe vigente para matéria orgânica biodegradável, nutrientes e metais pesados, dado pela influência das águas do Rio Grande/Jurubatuba e/ou Ribeirão Pires.
26 A Rio Grande	Espécies fitoplanctônicas resistentes ao cobre; ambiente eutrofizado, sujeito a impactos intermitentes e deletérios às comunidades aquáticas, devido à aplicação de sulfato de cobre; recuperação da qualidade das águas devido à autodepuração que ocorre ao longo do reservatório do Rio Grande.
27 A Rio Grande	Espécies fitoplanctônicas resistentes ao cobre; baixas concentrações de clorofila devido à sulfatação; efeito tóxico pode estar associado aos níveis de cobre, bem como a outros agentes tóxicos não analisados.

## ■ LEGISLAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

Os mananciais da Região Metropolitana de São Paulo possuem, desde a década de 70, legislações específicas de conservação ambiental com o objetivo garantir água em quantidade e qualidade suficientes para o abastecimento de sua população e de seu setor produtivo.

Além destas normas específicas, na Bacia Hidrográfica da Billings incidem normas federais e estaduais relativas à proteção ambiental em geral, à proteção dos recursos hídricos e florestais, ao licenciamento de atividades potencialmente prejudiciais ao meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e aos crimes ambientais.

### ■ Leis de Proteção aos Mananciais do Estado de São Paulo

A Bacia Hidrográfica da Billings possui legislação estadual específica de proteção desde a década de 70, quando foram editadas as Leis nº 898/75 e 1.172/76. Posteriormente, em 1997, foi editada a Lei Estadual nº 9.866, reformulando por completo a legislação e estabelecendo uma nova política para os mananciais.

Embora a Lei nº 9.866 substitua as anteriores, seu artigo 45, do capítulo das disposições finais e transitórias, prevê que ficam mantidas as disposições das Leis nº 898/75 e 1.172/76 para a Região Metropolitana, até que sejam promulgadas as leis específicas para cada uma das sub-bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento público. Desse modo, até que seja promulgada a Lei Específica da Área de Proteção e Recuperação de Manancial da Billings, ficam mantidos os dispositivos das leis anteriores, assim como os da nova Lei (9.866/97) que são auto-aplicáveis.

#### ■ Leis Estaduais nº 898/75 e 1.172/76<sup>(4)</sup>

A Legislação de Proteção aos Mananciais foi definida com o objetivo de exercer uma função estruturadora do desenvolvimento da metrópole, estabelecendo, através de modelo de uso e ocupação do solo, a população máxima a ser suportada pelas bacias protegidas e eficiência no tratamento de efluentes líquidos das diversas atividades que nela vierem a se implantar. A legislação age de forma preventiva visando obter a qualidade desejada da água para o abastecimento.

Estas leis distinguem duas categorias de áreas e definem diferentes restrições de uso do solo.

Nas Áreas ou Faixas de 1ª Categoria são permitidos, exclusivamente: (i) excursionismo, excetuado o campismo; (ii) prática de esporte, desde que não exija construção de edificações permanentes; e (iii) serviços, obras e edificações destinadas à proteção aos mananciais, à regularização de vazões, ao controle de cheias e à utilização das águas para abastecimento e lazer sob controle.

São as seguintes as áreas de 1ª Categoria: as faixas de segurança sanitária ao longo dos corpos d'água, para protegê-los de contaminações diretas; áreas cobertas por matas, que possibilitem maior infiltração das águas da chuva; e áreas com encostas muito pronunciadas, para evitar a erosão.

Nas áreas de 2ª categoria são permitidos praticamente todos os usos do solo: residencial; industrial, de acordo com uma relação de indústria constante na Legislação de Zoneamento Industrial; comercial, exceto equipamentos de saúde pública que não se destinem ao atendimento das populações locais; serviços, exceto equipamentos de saúde pública que não se destinem ao atendimento das populações locais; institucional; lazer; hortifrutícola; e florestamento, reflorestamento e extração vegetal.

As atividades permitidas variam de acordo com sua proximidade em relação ao manancial protegido. Quanto mais próximo, maiores as restrições. Dessa forma, antes de elaborar o projeto ou encaminhar o pedido de aprovação, o interessado deve saber, junto à Emplasa, se a atividade a ser implantada é permitida na área desejada.

Nas áreas de 2ª categoria, distinguem-se três classes de áreas, nos termos da legislação de proteção: classe A (área urbana); classe B (área de expansão urbana); e classe C (área rural).

<sup>(4)</sup> EMPLASA, "Região Metropolitana de São Paulo - Proteção aos Mananciais Legislação: Roteiro para implantação de Projetos, 1984".

Legislação ambiental básica aplicável à Bacia	
FEDERAL	
Número e Ano (ordem cronológica)	Assunto
Decreto Federal nº 24.643 de 1934	Estabelece o Código de Águas.
Lei nº 4.771 de 1965	Código Florestal
Lei nº 6.766 de 1979	Parcelamento do solo urbano
Resolução Conama nº 20 de 1986	Classifica as águas doces, salobras e salinas e estabelece parâmetros de qualidade da água
Constituição Federal, 1988	Artigos 22, 23, 24 e 225 (Capítulo do Meio Ambiente)
Decreto Federal nº 750 de 1993	Regula o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.
Resolução Conama nº 01 de 1994	Regula o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica no Estado de S. Paulo.
Lei Federal nº 9.433, de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente - "Lei de Crimes Ambientais".
ESTADUAL	
Número e Ano	Assunto
Lei nº 898 de 1975	Proteção aos Mananciais
Lei nº 1.172 de 1976	Proteção aos Mananciais
Constituição do Estado de São Paulo de 1989	Artigos sobre Meio Ambiente, Recursos Naturais e Saneamento (arts. 191 a 204)
Lei nº 7.663 de 1991	Institui a Política e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
Lei nº 9.034 de 1994	Estabelece o Primeiro Plano Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei nº 9.866 de 1997	Estabelece nova lei de Proteção aos Mananciais do Estado de São Paulo

Estas áreas distinguem-se fundamentalmente pelas densidades populacionais máximas permitidas, que se refletem no tamanho dos lotes e nas porcentagens de áreas construídas. Para fixar essas densidades, levou-se em consideração: (i) que o risco da poluição é tanto maior quanto mais próximo dos mananciais se desenvolvem as atividades; (ii) que já existem implantadas nas bacias, nos núcleos urbanos, inclusive sedes de municípios, havendo uma tendência à concentração de populações nos mesmos e em suas vizinhanças.

Considerando estes dois fatores, a lei fornece, em tabelas, os índices máximos permitidos para construção em função do uso da edificação e do tamanho do lote.

#### ■ A Nova Lei de Proteção aos Mananciais (Lei Estadual nº 9866/97)

A partir do final dos anos 80 passou a ser cada vez mais evidente a necessidade de reformular a legislação de proteção aos mananciais, seja para adequá-la às alterações jurídicas e legais ocorridas com a promulgação da Constituição Federal de 1988 e da Constituição Estadual de 1989, seja pela constatação de sua baixa efetividade.

Após um longo período de discussões foi promulgada, em 1997, a Lei Estadual nº 9866, que estabeleceu novos critérios e procedimentos para a proteção dos mananciais do Estado de São Paulo.

Entre os objetivos da nova lei destacam-se: proteção e recuperação de condições ambientais específicas, necessárias para a produção da água na quantidade e qualidade demandada atualmente, e garantia do abastecimento e do consumo das futuras gerações.

Para que tais objetivos sejam alcançados, foram definidos instrumentos e mecanismos capazes de atuar diretamente nos fatores sociais, econômicos e políticos que compõem a região e determinam a estruturação e a ocupação destas áreas a serem protegidas. Estes



instrumentos são: (i) exigência do estabelecimento de leis específicas para cada Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM); (ii) exigência de formulação do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) de cada (APRM); (iii) estabelecimento de orientações para definição de mecanismos de compensação; e (iv) estabelecimento de orientações para fiscalização, monitoramento e aplicação de penalidades.

Além disso, a Lei nº 9.866 determina as seguintes diretrizes:

a) Adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão;

b) Definição de três tipologias de Áreas de Intervenção:

- Áreas de Restrição à Ocupação (artigo 13): são as definidas pela Constituição do Estado e por lei com preservação permanente, de interesse para proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais;
- Áreas de Ocupação Dirigida (artigo 14): são as de interesse para a consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos, desde que haja manutenção das condições ambientais necessárias à produção da água em quantidade e qualidade suficientes para abastecimento da população atual e futura;
- Áreas de Recuperação Ambiental (artigo 15): são as que em razão dos usos e ocupações comprometem a qualidade e a quantidade dos mananciais, exigindo ações de caráter corretivo. Poderão ser reenquadradas através do PDPA nas duas classes acima, quando comprovada a efetiva recuperação ambiental pelo Relatório de Situação da Qualidade da APRM (artigo 15, parágrafo único).

c) Definição de mecanismos de gestão das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRMs, estabelecendo:

- Órgão Colegiado: é o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) correspondente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos ou o Subcomitê vinculado ao CBH, com expressa delegação de competência. É órgão consultivo e deliberativo composto por Estado, Municípios e Sociedade Civil com direito a voz e voto. A Sociedade Civil será representada por entidades ligadas aos diversos segmentos sociais sediadas nos municípios contidos nas APRMs (num limite de 1/3 do número total de votos), conforme dispõe o artigo 7, parágrafo 2º da Lei. Dentre as suas atribuições estão a de aprovar as Áreas de Intervenção, respectivas normas e o PDPA, aprovar as propostas de investimento, recomendar diretrizes para políticas setoriais, etc. (artigo 7, parágrafo 3º da Lei).
- Órgão Técnico: é a Agência de Bacia (entidade prevista no artigo 29 da Lei Estadual nº 7663/91, em conformidade com o artigo 42 e ss. da Lei Federal nº 9433/97) ou órgão indicado pelo órgão colegiado. Entre outras atribuições tem: a de implantar e operacionalizar o Sistema Gerencial de Informações (SGI), assistir e capacitar órgãos, entidades e municípios do Sistema de Gestão, elaborar e atualizar o PDPA, etc. (artigo 8 da Lei). As ações deste órgão devem obedecer as diretrizes dos Sistemas de Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Regional (SIGRH – Consema – CDR).
- Órgãos da Administração Pública: são responsáveis pelo licenciamento, fiscalização, monitoramento e implementação dos programas e ações setoriais (artigo 9 da Lei).

## ■ Normas relativas à gestão de recursos hídricos

*Lei Estadual nº 7.663/91:*

Cria o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SIGRH e estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos, que possui dois princípios básicos: (i) gestão descentralizada, participativa e integrada, através da adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs), do Conselho Estadual de Recursos Hídrico – CRH, do Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI, dos Comitês de Bacia – CBHs e SubComitês de Bacia Hidrográficas – SCBHs, da criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – Fehidro, e (ii) o reconhecimento da água como um bem público, a fim de assegurar padrões de qualidade satisfatórios para os usuários atuais e as gerações futuras,

através da cobrança pelo uso da água (projeto de lei em tramitação na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo).

*Lei Estadual nº 9.034/94:*

Estabelece o Primeiro Plano Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (para os anos 1994 e 1995); define a base geográfica para operação do SIGRH; aprova a divisão do Estado de São Paulo em 22 (vinte e duas) Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI.

*Lei Estadual nº 10.020/98:*

Cria as Agências de Bacias, como entidades jurídicas, com estrutura administrativa e financeira próprias; estabelece as funções da Agência, dentre elas a de administradora de recursos obtidos com a Cobrança pelo Uso da Água e de secretaria executiva dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

*Lei Federal nº 9433/97:*

Cria o Sistema Nacional dos Recursos Hídricos e institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, com os seguintes fundamentos: (i) a gestão descentralizada dos recursos hídricos com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, através do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos Comitês de Bacias Hidrográficas e da Agência Nacional de Águas; (ii) a bacia hidrográfica como unidade territorial básica; (iii) gestão integrada das águas; (iv) solução de conflitos de uso; (v) planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; (vi) promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

## ■ Normas relativas à proteção da cobertura vegetal

A Bacia Hidrográfica da Billings localiza-se dentro do Domínio da Mata Atlântica, e portanto, sujeita aos preceitos legais de proteção deste bioma, este que é considerado um dos mais ameaçados pela devastação em todo o planeta e que se encontra reduzido a apenas 7,6% da sua cobertura florestal original. Dentre a Legislação específica que incide sobre as áreas de Mata Atlântica, estão:

*Código Florestal, Lei nº 4.771/65:*

(i) limita o exercício do direito da propriedade referente às formações vegetais nativas existentes em todo o território nacional; (ii) qualifica as florestas como bens de interesse comum a todos os habitantes do país, subordinando a exploração de tais recursos naturais ao interesse da população, e impõe uma série de limitações; (iii) obriga o estabelecimento de reserva legal nas propriedades; e (iv) define as áreas designadas como de “preservação permanente” (matas existentes ao longo dos rios ou de quaisquer cursos d’água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais, nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, topos de morro, encostas com declividade superior a 45°, bordas de chapadas e vegetações em altitudes superiores a 1.800 metros).

*Decreto Federal nº 750/93:*

Regulamenta o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, presentes na região.

*Resolução Conama nº 01/1994:*

Define o que é vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial, médio e avançado de regeneração de Mata Atlântica em cumprimento ao disposto no artigo 6º, do Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, e na Resolução Conama nº 10, de 10 de outubro de 1993, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo.

## ■ Normas relativas ao parcelamento do solo urbano

*Lei nº 6.766, de 1979 (com alterações posteriores):*

Rege o parcelamento do solo para fins urbanos e estabelece que os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequação da lei às peculiaridades regionais e locais. O parcelamento do solo urbano dá-se em casos de loteamento ou desmembramento.

## ■ Normas relativas à qualidade da água

*Decreto Federal nº 24.643*, de 10 de julho de 1934:

Estabelece o Código de Águas com proibição de construções capazes de poluir ou inutilizar para o uso ordinário a água do poço ou nascente alheia, a ela preexistentes (art. 98). Quanto à qualidade da água, o Título VI, sobre Águas Nocivas, estabelece que: “A ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros” (art. 109).

*Resolução Conama nº 20*, de 18 de junho de 1986:

Principal norma relativa à qualidade das águas, classifica as águas doces, salobras e salinas e estabelece parâmetros de qualidade e indicadores específicos, para assegurar seus usos preponderantes. Estabelece, ainda, cinco classes de uso das águas e determina os limites máximos de diversos parâmetros.

*Decreto Estadual nº 10.755/77*:

Estabelece o enquadramento dos cursos d’água no Estado de São Paulo. Segundo este decreto, grande parte do Reservatório Billings enquadra-se na classe 2, com exceção dos Braços do Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca e Capivari e todos os seus afluentes, a montante da linha de alta-tensão da Light, nos municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo, que pertencem à classe 1.

O tabela 19 demonstra a correlação entre o disposto nas legislações federal e estadual, em relação às classes de uso das águas.

Além das leis, resoluções e decretos anteriormente citados, incidem sobre a Bacia Hidrográfica da Billings a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998) e um conjunto de normas relativas à disposição e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às atividades minerárias e ao licenciamento de atividades potencialmente impactantes sobre o meio ambiente.

Tabela 19 - Correlação entre as classes de uso das águas das legislações federal e estadual<sup>(1)</sup>

Resolução Conama nº 020/86	Decreto Estadual nº 8.468/76	Usos
Classe especial	Classe 1	Abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.
Classes 1 e 2	Classe 2	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; Irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).
Classe 3	Classe 3	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; Preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e flora; Dessedimentação de animais.
Classe 4	Classe 4	Abastecimento doméstico, após tratamento avançado; Navegação; Harmonia paisagística; Abastecimento industrial; Irrigação; Usos menos exigentes.

<sup>(1)</sup> Conforme informações do Relatório Final do “Monitoramento Integrado Bacias Alto e Médio Tietê: Avaliação da Qualidade da Água, Sedimento e Peixes, outubro/99”. (Cetesb, 1999)



capítulo II

**EVOLUÇÃO DAS ALTERAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS  
NO PERÍODO 1989-99 NA BACIA HIDROGRÁFICA  
DA BILLINGS**





## EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NO PERÍODO 1989-1999

Em uma bacia hidrográfica utilizada para abastecimento público, algumas alterações no uso do solo são extremamente negativas, pois resultam em perda da capacidade de produção de água em quantidade e qualidade adequadas. A região da Billings, assim como outras áreas de mananciais da RMSP, vem sofrendo ao longo dos anos um processo de ocupação desordenada, que resulta, via de regra, em graves impactos ambientais.

Uma das principais formas de diagnosticar a situação ambiental de uma determinada região é a análise da evolução do uso do solo. Este tipo de estudo possibilita identificar como as atividades humanas estão alterando ou interferindo no ambiente natural, em um determinado espaço de tempo.

No presente estudo, foram adotadas as seguintes categorias para analisar a evolução do uso do solo na Bacia Hidrográfica da Billings:

- áreas urbanas não consolidadas (áreas urbanas em formação ou crescimento);
- áreas urbanas consolidadas;
- áreas de ocupação dispersa (áreas não urbanas, alteradas por atividades humanas);
- solo exposto (áreas desprovidas de qualquer vegetação protetora nativa ou plantada);
- mineração (áreas sujeitas a atividades mineradoras, identificadas nas imagens);
- campo antrópico/várzea;
- Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração;
- Mata Atlântica primária ou secundária nos estágio médio e avançado de regeneração;
- reflorestamento (cobertura florestal não nativa – silvicultura de eucalipto e pinus);
- indústria (áreas industriais identificadas na imagem de satélite).

As áreas ocupadas pelas categorias acima foram identificadas e mapeadas a partir de imagens de satélite Landsat TM, nos anos de 1989 e 1999. A análise de como cada área se modificou nesses dez anos permitiu identificar a dinâmica das alterações antrópicas na Bacia.

## EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NA ÁREA TOTAL DA BACIA

A tabela 20 apresenta as áreas ocupadas pelas categorias na Bacia Hidrográfica da Billings nos anos de 1989 e 1999 em números absolutos e relativos, considerando-se a área total da Bacia. Já a tabela 21 mostra como cada categoria evoluiu, seja se convertendo para outra categoria, como, por exemplo, áreas urbanas não consolidadas que se consolidaram, seja crescendo em relação à área da categoria em 1989.

Estes dados permitem verificar que no período estudado houve um aumento das áreas ocupadas por atividades humanas em detrimento daquelas com cobertura florestal nativa (Mata Atlântica), conforme demonstra o gráfico 6, sendo o crescimento dos usos urbanos o mais significativo. As áreas urbanas não consolidadas e consolidadas apresentaram, respectivamente, um incremento de 47,9% e 27,3% em relação a 1989, ao mesmo tempo em que o desmatamento de florestas nativas foi de 6,6% (tabela 21 e gráfico 7).

## EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO POR MUNICÍPIO

A Bacia Hidrográfica da Billings compreende parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo, e a totalidade do município de Rio Grande da Serra.

As tabelas 22, 24, 26, 28, 30 e 32 apresentam as áreas ocupadas pelas categorias de uso do solo nos municípios da Bacia Hidrográfica da Billings, nos anos de 1989 e 1999, em números absolutos e relativos, considerando-se a área total de cada município.

As tabelas 23, 25, 27, 29, 31 e 33, por sua vez, mostram como estas categorias evoluíram em cada um dos municípios da Bacia no período estudado.

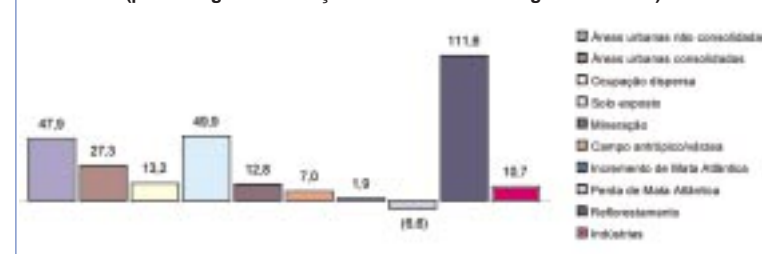
Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	1.485,85	2,55	1.653,66	2,84
Áreas urbanas consolidadas	5.404,61	9,27	6.874,60	11,80
Áreas de ocupação dispersa	3.344,26	5,74	3.263,52	5,60
Solo exposto	61,59	0,11	57,56	0,10
Mineração	192,90	0,33	156,89	0,27
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	4.129,22	7,09	3.541,50	6,08
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	699,15	1,20	647,32	1,11
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	31.825,67	54,61	30.242,02	51,89
Reflorestamento	188,26	0,32	398,35	0,68
Indústrias	98,55	0,17	109,06	0,19
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>14.722,11</b>	<b>25,27</b>	<b>15.661,92</b>	<b>26,89</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>32.713,08</b>	<b>56,13</b>	<b>31.287,17</b>	<b>53,68</b>
<b>Outros<sup>(3)</sup></b>	<b>10.850,26</b>	<b>18,62</b>	<b>11.336,36</b>	<b>19,43</b>

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.  
<sup>(1)</sup> Em relação à área total da Bacia (58.280,32 ha).  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias de uso de solo que apresentam grande similaridade nas imagens de satélite, o que impossibilita a análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

Categorias	Convertido-se para outra categoria		Incremento	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	544,10	36,62	711,92	47,91
Áreas urbanas consolidadas	0,00	0,00	1474,94	27,29
Ocupação dispersa	521,23	15,59	440,49	13,17
Solo exposto	34,74	56,41	30,71	49,86
Mineração	60,76	31,50	24,75	12,83
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	876,06	21,22	288,34	6,98
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	329,10 <sup>(3)</sup>	47,07 <sup>(3)</sup>	277,27	39,66
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	1.922,53 <sup>(4)</sup>	6,04 <sup>(4)</sup>	338,97	1,07
Reflorestamento	0,00	0,00	210,09	111,60
Indústrias	0,00	0,00	10,51	10,66

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.  
<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias de uso de solo que apresentam grande similaridade nas imagens de satélite, o que impossibilita a análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Equivale a 233,22 ha desmatados e 95,27 ha que evoluíram para Mata Atlântica secundária em estágio médio de regeneração no período.  
<sup>(4)</sup> Equivale à área desmatada no período.

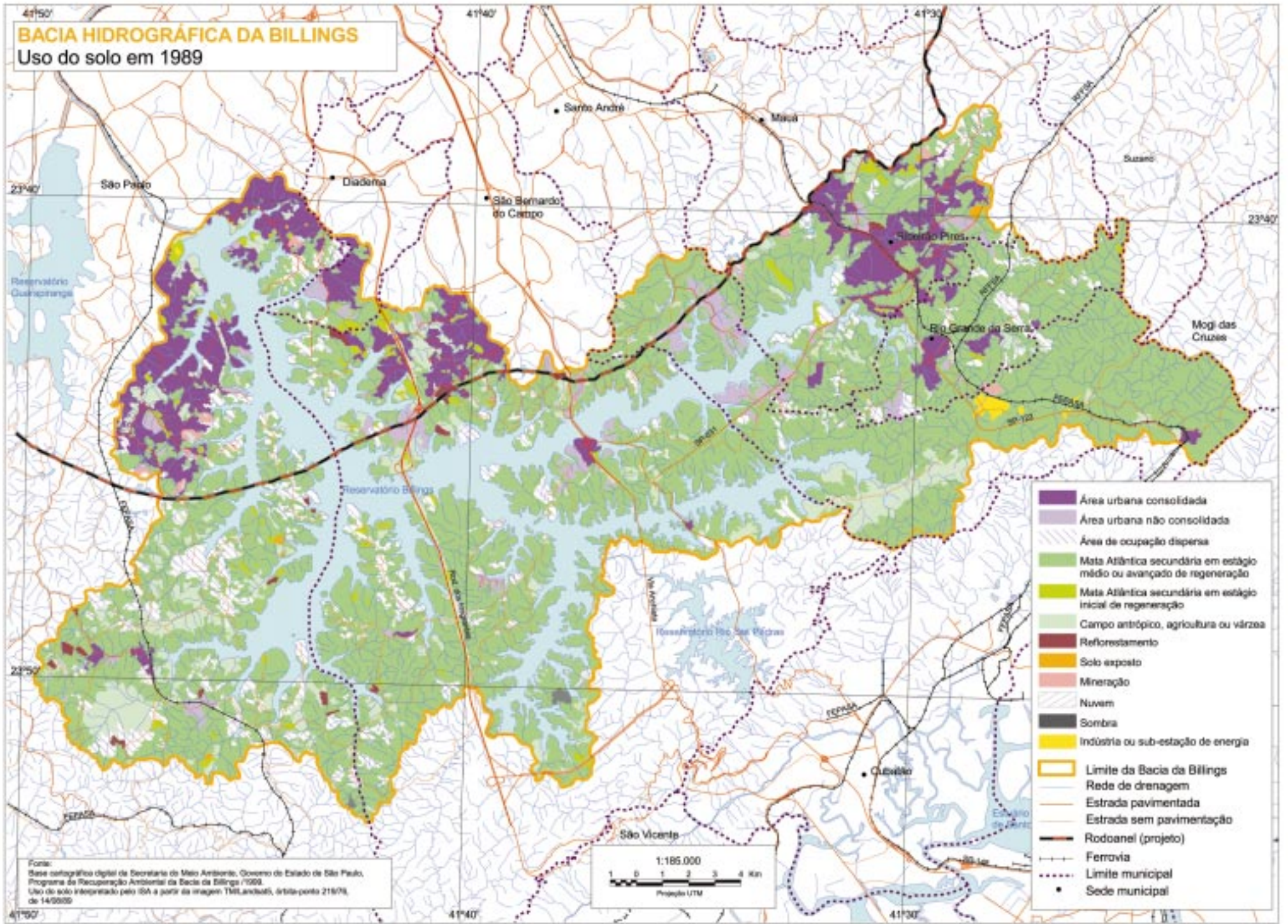
Gráfico 7 - Evolução das categorias de uso do solo na Bacia no período 1989-1999 (porcentagem em relação à área de cada categoria em 1989)





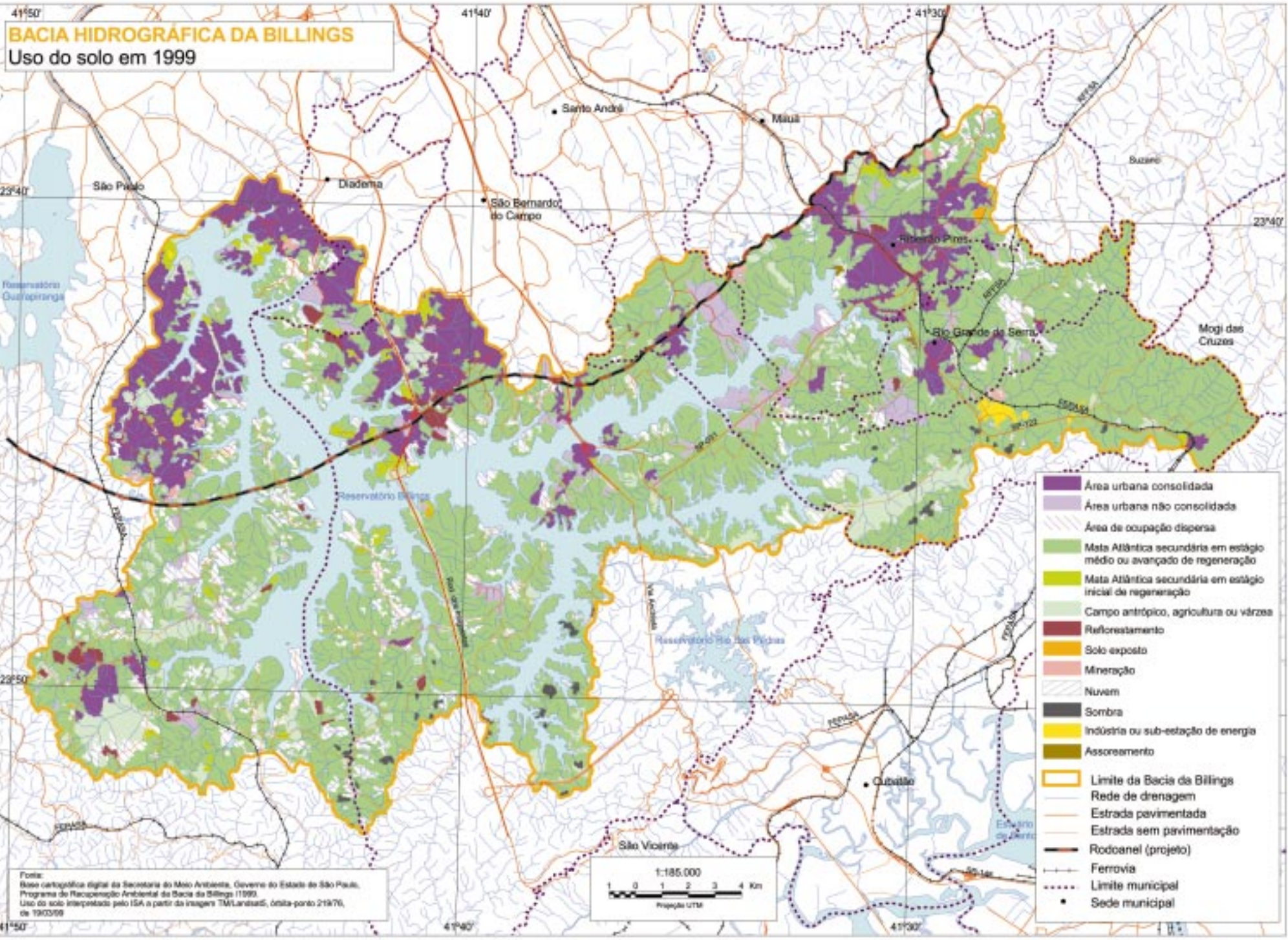
# BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

## Uso do solo em 1989



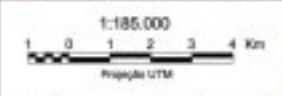


**BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS**  
**Uso do solo em 1999**



- Área urbana consolidada
- Área urbana não consolidada
- Área de ocupação dispersa
- Mata Atlântica secundária em estágio médio ou avançado de regeneração
- Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração
- Campo antrópico, agricultura ou várzea
- Reflorestamento
- Solo exposto
- Mineração
- Nuvem
- Sombra
- Indústria ou sub-estação de energia
- Assoreamento
- Limite da Bacia da Billings
- Rede de drenagem
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação
- Rodocanel (projeto)
- Ferrovia
- Limite municipal
- Sede municipal

Fonte: Base cartográfica digital da Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, Programa de Recuperação Ambiental da Bacia da Billings (1999). Uso do solo interpretado pelo ISA a partir da imagem TM/Landsat5, órbita-ponto 21976, de 1903/99





**Tabela 22 - Uso do solo no município de Diadema, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	77,50	10,66	91,63	12,61
Áreas urbanas consolidadas	251,59	34,62	283,96	39,07
Áreas de ocupação dispersa	31,32	4,31	30,77	4,23
Solo exposto	-	-	-	-
Mineração	-	-	-	-
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	2,70	0,37	12,19	1,68
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	46,43	6,39	11,10	1,53
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	255,64	35,17	198,15	27,26
Reflorestamento	1,61	0,22	37,66	5,18
Indústrias	-	-	-	-
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>363,11</b>	<b>49,96</b>	<b>418,15</b>	<b>57,59</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>303,68</b>	<b>41,78</b>	<b>246,91</b>	<b>33,97</b>
Outros <sup>(3)</sup>	60,00	8,26	61,34	8,44

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.

<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da Bacia (726,80 hectares).

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 23 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de Diadema, no período 1989-1999**

Categorias	Convertido para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	13,68	17,65	27,80	35,87
Áreas urbanas consolidadas	-	-	32,37	12,87
Ocupação dispersa	5,61	17,91	5,06	16,16
Solo exposto	-	-	-	-
Mineração	-	-	-	-
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	-	-	9,50	351,85
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	35,33 <sup>(3)</sup>	76,10	-	-
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	60,32 <sup>(4)</sup>	23,60	2,83	1,11
Reflorestamento	-	-	36,05	2.239,13
Indústrias	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Equivale a 32,5 ha desmatados e 2,83 ha que evoluíram para Mata Atlântica secundária em estágio médio de regeneração no período.

<sup>(4)</sup> Equivale à área desmatada no período.

**Tabela 24 - Uso do solo no município de Ribeirão Pires, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	198,51	3,12	236,41	3,71
Áreas urbanas consolidadas	1.470,92	23,10	1.595,80	25,06
Áreas de ocupação dispersa	348,86	5,48	282,47	4,44
Solo exposto	24,51	0,38	18,62	0,29
Mineração	56,54	0,89	47,57	0,75
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	232,79	3,66	267,41	4,20
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	140,22	2,20	68,97	1,08
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	3.349,69	52,61	3.305,56	51,91
Reflorestamento	15,56	0,24	15,56	0,24
Indústrias	-	-	-	-
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>2.332,12</b>	<b>36,63</b>	<b>2.448,29</b>	<b>38,45</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>3.505,46</b>	<b>55,05</b>	<b>3.390,09</b>	<b>53,24</b>
Outros <sup>(3)</sup>	528,74	8,30	529,00	8,31

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.

<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da bacia (6.367,67 hectares).

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 25 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de Ribeirão Pires, no período 1989-1999**

Categorias	Convertido-se para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	66,75	33,62	104,64	52,71
Áreas urbanas consolidadas	-	-	124,88	8,49
Ocupação dispersa	66,39	19,03	-	-
Solo exposto	5,89	24,04	-	-
Mineração	13,94	24,65	4,97	8,80
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	14,07	6,05	48,70	20,92
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	71,25 <sup>(3)</sup>	50,82	-	-
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	70,52 <sup>(4)</sup>	2,11	26,39	0,79
Reflorestamento	-	-	-	-
Indústrias	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Equivale a 62,34 ha desmatados e 8,91 ha que evoluíram para Mata Atlântica secundária em estágio médio de regeneração no período.

<sup>(4)</sup> Equivale à área desmatada no período.

**Tabela 26 - Uso do solo no município de Rio Grande da Serra, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	77,88	2,13	198,73	5,43
Áreas urbanas consolidadas	300,90	8,22	327,42	8,94
Áreas de ocupação dispersa	311,23	8,50	305,41	8,34
Solo exposto	-	-	-	-
Mineração	3,62	0,10	3,62	0,10
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	122,63	3,35	86,68	2,37
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	17,76	0,49	12,66	0,35
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	2.770,58	75,67	2.653,70	72,48
Reflorestamento	-	-	18,65	0,51
Indústrias	-	-	-	-
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>816,26</b>	<b>22,29</b>	<b>921,87</b>	<b>25,18</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>2.788,35</b>	<b>76,15</b>	<b>2.685,01</b>	<b>73,33</b>
Outros <sup>(3)</sup>	56,84	1,55	54,57	1,49

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.

<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da Bacia (3.661,45 hectares).

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 27 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de Rio Grande da Serra, no período 1989-1999**

Categorias	Convertido-se para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	14,07	18,07	134,92	173,23
Áreas urbanas consolidadas	-	-	26,53	8,82
Ocupação dispersa	66,48	21,36	60,66	19,49
Solo exposto	-	-	-	-
Mineração	-	-	-	-
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	35,95	29,31	-	-
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	5,11 <sup>(3)</sup>	28,75	-	-
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	134,70 <sup>(4)</sup>	4,86	17,82	0,64
Reflorestamento	-	-	18,65	-
Indústrias	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.

<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias de uso do solo que apresentam grande similaridade nas imagens de satélite, o que impossibilita a análise individualizada.

<sup>(3)</sup> Equivale a área desmatada no período.

<sup>(4)</sup> Equivale à área desmatada no período.



**Tabela 28 - Uso do solo no município de Santo André, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	458,43	4,78	480,46	5,01
Áreas urbanas consolidadas	43,61	0,46	151,53	1,58
Áreas de ocupação dispersa	110,90	1,16	157,59	1,64
Solo exposto	0,01	0,00	0,01	0,00
Mineração	21,47	0,22	19,45	0,20
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	729,32	7,61	625,68	6,53
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	0,09	0,00	12,01	0,13
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	7.455,08	77,81	7.180,13	74,94
Reflorestamento	-	-	5,83	0,06
Indústrias	98,55	1,03	109,06	1,14
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>1.462,30</b>	<b>15,26</b>	<b>1.543,78</b>	<b>16,11</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>7.455,17</b>	<b>77,81</b>	<b>7.197,97</b>	<b>75,13</b>
Outros <sup>(3)</sup>	663,73	6,93	839,46	8,76

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.  
<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da Bacia (9.581,21 hectares).  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 29 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de Santo André, no período 1989-1999**

Categorias	Convertiu-se para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	86,38	18,84	108,40	23,65
Áreas urbanas consolidadas	-	-	107,92	247,48
Ocupação dispersa	18,43	16,62	65,11	58,71
Solo exposto	-	-	-	-
Mineração	3,90	18,16	1,88	8,75
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	114,48	15,70	10,84	1,49
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	-	-	11,92	13.245,80
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	277,59 <sup>(3)</sup>	3,72	2,64	0,04
Reflorestamento	-	-	5,83	-
Indústrias	-	-	10,51	10,67

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Equivale a à área desmatada no período.

**Tabela 30 - Uso do solo no município de São Bernardo do Campo, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	477,40	2,23	335,53	1,57
Áreas urbanas consolidadas	994,59	4,65	1.694,63	7,92
Áreas de ocupação dispersa	940,90	4,40	1.025,91	4,80
Solo exposto	16,20	0,08	6,25	0,03
Mineração	-	-	-	-
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	1.286,72	6,02	898,57	4,20
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	269,98	1,26	270,93	1,27
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	10.990,11	51,39	10.399,87	48,63
Reflorestamento	76,12	0,36	166,73	0,78
Indústrias	-	-	-	-
Áreas ocupadas por atividades humanas	3.715,81	17,38	3.960,90	18,52
Área com cobertura florestal	11.336,21	53,01	10.837,54	50,68
Outros <sup>(3)</sup>	6.348,69	29,69	6.586,05	30,80

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.  
<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da Bacia (21.384,48 hectares).  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 31 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de São Bernardo do Campo, no período 1989-1999**

Categorias	Convertiu-se para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	295,18	61,83	154,20	32,30
Áreas urbanas consolidadas	-	-	700,04	70,39
Ocupação dispersa	104,97	11,16	189,98	20,19
Solo exposto	16,18	99,87	6,25	38,61
Mineração	-	-	-	-
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	434,43	33,76	46,28	3,60
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	150,45 <sup>(3)</sup>	55,73	150,81	55,86
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	801,45 <sup>(4)</sup>	7,29	211,22	1,92
Reflorestamento	-	-	90,61	119,04

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Equivale a 99,42 ha desmatados e 51,03 ha que evoluíram para Mata Atlântica secundária em estágio médio de regeneração no período.  
<sup>(4)</sup> Equivale a à área desmatada no período.

**Tabela 32 - Uso do solo no município de São Paulo, nos anos de 1989 e 1999\***

Categoria	1989		1999	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	196,96	1,19	309,62	1,87
Áreas urbanas consolidadas	2.342,07	14,14	2.822,54	17,05
Áreas de ocupação dispersa	1.601,06	9,67	1.474,44	8,90
Solo exposto	37,05	0,22	32,68	0,20
Mineração	111,27	0,67	86,24	0,52
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	1.755,75	10,60	1.651,78	9,98
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	224,65	1,36	272,31	1,64
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	7.000,93	42,28	6.497,54	39,24
Reflorestamento	95,03	0,57	153,98	0,93
Indústrias	-	-	-	-
<b>Áreas ocupadas por atividades humanas</b>	<b>3.715,81</b>	<b>17,38</b>	<b>3.960,90</b>	<b>18,52</b>
<b>Área com cobertura florestal</b>	<b>7.320,61</b>	<b>44,21</b>	<b>6.923,83</b>	<b>41,81</b>
Outros <sup>(3)</sup>	3.192,25	19,28	3.256,51	19,67

\* Dados obtidos a partir de análises de imagens de satélite Landsat TM.  
<sup>(1)</sup> Em relação à área total do município dentro da Bacia (16.559,02 hectares).  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Corpos d'água, nuvens e sombras.

**Tabela 33 - Alterações nas categorias de uso do solo no município de São Paulo, no período 1989-1999**

Categorias	Convertiu-se para outra categoria		Acréscimo	
	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	68,77	34,92	181,43	92,12
Áreas urbanas consolidadas	-	-	483,12	20,63
Ocupação dispersa	246,29	15,38	119,67	7,47
Solo exposto	28,85	77,87	24,48	66,08
Mineração	42,92	38,57	17,89	16,08
Campo antrópico/várzea <sup>(2)</sup>	277,63	15,81	170,81	9,73
Mata Atlântica secundária em estado inicial de regeneração	66,96 <sup>(3)</sup>	29,80	114,62	51,02
Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração	577,95 <sup>(4)</sup>	8,26	74,56	1,06
Reflorestamento	-	-	58,95	62,03
Indústrias	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.  
<sup>(2)</sup> Inclui agricultura, pastagens e várzeas, categorias com grande similaridade nas imagens de satélite, impossibilitando análise individualizada.  
<sup>(3)</sup> Equivale a 34,46 ha desmatados e 32,5 ha que evoluíram para Mata Atlântica secundária em estágio médio de regeneração no período.  
<sup>(4)</sup> Equivale a à área desmatada no período.

**Tabela 34 - Expansão urbana na Bacia no período de 1989 a 1999**

Categoria	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Áreas urbanas não consolidadas	711,92	47,91
Áreas urbanas consolidadas	1.474,94	27,29
<b>Total</b>	<b>2.186,86</b>	<b>31,74</b>

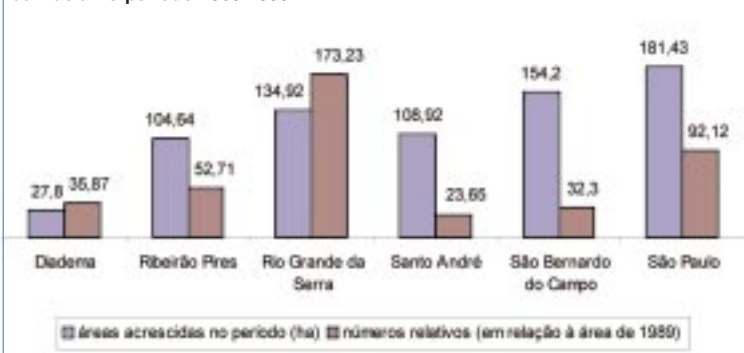
<sup>(1)</sup> Em relação à área da categoria em 1989.

**Tabela 35 - Crescimento das áreas urbanas não consolidadas nos municípios da Bacia no período de 1989/1999**

Municípios	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Diadema	27,80	35,87
Ribeirão Pires	104,64	52,71
Rio Grande da Serra	134,92	173,23
Santo André	108,92	23,65
São Bernardo do Campo	154,20	32,30
São Paulo	181,43	92,12
<b>Total</b>	<b>711,92</b>	<b>47,91</b>

<sup>(1)</sup> Em relação às áreas urbanas não consolidadas em cada município no ano de 1989.

**Gráfico 8 - Crescimento das áreas urbanas não consolidadas nos municípios da Bacia no período 1989-1999**

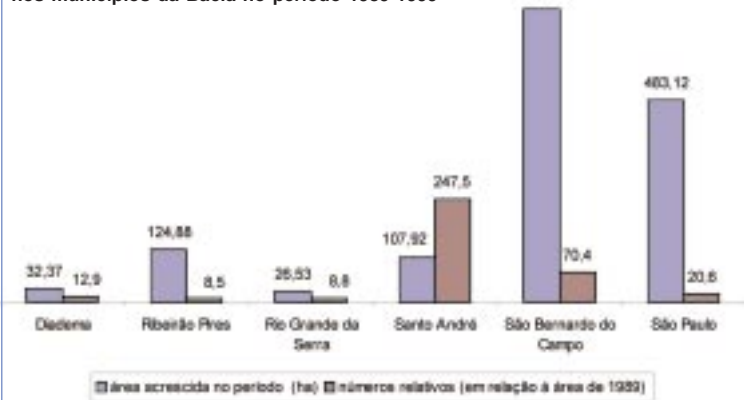


**Tabela 36 - Crescimento das áreas urbanas consolidadas nos municípios da Bacia no período 1989-1999**

Municípios	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Diadema	32,37	12,87
Ribeirão Pires	124,88	8,49
Rio Grande da Serra	26,53	8,82
Santo André	107,92	247,48
São Bernardo do Campo	700,04	70,39
São Paulo	483,12	20,63
<b>Total</b>	<b>1.474,94</b>	<b>27,29</b>

<sup>(1)</sup> Em relação às áreas urbanas consolidadas de cada município no ano de 1989.

**Gráfico 9 - Crescimento das áreas urbanas consolidadas nos municípios da Bacia no período 1989-1999**



## ■ Expansão urbana no período de 1989 a 1999

A Bacia Hidrográfica da Billings apresentou, no período de 1989 a 1999, intenso crescimento das áreas ocupadas por usos urbanos em detrimento de outros usos, especialmente Mata Atlântica. Este processo ocorreu através do surgimento de novas ocupações, consolidação da ocupação existente e transformação de áreas rurais em urbanas.

As áreas urbanas, que compreendem a soma das áreas urbanas não consolidadas e das áreas urbanas consolidadas, apresentaram um crescimento de 31,74% no período de 1989 a 1999, conforme dados da tabela 34.

Do crescimento das áreas urbanas não consolidadas, que atingiu o índice de 47,91% no período deste estudo, a maior parte (43,19%) deu-se sobre áreas de Mata Atlântica, levando ao desmatamento de 307,47 hectares. Outros 40,35% ocorreram sobre áreas de ocupação dispersa, o que demonstra que esta categoria é, em muitos casos, o início do processo de expansão urbana na Bacia.

Já as áreas urbanas consolidadas apresentaram no período um crescimento de 27,29%. As categorias de uso do solo mais impactadas por este crescimento foram as áreas urbanas não consolidadas, que contribuíram com 36,81%, demonstrando a tendência desta categoria se consolidar ao longo dos anos e, mais uma vez, áreas de Mata Atlântica, com 41,33%, equivalentes a um desmatamento de 609,62 hectares.

Conforme pode ser verificado nas tabelas 35 e 36, o crescimento das áreas urbanas não consolidadas e consolidadas na Bacia não foram uniformes nos vários municípios que a compõem. Em números absolutos, São Paulo e São Bernardo do Campo apresentaram maior crescimento de áreas urbanas não consolidadas. Esses números, no entanto, necessitam análise cuidadosa, pois Rio Grande da Serra, que estaria em terceiro lugar em termos de área absoluta para esta categoria, foi o que apresentou maior crescimento proporcional, com uma cifra surpreendente de 173,23% no período. Este dado demonstra claramente que este município é o que deverá apresentar no futuro o maior índice de expansão urbana, exigindo medidas urgentes para a reversão desta tendência.

O gráfico 8 permite a análise da evolução das áreas urbanas não consolidadas por município da Bacia da Billings, em números absolutos e relativos.

Com relação ao crescimento das áreas urbanas consolidadas, novamente São Paulo e São Bernardo do Campo lideram as estatísticas em números absolutos. Em números relativos, no entanto, Santo André apresentou um crescimento impressionante de 247,48%, o que significa quase triplicar sua mancha urbana em apenas dez anos. A tabela 36 e o gráfico 9 possibilitam uma análise comparativa dos crescimento desta categoria de uso do solo por município, no período de 1989 a 1999.

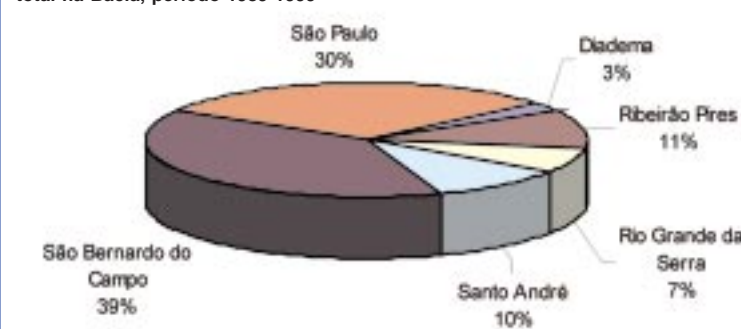
Finalmente, considerando-se a soma do crescimento das áreas urbanas não consolidadas e consolidadas, São Bernardo do Campo foi o que apresentou maior expansão urbana. Entre 1989 e 1999, este município teve um incremento de 854,25 hectares, equivalentes a 39,06% da expansão urbana total ocorrida na Bacia, conforme pode ser verificado na tabela 37 e no gráfico 10.

**Tabela 37 - Contribuição dos municípios na expansão urbana total da Bacia no período 1989-1999**

Municípios	Área (ha)	% <sup>(1)</sup>
Diadema	60,17	2,75
Ribeirão Pires	229,52	10,50
Rio Grande da Serra	161,45	7,38
Santo André	216,85	9,92
São Bernardo do Campo	854,25	39,06
São Paulo	664,55	30,39
<b>Total</b>	<b>2.186,86</b>	<b>100,00</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à expansão urbana total verificada na Bacia.

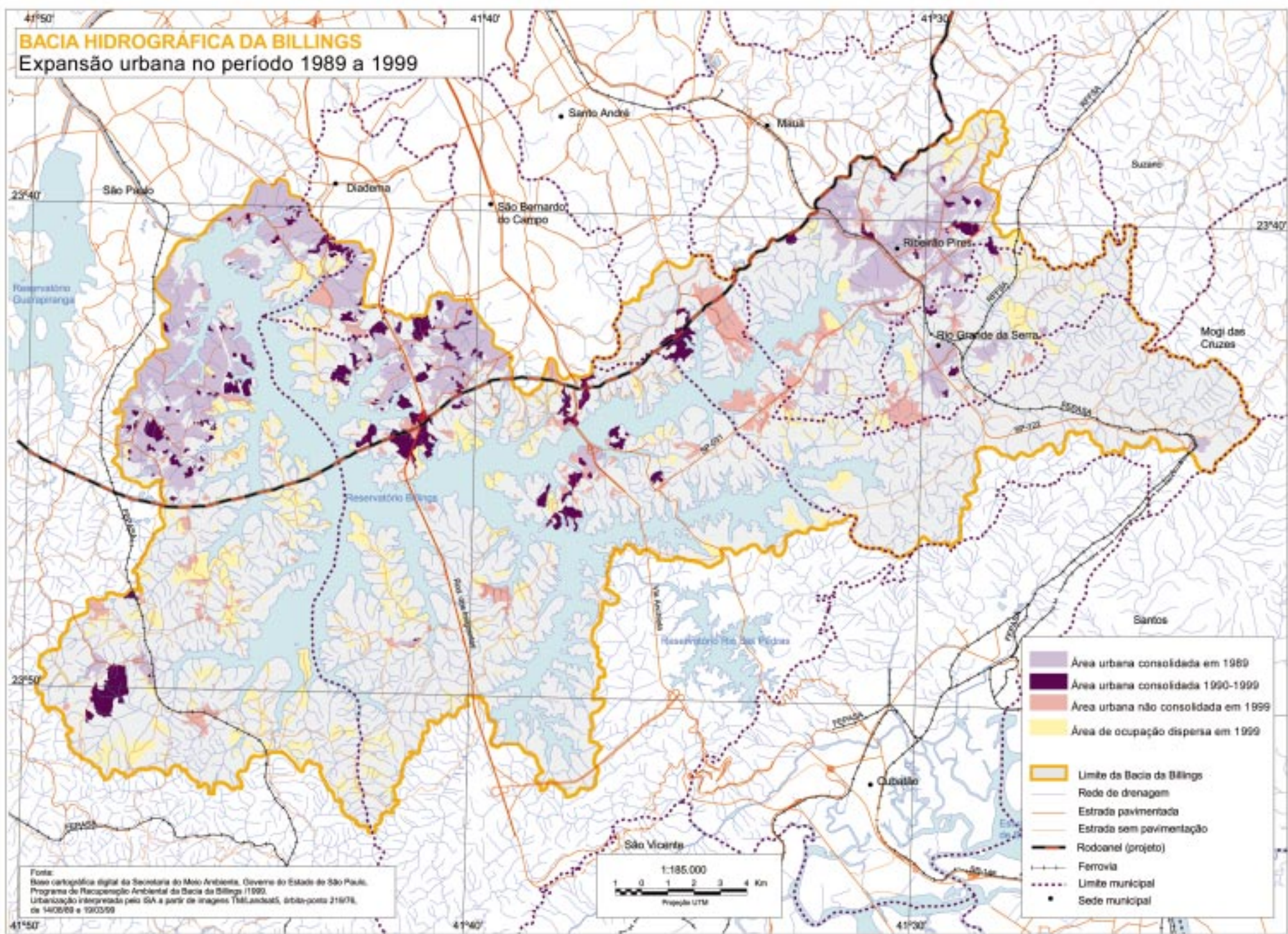
**Gráfico 10 - Contribuição dos municípios em relação à expansão urbana total na Bacia, período 1989-1999**





# BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

## Expansão urbana no período 1989 a 1999







Região próxima à Rodovia dos Imigrantes, no município de São Bernardo do Campo.

## ■ Evolução do desmatamento no período de 1989 a 1999

A Bacia Hidrográfica da Billings possui grande parte de seu território coberto por Mata Atlântica. No entanto, conforme demonstrado anteriormente, estas áreas encontram-se seriamente ameaçadas pela expansão de usos ligados a atividades humanas, em especial, os usos urbanos.

A tabela 38 apresenta áreas desmatadas nos municípios da Bacia da Billings, no período de 1989 a 1999, em números absolutos (desmatamento bruto) e relativos (taxa de desmatamento), considerando a área de cobertura florestal existente em cada município no ano de 1989.

Em termos de desmatamento bruto, São Bernardo do Campo lidera as estatísticas, com 900,87 hectares de Mata Atlântica suprimida no período analisado (gráficos 11 e 12), sendo responsável por 43% do total desmatado na Bacia (gráfico 13). Entretanto, quando observamos a taxa de desmatamento, podemos constatar que Diadema, que teve um desmatamento bruto aparentemente insignificante se comparado com os demais municípios da Bacia, foi o mais impactado, pois perdeu 30,7% de sua cobertura florestal nativa no período. Esta taxa é proporcionalmente cinco vezes superior à taxa de desmatamento de todo o Estado de São Paulo, estimada em cerca de 6%, no mesmo período.

Se compararmos ao desmatamento da Floresta Amazônica, estimado em cerca de 4% no período 1989 a 1999, todos os municípios da Bacia da Billings apresentam taxas proporcionalmente equivalentes ou superiores. Este dado é motivo de grande preocupação, pois, como já foi dito, trata-se de uma região de mananciais com potencial de abastecimento de 4 milhões de pessoas.

Tabela 38 - Supressão da cobertura florestal nativa (Mata Atlântica) por municípios da Bacia no período 1989-1999

Municípios	Secundária em estágio inicial de regeneração		Primária e secundária em estágio médio e avançado de regeneração		Total	
	ha	% <sup>(1)</sup>	ha	% <sup>(2)</sup>	ha	% <sup>(3)</sup>
Diadema	32,5	69,9	60,32	23,6	92,86	30,7
Ribeirão Pires	62,34	44,5	70,52	2,1	132,86	3,8
Rio Grande da Serra	5,11	28,8	134,7	4,9	139,81	5,0
Santo André	0	-	277,59	3,7	277,59	3,7
São Bernardo do Campo	99,42	36,8	801,45	7,3	900,87	8,0
São Paulo	34,46	15,3	577,95	8,3	612,41	8,5
<b>Total</b>	<b>233,83</b>	<b>33,4</b>	<b>1.922,53</b>	<b>6,0</b>	<b>2.156,40</b>	<b>6,6</b>

<sup>(1)</sup> Em relação à área de Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração existente no município em 1989.

<sup>(2)</sup> Em relação à área de Mata Atlântica primária e secundária em estágio médio e avançado de regeneração existente no município em 1989.

<sup>(3)</sup> Em relação à área total de Mata Atlântica existente no município em 1989.

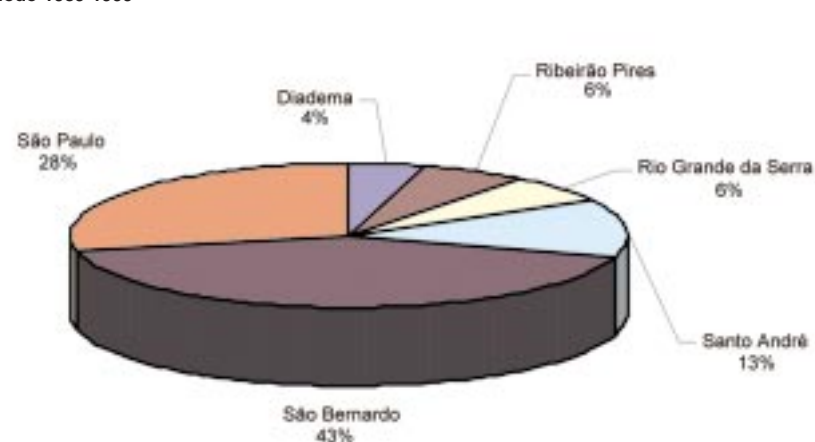
Gráfico 11 - Desmatamento bruto (hectares) por município da Bacia, período 1989-1999



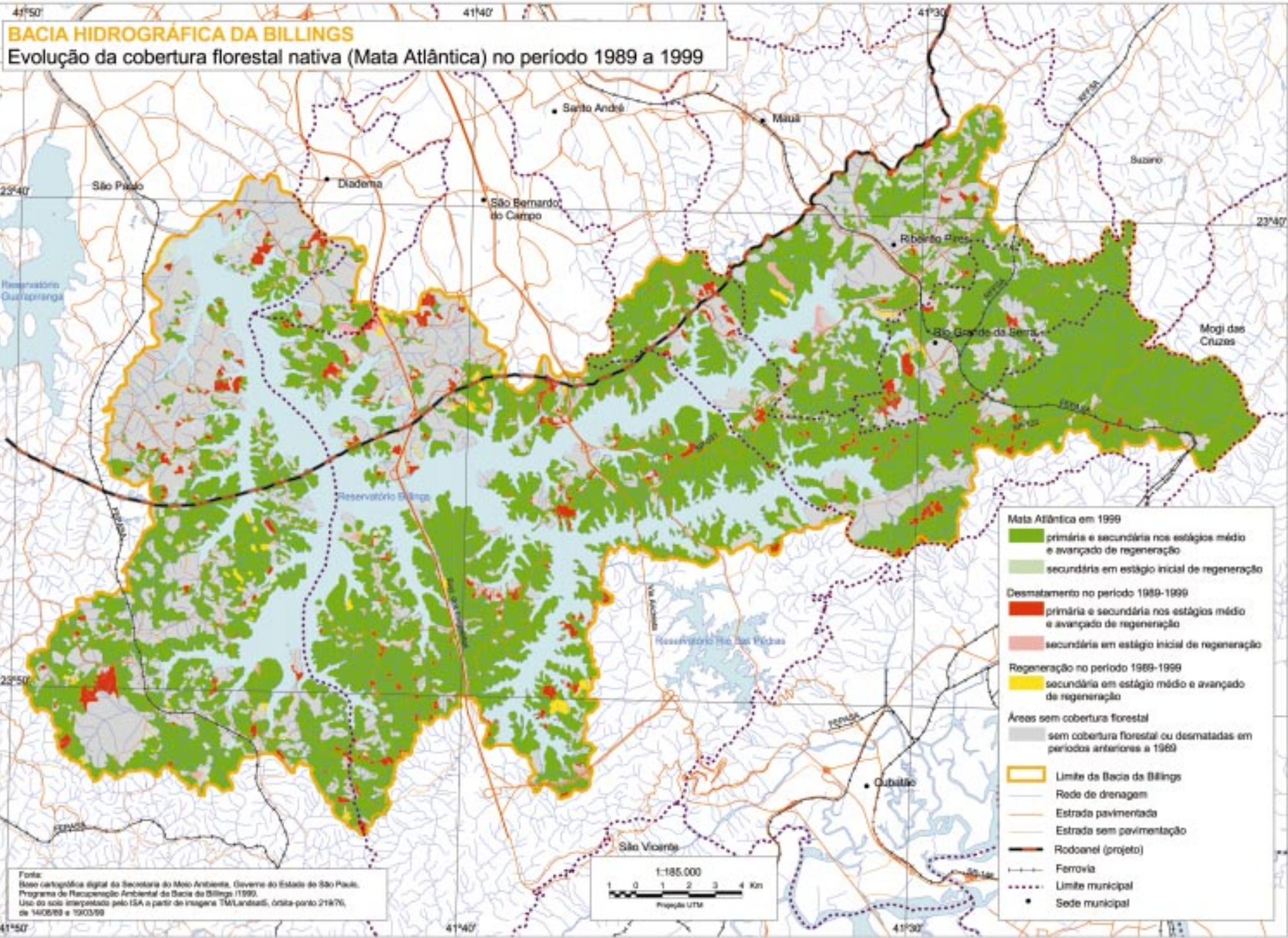
Gráfico 12 - Taxa de desmatamento (%) por município da Bacia, período 1989-1999



Gráfico 13 - Contribuição dos municípios em relação à perda total de Mata Atlântica na Bacia, período 1989-1999









## ■ CRESCIMENTO POPULACIONAL NO PERÍODO 1991-96

O crescimento populacional desordenado em uma bacia hidrográfica utilizada para abastecimento público, como é o caso da Billings, influencia diretamente a sua qualidade ambiental. Quanto maior o número de habitantes, maiores são as probabilidades de impactos ambientais como a impermeabilização do solo e a remoção da cobertura vegetal para a construção de moradias, além de contaminação da água através do lançamento de esgoto e da disposição inadequada de lixo.

Com o objetivo de minimizar esses impactos, a legislação de proteção aos mananciais da RMSP, estabelecida na década de 70, definiu limites de densidades populacionais para estas regiões. As áreas passíveis de ocupação foram divididas em três classes, sendo que para cada uma delas foram adotados tamanhos de lotes e taxas de ocupação máximas permitidas.

Ao longo dos anos, entretanto, o incremento populacional na Bacia Hidrográfica da Billings ocorreu de forma bem diferente do previsto na legislação. No período de 1991 a 1996, a região recebeu 178 mil novos habitantes, representando um crescimento populacional de 33,13% em apenas cinco anos.

Além de extremamente acelerada, a ocupação da região vem ocorrendo sem nenhum planejamento e está intimamente ligada às dinâmicas recentes de expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo, em que as áreas centrais estão perdendo população para as áreas mais periféricas.

## ■ Evolução da população residente na Bacia no período de 1991 a 1996

Os dados sobre o crescimento da população residente na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1991 a 1996, apresentados a seguir, foram produzidos pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SMA, 1999) com base nas informações por município do Censo Demográfico IBGE 1991 e Contagem Populacional 1996.

Em 1996, a população residente na região era de 716 mil habitantes, distribuídos nos seis municípios nela inseridos, principalmente em São Paulo e São Bernardo do Campo (tabela 39 e gráfico 14).

Do aumento populacional de 178 mil habitantes verificado na Bacia no período de 1991 a 1996, São Paulo foi o município onde se verificou o maior incremento, com 109.735 novos habitantes, correspondendo a um crescimento de 41,87% em relação a 1991 (tabela 40, gráfico 15). No mesmo período, a densidade populacional na região evoluiu de 9,23 para 12,29 habitantes por hectare (tabelas 41 e 42).

Em 1996, 78,08% da população da Bacia Hidrográfica da Billings encontrava-se em áreas urbanas, 16,92% em favelas e apenas 5,01% em moradias consideradas rurais. No período de 1991 a 1996 a população residente em favelas foi a que mais cresceu em números relativos, registrando um aumento de 54,53% em relação a 1991 (tabelas 43 e 44).

Outro aspecto que chama a atenção é que, apesar de a Bacia Hidrográfica da Billings abranger apenas 25,65% da área total dos municípios de São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires, o crescimento da população residente na Bacia, no período 1991-1996, representou metade (50,56%) do crescimento da população total destes municípios (tabela 45 e gráfico 16). No caso de Ribeirão Pires este valor foi ainda mais significativo, chegando a 66,74%.

**Tabela 39 - População residente na Bacia, por município, nos anos de 1991 e 1996\***

Município	1991		1996	
	habitantes	% <sup>(1)</sup>	habitantes	% <sup>(2)</sup>
Diadema	44.556	8,28	49.967	6,98
Ribeirão Pires	69.309	12,88	77.662	10,84
Rio Grande da Serra	29.848	5,55	34.736	4,85
Santo André	17.518	3,26	23.653	3,30
São Bernardo do Campo	114.613	21,31	158.328	22,11
São Paulo	262.087	48,72	371.822	51,92
<b>Total</b>	<b>537.931</b>	<b>100,00</b>	<b>716.168</b>	<b>100,00</b>

\* Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional 1996 (SMA/1996).

<sup>(1)</sup> Em relação à população total residente na Bacia no ano de 1991.

<sup>(2)</sup> Em relação à população total residente na Bacia no ano de 1996.

**Gráfico 14 - População residente na Bacia, por município, nos anos de 1991 e 1996**



**Tabela 40 - Crescimento da população residente na Bacia, por município, no período 1991-1996\***

Município	Acréscimo 91-96	
	habitantes	% <sup>(1)</sup>
Diadema	5.411	12,14
Ribeirão Pires	8.353	12,05
Rio Grande da Serra	4.888	16,38
Santo André	6.135	35,02
São Bernardo do Campo	43.715	38,14
São Paulo	109.735	41,87
<b>Total</b>	<b>178.237</b>	<b>33,13</b>

\* Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional 1996 (SMA/1996)

<sup>(1)</sup> Em relação à população residente na Bacia, por município, em 1991.

**Gráfico 15 - Crescimento de população residente na Bacia, por município, período 1991-1996 (em %)**



**Tabela 41 - Densidade populacional na Bacia, por municípios, nos anos de 1991-1996\***

Município	Habitantes/hectare	
	1991	1996
Diadema	61,30	68,75
Ribeirão Pires	18,93	21,21
Rio Grande da Serra	4,69	5,46
Santo André	1,83	2,47
São Bernardo do Campo	5,36	7,40
São Paulo	15,83	22,45
<b>Total</b>	<b>9,23</b>	<b>12,29</b>

\* População obtida através de dados dos Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional 1996 (SMA/1996). Área dos municípios de acordo com o Sistema de Informação Geográfica do Instituto Socioambiental (SIG/ISA).

**Tabela 42 - Crescimento da densidade populacional na Bacia, por municípios, no período 1991-1996**

Município	Habitantes/hectare
Diadema	7,44
Ribeirão Pires	2,28
Rio Grande da Serra	0,77
Santo André	0,64
São Bernardo do Campo	2,04
São Paulo	6,63
<b>Total</b>	<b>3,06</b>



**Tabela 43 - População residente na Bacia, por tipo de residência, em 1991 e 1996\***

População	1991		1996	
	habitantes	% <sup>(1)</sup>	habitantes	% <sup>(2)</sup>
População residente em favelas	78.398	14,57	121.147	16,92
População urbana	429.354	79,82	559.149	78,08
População rural	30.179	5,61	35.872	5,01
<b>Total</b>	<b>537.931</b>	<b>100,00</b>	<b>716.168</b>	<b>100,00</b>

\* Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional 1996 (SMA/1996).  
<sup>(1)</sup> Em relação à população total residente na Bacia no ano de 1991.  
<sup>(2)</sup> Em relação à população total residente na Bacia no ano de 1996.

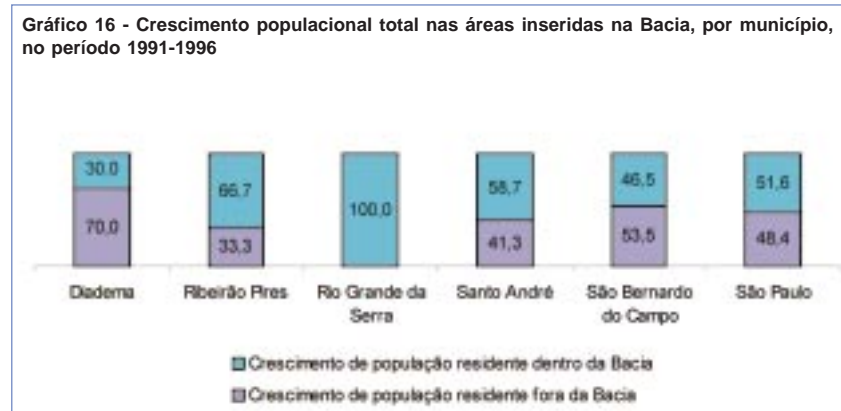
**Tabela 44 - Crescimento populacional na Bacia, por tipo de residência, no período 1991-1996**

Categoria	habitantes	%
População residente em favelas	42.749	54,53
População urbana	129.795	30,23
População rural	5.693	18,86
<b>Total</b>	<b>178.237</b>	<b>33,13</b>

**Tabela 45 - Crescimento da população total residente nos municípios e na Bacia no período 1991-1996\***

Municípios	Total de residentes nos municípios	Total de residentes nas áreas dos municípios inseridos na Bacia	% <sup>(1)</sup>
Diadema	18.048	5.411	29,98
Ribeirão Pires	12.515	8.353	66,74
Rio Grande da Serra	4.888	4.888	100,00
Santo André	10.452	6.135	58,70
São Bernardo do Campo	94.066	43.715	46,47
São Paulo	212.542	109.735	51,63
<b>Total</b>	<b>352.511</b>	<b>178.237</b>	<b>50,56</b>

\* Censos Demográficos IBGE 1980 e 1991 e Contagem Populacional 1996 (SMA/1996).  
<sup>(1)</sup> Relação entre o crescimento de população residente na Bacia por município e no total dos municípios no período de 1991 a 1996.



## ■ OCORRÊNCIA DE IRREGULARIDADES NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS NO PERÍODO 1978-98

A Bacia Hidrográfica da Billings é protegida pela Lei de Mananciais desde a década de 70. Esta legislação estabeleceu normas de uso do solo e definiu os órgãos estaduais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades humanas na região. Desta forma, a implantação de empreendimentos na região, como por exemplo loteamentos residenciais, ficou vinculada ao atendimento de critérios urbanísticos e à obtenção de licenças ambientais.

Ao longo dos anos, entretanto, diversas ações irregulares ocorreram na Bacia da Billings. Muitas destas ações, apesar de identificadas pelo poder público, não foram eficientemente contidas. Esta inoperância da fiscalização gerou uma situação de impunidade que, por sua vez, estimulou a ocorrência de novas agressões, resultando em um quadro de degradação ambiental crescente. Em alguns casos, por exemplo, uma mesma localidade apresentou tipos de ocorrências diferentes ao longo do tempo, como desmatamento num determinado ano, seguido de movimentação de terra, venda de lotes e construções irregulares.

Entre os anos de 1978 e 1998, o Cadastro de Ocorrências e Sanções do DUSM – Departamento do Uso do Solo Metropolitan (SMA/99), registrou quase 1.000 ocorrências em desacordo com a Legislação de Proteção aos Mananciais na Bacia Hidrográfica da Billings. Dentre as ocorrências no período, as construções irregulares foram as mais expressivas, seguidas de movimentação de terra que, por sua vez, está diretamente vinculada à primeira (tabela 46).

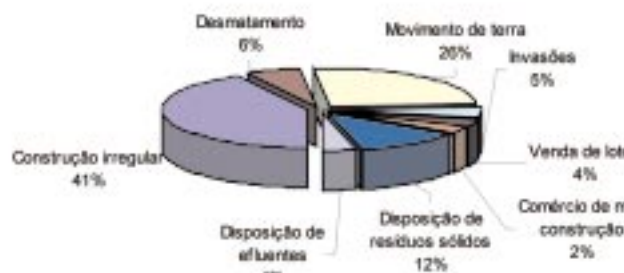
Para a análise da evolução destas ocorrências, o período de 1978 a 1998 foi dividido em quatro períodos de cinco anos, com o objetivo de identificar o comportamento das atividades irregulares na Bacia em momentos históricos diferentes.

- 1978 a 1982 - Início da implementação da Lei de Proteção dos Mananciais;
- 1983 a 1988 - Aumento significativo de loteamentos clandestinos. A ocupação de algumas áreas da Bacia passa a apresentar características urbanas consolidadas;
- 1989 a 1992 - Intensificam-se os indicadores de comprometimento da qualidade da água. Em 1991 é criado o SOS Mananciais, uma parceria entre o Governo do Estado e prefeituras para fiscalização integrada da região;
- 1993 a 1998 - Período de atuação intensa do SOS Mananciais, até 1995 quando se inicia a sua desativação, concluída em 1998.

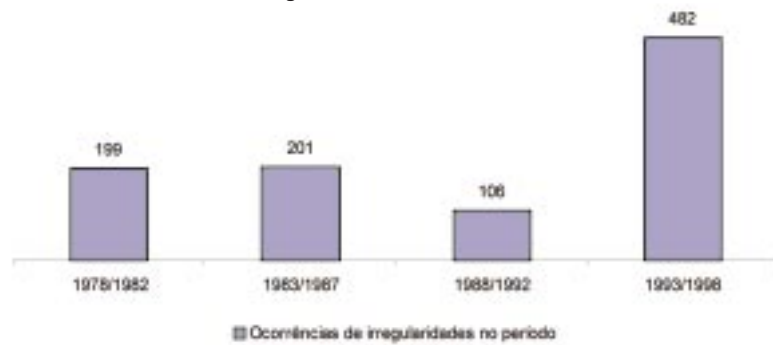
Tipo de ocorrência	1978/1982	1983/1987	1988/1992	1993/1998	Total
Construção irregular	172	126	36	93	427
Desmatamento	1	14	12	32	59
Movimento de terra	24	50	4	182	260
Invasões	1	-	43	3	47
Venda de lotes	-	4	4	30	38
Comércio de mat. construção	-	-	-	25	25
Disposição de resíduos sólidos	-	3	4	112	120
Disposição de efluentes	1	4	3	30	38
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>201</b>	<b>106</b>	<b>482</b>	<b>988</b>

\* Cadastro de Ocorrências e Sanções do DUSM – Departamento do Uso do Solo Metropolitan (SMA/99).

**Gráfico 17 - Ocorrências de irregularidades na Bacia no período 1978-1998**



**Gráfico 18 - Ocorrências de irregularidades na Bacia entre 1978 e 1998**





capítulo III

**AMEAÇAS E PERSPECTIVAS PARA  
A SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL  
DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS**





## ANÁLISE INTEGRADA ENTRE ÁREAS URBANAS E A APTIDÃO FÍSICA AO ASSENTAMENTO URBANO

Os impactos decorrentes da ocupação acelerada da Bacia Hidrográfica da Billings têm sido agravados pelo fato de esta estar ocorrendo sem qualquer planejamento e se concentrando nas áreas ambientalmente mais frágeis da região. Esta é a conclusão a que se pode chegar a partir da análise integrada dos dados relativos à evolução da expansão urbana no período de 1989 a 1999 e a aptidão física ao assentamento urbano (IPT, 1980).

No ano de 1999, apenas 12,02% das áreas urbanas existentes na Bacia Hidrográfica da Billings encontravam-se em áreas favoráveis, ou seja, em locais onde a urbanização causa menor impacto ambiental devido às suas características naturais menos frágeis. A grande maioria destas áreas (64,55%) encontrava-se em regiões que apresentam restrições ambientais (tabela 47 e gráfico 19), sendo 28,79% delas onde há sérias restrições ao assentamento urbano, assim classificadas por possuírem condições topográficas desfavoráveis e exigirem cuidados especiais para implantação de qualquer tipo de ocupação urbana, além de rígido acompanhamento desde o projeto até a construção da ocupação, e 8,27% em locais com severas restrições, onde a implantação de empreendimentos urbanos acarreta sérios problemas como riscos de enchentes, dificuldades e alto custo de implantação de infraestrutura de saneamento, péssimas condições de acesso e de construção de sistemas viários e necessidade de parcelamentos descontínuos dos lotes devido à topografia.

Quando analisamos a relação entre a expansão urbana ocorrida no período de 1989 a 1999 e a aptidão física ao assentamento urbano, é possível comprovar que a ocupação da Bacia Hidrográfica da Billings vem ocorrendo sem qualquer planejamento ou controle. No período analisado, somente 11,85% das novas áreas urbanas se desenvolveram em áreas favoráveis. Uma parcela considerável, 45,33%, ocorreu em áreas com sérias e severas restrições e 38,58% em áreas com restrições localizadas (tabela 48).

Além do crescimento da urbanização ter ocorrido principalmente em áreas com características físicas naturais desfavoráveis, chama a atenção o quanto este incremento representa em relação às categorias de aptidão física ao assentamento urbano. Dentre as categorias onde ocorreram os maiores incrementos destaca-se a com severas restrições, que registrou um aumento de 84,01% de áreas urbanas no período de 1989 a 1999 (tabela 48, gráfico 20).

Finalmente, quando detalhamos a análise da expansão urbana, segmentando-a em urbanização não consolidada e consolidada, é possível verificar que a tendência é de concentração do crescimento urbano nas áreas mais frágeis da Bacia. Isto porque, conforme pode ser verificado nos números da tabela 49 e no gráfico 21, nas áreas com sérias e severas restrições as manchas urbanas não consolidadas, que tenderão a se consolidar a médio prazo, caso não sejam adotadas medidas enérgicas de controle e reversão, são as que registram maiores incrementos em relação ao ano de 1989. Este cenário se agrava quando verificamos o impressionante crescimento das manchas urbanas consolidadas sobre as áreas com severas restrições, que chegou a 91,65% em relação ao existente no ano de 1989.

**Tabela 47 - Áreas urbanas existentes em 1999 e aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings**

Categorias de aptidão <sup>(1)</sup>	Áreas urbanas (ha) <sup>(2)</sup>	% <sup>(3)</sup>	% <sup>(4)</sup>
Áreas favoráveis	1.025,22	12,02	22,35
Áreas com restrições localizadas	2.336,29	27,39	15,54
Áreas com sérias restrições	2.455,66	28,79	18,88
Áreas com severas restrições	705,45	8,27	6,67
Áreas impróprias	8,62	0,10	3,82
Áreas não classificadas <sup>(5)</sup>	1.997,02		

<sup>(1)</sup> Segundo estudo "Aptidão Física ao Assentamento Urbano", IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

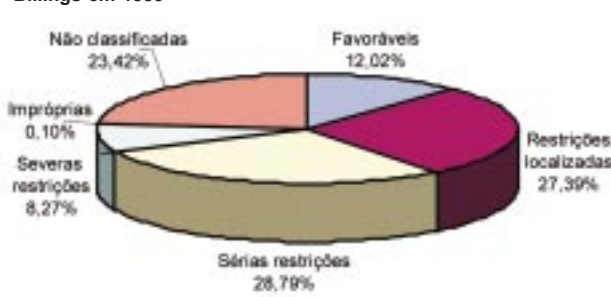
<sup>(2)</sup> Obtidas a partir da análise de imagens de satélite Landsat TM, processadas pelo ISA - Instituto Socioambiental.

<sup>(3)</sup> Em relação ao total de áreas urbanas existentes na Bacia Hidrográfica da Billings em 1999.

<sup>(4)</sup> Em relação à área total de cada categoria de aptidão na Bacia Hidrográfica da Billings.

<sup>(5)</sup> Áreas da Bacia não classificadas pelo estudo do IPT.

**Gráfico 19 - Distribuição das áreas urbanas nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings em 1999**



**Tabela 48 - Expansão urbana nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings, no período de 1989 a 1999**

Categorias de aptidão <sup>(1)</sup>	Acréscimo 89-99 <sup>(2)</sup> (ha)	% <sup>(3)</sup>	% <sup>(4)</sup>
Áreas favoráveis	259,21	31,17	11,85
Áreas com restrições localizadas	843,74	50,07	38,58
Áreas com sérias restrições	636,94	32,18	29,13
Áreas com severas restrições	354,32	84,01	16,20
Áreas impróprias	-	0,00	-
Áreas não classificadas <sup>(5)</sup>	92,66	4,72	4,24

<sup>(1)</sup> Segundo estudo "Aptidão Física ao Assentamento Urbano", IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

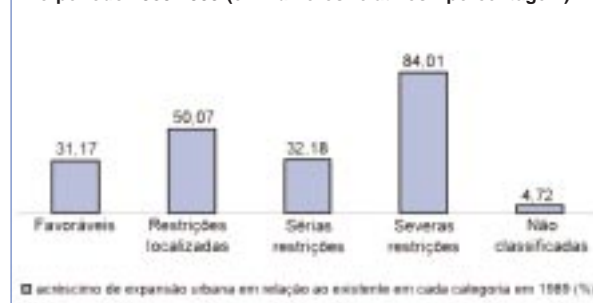
<sup>(2)</sup> Obtidas a partir da análise de imagens de satélite Landsat TM, processadas pelo Instituto Socioambiental.

<sup>(3)</sup> Em relação à área urbana existente em cada categoria em 1989.

<sup>(4)</sup> Em relação à área total de expansão urbana na Bacia Hidrográfica da Billings no período 1989-1999 (2.186,86 ha).

<sup>(5)</sup> Áreas da Bacia não classificadas pelo estudo do IPT.

**Gráfico 20 - Expansão urbana nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989-1999 (em números relativos - porcentagem)**



**Tabela 49 - Acréscimo das áreas urbanas não consolidadas e consolidadas por categoria de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999**

Categorias de aptidão <sup>(1)</sup>	Áreas urbanas não consolidadas <sup>(2)</sup>		Áreas urbanas consolidadas <sup>(2)</sup>	
	(ha)	% <sup>(3)</sup>	(ha)	% <sup>(4)</sup>
Áreas favoráveis	38,91	48,31	220,29	29,33
Áreas com restrições localizadas	264,54	43,56	579,20	53,75
Áreas com sérias restrições	265,54	52,72	371,40	25,17
Áreas com severas restrições	138,29	74,37	216,03	91,62
Áreas impróprias	-	-	-	-
Áreas não classificadas <sup>(5)</sup>	4,64	4,28	88,02	4,74

<sup>(1)</sup> Segundo estudo "Aptidão Física ao Assentamento Urbano", IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

<sup>(2)</sup> Obtidas a partir da análise de imagens de satélite Landsat TM, processadas pelo Instituto Socioambiental.

<sup>(3)</sup> Em relação à área urbana não consolidada existente em cada categoria em 1989.

<sup>(4)</sup> Em relação à área urbana consolidada existente em cada categoria em 1989.

<sup>(5)</sup> Áreas da Bacia não classificadas pelo estudo do IPT.

**Gráfico 21 - Crescimento das áreas urbanas em cada categoria de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings no período 1989-1999 (em números relativos)**



## ■ ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO DA PRODUÇÃO HÍDRICA (ICPH) NO PERÍODO 1989-99

As alterações do uso do solo identificadas na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999, conforme demonstrado no capítulo anterior, resultam em impactos significativos na qualidade ambiental da região.

No sentido de analisar de que forma a Bacia está absorvendo estes impactos e identificar as áreas mais propensas à degradação nos próximos anos, caso se mantenham as atuais tendências de uso e ocupação do solo na região, foi desenvolvido o Índice de Comprometimento da Produção Hídrica – ICPH<sup>(5)</sup> da Bacia Hidrográfica da Billings.

O ICPH é um indicador obtido através da análise integrada entre as características físicas naturais das sub-bacias que compõem uma bacia hidrográfica, tais como relevo, formato, quantidade de nascentes, quantidade de cobertura vegetal e de ocupação urbana, e as alterações antrópicas processadas em um determinado período de tempo.

Esta metodologia é uma valiosa ferramenta de planejamento, pois permite classificar as sub-bacias analisadas de acordo com suas fragilidades ambientais naturais e o grau de impacto presente e projetado. Desta forma, é possível não somente identificar as sub-bacias que sofreram os maiores impactos antrópicos em um determinado período, mas, principalmente, as que estão mais sujeitas à degradação no futuro, por serem mais frágeis do ponto de vista ambiental.

O ICPH é obtido através de dados provenientes de análises de imagens orbitais e de cartas topográficas digitais, e baseia-se em um modelo algébrico que integra grupos de variáveis geográficas das sub-bacias. Para a obtenção do ICPH são considerados três fatores, traduzidos em coeficientes: índice de escoamento fluvial, coeficiente de vegetação e coeficiente de urbanização.

A equação do ICPH é apresentada a seguir:

$$ICPH = 3 \{ (Coef. de Urbanização - Coef. de Vegetação) / (Coef. de Urbanização + Coef. de Vegetação) \} + 0,3 \text{ Índice de escoamento fluvial}$$

O índice de escoamento fluvial traduz características físicas naturais, tais como densidades de nascentes, grau de permeabilidade natural, declividade e energia potencial – responsáveis pela velocidade de escoamento da água em direção às represas – e a forma de cada sub-bacia – importante no que diz respeito à concentração e dispersão das águas e sedimentos ao longo da área drenada pelos cursos d'água.

O índice de escoamento fluvial identifica o grau de predisposição natural de cada sub-bacia à instabilidade no equilíbrio entre chuva-vazão fluvial, que poderá ser agravado em função do padrão e da intensidade da ocupação antrópica. Este índice é obtido através da seguinte equação:

$$\text{Índice de escoamento fluvial} = F1 \times Dph$$

onde: F1 = frequência de nascentes, ou seja, a quantidade de nascentes dividida pela área da sub-bacia e Dph = desvio padrão das variações de altitude em cada sub-bacia.

As sub-bacias com índices de escoamento fluvial altos e bastante superiores à média da Bacia, que no caso da Billings é em torno de 1,2, como demonstra a tabela 50, são as mais problemáticas quanto à sustentação do uso intenso de sua superfície.

O segundo fator utilizado para o cálculo do ICPH é o Coeficiente de Cobertura Vegetal, que considera a densidade de vegetação existente em uma determinada região. Quanto maior o índice de vegetação, maior a capacidade de retenção de águas das chuvas, de infiltração no solo e diminuição da carga de sedimentos transportada pelos cursos d'água.

O Coeficiente de Vegetação é obtido através da seguinte equação:

$$Coef. de Vegetação = 3 (Dme + Dref) + Dmi$$

onde: Dme = densidade de Mata Atlântica primária e secundária em estágio médio e avançado de regeneração; Dmi = densidade de Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração; Dref = densidade de áreas de reflorestamento.

<sup>(5)</sup> A metodologia do ICPH foi desenvolvida pelo dr. Marco César Ferreira (geógrafo, pesquisador da Unicamp) e pela equipe do Instituto Socioambiental.

Este coeficiente permite visualizar a evolução da cobertura vegetal nas sub-bacias em estudo, através da sua variação em um intervalo de tempo determinado. No caso da Billings, das 153 sub-bacias analisadas, cerca de 125 sofreram variação negativa, ou seja, perderam cobertura vegetal no período entre 1989 e 1999. As sub-bacias que apresentaram as maiores reduções do coeficiente de vegetação, que variam entre 45% e 100%, foram: 110, 111, 137, 21, 15, 22, 18, 133 e 57.

A tabela 50 traz os valores de coeficiente de cobertura vegetal, assim como sua variação no período de 1989 a 1999, para cada uma das sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings.

O terceiro fator utilizado no cálculo do ICPH, que está diretamente relacionado com as atividades humanas, é o Coeficiente de Urbanização, que considera as densidades de áreas urbanas não consolidadas e consolidadas de uma determinada região. Um alto valor de coeficiente de urbanização significa que grandes áreas estão impermeabilizadas, e, conseqüentemente, maiores serão as possibilidades de aumento da intensidade das enchentes e concentração de poluentes domésticos e industriais nas sub-bacias.

O Coeficiente de Urbanização pode ser obtido através da equação:

$$Coef. Urb = 3Dau + 2Dex$$

onde Dau = densidade de áreas urbanizadas, e Dex = densidade de áreas de expansão urbana.

Das sub-bacias que compõem a Billings, cerca de 85 apresentam variação positiva do Coeficiente de Urbanização no período de 1989 a 1999, das quais 29 sofreram aumento superior a 100%.

Dentre as sub-bacias com altas variações de coeficiente urbanização existem dois grupos distintos. Um deles compreende as sub-bacias cujo coeficiente em 1989 era igual a zero, e que no período analisado sofreu pequenos acréscimos, resultando em altas variações – é o caso das sub-bacias 13, 21, 50, 63, 64, 65, 67, 86, 91, 93, 94, 120, 121, 125, 126, 127 e 128. O outro grupo abriga sub-bacias que apresentaram os maiores coeficientes de urbanização em 1999 e acréscimo no período variando entre 25% e 100%. São elas: 14, 15, 23, 35, 133 e 137 (tabela 50).

Com base nos dados obtidos anteriormente, é possível calcular o Índice de Antropização (IAN) das sub-bacias formadoras na Bacia Hidrográfica da Billings. Este índice determina o balanço entre ocupação humana e áreas verdes e florestas em cada sub-bacia. O IAN é obtido através da seguinte equação:

$$IAN = (Coef. Urb - Coef. Veg.) / (Coef. Urb + Coef. Veg.)$$

Os valores do IAN variam de -1 a 1, da seguinte forma:

IAN	Descrição
= -1	Sub-bacias caracterizadas pela ausência de ocupação urbana significativa, predominando as diferentes formas vegetais.
-1 > 0	Sub-bacias que apresentam ocupação urbana, porém com estoques significativos de áreas verdes.
0 > 1	Sub-bacias com intensa ocupação, quase não apresentando cobertura vegetal.
= 1	Sub-bacias totalmente ocupadas, com eliminação de praticamente toda a cobertura vegetal.

Conforme pode ser observado na tabela 50, os resultados desta análise mostram que em 1989 havia 68 sub-bacias com IAN igual a -1, ou seja, caracterizadas pela ausência de ocupação urbana significativa, predominando as diferentes formas vegetais. No ano de 1999, o avanço da antropização levou a uma redução para 50 sub-bacias nestas condições.

Finalmente, de posse deste conjunto de indicadores anteriormente apresentados, é possível calcular o ICPH das sub-bacias que compõem uma determinada bacia hidrográfica, no sentido de identificar de que forma cada uma delas sofreu os impactos das alterações do



uso do solo no período de 1989 a 1999, e quais os reflexos destes impactos na capacidade de produção de água em quantidade e qualidade adequadas para o abastecimento atual e futuro. Como também já foi apresentado, este cálculo é obtido através da seguinte equação:  $ICPH = 3 \{ (Coef. de Urbanização - Coef. de Vegetação) / (Coef. de Urbanização + Coef. Vegetação) \} + 0,3$  Índice de escoamento fluvial.

Os resultados desta etapa do presente Diagnóstico, permitem identificar as sub-bacias que apresentaram maiores variações do ICPH no período de 1989 a 1999. Este índice expressa, através de uma relação direta, o grau de degradação decorrente da ação antrópica: quanto maior a variação, maior o comprometimento das condições ambientais naturais da sub-bacia.

Os valores que expressam a variação do ICPH das sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings estão na tabela 50. Segundo estes dados, as sub-bacias que apresentam os maiores índices de comprometimento da produção hídrica, constituindo-se, portanto, nas mais problemáticas do ponto de vista ambiental e de produção de água em quantidade e qualidade adequadas, são:

- 01, 02, 03, 04 – no município de São Paulo, margem direita do Corpo Central, próximas à barragem;
- 137 e 146 – município de São Paulo, margem esquerda do Corpo Central;
- 09 – no município de Diadema, na região do Braço da Grotta Funda, próxima à Rodovia dos Imigrantes;
- 15, 18 e 19 – no município de São Bernardo do Campo, na região do Alvarenga, sendo que as sub-bacias 15 e 19 são cortadas ao meio pela Imigrantes;
- 105 – divisa do município de São Paulo com São Bernardo, no Braço Taquacetuba;
- 133 – no município de São Paulo, margem esquerda do Corpo Central, no Braço do Bororé;

- 45A – no município de Ribeirão Pires;
- 140, 141, 142, 143, 144 e 145 – no município de São Paulo, margem esquerda do Corpo Central, na região do Braço do Cocaia.

Na avaliação da degradação temporal destas sub-bacias, obtida através da taxa de variação do ICPH entre 1989 e 1999, cujos dados foram apresentados anteriormente, destacam-se aquelas que apresentaram taxas positivas e superiores a 100% de variação no período analisado:

- 06 – no município de São Paulo, margem direita do Corpo Central;
- 14, 21 e 22 – município de São Bernardo, na região do Alvarenga;
- 35 e 37 – município de Santo André, no Rio Grande;
- 44 e 57 – município de Ribeirão Pires, no Rio Grande;
- 137 – município de São Paulo, margem esquerda do Corpo Central.

Merecem atenção também, as sub-bacias abaixo, que sofreram aumento na taxa de variação do ICPH entre 50 a 100% no período analisado:

- 5 - no município de São Paulo, margem direita do Corpo Central;
- 20 e 23 – município de São Bernardo, na região do Alvarenga;
- 30 e 62 – município de São Bernardo, no Rio Grande, cortadas pela Rodovia Anchieta e ligadas pela Barragem Anchieta;
- 60 – município de São Bernardo, no Rio Grande à montante da Barragem Anchieta;
- 65 – município de São Bernardo, próximo à entrada do Rio Pequeno;
- 133 – no município de São Paulo, margem esquerda do Corpo Central, no Braço do Bororé.

A tabela a seguir apresenta os valores obtidos para cada sub-bacia, assim como o IDH e as variações.

Tabela 50 – Coeficientes utilizados e Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH) nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989 a 1999																
Sub-bacia	Áreas (ha) <sup>1</sup>	Coef. Urb. 89	Coef. Urb. 99	Variação (%)	Coef. Veg. 89	Coef. Veg. 99	Variação (%)	DPH	F1	Esc. Fluvial	IAN 89	IAN 99	ICPH 89	ICPH 99	Taxa Cresc.(%)	
1	82,70	2,25	2,34	4,15	0,23	0,12	-47,11	1,54	0,01	0,02	0,82	0,90	2,46	2,71	10,43	
2	134,77	2,40	2,53	5,52	0,29	0,16	-45,37	0,89	0,01	0,01	0,78	0,88	2,35	2,65	12,54	
3	54,64	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,02	0,02	1,00	1,00	3,01	3,01	0,00	
4	266,27	2,08	2,28	9,90	0,13	0,12	-7,19	1,24	0,02	0,03	0,88	0,90	2,65	2,70	2,01	
5	81,78	1,77	1,94	9,48	1,10	0,91	-16,99	1,08	0,01	0,01	0,23	0,36	0,70	1,08	53,82	
6	412,07	1,26	1,43	14,04	1,22	0,87	-28,39	1,16	0,02	0,02	0,01	0,24	0,05	0,73	1.409,57	
7	26,56	0,00	0,00	0,00	2,83	2,68	-5,41	0,77	0,04	0,03	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00	
8	202,85	0,21	0,44	112,81	1,76	1,59	-9,61	1,16	0,01	0,02	-0,79	-0,57	-2,37	-1,70	28,21	
9	288,26	2,27	2,51	10,65	0,46	0,38	-15,86	0,68	0,02	0,01	0,67	0,73	2,00	2,21	10,43	
10	408,44	0,75	0,97	29,73	1,67	1,50	-9,75	0,72	0,01	0,01	-0,38	-0,22	-1,14	-0,64	43,44	
11	398,80	0,01	0,04	362,20	2,39	2,30	-4,08	0,44	0,06	0,03	-0,99	-0,96	-2,97	-2,88	3,02	
12	54,47	0,00	0,00	0,00	2,37	2,49	4,80	1,46	0,14	0,20	-1,00	-1,00	-2,94	-2,94	0,00	
13	51,43	0,00	0,20	2.005,00	1,90	1,74	-8,56	1,09	1,33	1,45	-1,00	-0,79	-2,56	-1,94	24,16	
14	235,52	0,87	1,67	91,02	1,74	1,20	-31,17	2,46	0,17	0,43	-0,33	0,16	-0,87	0,62	171,24	
15	794,57	1,51	1,92	27,45	0,58	0,39	-33,28	2,21	0,12	0,27	0,44	0,66	1,41	2,07	46,98	
16	105,69	1,01	1,06	4,69	1,93	1,85	-4,17	1,47	0,10	0,14	-0,31	-0,27	-0,90	-0,78	13,50	
17	24,96	0,19	0,61	215,50	2,36	2,12	-10,11	1,41	0,73	1,04	-0,85	-0,56	-2,24	-1,36	39,43	
18	48,88	2,37	2,67	12,59	0,57	0,28	-49,94	0,99	0,41	0,41	0,61	0,81	1,97	2,55	29,51	
19	375,33	1,98	2,18	10,35	0,56	0,47	-16,56	1,19	0,18	0,21	0,56	0,65	1,73	2,00	15,39	
20	54,79	0,01	0,53	5.387,90	1,28	1,20	-5,99	1,14	0,66	0,75	-0,98	-0,39	-2,73	-0,93	65,82	
21	29,88	0,00	0,99	9.913,00	1,59	1,47	-7,10	1,65	1,64	2,71	-1,00	-0,20	-2,19	0,22	110,22	
22	300,60	0,99	1,32	33,41	1,53	1,42	-7,51	1,72	0,46	0,80	-0,22	-0,04	-0,41	0,13	132,59	
23	246,56	1,10	1,58	42,77	0,80	0,87	9,75	1,83	0,08	0,14	0,16	0,29	0,53	0,90	70,55	
24	24,05	0,00	0,00	0,00	2,04	2,18	6,72	1,61	1,17	1,88	-1,00	-1,00	-2,44	-2,44	0,00	
25	206,83	0,16	0,59	265,73	1,65	1,64	-0,40	2,26	0,03	0,08	-0,82	-0,47	-2,44	-1,39	43,03	
26	201,69	0,36	0,59	65,88	1,32	1,24	-5,34	1,57	0,04	0,07	-0,57	-0,36	-1,70	-1,05	38,29	
27	118,54	0,00	0,00	0,00	1,18	1,19	0,66	1,81	0,27	0,48	-1,00	-0,99	-2,86	-2,83	0,76	

(1) Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Instituto Socioambiental (ISA)

Continuação da tabela 50 – Coeficientes utilizados e índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH) nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989 a 1999

Sub-bacia	Áreas (ha) <sup>1</sup>	Coef. Urb. 89	Coef. Urb. 99	Variação (%)	Coef. Veg. 89	Coef. Veg. 99	Variação (%)	DPh	F1	Esc. Fluvial	IAN 89	IAN 99	ICPH 89	ICPH 99	Taxa Cresc.(%)
28	382,16	0,35	0,36	2,64	2,17	2,55	17,85	1,55	0,16	0,25	-0,72	-0,75	-2,08	-2,18	4,57
29	120,88	0,00	0,00	0,00	2,72	2,75	1,19	1,08	0,26	0,28	-1,00	-1,00	-2,92	-2,92	0,00
30	360,91	0,35	0,79	125,33	1,76	1,52	-13,58	1,08	0,54	0,59	-0,67	-0,32	-1,83	-0,78	57,49
31	58,25	0,00	0,01	0,00	1,50	1,54	2,98	1,00	0,98	0,98	-1,00	-0,98	-2,71	-2,65	1,99
32	63,07	0,09	0,49	458,10	2,60	2,16	-17,03	1,00	0,17	0,17	-0,93	-0,63	-2,75	-1,84	33,21
33	475,66	0,04	0,07	83,08	2,74	2,77	1,05	1,10	0,10	0,11	-0,97	-0,95	-2,89	-2,82	2,22
34	86,36	0,05	0,43	683,10	2,47	2,33	-5,67	1,13	0,78	0,88	-0,96	-0,69	-2,61	-1,80	30,73
35	154,85	1,02	1,68	64,54	1,28	1,12	-11,84	1,17	0,01	0,01	-0,11	0,20	-0,33	0,59	278,88
36	806,53	0,04	0,09	160,67	2,76	2,74	-0,69	1,00	0,02	0,02	-0,97	-0,93	-2,92	-2,80	4,09
37	143,32	0,89	1,24	40,48	1,65	1,11	-32,56	1,68	0,03	0,06	-0,30	0,06	-0,89	0,18	120,69
38	381,87	0,58	0,71	22,53	2,12	1,92	-9,59	0,95	0,03	0,03	-0,57	-0,46	-1,70	-1,37	19,59
39	150,02	0,66	0,71	8,99	2,02	1,92	-4,88	1,71	0,03	0,05	-0,51	-0,46	-1,52	-1,36	10,32
40	463,60	0,03	0,03	0,01	2,54	2,56	0,89	1,73	0,03	0,05	-0,97	-0,97	-2,91	-2,91	0,02
41	237,54	0,00	0,00	14,00	2,42	2,37	-2,09	1,17	0,03	0,04	-1,00	-1,00	-2,99	-2,98	0,11
42	240,98	0,36	0,56	54,71	2,09	2,11	0,52	1,26	0,02	0,03	-0,71	-0,58	-2,11	-1,74	17,75
43	1.345,39	0,76	0,87	14,24	1,74	1,67	-3,85	1,13	0,03	0,03	-0,39	-0,31	-1,16	-0,93	19,52
44	759,10	1,26	1,34	6,22	1,24	1,22	-1,34	1,09	0,03	0,03	0,01	0,04	0,03	0,14	357,55
45	899,06	1,79	1,83	2,44	1,19	1,15	-3,48	1,16	0,02	0,03	0,20	0,23	0,61	0,70	13,92
45A	183,73	2,41	2,41	0,00	0,56	0,56	0,00	0,97	0,01	0,01	0,62	0,62	1,87	1,87	0,00
46	178,94	0,70	0,70	0,00	1,39	1,39	-0,50	1,73	0,01	0,02	-0,33	-0,33	-1,00	-0,99	0,67
47	229,93	1,15	1,18	2,89	1,75	1,80	2,53	1,07	0,02	0,02	-0,21	-0,21	-0,62	-0,62	0,81
48	1.611,49	0,03	0,03	5,90	2,55	2,55	-0,04	1,05	0,03	0,04	-0,98	-0,98	-2,92	-2,92	0,13
49	3.798,71	0,03	0,03	0,00	2,85	2,82	-1,15	0,96	0,03	0,03	-0,98	-0,98	-2,93	-2,92	0,03
50	552,08	0,00	0,04	388,00	2,32	2,19	-5,61	1,60	0,03	0,05	-1,00	-0,97	-2,99	-2,88	3,50
50A	19,78	0,00	0,00	0,00	1,29	1,29	-0,02	0,83	0,05	0,04	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
51	387,83	0,24	0,28	17,48	2,41	2,37	-1,61	1,12	0,03	0,04	-0,82	-0,79	-2,45	-2,36	3,81
51A	430,15	0,74	0,91	23,26	2,07	2,02	-2,60	1,22	0,02	0,03	-0,47	-0,38	-1,42	-1,13	20,35
51B	34,01	0,77	0,77	0,00	2,23	2,23	0,00	1,44	0,03	0,04	-0,48	-0,48	-1,44	-1,44	0,00
51C	338,79	0,39	0,48	23,67	1,89	1,74	-8,01	1,14	0,04	0,05	-0,66	-0,57	-1,97	-1,70	13,94
51D	288,17	1,08	1,13	4,57	1,52	1,49	-1,90	0,93	0,04	0,04	-0,17	-0,14	-0,49	-0,40	19,16
52	505,99	0,20	0,56	181,08	2,15	1,74	-18,98	1,71	0,04	0,07	-0,83	-0,51	-2,47	-1,52	38,56
53	85,86	0,34	0,34	0,00	2,23	2,24	0,24	1,06	0,02	0,02	-0,74	-0,74	-2,21	-2,21	0,07
54	335,46	0,01	0,01	0,00	2,35	2,32	-1,18	0,97	0,05	0,05	-0,99	-0,99	-2,96	-2,96	0,01
55	68,60	0,38	0,38	0,00	2,62	2,51	-4,23	1,00	0,01	0,01	-0,74	-0,73	-2,23	-2,20	1,32
56	11,89	0,64	0,64	0,00	2,19	2,19	0,14	1,46	0,08	0,12	-0,55	-0,55	-1,61	-1,61	0,09
57	141,66	0,22	1,04	367,40	1,08	0,67	-38,16	2,02	0,01	0,03	-0,66	0,22	-1,96	0,67	134,31
58	759,86	0,29	0,34	16,47	2,32	2,28	-1,50	1,04	0,04	0,05	-0,78	-0,74	-2,32	-2,21	4,59
59	769,60	0,36	0,48	30,74	2,39	2,26	-5,30	1,12	2,14	2,39	-0,74	-0,65	-1,49	-1,24	16,74
60	210,60	0,25	0,45	84,25	2,15	2,00	-7,31	1,08	4,98	5,40	-0,79	-0,63	-0,77	-0,27	64,70
61	561,59	0,19	0,35	87,29	2,40	2,26	-5,63	1,02	4,57	4,66	-0,85	-0,73	-1,17	-0,79	31,83
62	501,28	0,56	0,85	52,22	1,78	1,65	-7,12	1,13	2,58	2,92	-0,52	-0,32	-0,70	-0,09	86,79
63	61,22	0,00	0,04	365,00	2,44	2,38	-2,65	2,07	1,00	2,07	-1,00	-0,97	-2,38	-2,29	3,81
64	97,35	0,00	0,58	5.755,00	2,44	2,38	-2,58	1,78	1,09	1,94	-1,00	-0,61	-2,42	-1,25	48,36
65	126,54	0,00	0,73	7.328,00	3,00	2,27	-24,44	0,49	3,29	1,63	-1,00	-0,51	-2,51	-1,05	58,36
66	177,58	0,09	0,09	0,00	2,84	2,83	-0,13	1,00	4,09	4,09	-0,94	-0,94	-1,59	-1,59	0,01
67	101,41	0,00	0,01	120,00	2,53	2,53	0,00	1,57	5,31	8,32	-1,00	-0,99	-0,50	-0,48	5,61
68	364,79	0,00	0,00	0,00	3,00	2,91	-2,97	1,65	2,61	4,31	-1,00	-1,00	-1,71	-1,71	0,00
69	614,62	0,00	0,00	0,00	2,76	2,63	-4,58	1,91	3,47	6,62	-1,00	-1,00	-1,01	-1,01	0,00
70	136,28	0,00	0,00	0,00	2,94	2,87	-2,54	1,19	0,01	0,01	-1,00	-1,00	-3,00	-3,00	0,00
71	257,52	0,05	0,08	55,99	2,86	2,67	-6,70	1,34	0,05	0,06	-0,97	-0,94	-2,88	-2,81	2,36
72	1.036,17	0,00	0,00	0,00	2,05	1,89	-7,52	1,14	0,04	0,05	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
73	51,62	0,00	0,00	0,00	1,78	1,88	5,78	1,58	0,02	0,03	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
74	212,41	0,00	0,00	0,00	1,24	1,23	-0,43	1,15	0,02	0,02	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00

<sup>(1)</sup> Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Instituto Socioambiental (ISA)



Continuação da tabela 50 – Coeficientes utilizados e Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH) nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989 a 1999

Sub-bacia	Áreas (ha) <sup>1</sup>	Coef. Urb. 89	Coef. Urb. 99	Variação (%)	Coef. Veg. 89	Coef. Veg. 99	Variação (%)	DPH	F1	Esc. Fluvial	IAN 89	IAN 99	ICPH 89	ICPH 99	Taxa Cresc.(%)
75	85,53	0,00	0,00	0,00	1,02	1,02	0,00	1,14	0,01	0,01	-1,00	-1,00	-3,00	-3,00	0,00
76	314,15	0,00	0,00	0,00	1,81	1,63	-10,27	0,95	0,33	0,31	-1,00	-1,00	-2,91	-2,91	0,00
77	296,02	0,05	0,00	0,00	2,33	2,08	-10,61	0,95	1,00	0,95	-0,96	-1,00	-2,59	-2,72	4,92
78	189,85	0,09	0,00	0,00	2,49	2,45	-1,85	1,08	2,57	2,78	-0,93	-1,00	-1,96	-2,17	10,25
79	43,21	0,00	0,00	0,00	3,00	2,95	-1,50	1,20	1,00	1,20	-1,00	-1,00	-2,64	-2,64	0,00
80	41,10	0,00	0,00	0,00	2,35	2,35	-0,05	1,16	2,44	2,83	-1,00	-1,00	-2,15	-2,15	0,00
81	77,37	0,00	0,00	0,00	3,00	2,60	-13,26	2,86	2,60	7,45	-1,00	-1,00	-0,77	-0,77	0,00
82	446,53	0,00	0,00	0,00	2,46	2,29	-6,95	2,98	1,99	5,92	-1,00	-1,00	-1,23	-1,23	0,00
83	677,99	0,00	0,00	0,00	2,36	2,27	-3,80	0,56	2,10	1,18	-1,00	-1,00	-2,65	-2,65	0,00
84	412,34	0,00	0,00	0,00	2,84	2,74	-3,38	1,14	3,44	3,93	-1,00	-1,00	-1,82	-1,82	0,00
85	108,64	0,00	0,00	0,00	3,00	2,99	-0,19	1,62	0,92	1,49	-1,00	-1,00	-2,55	-2,55	0,00
86	259,93	0,00	0,02	230,00	2,62	2,57	-2,17	1,58	2,66	4,19	-1,00	-0,98	-1,74	-1,69	3,06
86A	39,10	0,00	0,00	0,00	2,76	2,76	0,00	0,64	2,33	1,49	-1,00	-1,00	-2,55	-2,55	0,00
87	417,78	0,20	0,31	55,53	2,40	2,14	-10,84	1,14	3,55	4,05	-0,85	-0,75	-1,33	-1,03	22,38
88	23,41	0,00	0,00	0,00	3,00	2,91	-2,87	1,03	4,22	4,36	-1,00	-1,00	-1,69	-1,69	0,00
89	142,04	0,00	0,00	0,00	2,65	2,65	0,00	1,04	4,39	4,58	-1,00	-1,00	-1,63	-1,63	0,00
90	165,58	0,00	0,00	0,00	2,78	2,78	0,00	1,92	2,44	4,69	-1,00	-1,00	-1,59	-1,59	0,00
91	160,11	0,00	0,10	964,00	1,80	1,78	-1,22	0,87	1,88	1,63	-1,00	-0,90	-2,51	-2,20	12,28
92	391,21	0,03	0,03	0,01	2,62	2,62	-0,24	2,14	3,21	6,88	-0,98	-0,98	-0,88	-0,88	0,02
93	334,48	0,00	0,01	67,00	2,48	2,52	1,58	1,11	4,85	5,36	-1,00	-0,99	-1,39	-1,38	1,14
94	135,74	0,00	0,06	572,00	2,52	2,45	-2,95	0,59	2,52	1,50	-1,00	-0,95	-2,55	-2,41	5,38
95	153,72	0,00	0,00	17,00	2,53	2,48	-2,20	3,86	3,75	14,46	-1,00	-1,00	1,34	1,34	0,31
96	354,69	0,00	0,00	0,00	2,52	2,41	-4,19	4,31	4,07	17,51	-1,00	-1,00	2,25	2,25	0,00
97	194,55	0,30	0,34	14,58	2,47	2,35	-4,95	0,51	3,47	1,78	-0,78	-0,74	-1,82	-1,70	6,40
98	416,69	0,02	0,03	57,51	2,12	2,07	-2,35	1,00	4,14	4,14	-0,98	-0,97	-1,70	-1,66	2,13
99	88,74	0,00	0,00	0,00	1,69	1,59	-5,67	1,35	2,32	3,14	-1,00	-1,00	-2,06	-2,06	0,00
100	632,54	0,00	0,00	0,00	2,52	2,48	-1,83	4,35	2,65	11,54	-1,00	-1,00	0,46	0,46	0,00
101	35,55	0,00	0,00	0,00	3,00	2,87	-4,42	1,68	5,14	8,62	-1,00	-1,00	-0,41	-0,41	0,00
102	236,20	0,00	0,00	0,00	2,92	2,91	-0,25	1,68	5,77	9,68	-1,00	-1,00	-0,09	-0,09	0,00
103	220,37	0,00	0,00	0,00	2,91	2,73	-6,21	1,04	5,87	6,11	-1,00	-1,00	-1,17	-1,17	0,00
104	436,62	0,00	0,00	0,00	2,58	2,36	-8,55	1,56	3,90	6,09	-1,00	-1,00	-1,17	-1,17	0,00
105	29,46	0,00	0,00	0,00	1,01	0,99	-1,80	2,47	6,03	14,87	-1,00	-1,00	1,46	1,46	0,00
106	13,44	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	-0,03	0,99	7,55	7,51	-1,00	-1,00	-0,75	-0,75	0,00
107	842,44	0,00	0,00	0,00	2,42	2,25	-7,07	2,53	5,42	13,71	-1,00	-1,00	1,11	1,11	0,00
108	179,10	0,00	0,00	0,00	2,61	2,61	0,00	2,23	0,04	0,09	-1,00	-1,00	-2,97	-2,97	0,00
109	297,16	0,00	0,00	0,00	1,78	1,72	-3,63	1,96	0,04	0,09	-1,00	-1,00	-2,97	-2,97	0,00
110	21,50	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01	-100,00	1,13	0,05	0,05	-1,00	-1,00	-2,98	-2,98	0,00
111	21,78	0,00	0,00	0,00	0,76	0,02	-100,00	0,89	0,05	0,04	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
112	422,71	0,00	0,00	0,00	2,03	1,94	-4,60	2,12	0,03	0,07	-1,00	-1,00	-2,98	-2,98	0,00
113	142,60	0,00	0,00	0,00	2,23	2,18	-1,93	2,69	0,02	0,06	-1,00	-1,00	-2,98	-2,98	0,00
114	775,08	0,16	0,16	0,00	2,23	2,22	-0,56	2,32	0,05	0,11	-0,86	-0,86	-2,56	-2,56	0,08
115	76,00	0,00	0,00	0,00	2,55	2,29	-10,23	2,65	0,03	0,07	-1,00	-1,00	-2,98	-2,98	0,00
116	235,21	0,01	0,01	0,00	1,92	1,83	-4,68	1,01	0,03	0,03	-0,99	-0,99	-2,95	-2,95	0,07
117	1.477,71	0,01	0,30	2.065,19	1,64	1,45	-11,41	1,23	0,03	0,03	-0,98	-0,66	-2,94	-1,96	33,40
118	1.054,21	0,31	0,42	33,17	2,28	2,20	-3,21	0,84	0,04	0,03	-0,76	-0,68	-2,26	-2,03	10,14
119	141,98	0,00	0,01	0,00	2,81	2,71	-3,32	0,90	0,04	0,04	-1,00	-0,99	-2,99	-2,97	0,53
120	250,24	0,00	0,01	135,00	2,48	2,37	-4,38	0,70	0,02	0,02	-1,00	-0,99	-2,99	-2,96	1,13
121	388,74	0,00	0,08	780,00	2,15	2,07	-3,38	1,23	0,05	0,06	-1,00	-0,93	-2,98	-2,76	7,29
122	205,31	0,00	0,00	0,00	2,13	2,11	-0,98	1,08	0,04	0,05	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
123	33,07	0,00	0,00	0,00	2,30	2,30	0,00	0,84	0,03	0,03	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
124	134,11	0,00	0,00	12,00	2,12	2,11	-0,54	0,99	0,03	0,03	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,11
125	129,42	0,00	0,07	696,00	2,37	2,27	-4,33	2,12	0,03	0,07	-1,00	-0,94	-2,98	-2,80	6,00
126	646,42	0,00	0,02	152,00	2,10	2,11	0,42	1,13	0,05	0,05	-1,00	-0,99	-2,98	-2,94	1,44

<sup>(1)</sup> Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Instituto Socioambiental (ISA)

Continuação da tabela 50 - Coeficientes utilizados e Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH) nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989 a 1999															
Sub-bacia	Áreas (ha)	Coef. Urb. 89	Coef. Urb. 99	Variação (%)	Coef. Veg. 89	Coef. Veg. 99	Variação (%)	DPh	F1	Esc. Fluvial	IAN89	IAN99	ICPH89	ICPH99	Taxa Cresc.(%)
127	1.023,46	0,00	0,22	2.195,00	1,25	1,25	-0,56	0,74	0,04	0,03	-1,00	-0,70	-2,99	-2,09	30,03
128	366,33	0,00	0,10	1033,00	1,97	1,98	0,60	1,24	0,06	0,07	-1,00	-0,90	-2,98	-2,68	9,99
129	235,63	0,00	0,00	0,00	2,64	2,60	-1,65	1,14	0,03	0,03	-1,00	-1,00	-2,99	-2,99	0,00
130	399,62	0,19	0,28	49,65	1,93	1,87	-3,01	2,19	0,03	0,07	-0,82	-0,74	-2,44	-2,19	10,36
131	89,36	0,00	0,00	0,00	2,85	2,85	-0,28	1,90	0,03	0,06	-1,00	-1,00	-2,98	-2,98	0,00
132	128,44	0,90	0,94	4,99	1,65	1,41	-14,57	2,15	0,03	0,07	-0,30	-0,20	-0,87	-0,58	33,37
133	185,82	1,43	2,26	57,84	0,60	0,40	-32,72	2,29	0,01	0,02	0,41	0,70	1,23	2,09	70,34
134	70,03	0,10	0,10	0,00	1,73	1,68	-3,05	1,00	0,04	0,04	-0,89	-0,89	-2,67	-2,66	0,35
135	62,53	0,02	0,13	550,11	2,85	2,67	-6,29	1,24	0,05	0,06	-0,99	-0,91	-2,94	-2,70	8,23
136	182,65	0,53	0,68	29,86	1,18	1,13	-4,08	1,13	0,04	0,04	-0,38	-0,25	-1,14	-0,73	35,93
137	204,37	1,04	1,88	80,53	1,35	0,48	-64,54	1,27	0,02	0,02	-0,13	0,59	-0,39	1,79	563,59
138	72,00	2,04	2,10	3,13	0,96	0,88	-8,62	2,58	0,01	0,04	0,36	0,41	1,09	1,24	14,19
139	121,90	1,45	1,57	8,79	0,87	0,77	-11,29	1,05	0,02	0,02	0,25	0,34	0,76	1,04	36,78
140	176,98	2,71	2,72	0,61	0,01	0,01	-0,02	0,51	0,02	0,01	0,99	0,99	2,97	2,97	0,01
141	221,76	2,13	2,23	4,92	0,42	0,36	-14,67	0,40	0,03	0,01	0,67	0,72	2,01	2,17	7,90
142	927,35	1,87	2,04	8,60	0,45	0,37	-17,07	0,90	0,03	0,03	0,61	0,69	1,85	2,08	12,53
143	132,83	2,48	2,48	0,00	0,51	0,52	2,05	0,63	0,03	0,02	0,66	0,65	1,98	1,96	0,88
144	190,97	2,02	2,14	5,56	0,56	0,50	-10,98	1,65	0,03	0,05	0,57	0,62	1,72	1,88	9,63
145	32,90	1,16	1,01	-12,41	0,38	0,37	-1,89	0,66	0,03	0,02	0,51	0,47	1,53	1,40	8,45
146	254,38	1,83	1,83	-0,01	0,21	0,18	-15,92	0,62	0,01	0,01	0,79	0,82	2,38	2,47	3,79

(<sup>1</sup>) Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Instituto Socioambiental (ISA)

## ■ EIXOS DE EXPANSÃO DA URBANIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

A partir da análise da evolução da urbanização na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 e 1999 e de seu cruzamento com a malha viária existente, foram identificados seis eixos de acesso responsáveis pelo incremento da expansão urbana na região.

Estes eixos estão promovendo a conectividade entre a Rodovia dos Imigrantes, a Rodovia Anchieta e a Avenida Senador Teotônio Vilela, principais vias de acesso existentes atualmente na Bacia, e diversas áreas com baixa densidade de ocupação, contribuindo de forma significativa para a consolidação de áreas de expansão urbana e para o surgimento de novos núcleos de urbanização.

Três destes eixos localizam-se no município de São Paulo, na margem esquerda do Reservatório Billings, e têm como origem a Avenida Senador Teotônio Vilela, na região de Interlagos. São eles: eixo A – Cocaia/Bororé/Taquacetuba/Imigrantes, eixo B – Interlagos/Bororé/Cocaia e eixo C – Interlagos/Parelheiros/Taquacetuba.

Os outros três eixos de expansão urbana localizam-se nos municípios de São Bernardo do Campo, Santo André e Ribeirão Pires. São eles: eixo D – São Bernardo do Campo/Rodovia Anchieta/Rodovia Índio Tibiriçá/Ribeirão Pires, eixo E – São Bernardo do Campo/Rodovia Anchieta/Estrada Rio Acima/Taquacetuba, e eixo F – Rodovia dos Imigrantes.

### ■ Eixo A – Cocaia/Bororé/Taquacetuba/Imigrantes

A principal via de acesso de onde parte este eixo é a Avenida Dona Belmira Marin, no município de São Paulo. A travessia entre os Braços do Cocaia/Bororé e Bororé/Taquacetuba é feita através de balsas da Emae (Empresa Metropolitana de Água e Energia S.A.). Este eixo de expansão conecta-se com outro na Estrada dos Imigrantes, porém sem acesso a esta, no município de São Bernardo do Campo.

Dentre as sub-bacias cortadas por este eixo, aquelas localizadas na região do Cocaia apresentam altas taxas de urbanização, com mais de 60% de seu território coberto por estes usos, tendo sofrido poucas alterações ao longo dos dez anos abordados por este estudo, demonstrando tratar-se de uma região consolidada.

As sub-bacias localizadas no Braço do Bororé, próximas ao desembarque da primeira balsa, apresentaram, no período entre 1989 e 1999, o surgimento expressivo de áreas urbanas. O restante do traçado apresenta pouca ou quase nenhuma urbanização. Esta situação,

entretanto, deve se modificar ao longo dos próximos anos caso medidas preventivas não sejam imediatamente adotadas.

### ■ Eixo B – Interlagos/ Bororé/Cocaia

A Avenida Paulo Guilguer Reimberg, também conhecida como Estrada do Reimberg, e a Estrada de Varginha são as principais vias de acesso para este eixo, que termina na Avenida Dona Belmira Marin, conectando-se ao eixo A. Seu trajeto corta a região do Bororé, ainda bastante preservada, e também sub-bacias formadoras dos tributários do Braço Taquacetuba, que é utilizado para abastecimento de água.

As sub-bacias mais próximas à Av. Senador Teotônio Vilela apresentaram, no período 1989-99, crescimento significativo de áreas urbanizadas (acima de 20% de acréscimo), inclusive em áreas onde este tipo de uso era inexistente em 1989. Isto demonstra que a substituição de áreas cobertas por Mata Atlântica ou outros usos não urbanos por áreas urbanizadas e a consolidação da ocupação existente são tendências bastante acentuadas ao longo deste eixo.

### ■ Eixo C – Interlagos/Parelheiros/Taquacetuba

Ainda no município de São Paulo, outro eixo importante é o formado pela Estrada de Parelheiros, continuação da Avenida Senador Teotônio Vilela, e Estrada da Colônia, localizada no distrito de Marsilac, no extremo sul do município.

Este eixo está inserido dentro da APA do Capivari Monos e cruza a área tombada da Cratera da Colônia, onde existe um grande loteamento com o mesmo nome. As sub-bacias cortadas por seu traçado são formadoras importantes do Braço Taquacetuba, que é utilizado para abastecimento de água através de sua recente interligação para a represa Guarapiranga.

As sub-bacias cortadas por este eixo apresentaram no período de 1989 a 1999 expansão urbana acentuada. Isto demonstra uma tendência bastante acentuada de surgimento de novas áreas urbanas e consolidação das já existentes ao longo deste eixo.

### ■ Eixo D – São Bernardo do Campo/Rodovia Anchieta/Rodovia Índio Tibiriçá/Ribeirão Pires

A Rodovia Índio Tibiriçá interliga o município de Ribeirão Pires com a Anchieta. Neste município localizam-se acessos importantes para os municípios de Santo André, Rio



Grande da Serra, Mauá e Suzano. O traçado deste eixo corta um conjunto expressivo de sub-bacias formadoras do Braço do Rio Grande, que é utilizado para abastecimento de água da população da região do ABC.

Esta região vem sofrendo um processo acentuado de consolidação da ocupação urbana, principalmente nas proximidades do município de Ribeirão Pires. Ao longo da Rodovia Índio Tibiriçá foi identificado, no período de 1989 a 1999, o surgimento de áreas urbanas.

#### ■ Eixo E – São Bernardo do Campo/Rodovia Anchieta/Estrada Rio Acima/Taquacetuba

Este eixo, juntamente com o eixo A, citado anteriormente, interliga as principais vias existentes na região (Rodovias Imigrantes e Anchieta e Av. Senador Teotônio Vilela) possibilitando a circulação entre os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo e Santo André, através da Estrada Rio Acima, que conta, inclusive, com uma linha de ônibus e balsas da Emae.

A região cortada por este eixo apresentou um crescimento significativo de áreas urbanas no período de 1989 a 1999. Este aumento caracteriza-se, principalmente, pelo surgimento de áreas urbanas em detrimento de outros usos, em especial áreas cobertas por Mata Atlântica. Devido à estrutura de transporte existente ao longo deste traçado, a tendência é de que a urbanização aumente consideravelmente nesta região.

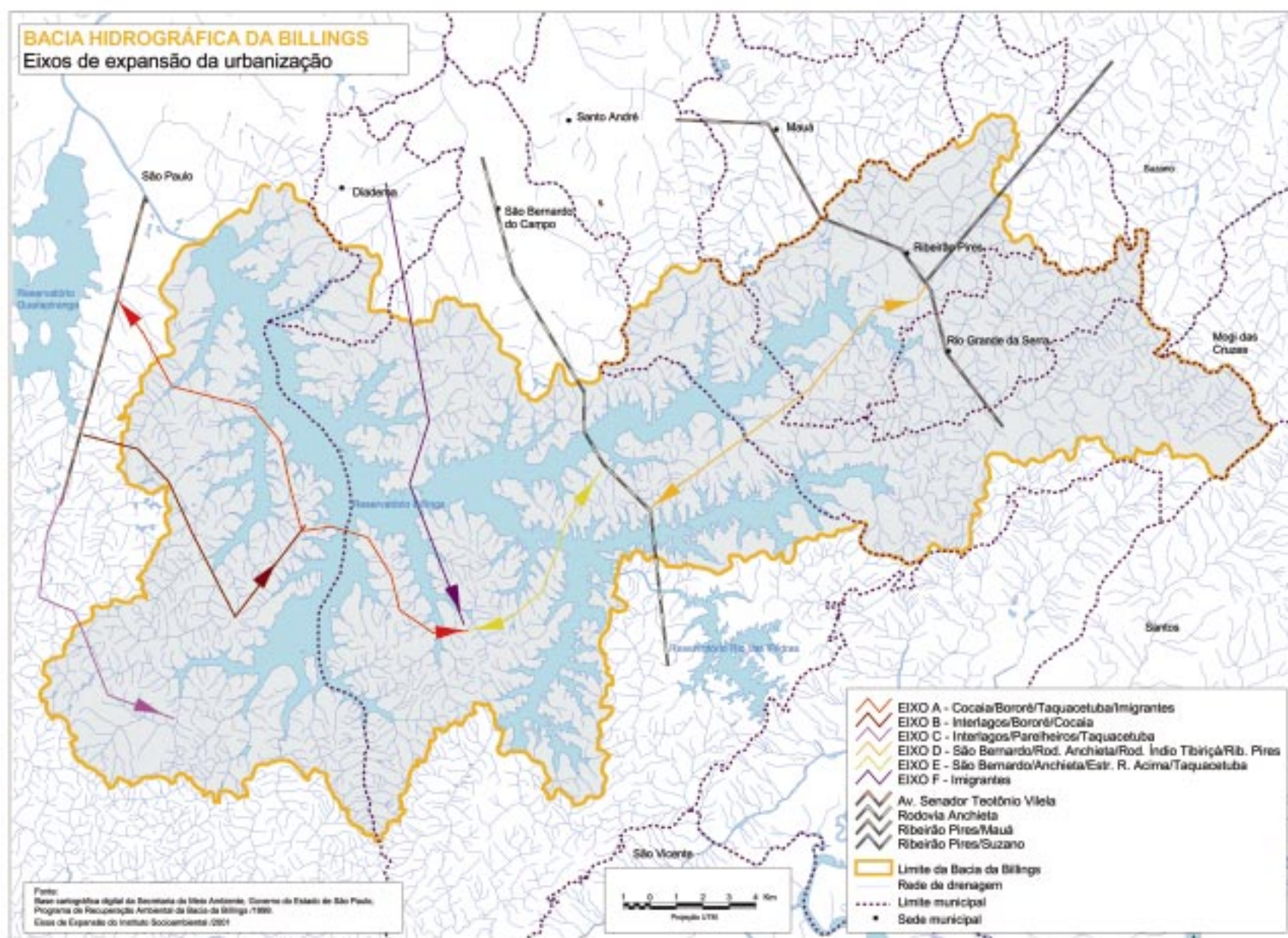
#### ■ Eixo F – Rodovia dos Imigrantes

Esta rodovia, assim como a Anchieta, possui características de via bloqueada, com apenas alguns acessos ao longo de seu trajeto, através de ligações com outras estradas e com vias urbanas.

Em algumas destas interligações, entretanto, é possível identificar vias secundárias, algumas sem pavimentação, que funcionam como vias de acesso a loteamentos existentes na Bacia Hidrográfica da Billings. Isto ocorre nos acessos da rodovia nos municípios de Diadema e São Bernardo do Campo, dentro da área de mananciais, interligando a região do Alvarenga e as regiões centrais destes municípios.

As sub-bacias cortadas por este eixo apresentam urbanização densa, resultante da proximidade com a área central do município de Diadema, e áreas urbanas consolidadas nos municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo.

Há uma tendência de que este eixo continue promovendo a consolidação da ocupação existente e o surgimento de novas áreas urbanas em sua área de influência, comprometendo os poucos remanescentes de Mata Atlântica identificados no local.





## ■ IMPACTOS DO TRAÇADO PROPOSTO DO TRECHO SUL DO RODOANEL METROPOLITANO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BILLINGS

O trecho Sul do Rodoanel, com uma extensão prevista de 52 km, provocará, caso implantado, impactos diretos nas bacias hidrográficas da Billings e da Guarapiranga, as duas principais áreas de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo.

O traçado proposto interligará a Avenida Papa João XXIII, no município de Mauá, com o seu trecho Oeste na Rodovia Régis Bittencourt, nos municípios de Embu e Itapeverica da Serra. Ao longo deste trecho, estão proposta interligações com as Rodovias Anchieta, Imigrantes e com a Av. Senador Teotônio Vilela, no município de São Paulo.

Na Bacia Hidrográfica da Billings, a construção do trecho Sul do Rodoanel afetará 49 sub-bacias, que representam 24,7% da área total de drenagem deste importante manancial. Destas, 29 sub-bacias serão cortadas pelo Rodoanel e, portanto, sofrerão impactos diretos e 20 sub-bacias, localizadas no entorno das diretamente afetadas, sofrerão impactos indiretos.

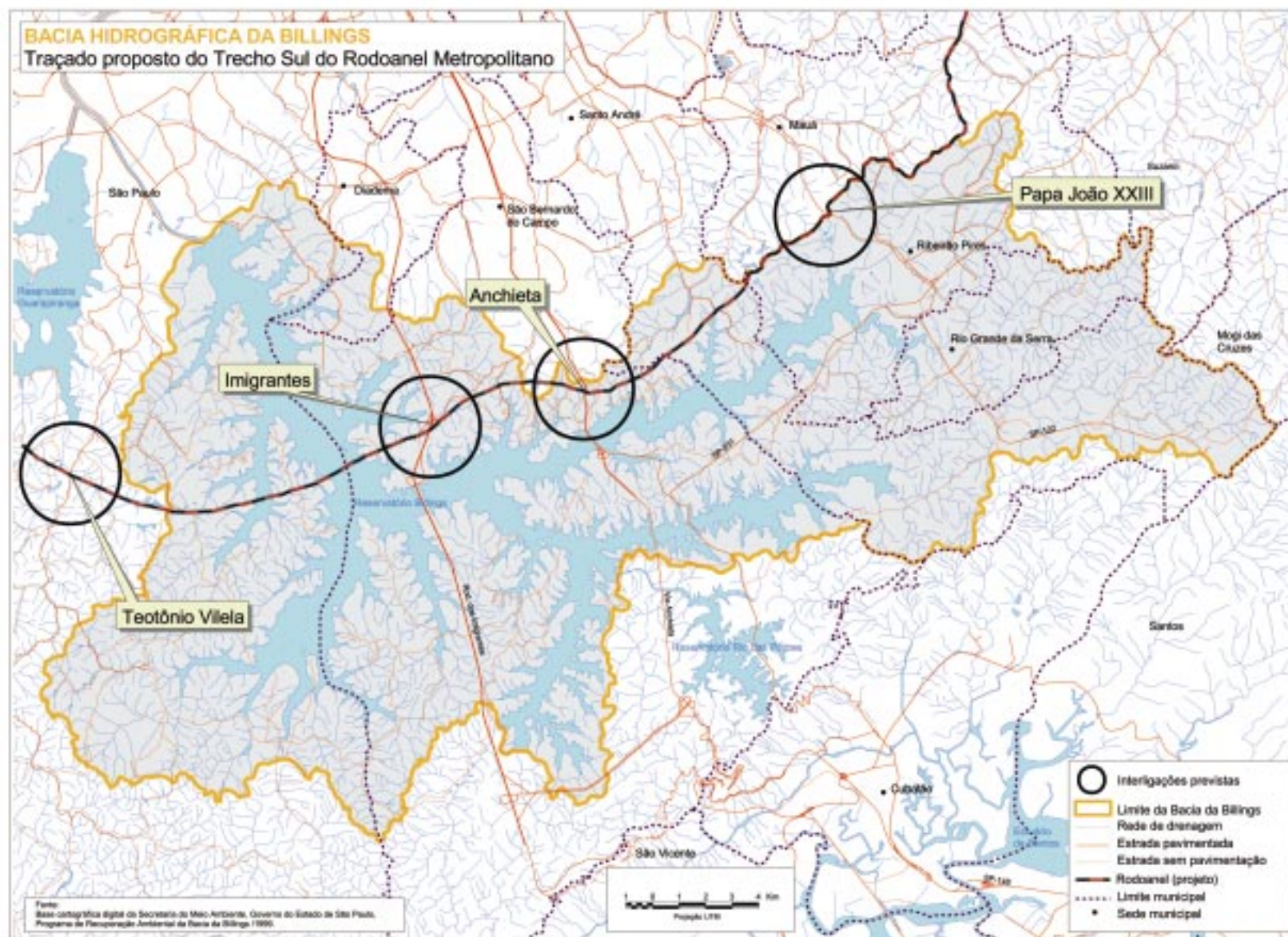
Além dos impactos diretos e indiretos que o Rodoanel provocará, caso seja aprovado pelos órgãos ambientais competentes, a obra promoverá a intensificação da pressão atualmente exercida pelas principais vias de acesso existentes na região, através das várias interligações previstas no projeto. Haverá, ainda, uma tendência de agravamento da pressão dos seis eixos de expansão da urbanização, descritos no item anterior.

Finalmente, apesar do Rodoanel ser projetado como uma via bloqueada, de forma que os acessos a vias secundárias e urbanas existentes na região serão restritos aos previstos no projeto, na prática sua implantação não deverá impedir o estabelecimento de acessos clandestinos e não pavimentados, principalmente quando o traçado da via se aproximar de áreas já ocupadas por usos urbanos. Esta é a constatação a que se pode chegar com a observação do que se sucedeu após a construção das rodovias Imigrantes e Anchieta que, apesar de terem sido aprovadas como vias bloqueadas, acabaram por estimular a implantação de acessos irregulares e, portanto, geradores de impactos adicionais não considerados no projeto originalmente aprovado.

**Tabela 51 - Área com previsão de impacto direto e indireto da construção do trecho sul do Rodoanel Metropolitano na Bacia Hidrográfica da Billings**

Impacto	Nº de sub-bacias afetadas	Área (ha)	%*
Direto	29	9.431,66	16,18
Indireto	20	4.941,46	8,48
Total	49	14.373,12	24,66

\* Sobre a área total da Bacia Hidrográfica da Billings (58.280,32 hectares).





## CONCLUSÕES

Os resultados do *Diagnóstico Socioambiental da Bacia Hidrográfica da Billings*, mostram um quadro preocupante. Apesar de ser protegida pela Lei de Proteção dos Mananciais desde a década de 70, a região vem sofrendo ao longo dos últimos anos as consequências de um processo acelerado de ocupação irregular. Estas invasões, apesar de identificadas pelo poder público, não têm sido eficientemente contidas, gerando uma sensação de impunidade que, por sua vez, estimula a ocorrência de novas agressões.

A principal tendência identificada no território da Bacia Hidrográfica da Billings, no período de 1989 a 1999, foi a substituição da cobertura florestal nativa (Mata Atlântica), fundamental para a produção de água em quantidade e qualidade adequadas ao abastecimento público, por áreas ocupadas por atividades humanas, principalmente aquelas ligadas a usos urbanos. Este processo tem ocorrido através do surgimento de novas ocupações, consolidação da ocupação existente e transformação de áreas rurais em áreas urbanas.

No período analisado, o manancial perdeu 6,6% de sua cobertura vegetal. Em 1989, a área de cobertura florestal, composta de matas nativas (Mata Atlântica) e plantadas, respondia por 56,1% da Bacia; em 1999 recuou para 53,6%. A Mata Atlântica densa – primária e secundária nos estágios médio e avançado de regeneração – é o tipo de cobertura vegetal que mais foi atingida pelo desmatamento, perdendo aproximadamente 2.000 hectares no período.

Estima-se que, entre 1989 e 1999, a Billings tenha sofrido crescimento urbano da ordem de 31,7%. Mais de 45% da ocupação urbana registrada nos seis municípios paulistanos da bacia se deu em áreas com “sérias” ou “severas” restrições ao assentamento. São encostas íngremes, regiões de aluvião ou de várzea que exigem cuidados especiais para implantação de qualquer tipo de ocupação urbana. Apenas 11,8% da mancha urbana se deu em áreas consideradas “favoráveis”. Estes números demonstram que além de extremamente acelerada, esta ocupação vem ocorrendo sem nenhum planejamento.

Além destes aspectos, o fato das áreas urbanas não consolidadas terem apresentado uma porcentagem de crescimento significativamente superior ao das áreas urbanas consolidadas, respectivamente 47,9% e 27,3% no período, indica que o processo de urbanização está em expansão na bacia. Sendo assim, o problema tende a se agravar caso não sejam adotadas medidas urgentes para reverter esta tendência.

O estudo mostra, ainda, que as taxas de ocupação urbana já são preocupantes, pois passaram de 11,8% do total da bacia em 1989, para 14,6% em 1999. As construções não autorizadas figuram no topo das ocorrências irregulares, respondendo por 41% dos 988 registros efetuados no período de 1989 a 1999. Em segundo lugar aparecem os movimentos de terra, tais como abertura de estradas e terraplanagem com 26%, numa listagem composta de oito tipos de ocorrências.

Em 1996, a população residente na região era de 716 mil habitantes, distribuídos nos seis municípios nela inseridos, principalmente em São Paulo e São Bernardo do Campo. Do aumento populacional de 178 mil habitantes verificado na bacia no período de 1991 a 1996, São Paulo foi o município onde se verificou o maior incremento, com 109.735 novos habitantes, correspondendo a um crescimento de 41,87% em relação a 1991. No mesmo período, a densidade populacional na região evoluiu de 9,23 para 12,29 habitantes por hectare. Neste período a população residente em favelas foi a que mais cresceu em números relativos, registrando um aumento de 54,53% em relação a 1991.

A partir dos levantamentos realizados junto aos órgãos governamentais, foram identificados 90 processos de mineração cadastrados dentro da área da Bacia Hidrográfica da Billings. Embora apenas sete estejam licenciados, abrangendo uma área total de 2.079,01ha, outros 13.076,38 ha estão sendo requeridos para pesquisa. Sendo assim, caso todos os processos atualmente em tramitação cheguem à etapa de concessão de lavra ou regime de licenciamento, a Bacia Hidrográfica da Billings terá 26,16% de sua área sob algum tipo de exploração mineral.

Outro aspecto que contribui para agravar o quadro é que a qualidade da água na represa Billings encontra-se bastante comprometida. Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização devido à grande quantidade de esgoto provenientes da ocupação em suas sub-bacias formadoras.

Finalmente, é importante destacar que os eixos de expansão urbana constituídos pelos atuais acessos a regiões ainda pouco ocupadas, que terão seus efeitos intensificados caso seja construído o Rodoanel na região, estão levando a uma aceleração da urbanização da bacia, com o conseqüente risco de comprometimento em definitivo deste manancial estratégico para a Região Metropolitana de São Paulo.







## Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Definição de Aterro Industrial - NBR 8418/84*. <http://www.abnt.org.br>
- . *Classificação de resíduos segundo a sua periculosidade - NBR 10004/89*. <http://www.abnt.org.br>
- . *Definição de Aterro Sanitário - NBR-10703/89*. <http://www.abnt.org.br>
- BARBOSA, A. R.; MATOS, H. DE C. *O Novo Código de Mineração* : índice remissivo, tabela de preços e notas de referência. São Paulo : Signus Editora, 1997.
- BATALHA, B. H. L. *Água potável* : o imperativo da atualização. São Paulo, 1999 (paper).
- BORGES, L. F. Desenvolvimento sustentável e mineração : A perspectiva do Brasil. In: SEMINÁRIO MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE (1998: Ouro Preto, MG). *Documentos*. Rio de Janeiro : Cetem, 1998.
- CASTILHO, José Contreras. *História da represa Billings e o ABC das águas*. s.l. : s.ed., 1997. 220p.
- CETESB. *Avaliação do Complexo Billings* : comunidades aquáticas, água e sedimento (out. 1992 a out. 1993). São Paulo : Cetesb, 1996, 53p.
- . *Ficha cadastral de áreas contaminadas* : Listagem por bacia hidrográfica - Billings. São Paulo : Cetesb, 2000.
- . *Inventário de locais de destinação de resíduos sólidos na região metropolitana de São Paulo*. São Paulo : CETESB, 1995.
- . *Legislação Federal* : Controle da poluição ambiental (atualizado até outubro de 1994). São Paulo : Cetesb, 1994. 213 p. (Série Documentos)
- . *Monitoramento integrado das bacias do Alto e Médio Tietê* : Avaliação da qualidade da água, sedimento e peixes – Relatório final. São Paulo : CETESB, dez. 1999.
- . *Toxicidade da alga isolada do Reservatório Billings, braço Taquacetuba*. São Paulo : Cetesb, set. 1998, 2 p.
- CONSÓRCIO HICSAN-Etep. *Plano diretor de resíduos sólidos da região metropolitana de São Paulo*. Banco de Dados. Regiões: Sudeste, Sudoeste e Noroeste. Volume II-A. São Paulo : Consórcio Hicsan-Etep, 1994.
- CONSÓRCIO HIDROPLAN. *Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista*. 6 V. São Paulo : Hidroplan, dez. 1995.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Cadastro Minério Internet (atualização diária). <http://www.dnpm.gov.br>
- . *Prosig – Programa de Sistema de Informação Geológica*. Departamento Nacional da Produção. 1998. <http://www.dnpm.gov.br>
- . *Sumário Mineral Brasileiro*. <http://www.dnpm.gov.br>
- ELETROPAULO. Departamento do Patrimônio Histórico. *Rios, reservatórios, enchentes*. São Paulo : Eletropaulo, 1995, 164 p. (História & Energia, 5)
- ELETROPAULO; USP. *Recuperação e Manejo da Represa Billings – SP* : Relatório Final. São Paulo : Eletropaulo, 1996, 142 p.
- EMPLASA. *Região Metropolitana de São Paulo - Proteção aos Mananciais - Legislação* : Roteiro para implantação de projetos. São Paulo : Emplasa, 1984.
- EMPLASA. *Sumário de Dados da Grande São Paulo 1997*. São Paulo : Emplasa, s.d. (CD-Rom)
- EMPLASA; IPT. *Cartas de aptidão física ao assentamento urbano* : São Paulo, Mauá, Riacho Grande e Santos. Escala 1:50.000/folhas. São Paulo : Emplasa, 1980.
- FUSP. *Plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê* : relatório de situação dos recursos hídricos. São Paulo : FUSP, fev. 2000. (CD-ROM)
- GUTBERLET, Jutta. *Desenvolvimento Desigual: Impasses para a Sustentabilidade*. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer-Stiftung, 1998, 108p.
- JORNADA DE DEBATES BILLINGS. *Anais*. São Paulo : Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, nov. 1996. 238 p.
- LOPEZ, A. G. *Proposta de gerenciamento ambiental de uma área degradada nos municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo : USP/ Poli, 2000. (Dissertação de Mestrado)
- MENEZES, M. P.; BARRETO, M. L. Decommissioning of mines, sustainable development policies and environmental solutions : Brazil and Canada. *Revista Minería y Geología, Moa* : Instituto Superior Minero-Metalurgico de Moa, vol. 15, 1998.
- SABESP. *Ecossistema São Paulo* : abastecimento de água na região metropolitana. São Paulo : Sabesp, dez. 1996. 20 p.
- SANTOS, Milton. *Metrópole corporativa fragmentada* : o caso de São Paulo. São Paulo : Nobel, 1990. 117 p.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Brasil. *A cidade e o lixo*. São Paulo : SMA/Cetesb, 1998. 100 p.
- . *Consema* : Dez anos de atividades. São Paulo : SMA, 1993. 339 p.
- . *Mananciais* : legislação de proteção aos mananciais metropolitanos e Sistema Integrado de Fiscalização e Controle Ambiental de Mananciais. São Paulo : SMA, s.d. 10 p. (folheto)
- . *Manual de procedimento de licenciamento ambiental integrado para atividades minerárias no Estado de São Paulo*. São Paulo : SMA, 1999.
- . *Plano de recuperação de áreas degradadas*. São Paulo : SMA, 1989.
- . *Termo de referência para o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia da Billings*. São Paulo : SMA, jul. 1999. (CD-Rom)
- . *Uma nova política de mananciais* : diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. São Paulo : SMA, 1997. 24p.

## Índice dos mapas

Base cartográfica .....	8
Limites municipais .....	12
Principais rios formadores .....	13
Cobertura florestal em 1999 .....	13
Sub-regiões, sub-bacias e braços da Represa Billings .....	14
Unidades de conservação e outras áreas sob proteção especial .....	21
Títulos e requerimentos minerários em 2000 e ocorrências de irregularidades relativas à mineração no período de 1978 a 1998 .....	23
Áreas de disposição irregular de resíduos sólidos e efluentes líquidos .....	25
Pontos de monitoramento de qualidade de água .....	26
Uso do solo em 1989 .....	34
Uso do solo em 1999 .....	35
Expansão urbana no período 1989 a 1999 .....	39
Evolução da cobertura florestal nativa (Mata Atlântica) no período 1989 a 1999 .....	41
Eixos de expansão da urbanização .....	45
Traçado proposto do Trecho Sul do Rodoanel Metropolitano .....	46

## Índice das tabelas

Tabela 1 – Municípios inseridos na Bacia .....	12
Tabela 2 – Sub-regiões da Bacia .....	14
Tabela 3 – População residente na Bacia .....	17
Tabela 4 – Loteamentos residenciais aprovados na Bacia antes e depois da Lei de Proteção aos Mananciais (nº 1.172/76) .....	17
Tabela 5 – População residente em favelas nos municípios que compõem a Bacia, em 1996 .....	17
Tabela 6 – Núcleos de favela na Bacia, por município .....	17
Tabela 7 – Uso do solo na Bacia em 1999 .....	18
Tabela 8 – Classes de aptidão física ao assentamento urbano .....	19
Tabela 9 – Aptidão física ao assentamento urbano .....	19
Tabela 10 – Unidades de Conservação de proteção integral .....	20
Tabela 11 – Áreas tombadas .....	20
Tabela 12 – Terras indígenas .....	21
Tabela 13 – Títulos minerários em tramitação no DNPM incidentes na Bacia (maio, 2000) .....	22
Tabela 14 – Distribuição dos títulos minerários em tramitação no DNPM pelos municípios da Bacia (maio, 2000) .....	22
Tabela 15 – Títulos minerários obtidos junto ao DNPM na Bacia (maio, 2000) .....	24
Tabela 16 - Títulos minerários obtidos e requeridos junto ao DNPM na Bacia (maio, 2000) .....	24
Tabela 17 – Áreas de disposição de resíduos sólidos .....	25
Tabela 18 – Qualidade de água, sedimentos e peixes nos pontos de monitoramento da Represa .....	28
Tabela 19 – Correlação entre as classes de uso das águas das legislações federal e estadual .....	30
Tabela 20 – Uso do solo na Bacia nos anos de 1989 e 1999 .....	33
Tabela 21 – Alterações nas categorias de uso do solo na Bacia, no período 1989-1999 .....	33

Tabela 22 – Uso do solo no município de Diadema, nos anos de 1989 e 1999 .....	33
Tabela 23 – Alterações nas categorias de uso do solo no município de Diadema, no período 1989-1999 .....	36
Tabela 24 – Uso do solo no município de Ribeirão Pires, nos anos de 1989 e 1999 ...	36
Tabela 25 – Alterações nas categorias de uso de solo no município de Ribeirão Pires, no período 1989-1999 .....	36
Tabela 26 – Uso do solo no município de Rio Grande da Serra, nos anos de 1989 e 1999 .....	36
Tabela 27 – Alterações nas categorias de uso do solo no município de Rio Grande da Serra, no período 1989-1999 .....	36
Tabela 28 – Uso do solo no município de Santo André, nos anos de 1989 e 1999 .....	37
Tabela 29 – Alterações nas categorias de uso do solo no município de Santo André, no período 1989-1999 .....	37
Tabela 30 – Uso do solo no município de São Bernardo do Campo, nos anos de 1989 e 1999 .....	37
Tabela 31 – Alterações nas categorias de uso do solo no município de São Bernardo do Campo, no período 1989-1999 .....	37
Tabela 32 – Uso do solo no município de São Paulo, nos anos de 1989 e 1999 .....	37
Tabela 33 – Alterações nas categorias de uso do solo no município de São Paulo, no período 1989-1999 .....	37
Tabela 34 – Expansão urbana na Bacia no período de 1989 a 1999 .....	38
Tabela 35 – Crescimento das áreas urbanas não consolidadas nos municípios da Bacia no período de 1989/1999 .....	38
Tabela 36 – Crescimento das áreas urbanas consolidadas nos municípios da Bacia no período de 1989-1999 .....	38
Tabela 37 – Contribuição dos municípios na expansão urbana total da Bacia no período 1989-1999 .....	38
Tabela 38 – Supressão da cobertura florestal nativa (Mata Atlântica) por municípios da Bacia no período 1989-1999 .....	40
Tabela 39 – População residente na Bacia, por município, nos anos de 1991 e 1996 .....	42
Tabela 40 – Crescimento da população residente na Bacia, por município, no período 1991-1996 .....	42
Tabela 41 – Densidade populacional na Bacia, por municípios, nos anos de 1991-1996 .....	42
Tabela 42 – Crescimento da densidade populacional na Bacia, por municípios, no período 1991-1996 .....	42
Tabela 43 – População residente na Bacia, por tipo de residência, em 1991 e 1996 .....	43
Tabela 44 – Crescimento populacional na Bacia, por tipo de residência, no período de 1991-1996 .....	43
Tabela 45 – Crescimento da população total residente nos municípios e na Bacia no período 1991-1996 .....	43
Tabela 46 – Ocorrências de irregularidades na Bacia entre 1978 e 1998 .....	44
Tabela 47 – Áreas urbanas existentes em 1999 e aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings .....	47
Tabela 48 – Expansão urbana nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings, no período de 1989 a 1999 .....	47
Tabela 49 – Acréscimo das áreas urbanas não consolidadas e consolidadas por categoria de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999 .....	47



Tabela 50 – Coeficientes utilizados e Índice de Comprometimento da Produção Hídrica (ICPH) nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989 a 1999 .....	49
Tabela 51 – Área com previsão de impacto direto e indireto da construção do trecho sul do Rodoanel Metropolitano na Bacia Hidrográfica da Billings .....	54

## Índice de gráficos

Gráfico 1 – Participação dos municípios na área da Bacia .....	12
Gráfico 2 – Distribuição da população nos municípios inseridos na Bacia .....	17
Gráfico 3 – Uso do solo em 1999 .....	18
Gráfico 4 – Detalhamento das áreas ocupadas por atividades humanas .....	18
Gráfico 5 – Aptidão física ao assentamento urbano .....	19
Gráfico 6 – UCs, Áreas Tombadas e Terras Indígenas .....	20
Gráfico 7 – Evolução das categorias de uso do solo na Bacia no período 1989-1999 (porcentagem em relação à área de cada categoria em 1989) .....	33
Gráfico 8 – Crescimento das áreas urbanas não consolidadas nos municípios da Bacia no período 1989-1999 .....	38
Gráfico 9 – Crescimento das áreas urbanas consolidadas nos municípios da Bacia no período 1989-1999 .....	38
Gráfico 10 – Contribuição dos municípios em relação à expansão urbana total na Bacia, período 1989-1999 .....	38
Gráfico 11 – Desmatamento bruto (hectares) por município da Bacia, período 1989-1999 .....	40
Gráfico 12 – Taxa de desmatamento (%) por município da Bacia, período 1989-1999 .....	40
Gráfico 13 – Contribuição dos municípios em relação à perda total de Mata Atlântica na Bacia, período 1989-1999 .....	40
Gráfico 14 – População residente na Bacia, por município, nos anos de 1991 e 1996 .....	42
Gráfico 15 – Crescimento de população residente na Bacia, por município, período 1991-1996 (em %) .....	42
Gráfico 16 – Crescimento populacional total nas áreas inseridas na Bacia, por município, no período 1991-1996 .....	43
Gráfico 17 – Ocorrências de irregularidades na Bacia no período 1978-1998 .....	44
Gráfico 18 – Ocorrências de irregularidades na Bacia entre 1978 e 1998 .....	44
Gráfico 19 – Distribuição das áreas urbanas nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings em 1999 .....	47
Gráfico 20 – Expansão urbana nas categorias de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings, no período 1989-1999(em números relativos - porcentagem) .....	47
Gráfico 21 – Crescimento das áreas urbanas em cada categoria de aptidão física ao assentamento urbano na Bacia Hidrográfica da Billings no período 1989-1999 (em números relativos) .....	47

## Siglário

APA – Área de Proteção Ambiental
Cades – Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Condephaat – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo
Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente
Consema – Conselho Estadual do Meio Ambiente
Daia – Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental.
DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais
DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
Dusm – Departamento do Uso do Solo Metropolitano
Eletropaulo
Emae - Empresa Metropolitana de Água e Energia S. A.
Emplasa – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.
UHE – Usina Hidrelétrica
RMSP – Região Metropolitana da São Paulo
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
ISA – Instituto Socioambiental
Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Seade – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SIG/ISA – Sistema de Informação Geográfica do Instituto Socioambiental
SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SVMA – Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo
TI – Terra Indígena
UC – Unidade de Conservação

