



Atlas Rural de PIRACICABA

ALBERTO G. O. PEREIRA BARRETTO • GERD SPAROVEK • MARIANA GIANNOTTI

iPEF

Atlas Rural de Piracicaba



Julia (7) e Nicolas (10) emprestaram seus talentos para a elaboração da capa desta edição, numa história que aconteceu mais ou menos como se segue.

A pequena pega o estojo cor-de-rosa caprichosamente adornado com detalhes brilhantes, golfinhos azuis em relevo, silhuetas de bonecos e alguns códigos de barra; coisas adesivas, coloridas ou diferentes. De dentro saem precisos instrumentos, que são cuidadosamente alinhados ora do lado esquerdo do papel; quando quebrados, secos ou desinteressantes; ora do lado direito, quando assim fosse mais indicado. Quando o estojo ficou vazio, uma sucessão de trocas de lado deixou os lápis, canetas, régua, tintas e borrachas todos misturados; ficando do lado direito aqueles de maior agrado e do esquerdo os renegados.

O primeiro risco faz o rio, meio reto sem meandros. A montanha é feita de pequenos riscos, ou serão aves enormes no céu. Uma bandeira e um barquinho vêm depois. Chega o mais velho, pergunta do que se trata. Antes de tomar água e voltar para a partida interrompida pela contusão temporária do goleiro, se interessa. Toma emprestado o material e produz o seu mapa; retratando a mesma paisagem descrita pela pequena de outra forma, usando outras cores.

O desejo de eternizar numa figura, hoje chamada de mapa, os lugares que têm valor e significado especial perseguem o Homem desde a sua aparição. A tecnologia apenas nos deu instrumentos para retratar de maneira mais precisa, sofisticada, rápida e diversificada aquilo que nossos antepassados eram compelidos a fazer com maior criatividade, elegância e espírito. Quem sabe com isto, estas coisas fiquem assim imortalizadas, criando uma certa alma; o que não deixa de ser um tipo muito especial de vida.

Atlas Rural de Piracicaba

Editores:

Alberto G. O. Pereira Barretto

Gerd Sparovek

Mariana Giannotti



Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
Piracicaba - SP
2006

Copyright © Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
1ª edição: 2005
tiragem: 300 exemplares

Diagramação: Vitor J. Moretti de Oliveira (Vitor's Design)
Revisão: Maria Clara de Lima Costa
Impressão: Filipel – Gráfica e Editora Ltda.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Atlas rural de Piracicaba / edição de Alberto Giaroli de Oliveira Pereira Barretto, Gerd Sparovek
e Mariana Giannotti. - - Piracicaba: IPEF, 2006

76 p. : il.

Bibliografia.

1. Desenvolvimento rural 2. Desenvolvimento sustentável 3. Piracicaba 4. Zona rural
I. Barretto, A. G. O. P., ed. II. Sparovek, G., ed. III. Giannotti, M., ed. IV. Título

CDD 333.715

ISBN 85-89142-03-5

Índice

Apresentação

..... 07

Capítulo 1

Piracicaba ontem e hoje..... 09

Capítulo 2

O meio físico..... 11

Clima 11

Os elementos do clima 11

O clima da região de Piracicaba 11

Relevo..... 19

Modelo digital de elevação..... 19

O relevo em Piracicaba 19

A declividade em Piracicaba 19

Solos 22

Base original e aprimoramento 22

Descrição dos solos de Piracicaba 22

Estradas..... 26

Base original e aprimoramento 26

Descrição do sistema viário em Piracicaba... 26

Hidrografia 28

Base original e aprimoramento 29

A rede hidrográfica de Piracicaba..... 29

Capítulo 3

O uso da terra 31

A distribuição geográfica do uso da terra 33

Fotografias aéreas 33

Imagens de satélite 33

Classificação do uso da terra utilizando

imagens e fotografias 33

Perfil da produção 36

Base original e aprimoramento 36

Perfil de produção agropecuária das

UPAs em Piracicaba 36

Situação fundiária das UPAs 37

Produção canavieira 40

Cenário de colheita mecanizada da

cana-de-açúcar 41

Pecuária 43

Expansão urbana 44

O crescimento do perímetro urbano

de Piracicaba 45

Capítulo 4

Os recursos florestais 51

Recursos florestais em Piracicaba 52

Tipos florestais 54

Floresta ou mata 54

Florestas ciliares ou matas ciliares 54

Florestas paludícolas ou matas de brejo..... 55

Floresta ou mata seca 56

Cerrados..... 56

Situação da cobertura florestal nas bacias

hidrográficas..... 58

Cenário de recuperação florestal 64

Capítulo 5

Opções para o futuro 69

Setor canavieiro: Solidificação pela diversifi-

cação na cadeia e nas opções empresariais 69

Setor pecuário: Revigoração através de

um salto de qualidade e intensificação da

produção 69

REI a Região do Entorno Imediato urbano:

resgate da função social e recuperação de

passivos à espera de uma cidade melhor

resolvida..... 70

Resgate do passivo ambiental: Construção

de um grande pacto de olho nas futuras

gerações 71

Apêndice

Referências 75

Apresentação

O último censo agropecuário realizado no Brasil, retratando a safra de 1995/6 (IBGE, 1998), estima a área de produção agrícola de Piracicaba em 86.762ha. Esse espaço é dividido entre 977 imóveis rurais (658 de organização familiar e 319 de organização patronal), gerando um Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária, ou seja, toda a receita do imóvel somada sem descontar os custos de produção, de R\$41.768.370,00 (posição 153 entre os 5.484 municípios censitados ou entre os 3% maiores) com um valor relativo médio de R\$ 481,00/ha. O valor relativo de VBP por hectare coloca Piracicaba entre os 19% melhores. A renda líquida (RL), ou seja, o VBP menos os custos de produção, foi estimada em R\$ 4.458.214,00 (posição 1.067 entre os 5.484 municípios censitados ou entre os 18% maiores) com um valor relativo médio de R\$ 51,00/ha, posicionando Piracicaba entre os 51% melhores nesse aspecto. O bom posicionamento de Piracicaba no cenário agrícola nacional se deve, portanto, mais ao tamanho da área do município e ao elevado índice de ocupação de seu território rural com produção agrícola e menos à eficiência com que os sistemas de produção são executados. Nesse sentido, ainda há o grande desafio de proporcionar condições para a intensificação da agricultura de

Piracicaba em relação à sua eficiência, sem com isto comprometer os recursos naturais. Tal processo deve ser também conduzido de forma que os benefícios desse desenvolvimento resultem numa melhor qualidade de vida aos agricultores e retorne benefícios para a sociedade pela geração de empregos, distribuição de renda e aumento da capacidade de investimentos produtivos no município.

Atualmente, a área rural do município, definida nesta publicação como sendo o território em que ainda não houve a consolidação urbana (arruamento e construção de edificações), é de aproximadamente 138.500ha. Nesse espaço, dividido em torno de 2.400 imóveis rurais, encontramos 63.371ha de cana-de-açúcar (46% da área rural) e 34.967ha de pastagens (25%) como culturas predominantes. A ocupação do solo tem sido pouco dinâmica em épocas recentes, observando-se apenas a expansão ou retração periódicas da cultura canavieira disputando com as pastagens as áreas de aptidão agrícola moderada e distantes das usinas de processamento. As tradicionais áreas de produção de cana-de-açúcar (localizadas nas terras mais aptas ou próximas às usinas) e as terras arenosas da porção oeste do município ocupadas por pastagens resistem a mudanças há décadas. Esse quadro de aparente

estabilidade pode, no entanto, alterar-se, considerando um cenário de restrição à queima da cana-de-açúcar ou de eventuais mudanças de prioridade dos grupos privados que exploram a maior parte da produção sucroalcooleira do município. Uma eventual expansão ou retração da área cultivada com cana-de-açúcar pode trazer mudanças significativas na macro-organização do espaço rural do município e na sua capacidade de geração de renda e benefícios.

A área urbana consolidada de Piracicaba vem se expandindo nas últimas duas décadas numa taxa média de 150 a 200 metros por ano a partir de seu perímetro, principalmente nas direções sudeste e noroeste. Essa expansão se dá sobre áreas que já se apresentam alteradas em relação à região mais caracteristicamente agrícola e que foi denominada de Região do Entorno Imediato (REI). A fragmentação fundiária, o maior impacto sobre os recursos florestais e o adensamento da malha viária são indicadores desse processo de conversão. As ações implementadas na REI e a dinâmica dos processos de transformação serão decisórios para vários aspectos relacionados ao tipo de cidade que irá ser construída sobre esse espaço. A velocidade com que ocorrem as transformações nessa região

e a sua tendência à irreversibilidade colocam a REI como área prioritária de planejamento e ação.

O passivo ambiental, quando avaliado pela ausência de cobertura florestal em Áreas de Preservação Permanente (APP), que se estendem ao longo de 1.200km de rios, e Reserva Legal (RL) potencial (área com cobertura florestal fora de APP) é de no mínimo 11.000ha. Essa área deveria ser reflorestada ou recuperada para a adequação ambiental do município em relação ao Código Florestal. A distribuição desse passivo não é uniforme, havendo bacias hidrográficas com estágio de conservação excelente lado a lado com áreas bastante degradadas.

Esta publicação ilustra bastante a área rural de Piracicaba. Sua motivação foi a preocupação de um grupo de professores e alunos da Esalq com o desenvolvimento da região, e pôde materializar-se pelo incentivo e apoio da Prefeitura Municipal de Piracicaba, que optou por balizar a revisão de seu Plano Diretor de 2003 em estudos profundos e detalhados. Esse grupo contou com tantos colaboradores durante os oito meses de trabalho e dedicação, que optamos por não listá-los nominalmente, desejando um muito obrigado a todos de uma só vez.

Equipe de produção

Capítulo 1

A.G.O.P. Barretto

Piracicaba Ontem e Hoje

As primeiras referências ao “lugar” Piracicaba são antigas e datam do princípio do século XVII. Nessa época, os paulistas referiam-se ao “Sertão de Piracicaba” como toda a região entre as vertentes dos rios Tietê e Capivari até a Serra de São Pedro e, mais precisamente, “costumavam citar a ‘paragem do Piracicaba’ e o porto de

de Piracicaba; apenas este tinha localização precisa ao pé do Salto” (Perecin, 1994 citado por Pompermeyer, 1998).

Na segunda metade do século XVIII, São Paulo passava por uma transição econômica, de atividades bandeiristas para uma incipiente agricultura. Nesse momento, foi fundado ao pé do salto, na margem direita do rio, o núcleo urbano de Piracicaba com o objetivo de ser porto de

abastecimento da colônia militar de Iguatemi na fronteira paraguaia (figura 1). O pequeno vilarejo vivia em função do rio que o margeava. Em 1773, a área urbanizada restringia-se a poucas casas, que ocupavam pouco mais de 30.000 m² com uma população de apenas 183 habitantes (Perecin, 1995). Em 1784, o então vilarejo recebeu autorização para se mudar para a margem esquerda do rio. A

mudança coincidiu com a perda de Iguatemi para os Espanhóis e com o término da fase exclusivamente fluvial da história de Piracicaba.

A partir dessa época, a evolução de Piracicaba foi marcada fundamentalmente por duas atividades principais intimamente associadas, que, desde muito cedo, desenvolveram-se na área do atual município e constituíram a base para a

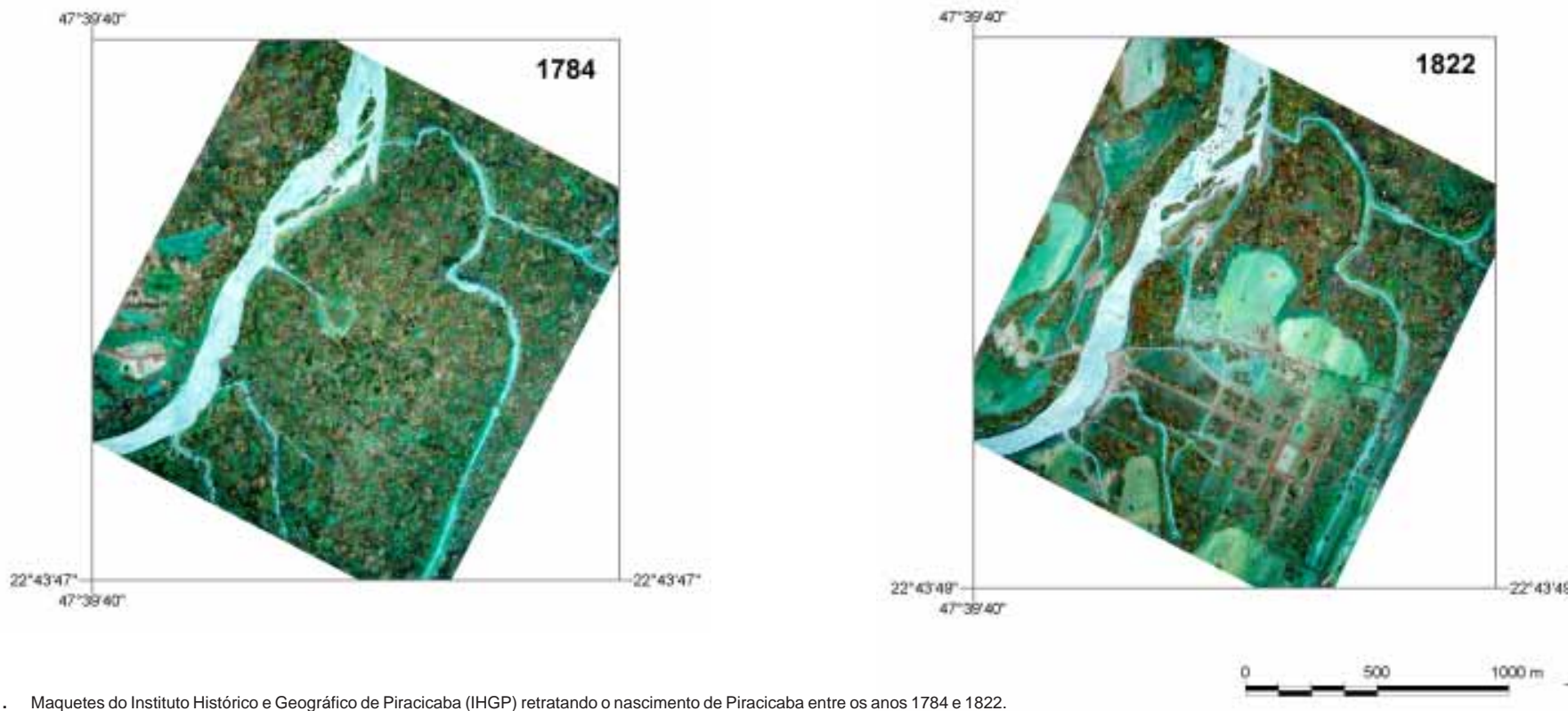



Figura 1. Maquetes do Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba (IHGP) retratando o nascimento de Piracicaba entre os anos 1784 e 1822.



moderna industrialização: a cultura da cana-de-açúcar e a fabricação do açúcar.

No princípio do século XIX, a região apresentou uma incipiente agroindústria açucareira, “beneficiando-se da abertura dos portos (1808) e das razoáveis cotações do açúcar no mercado mundial” (Perecin, 1992). Piracicaba foi elevada a Vila em 1822, quando já representava um pólo agro-industrial no meio oeste paulista, exercendo uma atração populacional regional que se refletiu em um incremento populacional urbano e rural de quase 500% entre os anos 1816 e 1936, passando de 2.200 habitantes em 1816 para 10.291 em 1936 (Sampaio, 1976).

A partir da segunda metade do século XIX, Piracicaba viveu a ascensão e queda da produção cafeeira. O ciclo do café contribuiu para o setor de transportes através da implantação de ferrovias, favorecendo o desenvolvimento de algumas vilas ao longo das linhas, como Santa Terezinha e Tupi. Contribuiu também para atrair um contingente de imigrantes europeus, principalmente italianos, que aumentou consideravelmente a população local (Barthelmes, 1958). “A cultura da

cana e a produção de açúcar, alterando a primazia com a lavoura do café, são, portanto, os fatores principais do desenvolvimento econômico do município no século XIX e primeiras décadas do século XX” (Sampaio, 1976).

A partir da década de 1940, a exemplo de todo o sudeste brasileiro, Piracicaba experimentou uma diversificação da estrutura industrial com um nítido crescimento no ritmo de implantação fabril. Esse fenômeno conferiu à cidade a função de centro de produção econômica e a diversificação de atividades gerou uma elevação na complexidade da estrutura social, que se refletiu quantitativamente no aumento populacional e no crescimento físico da mancha urbana.

Entre os anos 1968 e 1978, o Brasil vivenciou uma vertiginosa industrialização com um crescimento médio da economia ao redor de 11% ao ano em função da entrada de capital e de tecnologia provenientes das grandes empresas multinacionais.

A partir do final da década de 1970, os governos federal e estadual assumiram uma política de interiorização do

desenvolvimento na perspectiva de tornar as cidades médias paulistas receptoras de investimentos industriais privados. Piracicaba foi uma das cidades de destino dessa indústria. O incremento do parque industrial, de um lado, e a ampliação das relações capitalistas no campo, de outro, desencadearam de maneira desenfreada o processo de êxodo rural. “A população urbana de Piracicaba passou de 80.670 habitantes em 1960 para 125.384 habitantes em 1970, e em 1980 chegou a 179.380 habitantes” (Censo IBGE, 1960 e 1970, citado por Pompermeyer, 1998).

Os anos 80 significaram para o Brasil um acentuado processo de desaceleração da sua economia. Entretanto, cidades médias como Piracicaba passaram a ter taxas de crescimento econômico superiores às da capital. O resultado foi o aumento da participação das cidades do interior no produto industrial do Estado e a conseqüente manutenção do ritmo de crescimento físico e populacional dessas cidades.

Piracicaba é hoje uma cidade-pólo de uma região de quase três milhões de habitantes, dentro de uma bacia que

abrange uma área de 12.400 km², 50 municípios paulistas e 8% da população do Estado. Constitui, depois de Campinas, a cidade mais populosa dessa bacia. Sua importância regional como “metrópole”, exercendo atração populacional sobre municípios vizinhos, acarreta vários problemas relacionados a uma expansão urbana não controlada de maneira efetiva e conseqüente. Tal quadro ocasiona carência e má distribuição de equipamentos sociais (saúde, educação, segurança, lazer, etc.), pela dificuldade em atender uma população distribuída desigualmente pelo território.

No entanto, apesar de Piracicaba vivenciar problemas semelhantes aos de uma metrópole, ela se enquadra em um grupo de cidades médias paulistas onde projetos a médio prazo envolvendo melhor qualidade de vida a seus moradores, maior participação da cidadania no governo e gestão urbana, e um processo de urbanização mais sustentável ainda são possíveis de se realizar (Feldman, 2000).

Capítulo 2

A.G.O.P. Barretto; M. Giannotti; A.S. Bernardes; D. Dourado Neto; F.P.S. Costa; N.A. Villa Nova; P.V. Torrado

O Meio Físico

Clima

Os elementos do clima

O clima de uma região é representado por um conjunto de características atmosféricas denominadas de elementos do clima. Esses elementos são medidos em postos meteorológicos. Na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, funciona um posto meteorológico desde 1917, cujos dados foram utilizados para caracterizar o clima do município.

Os principais elementos do clima, que normalmente são medidos em todos os postos meteorológicos, são: (a) **temperatura** do ar à sombra ($^{\circ}\text{C}$): a temperatura do ar é medida ao longo do dia num abrigo termométrico ventilado. Dessas medidas são registrados os valores de temperatura máxima diária (TMAX), que ocorre em torno das 15:00h, e a temperatura mínima diária (TMIN), que ocorre normalmente um pouco antes do sol nascer. A média dos dois valores irá representar a temperatura média diária (T); (b) **umidade relativa** do ar (%): a umidade relativa do ar (UR) expressa a

relação entre a quantidade de vapor d'água existente no ar e a quantidade máxima que o ar poderia conter, naquela mesma temperatura, antes da condensação do vapor (ponto de orvalho). A sua variação diurna é inversa à da temperatura do ar (é mínima na hora da temperatura máxima e máxima na hora da temperatura mínima); (c) **precipitação** pluviométrica (mm): a precipitação pluviométrica (P) ou chuva é medida por pluviômetros em milímetros. O milímetro é a altura que a chuva ocuparia sobre o solo se a água não escorresse nem infiltrasse. Cada milímetro corresponde a um litro de água por metro quadrado de superfície; (d) **radiação solar** ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$): a radiação solar (R_s) representa a disponibilidade de energia radiante advinda do sol. Essa energia é indispensável a todos os processos vitais dos biomas terrestres. Sua medida é feita por radiômetros e expressa em watts por metro quadrado por dia ou em calorias por centímetro quadrado por dia. Sua variação anual é dependente da latitude. A variação diária ocorre em função da cobertura de nuvens e a espacial ocorre em decorrência do ângulo de exposição do terreno. Os valores mínimos ocorrem no inverno e os máximos no verão; (e) **insolação** (h): a insolação

(n) representa o número de horas de brilho solar com céu aberto, ou seja, as horas nas quais não ocorrem nuvens. Seu valor é mínimo nos períodos chuvosos e máxima nos períodos secos; (f) **vento** (m.s^{-1}): o vento (v) representa a velocidade de deslocamento do ar e é medida em metros por segundo pelos anemômetros. Além da intensidade do vento, também é registrado o quadrante (direção) de onde sopra o vento; (g) **evaporação** (mm.dia^{-1}): a evaporação (E) de uma superfície livre de água é medida em tanques padronizados. Sua forma de expressão é também em milímetros por dia, mas na ordem inversa da chuva: da superfície para a atmosfera; e (h) **evapotranspiração** (mm.dia^{-1}): a evapotranspiração (ET) representa a soma das perdas de água de um ecossistema, somando-se a transpiração das plantas e a evaporação da água do solo. A medida é feita em evapotranspirômetros de vários tipos e é também expressa em milímetros por dia.

O clima da região de Piracicaba

Nas Tabelas 1 e 2 e nas Figuras 2 e 3, há a caracterização da ocorrência da precipitação pluvial diária em Piracicaba-SP. Para tal, foi utilizado um período de

recorrência de 86 anos (1917 a 2002), o que permite melhor visualizar os períodos úmidos e secos caracterizados pela maior e menor probabilidade de chuva. A distribuição que melhor caracteriza a chuva em Piracicaba é a Gamma, a qual é ajustada desconsiderando os dias secos.

Na Tabela 3 e na Figura 4, há a caracterização da ocorrência da temperatura em Piracicaba-SP também para um período de recorrência de 86 anos (1917 a 2002), o que permite melhor visualizar os períodos quentes e frios caracterizados pela maior e menor temperatura média diária. Cabe salientar que são apresentados os valores de média e desvio padrão, em função da temperatura apresentar distribuição normal.

Na Tabela 4 e na Figura 5, há a caracterização da ocorrência da radiação solar em Piracicaba-SP para um período de recorrência de 25 anos (1978 a 2002), o que permite visualizar os períodos quentes e frios caracterizados pela maior e menor disponibilidade de radiação solar média diária.

O clima em Piracicaba é favorável à produção de cana-de-açúcar, uma das razões que a faz a principal cultura do

município. Isso pode ser constatado em função da variação temporal de chuva (Tabelas 1 e 2), temperatura (Tabela 3) e radiação solar (Tabela 4), que favorecem tanto as condições de colheita como de maturação, observando-se produtividades médias de cana-planta entre 70 e 90 ton.ha⁻¹, podendo chegar a 120 ton.ha⁻¹ em função da interação entre genótipo, clima mais favorável, fertilidade do solo e

nível tecnológico (aplicação de insumos), principalmente.

O clima de Piracicaba também é favorável à exploração de culturas anuais, tais como o milho (Figura 6), soja, algodão, olerícolas, entre outras, e perenes (citros, café, pastagem, entre outras).

O clima é fundamental para determinar o potencial de produção de uma região (Figura 7). Sendo assim, na Tabela 5 foram

representados os valores médios por decêndios (períodos de 10 dias) dos elementos de clima (chuva – mm - e temperatura média do ar - °C) para realização do balanço hídrico, utilizando o procedimento proposto por Thornthwaite & Mather (1955), no intuito de estimar produtividade potencial e produtividade de grãos de milho em função da deficiência hídrica (DEF, mm), excedente hídrico (EXC,

mm) (Figura 8), evapotranspiração potencial (ETP, mm) e real (ETR, mm) e do armazenamento de água no solo (ARM, mm) (Figura 9).

O balanço hídrico cíclico climatológico (Figura 9) é utilizado para caracterizar uma região. A classificação climática de Piracicaba é Cwah segundo Köppen, e B1rB'3ª segundo Thornthwaite.



Cana-de-açúcar, a principal cultura de Piracicaba.



Ribeirão do Ceveiro utilizado para recreação.

Tabela 1. Caracterização da chuva (mm) média diária em Piracicaba.

dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	6,2	10,9	5,7	3,8	1,8	1,5	0,6	1,6	1,7	4,4	3,5	8,2
2	8,1	6,3	4,9	2,1	1,6	0,9	1,2	1,0	1,3	3,4	4,8	5,6
3	7,8	7,0	5,2	2,9	2,3	1,6	0,6	0,9	1,9	1,5	4,0	4,5
4	8,4	8,4	4,5	4,1	3,1	2,0	0,9	0,9	1,6	2,3	3,1	8,5
5	6,3	6,7	5,8	3,9	2,5	2,1	0,7	0,9	1,8	3,8	2,8	5,1
6	5,7	6,0	3,9	1,8	1,4	3,5	0,8	0,6	1,8	4,3	3,0	6,5
7	7,0	7,0	5,0	1,3	0,9	0,7	0,6	0,4	2,1	2,5	2,9	6,1
8	8,9	8,0	5,0	2,5	1,3	1,3	0,7	0,7	3,3	4,7	3,3	4,6
9	4,7	7,3	4,1	1,9	2,1	0,7	1,5	0,9	1,4	3,4	4,3	5,4
10	7,6	6,4	5,9	1,7	1,1	0,7	1,3	0,4	1,6	3,6	3,1	6,3
11	9,2	6,9	8,5	1,5	1,3	1,7	0,7	0,3	1,5	3,7	3,6	5,3
12	7,8	3,7	3,5	1,7	1,9	1,3	0,6	0,7	1,6	4,9	4,0	5,2
13	7,5	5,2	4,9	2,2	1,6	1,9	1,1	1,1	3,5	4,3	4,8	9,9
14	7,6	6,1	5,3	2,8	1,0	1,6	1,6	0,7	4,5	1,2	4,5	6,6
15	8,8	3,7	4,0	3,6	2,2	2,8	1,6	0,6	2,9	2,3	4,2	7,5
16	9,6	7,9	3,9	3,2	2,7	1,7	1,3	0,9	1,7	3,5	3,3	7,7
17	7,0	5,2	4,2	1,3	1,4	1,1	1,1	0,7	1,7	5,1	6,1	8,3
18	7,8	6,5	5,9	0,9	2,1	1,3	1,2	0,9	2,4	3,1	5,3	6,8
19	6,1	9,6	5,1	1,6	1,7	1,3	0,6	0,8	2,3	6,7	4,0	5,4
20	8,2	6,8	3,5	3,2	2,1	2,4	0,8	0,4	1,7	3,5	6,0	5,2
21	5,5	5,6	5,3	2,5	1,7	1,7	0,4	1,0	1,4	2,5	4,2	7,4
22	6,6	7,9	3,2	1,0	2,0	1,1	0,8	2,2	1,6	3,4	4,4	8,1
23	6,1	5,6	3,7	1,3	1,0	1,4	0,8	1,6	1,9	3,4	5,2	6,5
24	6,5	7,4	3,7	1,9	0,7	1,3	0,7	1,8	3,1	2,6	5,9	8,4
25	6,2	7,8	4,3	1,4	1,7	1,7	1,3	0,9	1,5	2,9	6,5	6,6
26	7,3	4,8	3,9	1,3	1,6	1,6	0,4	0,6	1,8	4,3	5,5	5,4
27	9,2	4,6	4,5	1,2	1,4	1,2	0,5	1,9	1,7	3,9	6,7	7,8
28	8,2	3,2	4,0	2,0	1,5	0,5	0,5	1,5	2,3	5,1	4,7	7,9
29	5,2	6,5	4,1	1,4	1,8	0,3	0,4	2,0	2,7	4,2	4,4	7,7
30	6,8		4,3	1,2	3,0	0,2	1,4	0,8	3,0	2,8	4,5	4,6
31	8,3		4,8		0,3		0,6	0,9		2,9		4,4

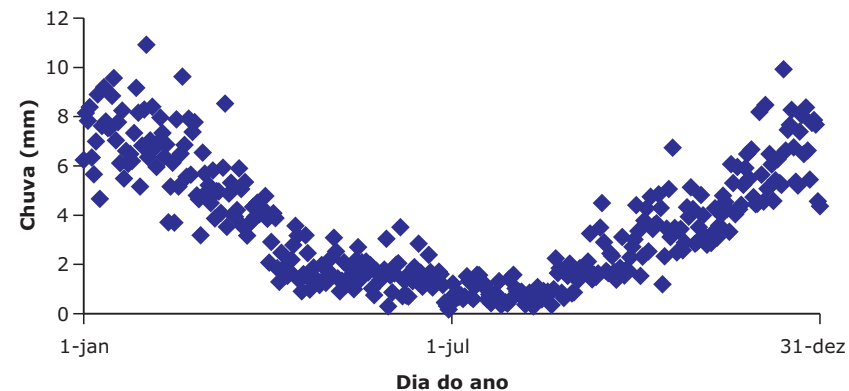


Figura 2. Caracterização da chuva diária em Piracicaba, de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro.

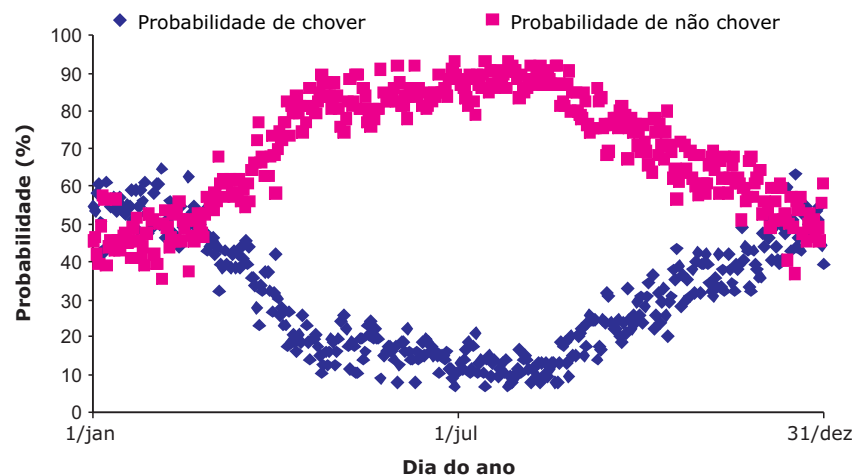


Figura 3. Caracterização da chuva diária em Piracicaba, de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro, pela probabilidade de chover e de não chover.

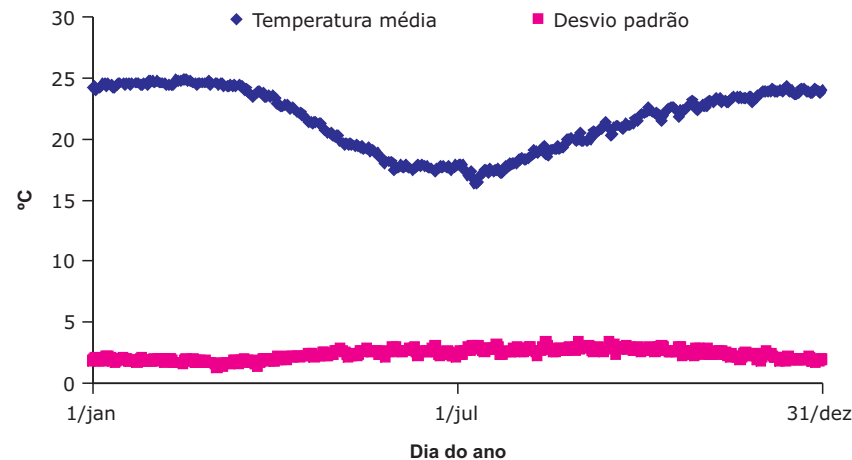


Figura 4. Caracterização da temperatura em Piracicaba de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro.

Tabela 2. Caracterização da chuva diária em Piracicaba pela probabilidade de chover (A, %), e de não chover (B, %).

dias	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	55	45	60	40	47	53	42	58	13	87	8	92	11	89	16	84	22	78	31	69	39	61	48	52
2	53	47	60	40	42	58	30	70	16	84	13	87	13	87	11	89	15	85	24	76	42	58	44	56
3	58	42	50	50	44	56	26	74	20	80	19	81	12	88	14	86	18	82	28	72	39	61	46	54
4	60	40	65	35	33	67	28	72	24	76	19	81	14	86	15	85	24	76	31	69	35	65	51	49
5	51	49	50	50	40	60	23	77	26	74	16	84	16	84	14	86	26	74	34	66	32	68	40	60
6	42	58	47	53	38	62	23	77	22	78	22	78	19	81	12	88	25	75	36	64	31	69	49	51
7	44	56	51	49	43	57	17	83	17	83	16	84	11	89	8	92	25	75	22	78	36	64	44	56
8	61	39	56	44	40	60	27	73	12	88	14	86	12	88	12	88	25	75	26	74	33	67	40	60
9	56	44	53	47	38	62	19	81	19	81	14	86	18	82	9	91	14	86	32	68	42	58	39	61
10	55	45	48	52	42	58	21	79	17	83	8	92	21	79	13	87	18	82	24	76	33	67	40	60
11	57	43	55	45	43	57	19	81	10	90	16	84	11	89	8	92	16	84	29	71	38	62	49	51
12	53	57	47	53	38	62	16	84	10	90	14	86	13	87	13	87	25	75	33	67	32	68	48	52
13	55	45	44	56	42	58	21	79	20	80	19	81	14	86	10	89	24	76	26	74	42	58	60	40
14	57	43	55	45	38	62	19	81	20	80	15	85	11	89	13	87	32	68	20	80	38	62	50	50
15	55	45	49	51	44	56	26	74	14	86	20	80	7	93	9	91	31	69	29	71	35	65	43	57
16	53	47	51	49	41	59	23	77	16	84	19	81	14	86	12	88	24	76	31	69	32	68	51	49
17	52	48	49	51	45	55	19	81	23	77	16	84	15	85	13	87	22	78	38	62	39	61	63	37
18	55	45	63	37	40	60	14	86	21	79	17	83	9	91	13	87	22	78	35	65	38	62	44	56
19	55	45	53	47	44	56	20	80	24	76	15	85	13	87	8	92	25	75	44	56	39	61	46	54
20	59	41	55	45	36	64	20	80	20	80	16	84	14	86	8	92	20	80	39	61	49	51	43	57
21	51	49	49	51	36	64	21	79	22	78	15	85	9	91	13	87	19	81	28	72	40	60	52	48
22	59	41	48	52	34	66	17	83	20	80	10	90	12	88	19	81	24	76	36	64	44	56	55	45
23	48	52	50	50	28	72	15	85	20	80	15	85	13	87	18	82	21	79	29	71	43	57	50	50
24	55	45	52	48	23	77	10	90	9	91	15	85	11	89	19	81	33	67	35	65	33	67	48	52
25	59	41	53	47	34	66	13	87	15	85	14	86	14	86	13	87	25	75	31	69	32	68	51	49
26	56	44	48	52	33	67	16	84	16	84	16	84	7	93	9	91	22	78	38	62	43	57	49	51
27	61	39	43	57	37	63	13	87	18	82	12	88	9	91	20	80	26	74	32	68	39	61	54	46
28	52	48	44	56	37	63	16	84	17	83	12	88	8	92	15	85	24	76	40	60	38	62	51	49
29	48	52	45	55	33	67	20	80	16	84	9	91	9	91	15	85	29	71	42	58	36	64	55	45
30	49	51			27	73	19	81	14	86	7	93	9	91	20	80	26	74	32	68	36	64	45	55
31	58	42			32	68			17	83			12	88	21	79			39	61			40	60

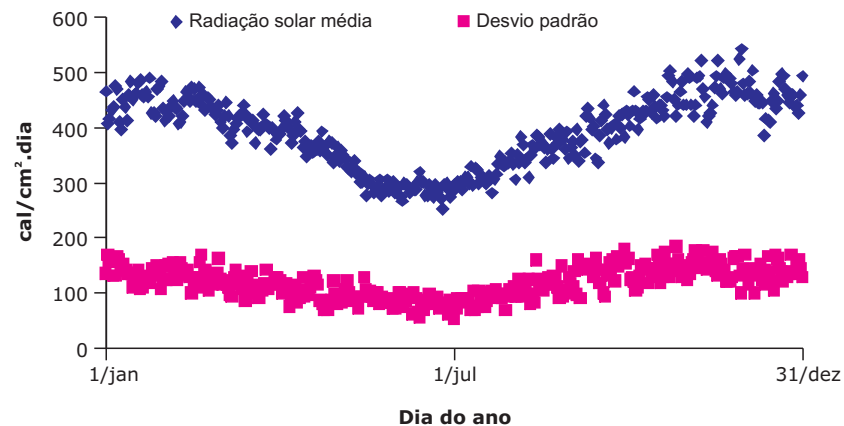


Figura 5. Caracterização da radiação solar média em Piracicaba de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro.

Tabela 3. Caracterização da temperatura (média – T e desvio padrão - σ) (°C) em Piracicaba.

dias	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ	T	σ
1	24	1,8	24	2,0	25	1,64	23	1,9	20	2,7	18	2,9	18	2,2	18	2,9	20	2,8	22	2,7	23	2,6	24	2,1
2	24	2,0	25	2,0	25	1,48	23	2,0	20	2,7	18	2,7	18	2,3	18	2,5	20	3,0	22	2,5	23	2,4	24	2,3
3	24	2,1	25	1,8	25	1,24	23	2,2	20	2,6	18	2,5	18	2,7	18	2,6	20	2,9	22	2,7	23	2,7	24	2,6
4	24	1,8	25	1,9	24	1,50	23	2,0	20	2,7	18	2,5	18	2,3	18	2,5	20	2,9	22	2,8	23	2,8	24	2,4
5	24	1,9	25	2,0	24	1,54	23	2,0	20	2,6	18	2,6	17	2,7	18	2,8	20	3,1	23	2,6	23	2,4	24	2,4
6	25	1,9	25	1,7	25	1,37	23	2,1	20	2,5	18	2,6	17	2,7	18	3,0	20	2,9	22	2,9	23	2,4	24	2,2
7	25	1,9	24	1,9	24	1,70	23	2,0	20	2,4	18	2,7	17	2,9	19	2,9	20	2,7	22	2,8	23	2,3	24	2,1
8	24	2,2	24	1,9	24	1,62	23	2,1	20	2,1	18	2,7	17	2,6	19	2,6	21	2,6	22	2,6	23	2,6	24	2,0
9	24	2,2	24	2,0	24	1,57	22	2,2	20	2,2	17	2,9	17	3,0	19	2,7	20	2,7	22	2,7	23	2,5	24	2,0
10	24	2,1	24	1,8	24	1,59	23	2,2	20	2,3	18	3,0	16	3,0	19	2,5	21	3,0	22	3,0	23	2,7	24	1,9
11	24	1,8	25	1,6	24	1,71	22	2,1	19	2,3	18	2,5	16	3,0	19	2,3	21	2,7	22	3,0	23	2,7	24	2,0
12	24	1,7	25	1,7	24	1,76	22	2,2	20	2,2	18	2,3	16	3,0	19	2,6	21	2,8	21	3,1	23	2,4	24	2,0
13	24	1,8	25	1,7	24	1,78	22	2,2	19	2,3	18	2,6	17	2,8	19	2,9	21	2,6	22	2,9	23	2,5	24	1,9
14	25	2,0	25	1,7	24	1,51	22	2,1	19	2,7	18	2,7	17	2,6	19	2,8	21	2,8	22	2,7	23	2,2	24	2,2
15	25	2,0	25	1,6	24	1,76	22	2,3	19	2,7	18	2,5	17	2,5	19	3,3	21	3,3	23	2,5	23	2,2	24	2,0
16	25	2,0	25	1,8	24	1,78	22	2,3	19	2,6	18	2,6	17	2,7	19	3,1	20	2,9	23	2,6	23	2,3	24	1,9
17	24	2,0	25	1,9	24	1,90	22	2,3	19	2,8	18	2,5	17	2,8	19	2,8	20	2,9	23	2,5	23	2,3	24	2,0
18	25	1,9	25	1,8	24	1,68	21	2,3	19	2,7	18	2,5	18	2,8	19	2,6	21	3,2	23	2,6	23	2,1	24	2,0
19	25	1,8	25	1,8	24	1,78	21	2,4	19	2,6	18	2,8	17	2,8	19	2,7	21	2,4	22	2,5	23	2,3	24	2,0
20	24	1,9	25	1,9	24	1,74	21	2,3	19	2,6	17	3,0	17	2,8	19	2,5	21	2,9	22	3,0	23	2,0	24	1,9
21	25	1,9	25	1,7	23	1,80	21	2,2	19	2,7	18	2,5	18	3,2	19	2,7	21	2,8	22	2,9	23	2,1	24	1,9
22	25	1,9	24	1,8	24	1,57	21	2,2	19	2,6	18	2,4	18	2,9	19	2,8	21	2,8	22	2,3	23	2,3	24	1,9
23	25	1,7	25	1,7	24	1,48	21	2,2	19	2,4	18	2,2	17	2,4	19	2,8	21	3,0	22	2,4	23	2,5	24	2,0
24	25	1,9	25	1,9	24	1,39	21	2,3	18	2,4	18	2,3	17	2,4	20	2,6	21	3,0	23	2,7	23	2,3	24	2,2
25	24	2,0	25	1,7	24	1,61	21	2,5	18	2,7	18	2,5	18	2,5	20	2,7	21	2,8	23	2,6	23	2,3	24	2,0
26	24	2,1	25	1,8	24	2,01	21	2,5	18	2,4	18	2,6	18	2,6	20	2,8	21	2,9	23	2,4	23	2,3	24	1,8
27	25	1,9	25	1,7	23	1,98	21	2,3	18	2,2	18	2,6	18	2,5	20	2,9	21	2,7	23	2,6	23	2,4	24	1,8
28	24	1,9	25	1,7	23	1,89	21	2,2	18	2,6	17	2,4	18	2,5	20	2,9	22	2,7	23	2,3	23	2,2	24	1,6
29	25	1,8	24	1,7	24	1,95	21	2,4	18	2,5	18	2,2	18	2,5	20	2,7	22	2,6	22	2,8	24	1,9	24	1,9
30	25	1,8			23	1,88	20	2,4	18	2,9	18	2,2	18	2,8	20	3,0	22	2,9	22	2,7	24	1,8	24	1,9
31	25	1,8			24	1,83			17	2,8			18	2,9	20	3,4			23	2,7			24	1,9

Tabela 4. Caracterização da radiação solar (média – Rs - e desvio padrão - σ) (cal.cm⁻².dia⁻¹) em Piracicaba.

dias	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ	Rs	σ
1	464	136	414	151	409	126	388	121	366	79	292	86	296	54	354	106	363	117	423	163	496	124	459	171
2	407	168	430	125	400	116	394	102	341	94	291	101	289	79	333	110	375	112	401	124	489	134	460	138
3	416	155	418	152	419	123	418	104	358	85	274	102	295	72	305	94	352	140	430	128	440	155	482	114
4	429	160	436	149	445	114	412	117	352	95	268	77	302	89	350	93	394	97	464	121	420	158	462	134
5	437	133	447	155	420	112	403	113	344	107	299	91	302	82	336	124	340	161	431	106	442	176	503	132
6	475	132	436	144	386	99	395	78	328	121	295	85	290	89	382	93	374	89	396	111	489	164	448	102
7	468	165	432	125	373	94	371	95	326	101	291	91	302	87	368	96	377	147	415	131	493	150	456	144
8	410	159	407	137	395	128	384	100	319	91	280	97	307	91	336	118	353	154	421	148	519	144	444	136
9	394	147	408	156	406	143	408	113	331	85	291	61	310	89	343	97	421	147	431	144	469	178	444	152
10	451	151	420	147	418	122	426	84	339	95	289	99	298	91	309	124	433	141	429	152	453	157	443	125
11	437	140	448	136	420	114	396	91	315	90	289	90	329	71	349	80	415	151	453	118	408	142	384	144
12	411	142	466	133	425	109	393	100	319	72	301	65	296	103	368	97	395	145	450	145	421	155	416	116
13	456	136	454	142	442	130	365	128	302	93	318	56	327	71	362	84	403	130	426	129	426	144	411	166
14	481	134	447	130	422	87	374	94	302	93	300	79	322	76	384	158	344	162	457	136	442	172	410	137
15	449	112	471	99	391	122	347	107	310	128	302	68	299	102	383	126	335	143	438	144	472	151	447	123
16	456	123	467	123	412	109	353	98	278	106	279	81	308	89	368	109	386	119	418	171	492	139	462	104
17	460	131	446	130	408	140	367	111	297	97	279	86	310	88	370	122	413	142	441	151	521	132	434	171
18	478	141	450	112	414	113	354	124	307	103	296	97	302	77	365	103	439	99	439	119	468	159	449	162
19	485	107	470	156	372	100	358	131	296	92	291	80	299	87	338	114	423	95	431	127	463	152	484	145
20	457	111	441	169	401	113	361	123	282	87	274	91	312	98	359	128	394	136	420	173	491	141	498	139
21	456	131	458	129	394	89	373	116	290	100	295	86	305	102	388	118	372	155	455	142	496	120	491	123
22	466	130	431	141	395	109	357	87	290	101	282	93	282	106	360	116	399	132	493	130	489	121	467	134
23	455	128	453	116	422	104	391	81	306	80	289	75	307	92	343	131	402	161	503	152	490	120	458	130
24	491	117	451	105	405	117	358	70	278	93	272	79	316	107	380	127	404	121	481	145	479	130	442	135
25	425	146	437	130	407	141	369	81	288	82	254	83	333	90	371	112	379	168	452	152	466	163	456	168
26	425	140	433	116	398	106	349	71	291	83	297	84	346	97	395	89	419	148	421	183	457	168	456	137
27	421	131	424	118	360	115	373	83	307	84	297	81	337	91	381	149	400	164	440	160	466	165	437	134
28	469	148	430	134	399	114	370	87	284	91	288	62	329	97	377	92	423	164	466	138	524	131	441	149
29	477	145	440	164	392	122	337	120	296	83	274	87	336	69	362	106	383	180	481	128	542	100	426	160
30	483	107			379	130	346	97	303	74	292	82	338	92	392	101	430	153	441	143	479	147	459	146
31	434	126			387	129			282	73			340	107	344	128			442	149			494	128

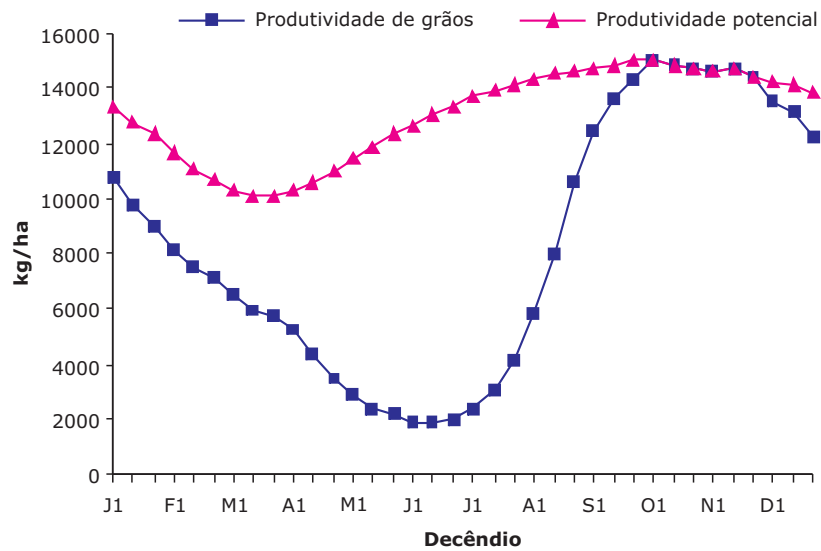


Figura 6. Produtividade potencial (PP, kg.ha⁻¹) e produtividade de grãos (Pg, kg.ha⁻¹) de milho para Piracicaba com semeadura a cada decênio em função da temperatura, chuva, evapotranspiração potencial e real, armazenamento de água no solo e fator de depleção de produtividade potencial devido à restrição hídrica.

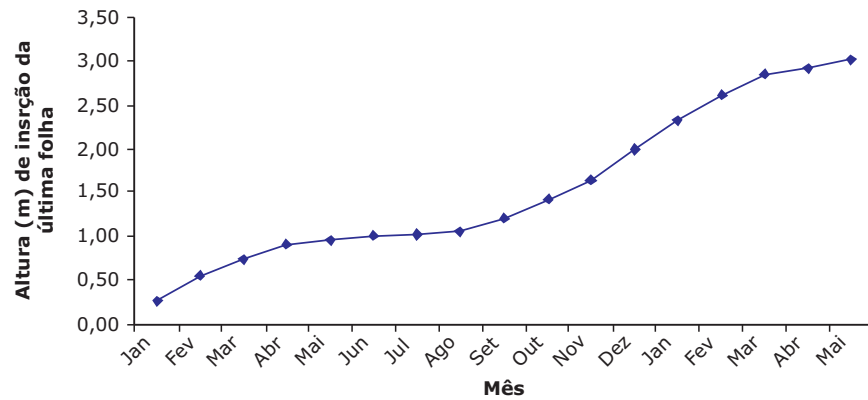


Figura 7. Crescimento da cultura da cana-de-açúcar (ciclo de ano e meio) sem deficiência hídrica em Piracicaba.

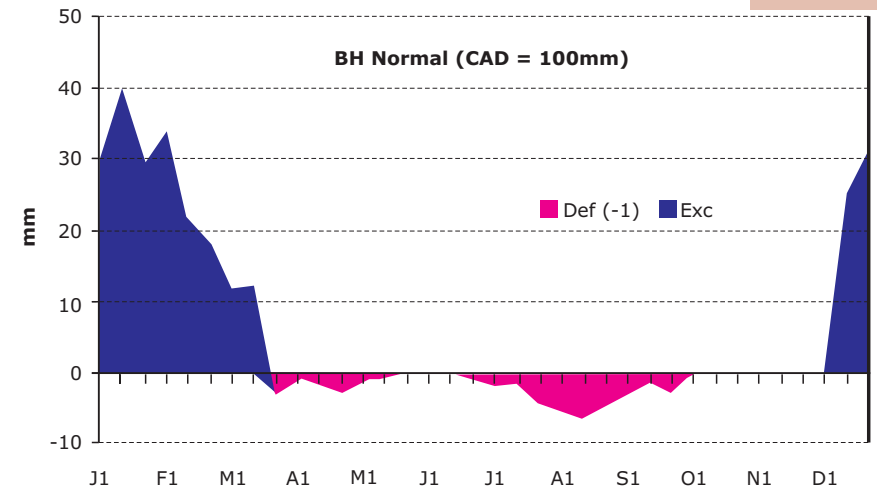


Figura 8. Balanço hídrico (Thornthwaite & Mather, 1955) para a estimativa produtividade potencial e produtividade de grãos de milho para Piracicaba com semeadura a cada decênio em função da deficiência hídrica (DEF, mm) e do excedente hídrico (EXC, mm).

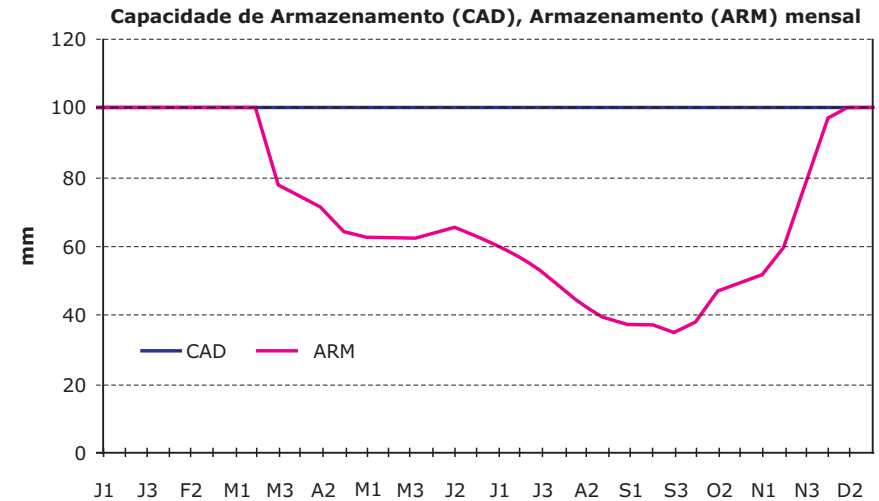


Figura 9. Balanço hídrico (Thornthwaite & Mather, 1955) para estimativa produtividade potencial e produtividade de grãos de milho para Piracicaba com semeadura a cada decênio (Dc) em função do armazenamento de água no solo (ARM, mm) e da capacidade de água disponível (CAD, mm).

Tabela 5. Balanço hídrico (Thornthwaite & Mather, 1955) para estimativa produtividade potencial (PP, kg.ha⁻¹) e produtividade de grãos (Pg, kg.ha⁻¹) de milho para Piracicaba-SP com semeadura a cada decêndio (Dc) em função da temperatura (T, °C), chuva (C, mm), evapotranspiração potencial (ETP, mm), armazenamento de água no solo (ARM, mm), evapotranspiração real (ETR, mm), deficiência hídrica (DEF, mm), excedente hídrico (EXC, mm) e fator de depleção de produtividade potencial devido à restrição hídrica (Fd).

Dc	T	C	ETP	ARM	ETR	DEF	EXC	Fd	PP	Pg
jan/01	24,3	70,8	41,0	100,0	41,0	0,0	29,8	0,81	13.293	10.791
jan/02	24,4	81,2	41,2	100,0	41,2	0,0	40,0	0,77	12.760	9.773
jan/03	24,5	75,0	45,4	100,0	45,4	0,0	29,6	0,73	12.362	9.009
fev/01	24,5	74,7	40,7	100,0	40,7	0,0	34,0	0,70	11.627	8.144
fev/02	24,8	63,1	41,4	100,0	41,4	0,0	21,7	0,68	11.020	7.499
fev/03	24,6	50,4	31,9	100,0	31,9	0,0	18,5	0,67	10.627	7.159
mar/01	24,4	50,4	38,6	100,0	38,6	0,0	11,8	0,64	10.278	6.563
mar/02	24,1	49,0	36,8	100,0	36,8	0,0	12,2	0,59	10.061	5.964
mar/03	23,6	12,6	37,8	77,7	34,9	2,9	0,0	0,57	10.070	5.776
abr/01	22,7	26,8	30,6	74,8	29,7	0,9	0,0	0,51	10.248	5.202
abr/02	21,8	21,8	27,2	70,9	25,7	1,5	0,0	0,41	10.596	4.390
abr/03	21,0	15,7	24,4	65,0	21,6	2,8	0,0	0,31	11.005	3.435
mai/01	19,9	18,1	21,0	63,1	20,0	1,1	0,0	0,25	11.454	2.876
mai/02	19,2	17,7	19,0	62,3	18,5	0,5	0,0	0,20	11.865	2.416
mai/03	18,3	18,1	18,3	62,2	18,2	0,1	0,0	0,18	12.347	2.166
jun/01	17,6	16,0	15,0	63,2	15,0	0,0	0,0	0,15	12.690	1.897
jun/02	17,6	16,9	14,9	65,2	14,9	0,0	0,0	0,14	13.073	1.843
jun/03	17,6	11,1	14,8	62,8	13,5	1,3	0,0	0,15	13.377	1.946
jul/01	17,3	9,3	14,3	59,8	12,3	1,9	0,0	0,17	13.688	2.335
jul/02	17,1	10,6	14,0	57,8	12,6	1,4	0,0	0,22	13.973	3.091
jul/03	17,6	7,3	16,6	52,7	12,5	4,2	0,0	0,29	14.156	4.152
ago/01	18,7	7,6	17,8	47,6	12,7	5,1	0,0	0,41	14.295	5.826
ago/02	19,0	7,2	18,8	42,4	12,4	6,4	0,0	0,55	14.518	8.008
ago/03	19,7	14,7	23,0	39,0	18,1	4,9	0,0	0,72	14.596	10.573
set/01	20,2	17,9	22,6	37,2	19,7	2,9	0,0	0,84	14.753	12.466
set/02	20,8	23,0	24,8	36,6	23,7	1,1	0,0	0,92	14.831	13.651
set/03	21,2	22,2	26,4	35,0	23,7	2,7	0,0	0,96	14.966	14.334
out/01	22,1	32,8	29,8	38,1	29,8	0,0	0,0	1,00	14.972	14.972
out/02	22,0	39,2	30,0	47,3	30,0	0,0	0,0	1,00	14.821	14.821
out/03	22,6	38,5	35,8	49,9	35,8	0,0	0,0	1,00	14.715	14.715
nov/01	22,9	36,0	34,2	51,7	34,2	0,0	0,0	1,00	14.619	14.619
nov/02	23,2	44,5	35,8	60,5	35,8	0,0	0,0	1,00	14.681	14.681
nov/03	23,2	52,0	36,2	76,3	36,2	0,0	0,0	1,00	14.388	14.388
dez/01	23,8	59,7	38,8	97,2	38,8	0,0	0,0	0,95	14.181	13.518
dez/02	23,9	67,7	39,4	100,0	39,4	0,0	25,5	0,93	14.108	13.104
dez/03	23,8	74,3	43,0	100,0	43,0	0,0	31,3	0,89	13.825	12.276

Relevo

Modelo digital de elevação

A base para as análises relacionadas ao relevo foi um Modelo Digital de Elevação ou DEM, que consiste numa matriz na qual é representada a altitude em relação ao nível médio do mar cobrindo toda a área do município. O DEM foi gerado a partir de oito cartas do IBGE na escala 1:50.000 (folhas de Santa Maria, São Pedro, Piracicaba, Limeira, Anhembí, Laras, Capivari e Americana). Dessas cartas, foram extraídas as curvas de nível (espaçamento vertical de 25m) e os pontos cotados. Como fontes, para a parte norte do município, foram utilizados os dados do projeto PiraCena, e na porção sul e para os pontos cotados, os dados foram disponibilizados pelo trabalho de Giannotti (2001). As curvas de nível e os pontos cotados foram convertidos em matriz. A interpolação foi feita por um algoritmo de mínima curvatura, gerando um objeto matricial com resolução espacial de 50m. A partir do DEM, através de um algoritmo de oito vizinhos, foram calculados os mapas de declividade, sombreamento e orientação das vertentes.

O relevo em Piracicaba

O município de Piracicaba apresenta uma depressão maior na parte central de seu território. Essa depressão segue o sentido leste – oeste do curso do Rio Piracicaba, ficando mais acentuada dentro dos limites da área urbana a partir do salto do Rio Piracicaba. Uma região mais elevada, que fica evidente na parte central do município,

divide as bacias dos Rios Piracicaba e Tietê. Os vales, que convergem para o Rio Tietê na região sudoeste e para o Rio Piracicaba na região central indo para o norte – noroeste, provocam depressões relativamente acentuadas ou regiões de encaixe maior da rede de drenagem dependendo das características do material geológico. A amplitude da altitude é de 360m, com as regiões mais baixas com cerca de 420m e as mais elevadas com 780m. A altitude média é de 528m.

A declividade em Piracicaba

Piracicaba é geralmente considerada como tendo relevo acidentado quando comparada às outras regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo. A declividade média foi calculada em 7,8% com uma mediana de 6,3%, indicando a assimetria negativa da distribuição de frequência, ou seja, os valores menores predominam sobre os maiores. Os declives menores do que 5%, normalmente considerados como não restritivos à

mecanização, ocorrem em 42% da área. As terras com mais de 12% de declividade ocupam 20% da área e são as áreas menos aptas ou mesmo restritas à mecanização da produção agrícola. Geograficamente, a porção leste do município e a região sudoeste apresentam os menores valores de declividade. A porção central e norte apresentam situação intermediária e a região oeste apresenta os valores mais elevados, predominando ali, as classes acima de 12% (Figura 10).

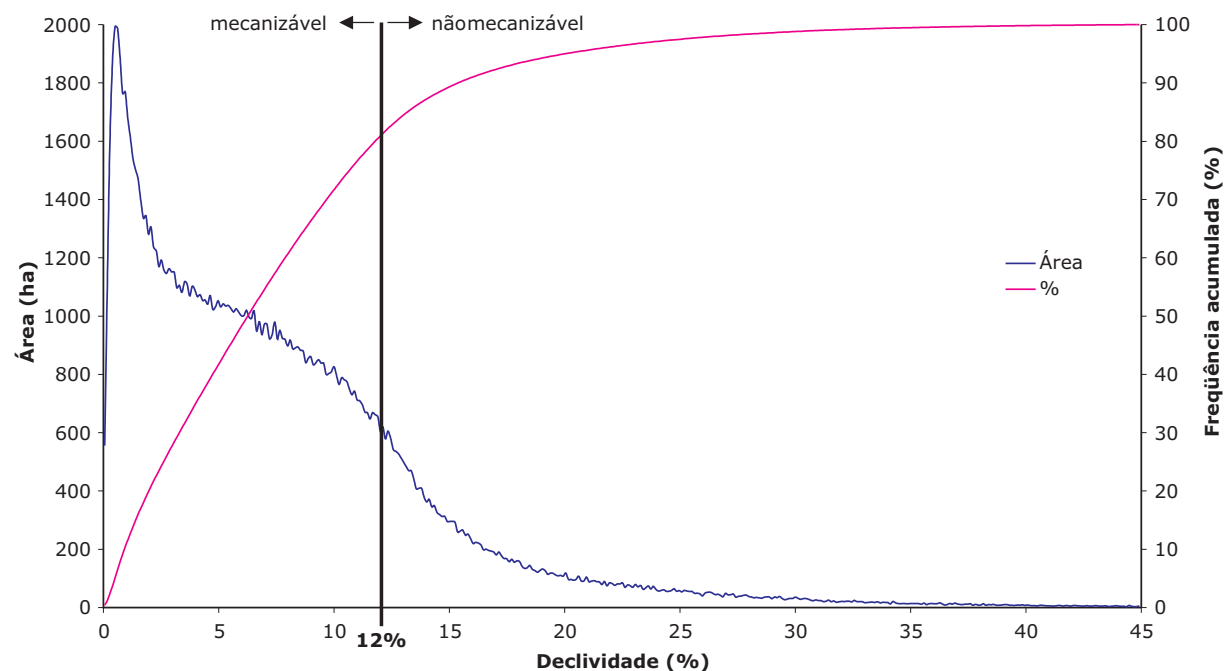


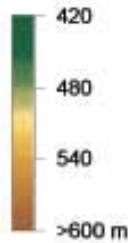
Figura 10. Distribuição da declividade (%) em relação à área e frequência no município de Piracicaba, e indicação das áreas mais restritas e menos restritas de acordo com o valor de declividade, maior ou menor, respectivamente.

Modelo de Elevação Digital

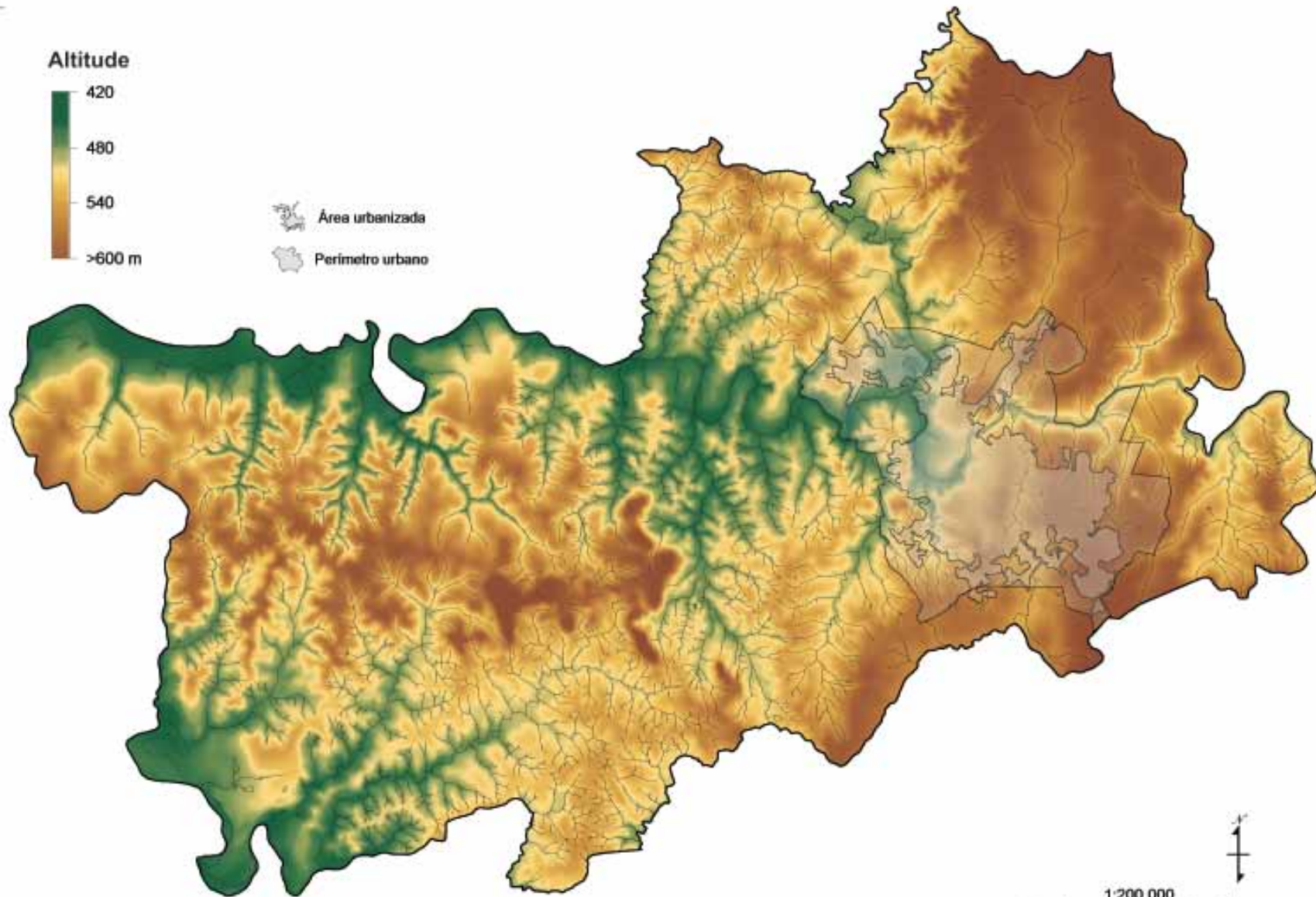
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

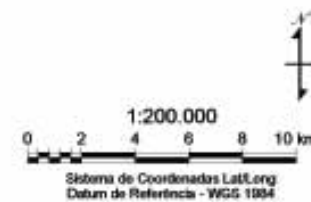
Altitude



Área urbanizada
Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

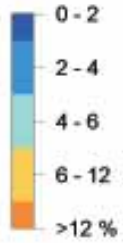
Atlas Rural de Piracicaba 2004

Declividade

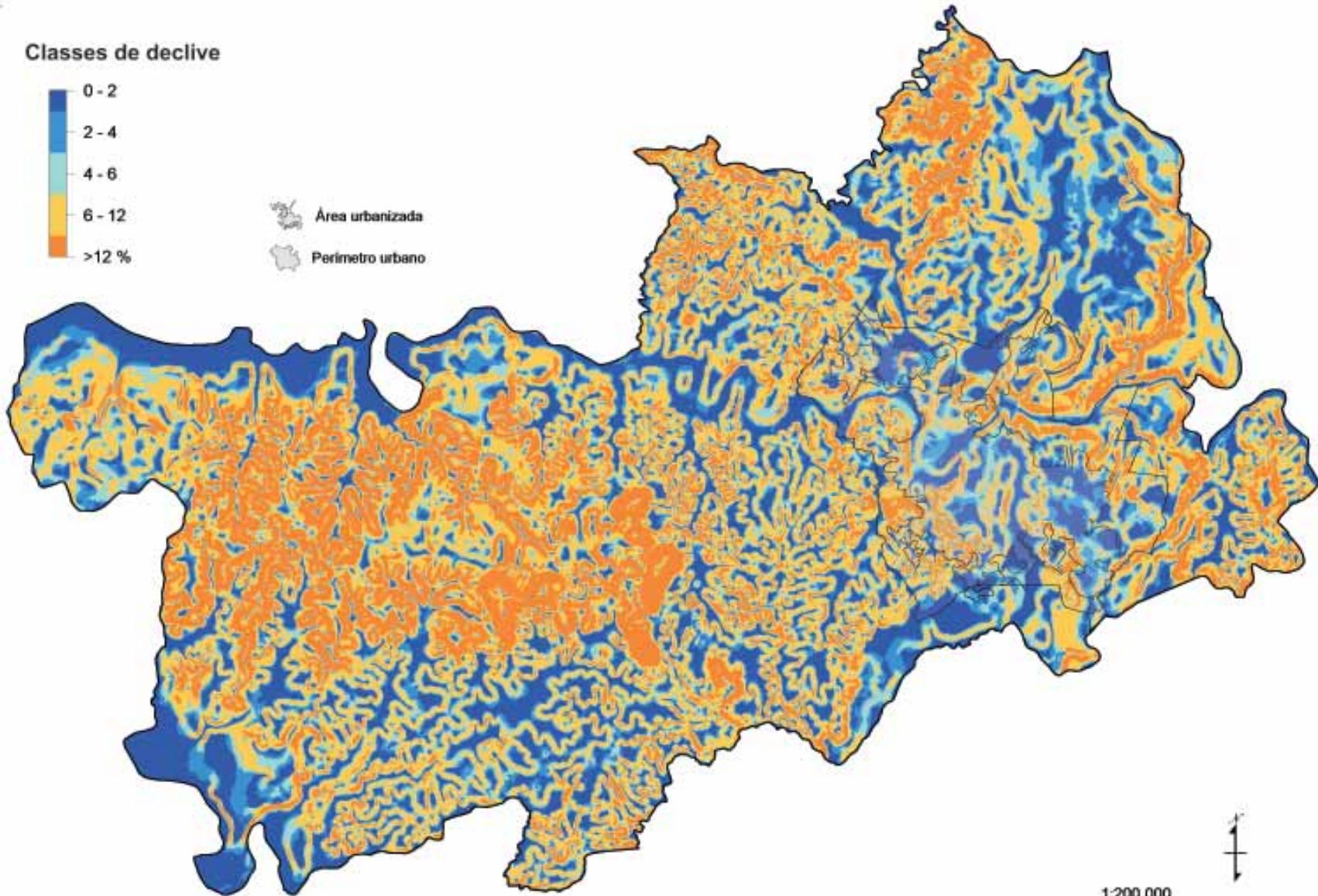
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

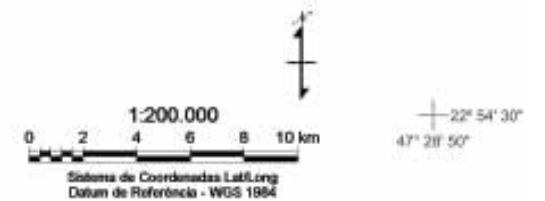
Classes de declive



Área urbanizada
Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Solos

Base original e aprimoramento

O mapa de solos que cobre a maior parte do município é uma impressão em papel na escala 1:100.000 e que corresponde à quadricula Piracicaba da série de levantamentos semidetalhados feitos sob coordenação do IAC (Oliveira e Prado et al., 1989). A porção do município com latitude maior do que 48°00' e o perímetro urbano não são abrangidas por esse levantamento. As classes de solos da região de latitude maior do que 48°00' foram registradas através de levantamento, coordenados pela Esalq no ano de 1999. O levantamento dos solos urbanos de Piracicaba (Tabela 6), também coordenado pela Esalq durante o ano de 2002 (Ramero e Vidal-Torrado, 2002), foi realizado em conjunto com a Prefeitura Municipal de Piracicaba.

O mapa impresso em papel (Oliveira e Prado et al., 1989) foi digitalizado em formato matricial e em seguida foi realizada a sua vetorização assistida, registrando-se os limites das unidades de mapeamento de solo. Na versão vetorial, as classes foram descritas por índices de manejo, que têm como principal objetivo traduzir a legenda dos mapas e os resultados analíticos disponíveis sobre as unidades de mapeamento para uma linguagem mais acessível e menos técnica. As unidades de mapeamento foram classificadas em nove níveis de disponibilidade de i) fertilidade, ii) drenagem, iii) resistência à erosão e iv) condições de enraizamento. Quanto maior o valor do índice maior será a disponibilidade do fator relacionado. Por exemplo, um solo com índice de fertilidade de valor nove tem

melhores condições de suprir as plantas de nutrientes do que um com nota cinco, sendo tal raciocínio válido também para os outros fatores.

Descrição dos solos de Piracicaba

O município de Piracicaba pode ser considerado privilegiado em relação aos seus solos em vários aspectos. Em primeiro lugar, pela diversidade encontrada. A junção de diferentes materiais de origem (as rochas que, através do intemperismo, formam o solo), combinada a uma grande diversidade de formas de relevo, faz com que ocorram, numa mesma região, solos muito distintos. Essa variabilidade, associada a um esforço de mapeamento intensivo feito a partir da década de 80, fez com que o conhecimento sobre os solos pudesse ser retratado de maneira precisa e detalhada (Tabela 7).

De uma maneira simplificada, na porção nordeste do município, predominam diversos tipos de Latossolo que, em geral apresentam textura média ou argilosa, são profundos e apresentam elevada capacidade de retenção de água. Sua fertilidade é variável, predominando as classes de baixa fertilidade, que necessitam de correção e adubação para atingir elevadas produtividades. Devido ao relevo predominantemente plano ou suave ondulado, essas áreas são intensamente cultivadas com cana-de-açúcar.

A porção norte do município que drena para o Rio Corumbataí e a maior parte de sua porção central e sul são ocupadas por associações de Podzólicos preenchidas com manchas menores de uma grande diversidade de solo (Brunizens, Litólicos,

Tabela 6. Tipos de solos e suas respectivas áreas e porcentagens de acordo com o levantamento dos solos urbanos de Piracicaba.

Tipo de Solo	Área	
	ha	%
ALISSOLO CRÔMICO	314	1,7
ARGISSOLO AMARELO	402	2,2
ARGISSOLO VERMELHO	126	0,7
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	2.060	11,4
CAMBISSOLO HÁPLICO	694	3,8
CHERNOSSOLO EBÂNICO	2	0,0
GLEISSOLO HÁPLICO	179	1,0
LATOSSOLO VERMELHO	2.542	14,0
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	1.120	6,2
NEOSSOLO FLÚVICO	35	0,2
NEOSSOLO LITÓLICO	5.442	30,0
NITOSSOLO HÁPLICO	15	0,1
NITOSSOLO VERMELHO	4.984	27,5
RIO	224	1,2
	18.140	100,0

Tabela 7. Área e porcentagem dos tipos de solos ocorrentes no município de Piracicaba de acordo com o mapeamento.

Tipo de Solo	Área	
	ha	%
AREIA QUARTZOSA	15.118	10,9
BRUNIZENS AVERMELHADOS	200	0,1
CAMBISSOLOS	1.219	0,9
LATOSSOLOS RO XOS	3.531	2,5
LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS	6.827	4,9
LATOSSOLOS VERMELHO-ESCUROS	9.561	6,9
PERÍMETRO URBANO	18.140	13,1
PLANOSSOLOS	268	0,2
PODZOL	38	0,0
PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS	57.900	41,8
PODZÓLICOS VERMELHO-ESCUROS	1.687	1,2
RIOS	3.081	2,2
SOLOS GLEIZADOS	2.325	1,7
SOLOS LITÓLICOS	17.819	12,9
TERRA ROXA ESTRUTURADA	549	0,4
TERRA ROXA ESTRUTURADA PODZÓLICA	286	0,2
TOTAL	138.548	100,0



Podzólicos, Cambissolos). As variações de textura, atributos químicos e profundidade e os fatores por esses influenciados (fertilidade, retenção de água, condições de enraizamento) são muito grandes, não sendo possível generalização. As declividades mais acentuadas aparecem lado a lado com terrenos planos ou suave

ondulados. Como resultado, observa-se uma fragmentação maior do uso das terras. As áreas mais planas e mais férteis são geralmente utilizadas com cana-de-açúcar e as áreas de maior declividade ou com limitações mais severas à produção agrícola (pedregosidade, pouca profundidade, textura muito arenosa)

permanecem com pastagens ou com florestas.

Na região oeste do município, o relevo volta a ser mais suave, mas devido ao tipo de substrato rochoso, os solos tendem a ser bastante arenosos. As Areias Quartzosas e os Podzólicos e Litólicos arenosos predominam. A fertilidade é muito

baixa bem como a capacidade de retenção de água. Nessas condições, há restrição para o cultivo de cana-de-açúcar que ocupa parte menor da paisagem, cedendo maior área às pastagens. As grandes erosões também são freqüentes, assim como os problemas com manutenção de estradas.



Área de pastagem degradada por erosão.



Área de cultivo de cana-de-açúcar recém colhida.

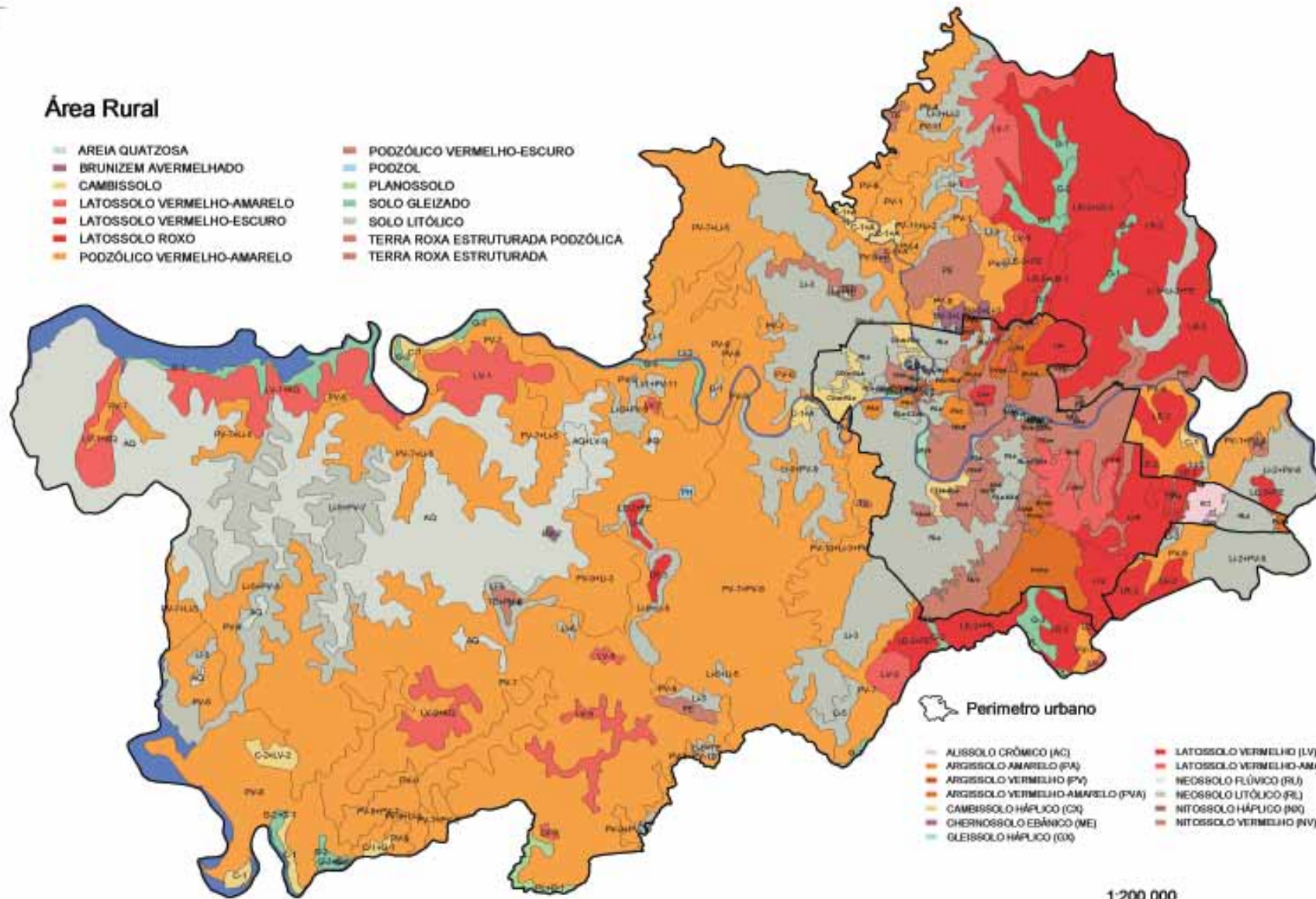
Solos

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

Área Rural

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| AREIA QUATZOSA | PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO |
| BRUNIZEM AVERMELHADO | PODZOL |
| CAMBISSOLO | PLANOSSOLO |
| LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO | SOLO GLEIZADO |
| LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO | SOLO LITÓLICO |
| LATOSSOLO ROXO | TERRA ROXA ESTRUTURADA PODZÓLICA |
| PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO | TERRA ROXA ESTRUTURADA |



Perímetro urbano

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ALUSSOLO CRÔMICO (AC) | LATOSSOLO VERMELHO (LV) |
| ARGISSOLO AMARELO (PA) | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVA) |
| ARGISSOLO VERMELHO (PV) | NEOSSOLO FLÚVICO (RU) |
| ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (PVA) | NEOSSOLO LITÓLICO (RL) |
| CAMBISSOLO HÁPLICO (CA) | NITOSSOLO HÁPLICO (NR) |
| CHERNOSSOLO EBÂNICO (ME) | NITOSSOLO VERMELHO (NV) |
| GLEISSOLO HÁPLICO (GX) | |

1:200.000
0 2 4 6 8 10 km

Sistema de Coordenadas Lat/Lon
Datum de Referência - WGS 1984

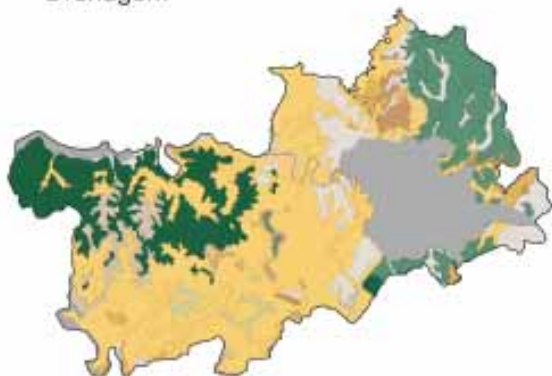
22° 54' 30"
47° 28' 50"

22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Qualidade dos Solos

Drenagem



Resistência à erosão



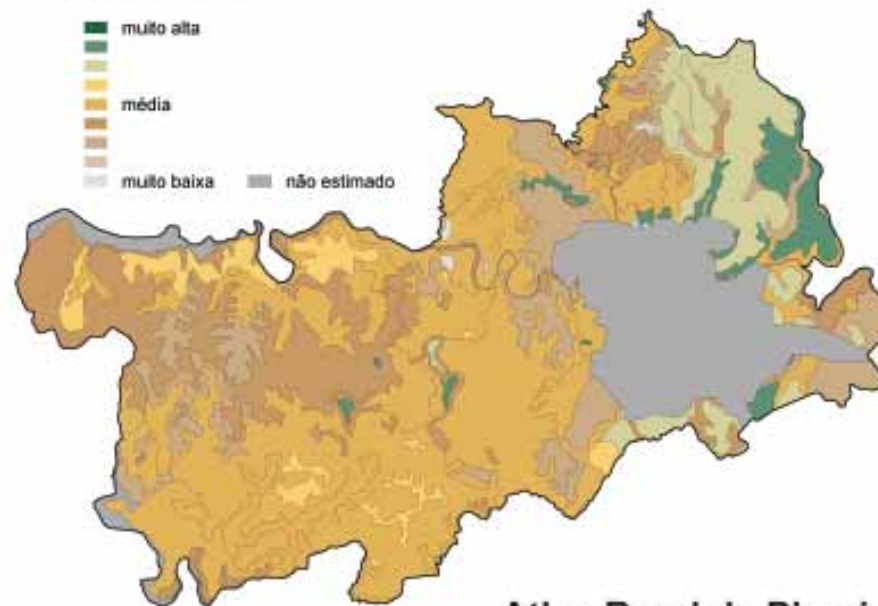
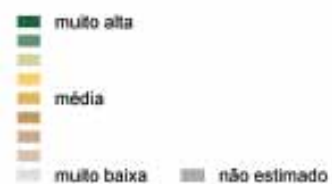
Fertilidade



Condições de enraizamento



Qualidade



Atlas Rural de Piracicaba 2004

Estradas

Base original e aprimoramento

A base original do mapa de estradas foi um material impresso em papel fornecido pela Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (SEMA) em escala aproximada de 1:250.000. Esse mapa consiste numa compilação de dados sobre a localização de estradas rurais do município, mas não seguiu um protocolo conhecido e eficiente de atualização e georreferenciamento. Na sua versão original, a consulta em papel não é comprometida, mas apresenta restrições para a versão digital. A sobreposição com outros temas e a falta de atualização são os principais itens que comprometem sua digitalização.

Uma seqüência de aprimoramentos foi aplicada à versão original do mapa de estradas. O primeiro passo foi a conversão da carta em formato digital matricial. Essa imagem foi georreferenciada tendo como

base as cartas do IBGE em escala 1:50.000. O processo de georreferência foi feito pelo modo imagem-a-imagem usando um algoritmo de projeção plano paralela fonte (a carta digital) e alvo (pontos de controle no mapa do IBGE), minimizando o quadrado médio dos resíduos. O traçado original das estradas foi convertido para formato vetorial. Esses vetores foram reeditados um a um tendo como referência o mosaico de fotografias aéreas de 2000 e a imagem da banda 8 (pancromática) do Landsat 7-ETM+ de 8 de janeiro de 2003. As estradas inexistentes nessas imagens foram apagadas; aquelas existentes, mas com traçado incorreto, foram retificadas e novas estradas inseridas. O critério de inserção na base de estradas foi a continuidade no sistema viário. Estradas secundárias, como carreadores, acessos às fazendas, ramais secundários, não foram incluídos na base. Apenas estradas principais que asseguram

o deslocamento entre regiões e interligam o município foram consideradas.

Descrição do sistema viário em Piracicaba

A extensão do sistema viário principal na zona rural do município de Piracicaba é de aproximadamente 1.200km. Nas áreas de produção de cana-de-açúcar, o sistema viário principal, registrado no mapa, é complementado por estradas e carreadores secundários. Outro adensamento do sistema viário ocorre nas partes do município mais fragmentadas, nas quais a concentração de Unidades de Produção Agropecuária (UPA) se torna mais densa. Nesse caso, estradas de servidão e acesso às pequenas fazendas, chácaras e sítios adensam o sistema viário. A menor densidade viária encontra-se associada a áreas de pastagens na região centro-oeste e oeste do município. Nessa região, há os mais sérios problemas de conservação e

manutenção de estradas motivados pela textura predominantemente arenosa dos solos e o relevo muitas vezes acidentado. Nessas regiões, são comuns grandes erosões (voçorocas) que ocorrem associadas às estradas.

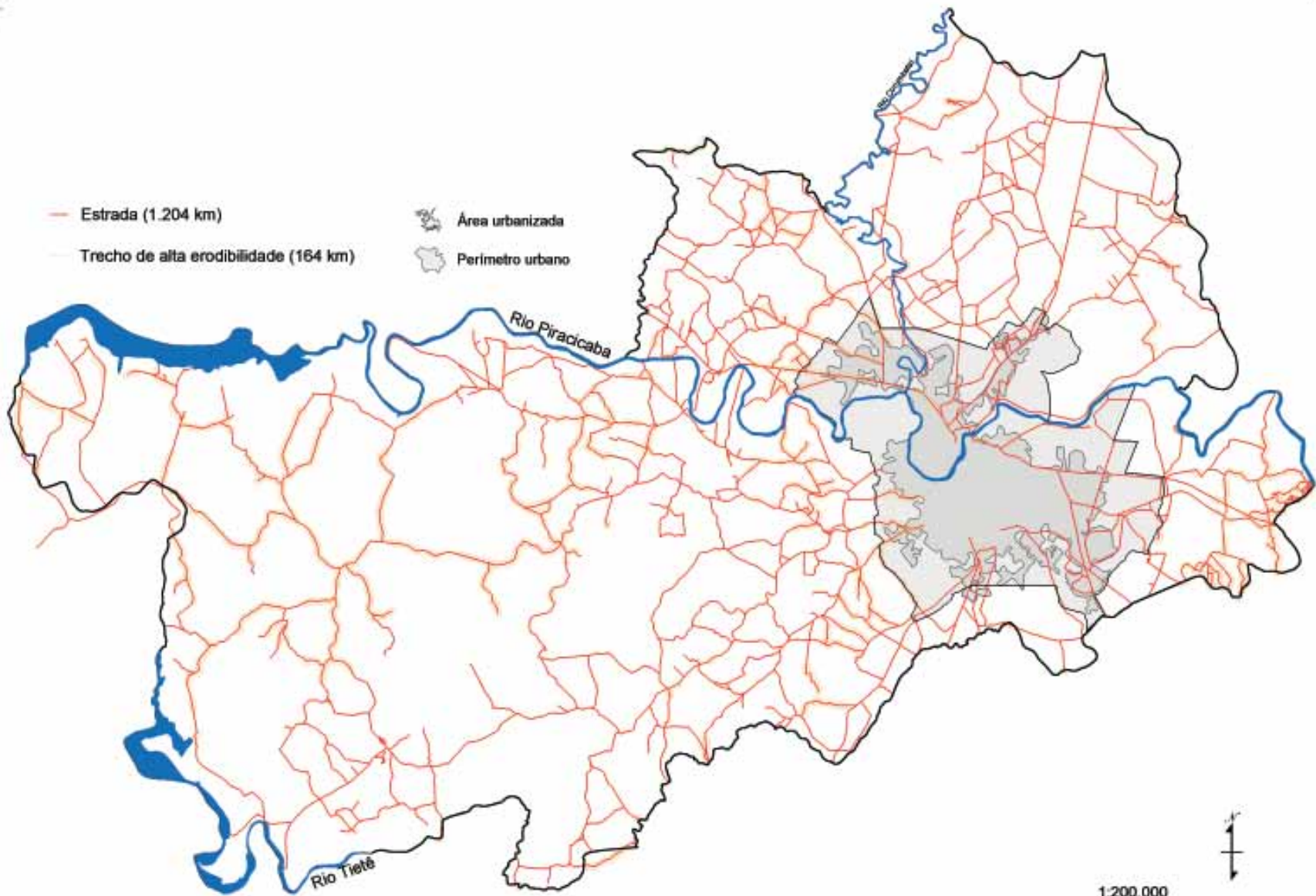
A densidade viária média é de 9,2 km de estrada por km² e 98% da área do município se situa a menos de 2 km de uma estrada principal, sendo que a maior distância de uma estrada principal é de 3,4 km. A densidade viária pode ser considerada elevada e todos os pontos do município podem ser alcançados por terra. Dos 1.200km de estrada, 164 km (13,5 %) se situam sobre solos arenosos em declives maiores do que 12%. Essa condição geralmente está associada a uma elevada complexidade de sua manutenção e conservação, bem como são pontos vulneráveis à formação de voçorocas, gerando impactos ambientais devido ao sistema viário.

Estradas Rurais

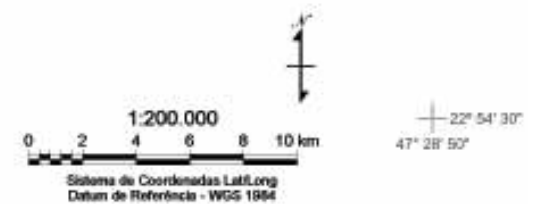
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

- Estrada (1.204 km)
- Trecho de alta erodibilidade (164 km)
- Área urbanizada
- Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"



Atlas Rural de Piracicaba 2004

Hidrografia

Base original e aprimoramento

Um total de oito cartas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000 (correspondentes às folhas de Santa Maria, São Pedro, Piracicaba, Limeira, Anhembi, Laras, Capivari e Americana de 1969) cobrem todo o território do município. Nessas cartas, há o registro da rede de drenagem, que foi utilizada como base para a identificação da malha hidrográfica.

A parte norte do município, que drena para o Rio Piracicaba, já havia sido digitalizada a partir da mesma base cartográfica pelo Projeto PiraCena, sendo, nesse caso, utilizada como fonte.

As cartas do IBGE em formato matricial digital serviram de base para a vetorização da rede hidrográfica feita de maneira assistida. Visando um melhor ajuste aos outros temas, principalmente o uso da terra, foram também utilizadas imagens de satélite e fotografias aéreas no ajuste de

localização dos rios. Para tal, foram utilizadas a imagem de satélite do sensor ETM+/Landsat 7 da banda pancromática, referente à passagem de 8 de janeiro de 2003, e as fotografias aéreas de 2000. O traçado dos rios das cartas do IBGE foi acrescido de canais menores e suas respectivas nascentes. Além disso, o posicionamento do trajeto dos leitos foi ajustado em relação à vegetação ciliar existente. Nesse caso, também foi utilizado o Modelo de Elevação Digital (DEM)

trabalhado matematicamente para a localização das linhas de descarga. Com isso, a malha hidrográfica pôde ser posicionada e atualizada em relação à informação original das cartas do IBGE de 1969.

A rede hidrográfica de Piracicaba

A rede hidrográfica de Piracicaba se estende por 2.139 km. A densidade da rede de drenagem acompanha o relevo, sendo mais ramificada nas terras mais

Tabela 8. Medidas das vazões médias mensais ($m^3 \cdot s^{-1}$) no Rio Corumbataí referentes ao posto 4D-021/Recreio.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1975	35,70	86,50	30,93	17,35	11,44	9,92	10,03	8,50	6,91	10,32	23,72	50,97
1976	52,59	92,77	64,96	42,72	39,05	46,63	37,95	22,39	27,51	27,29	22,97	29,36
1977	58,58	34,37	24,23	34,31	13,81	14,53	9,16	7,91	12,54	8,93	18,39	62,41
1978	38,79	20,23	17,25	10,43	10,58	10,49	11,95	7,85	8,80	7,56	23,99	40,31
1979	27,12	24,32	14,98	9,62	28,97	12,32	10,52	8,86	13,33	15,7	20,16	27,47
1980	27,94	52,33	43,80	44,37	15,45	12,76	12,03	9,43	10,77	11,94	10,84	37,15
1981	78,11	28,04	18,27	14,26	11,99	13,3	8,96	7,61	6,32	19,20	37,00	41,96
1982	41,19	39,82	72,28	27,60	18,84	22,42	16,47	16,08	7,94	44,23	19,39	56,77
1983	103,05	97,27	81,02	51,74	61,34	82,93	33,66	20,3	60,3	31,36	31,95	66,52
1984	37,65	29,02	21,98	14,62	12,53	10,02	8,40	9,88	9,36	8,26	17,39	25,01
1985	36,55	29,98	52,00	34,40	15,69	14,57	10,46	9,13	9,00	7,44	11,28	12,89
1986	14,20	21,68	42,60	18,27	16,09	10,16	8,74	14,86	9,04	8,11	12,11	39,21
1987	40,65	50,47	25,48	17,25	26,21	15,34	11,66	9,7	11,74	13,24	18,33	25,46
1988	47,85	42,74	87,78		22,88	17,83	11,29	8,16	6,17	22,76	25,82	19,44
1989	47,73	57,94	22,93	12,97	11,16	12,65	12,59	9,74	9,41	6,62	9,58	27,64
1990	53,50	17,83	32,24	14,68	13,28	8,12	7,99	7,61				
1991	17,96	51,2	107,14	70,19	27,96	17,68	14,10	11,17	11,49	15,87	10,29	21,88
1992	17,04	15,66	21,67	17,26	16,23	10,77	13,29	8,59	11,32	10,69	37,51	18,49
1993	28,63	66,89	36,23	23,00	19,80	14,62	9,86	9,34	18,90	17,10	10,39	21,12
1994	24,28	33,02	27,15	16,81	14,60	11,22	8,34	6,73	5,96	13,31	35,30	30,21
1995	49,50		51,98	42,23	27,18	14,93	15,33	10,05	8,73	12,98	14,96	
1996		43,67	63,95	24,52	16,20	13,6	10,83	9,62	20,39	20,85	22,18	27,26
1997	53,41	39,12	18,02	12,32	10,57	36,8	12,77	9,67	10,43	9,20	69,24	36,03
1998	26,15	62,05	45,00	20,30	18,30	14,34	10,83	9,75	10,95	16,94	9,01	18,41
1999		69,05	68,32	22,86	18,04				15,14	10,47	8,76	18,03

movimentadas da porção central e norte do município. Os rios maiores (Piracicaba e Tietê) se encontram parcialmente represados na região oeste. Alguns parâmetros e indicadores de qualidade das águas foram fornecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) (<http://www.cetesb.sp.gov.br>) para o ano de 2002, referentes a pontos

de coleta junto aos postos fluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) no município, que estão localizados no Rio Piracicaba, a 22°40'45" S e 47°46'31"W (posto 4D-007 Ártemis - Tabela 9) e no rio Corumbataí, a 22°34'53"S e 47°41'01"W (posto 4D-021 Recreio - Tabela 8).



Perfil de um solo Podzólico Vermelho Amarelo arenico.

Tabela 9. Medidas das vazões médias mensais ($m^3 \cdot s^{-1}$) no Rio Piracicaba referentes ao posto 4D-007/Artemis.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1975	229,91	351,69	189,69	107,05	77,63	60,74	58,46	45,74	39,34	69,74	106,49	230,58
1976	242,09	393,91	311,90	214,71	212,08	268,65	282,3	195,92	245,01	233,35	220,59	256,92
1977	335,24	265,42	177,68	247,43	148	150,19	89,4	67,86	97,27	85,54	105,28	258,51
1978	175,33	119,73	139,18	70,53	71,87	83,2	71,05	46,32	46,62	44,28	123,19	160,23
1979	131,61	120,81	96,51	80,48	118,84	69,44	62,59	66,62	79,89	92,68	100,92	142,54
1980	183,12	176,52	150,65	202,63	108,31	105,49	77,39	59,16	61,17	54,93	68,10	174,98
1981	309,41	128,96	100,89	79,11	64,59	74,81	51,38	45,16	37,94	103,42	166,38	187,18
1982	232,66	176,40	221,10	138,57	103,90	155,79	117,76	110,32	87,73	199,88	144,25	329,00
1983	389,58	542,80	468,25	316,28	335,47	618,86	262,54	179,74	319,27	266,85	252,65	307,76
1984	259,20	149,52	110,12	111,29	102,16	71,31	54,58	73,14	86,90	61,95	67,31	140,44
1985	156,33	168,87	204,49	123,50	98,5	77,57	70,85	68,09	74,00	69,39	69,44	55,7
1986	76,47	102,54	145,27	81,74	78,21	53,20	44,89	65,88	37,87	47,42	56,37	262,73
1987	237,27	259,46	199,98	135,76	206,68	172,80	105,63	89,77	94,57	99,64	91,91	125,84
1988	198,32	199,4	326,62	181,03	146,94	145,93	86,73	68,16	53,87	99,84	110,34	106,61
1989	291,76	287,14	171,56	127,1	87,48	82,68	75,11	88,76	78,49	60,35	78,06	87,41
1990	305,70	100,58	175,41	97,91	91,54	63,63	85,38	64,92	61,30	68,05	69,86	71,64
1991	130,01	258,2	307,73	340,47	197,18	125,34	101,81	70,94	61,98	127,59	80,26	136,02
1992	101,01	91,2	114,83	88,52	84,09	55,35	47,55	40,9	56,26	106,75	170,79	144,49
1993	158,75	262,99	165,82	128,4	108,39	117,04	61,40	51,89	105,08	95,61	55,82	97,46
1994	138,75	169,97	136,11	95,86	76,51	66,89	61,47	41,92	31,17	47,90	84,36	155,54
1995	173,88	571,24	204,79	247,45	138,2	101,6	100,83	70,26	58,96	116,05	108,91	117,85
1996	320,80	199,10	322,58	144,92	108,74	78,84	69,18	57,16	113,31	131,75	139,39	154,37
1997	275,78	247,38	113,98	75,80	76,93	144,09	77,27	64,60	61,66	75,53	145,39	143,47
1998	126,53	235,91	192,03	111,69	110,7	84,08	62,65	48,92	56,89	109,51	54,70	146,57
1999	385,25	307,09	253,12	122,38	97,81	102,85	73,34	50,89	77,77	58,04	46,24	93,81

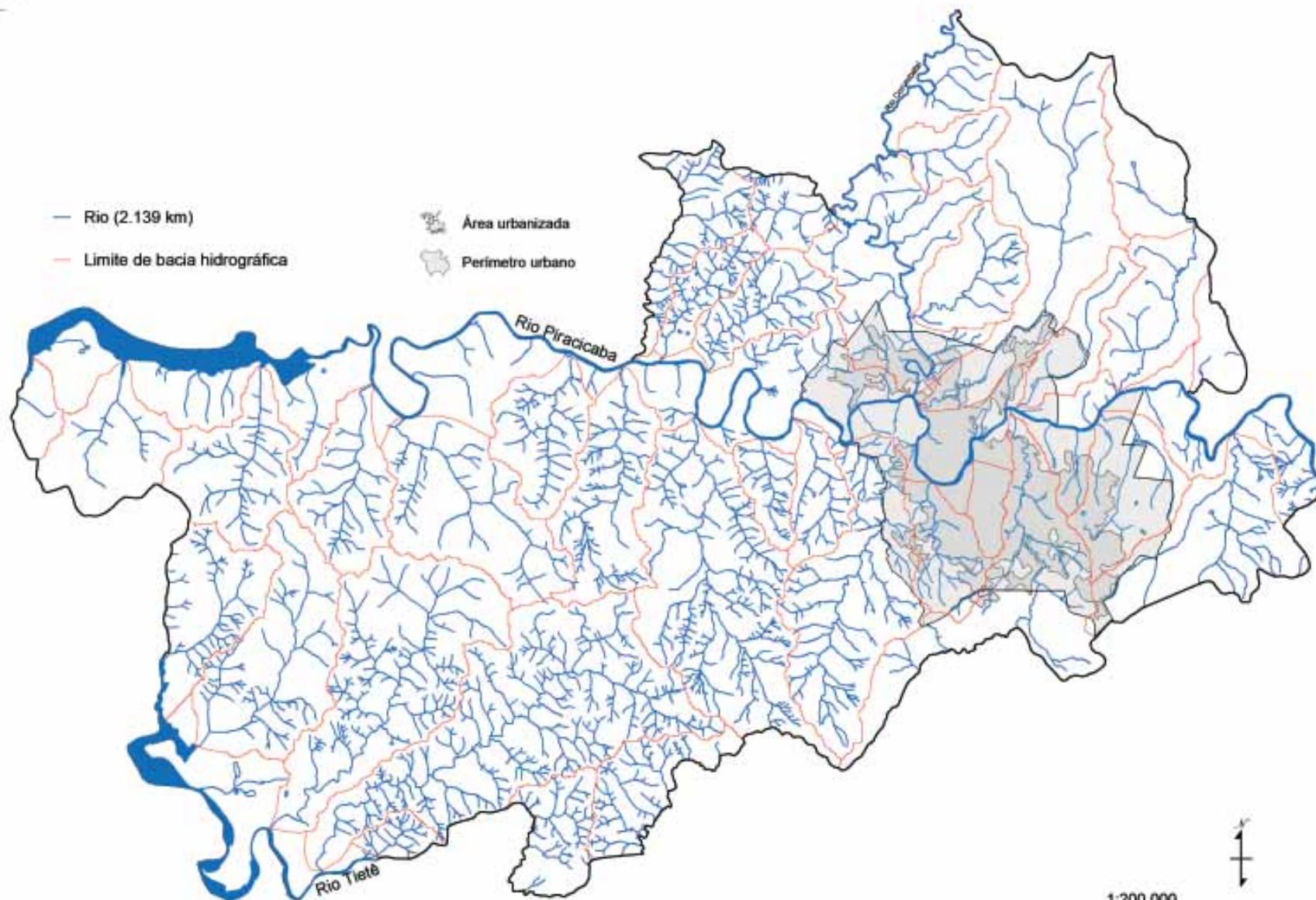
Hidrografia

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

— Rio (2.139 km)
— Limite de bacia hidrográfica

Área urbanizada
Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"

1:200.000
0 2 4 6 8 10 km
Sistema de Coordenadas Lat/Long
Datum de Referência - WGS 1984

22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Capítulo 3

M. Giannotti; A.G.O.P. Barretto; G. Sparovek; R.F. Maule; S.B.L. Ranieri; A. de Lucas

O uso da terra

A distribuição geográfica do uso da terra

Fotografias aéreas

Foram utilizadas fotografias aéreas digitais coloridas (bandas RGB em 24 bits), cedidas pela Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes (SEMUTTRAN) de Piracicaba. Essas fotos correspondem à cobertura aerofotogramétrica realizada pela empresa Base Aerofotogrametria e Projetos S.A. em 2000. A resolução espacial da imagem digital das fotografias é de 0,88m com aproximadamente 70 milhões de pontos por foto. A cobertura de todo o município necessitou de 69 fotografias. Uma parte menor do município foi coberta por três fotografias aéreas em papel do acervo da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), convertidas em formato matricial com scanner de mesa.

As fotografias foram georreferenciadas uma a uma usando como referência a versão digital das cartas do IBGE na escala de 1:50.000. O processo de georreferência foi feito pelo modo imagem-a-imagem usando um algoritmo de projeção plano paralela (TNT MIPs Online reference manual - www.microimages.com/refman), fonte (as imagens) e alvo (quatro pontos de controle no mapa do IBGE) minimizando o quadrado médio dos resíduos. O critério aceitável de resíduo foi de 15 células (pixel) ou aproximadamente 13m. As fotografias foram agrupadas em forma de mosaico único, cobrindo a totalidade do território municipal. O mosaico sofreu uma

simplicação e compactação do formato das cores [de "Tagged Image File Format" (tif) para "Joint Photographic Experts Group" (jpg) e uma reamostragem pela média dos vizinhos para uma resolução espacial de 5m. A simplificação e reamostragem visaram reduzir o arquivo digital da imagem. Na apresentação impressa da imagem, alguns detalhes foram realçados preservando o formato e a resolução originais das fotografias.

Imagens de satélite

Na avaliação das classes de uso da terra, foi utilizada uma série temporal de três imagens georreferenciadas correspondentes à órbita 220 ponto 76, do sensor ETM+ / Landsat-7, referentes às passagens de 13 de maio de 2002, 17 de agosto de 2002 e 8 de janeiro de 2003. O principal critério de escolha das imagens foi a ausência de nuvens na área estudada. Procurou-se também escolher diferentes épocas do ano possibilitando o registro da sazonalidade da produção agrícola, melhorando assim a classificação das imagens. Cada imagem possui um total de oito bandas, que se diferenciam pela faixa de comprimento de ondas eletromagnéticas registradas, sendo quatro no espectro visível e quatro no infravermelho. A resolução espacial da maior parte das bandas é de 30 metros, com exceção da banda no infravermelho termal com resolução de 60 metros, e da banda pancromática com resolução de 15 metros. A cena completa do Landsat-7 cobre o equivalente a 185 km de extensão (direção aproximada NS) por 180 km de largura (LO), tendo sido recortada a área

correspondente ao município de Piracicaba para a classificação das imagens.

Classificação do uso da terra utilizando imagens e fotografias

O algoritmo de classificação digital supervisionada utilizado foi o de máxima verossimilhança. O limite de inclusão adotado na classificação foi de 85%. A classificação foi feita com seis bandas de mesma resolução espacial nas três datas (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7). Foram obtidos dois conjuntos de pontos representando a verdade de campo através de interpretação das fotografias aéreas de 2000. O primeiro, contando com 400 pontos, foi utilizado para o treinamento do classificador; e o segundo, considerando 200 pontos, serviu como base para a avaliação do desempenho do algoritmo. Com isso, foi possível a avaliação da qualidade final da imagem classificada. Essa análise teve como base a matriz de erros gerada a partir dos 200 pontos de avaliação de desempenho. As classes apresentaram erros de inclusão (incluir erroneamente um ponto a uma classe) e omissão (erroneamente omitir pontos que pertenceriam a uma classe) na mesma proporção. O índice Kappa de avaliação da exatidão foi de 0,91, podendo esse ser considerado um valor bastante satisfatório para as condições desse estudo (Congalton e Green, 1999).

A distribuição geográfica do uso da terra no município pode ser agrupada em quatro padrões principais (Tabela 10):

- região com predomínio de cana-de-açúcar;
- região com predomínio de pastagens;
- região de coexistência da cana-de-

açúcar com as pastagens;

- região de uso fragmentado da região de entorno imediato da área urbanizada.

A região com predomínio de cana-de-açúcar localiza-se próxima às usinas, nas terras mais aptas à mecanização, envolvendo a área urbanizada do município. Essa região é ocupada com cana-de-açúcar há muitas décadas. O processo dinâmico maior é a sua gradativa fragmentação, cedendo espaço para a expansão urbana. As Áreas de Preservação Permanente (APP) encontram-se relativamente degradadas e o passivo de Reserva Legal (RL) é significativo. O sistema viário é muito denso e geralmente bem mantido.

A região com predomínio de pastagens ocupa a região oeste do município e coincide com solos muito arenosos, marginais à produção agrícola mais intensiva. A ocupação predominante é a pecuária de corte ou mista em sistemas bastante extensivos. As áreas florestais são mais abundantes e as APPs melhor preservadas. Há a ocorrência de fragmentos maiores e melhor preservados numa continuidade maior entre as áreas com cobertura florestal. Essa condição aumenta o interesse de preservação dessa região, visando aproveitar o seu potencial como manancial, reduto para conservação da vida silvestre e reserva de recursos florestais.

Na região de coexistência de pastagens e cana-de-açúcar, ocorre maior dinâmica na alteração do uso da terra. Trata-se da porção central do município, com relevo e solos mais variáveis. As áreas de produção de cana-de-açúcar são incorporadas à

medida que outras retornam ao uso com pastagens, encontrando-se assim um mosaico maior de usos. O processo mais dinâmico aumenta a probabilidade de degradação dos recursos florestais, devendo esses ser monitorados com maior intensidade.

A Região do Entorno Imediato (REI) da área urbana consolidada apresenta uso mais fragmentado e uma clara descaracterização do espaço predominantemente dedicado à produção agrícola.

Nessa região, as propriedades são pequenas com densidade fundiária elevada e são destinadas, além da produção de cana-de-açúcar, para atividades de lazer e pequena produção diversificada. A rede viária é densa e o impacto sobre os recursos florestais é muito grande, maior do que nos outros padrões de uso da terra. Atividades mais intensivas de produção agrícola, como a horticultura e a fruticultura, também se tornam mais freqüentes.

Tabela 10. Uso e ocupação das terras de Piracicaba.

	Total (ha)	Total (%)
Piracicaba	138.538	100,00
Cana-de-açúcar	62.978	45,46
Pasto	34.965	25,24
Floresta Remanescente	13.725	9,91
Áreas em Regeneração Natural	13.323	9,62
Floresta Exótica	627	0,45
Urbano	7.851	5,67
Água	4.140	2,99
Outros	930	0,67
APP ¹	11.566	8,35

¹APP = área de preservação permanente estimada. Não representa cobertura florestal.



Pomar de citrus.



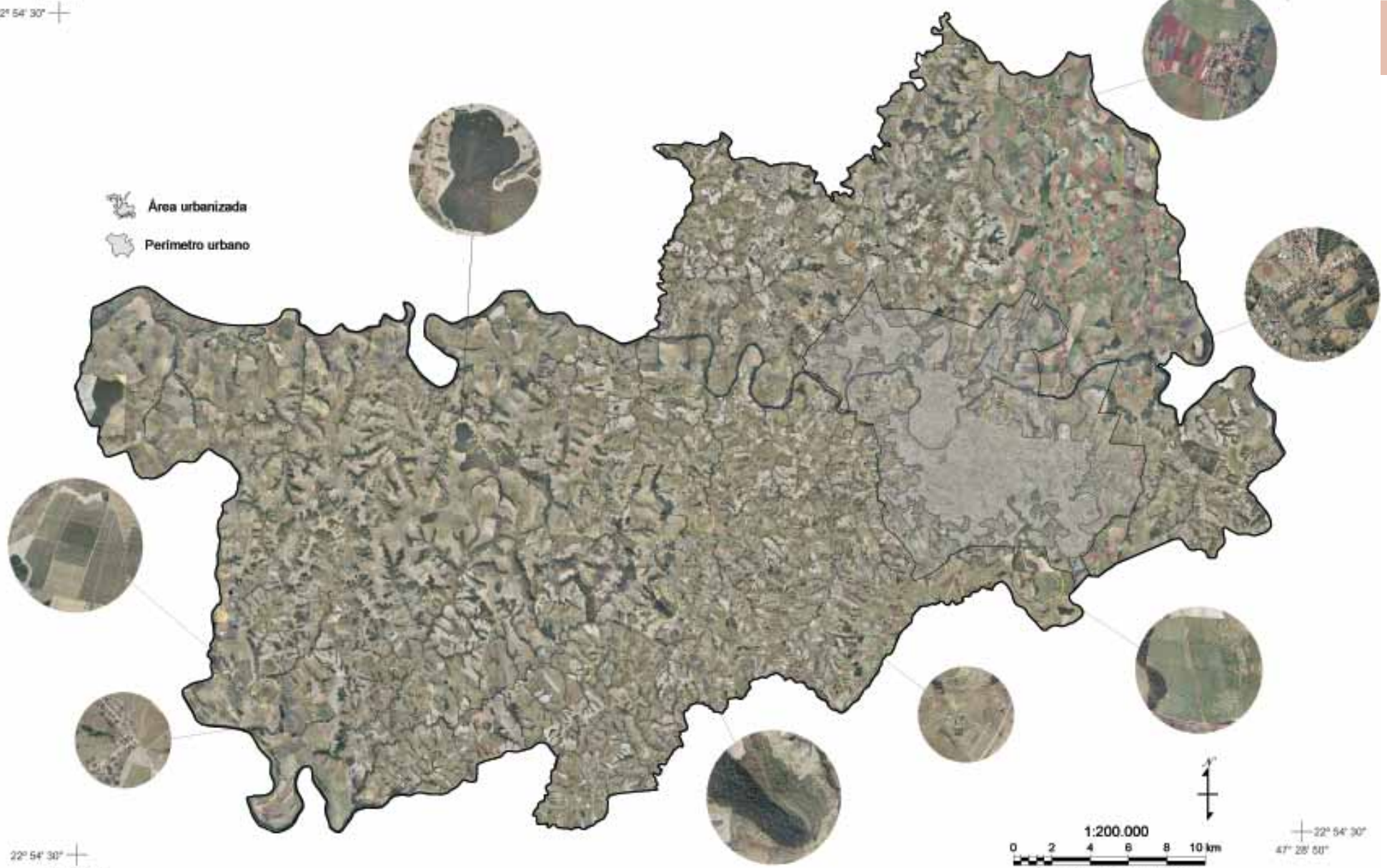
Região de contato entre as lavouras de cana-de-açúcar e a área urbanizada. Ao longo do Rio Piracicaba, percebe-se a falta de mata ciliar e a ocupação por edificações.

Uso da Terra - Fotografias Aéreas

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

- Área urbanizada
- Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"

1:200.000
0 2 4 6 8 10 km
Sistema de Coordenadas - Lat/Long
Datum de Referência - WGS 1984

22° 54' 30"
47° 28' 50"

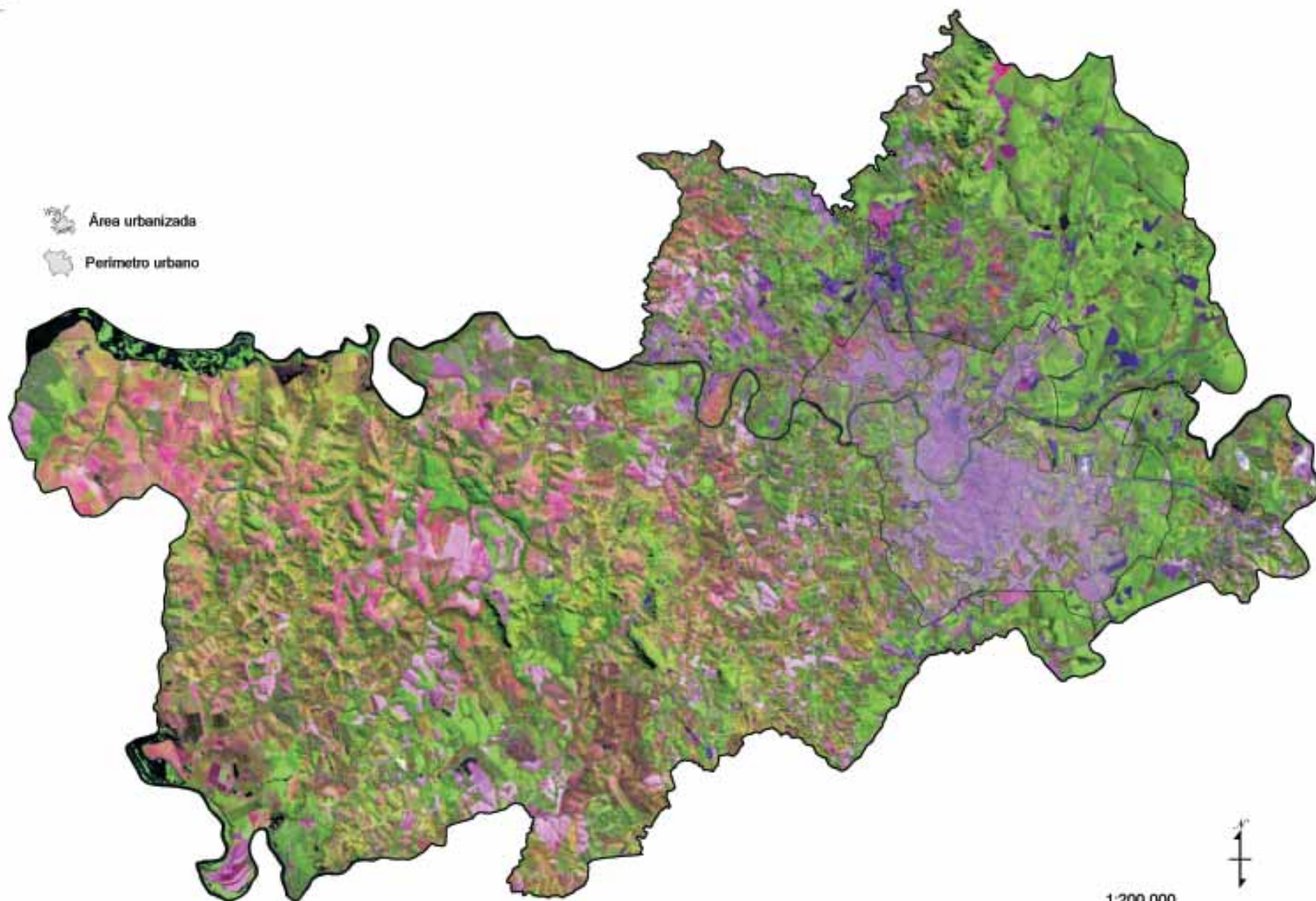
Atlas Rural de Piracicaba 2004

Uso da Terra - Imagens de Satélite

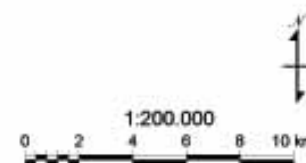
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

- Área urbanizada
- Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Sistema de Coordenadas - Lat/Long
Datum de Referência - WGS 1984
Landsat 7-ETM+/Landsat 5-TM/SS3
Orbita/Ponto: 220076

Uso da Terra - Classificação

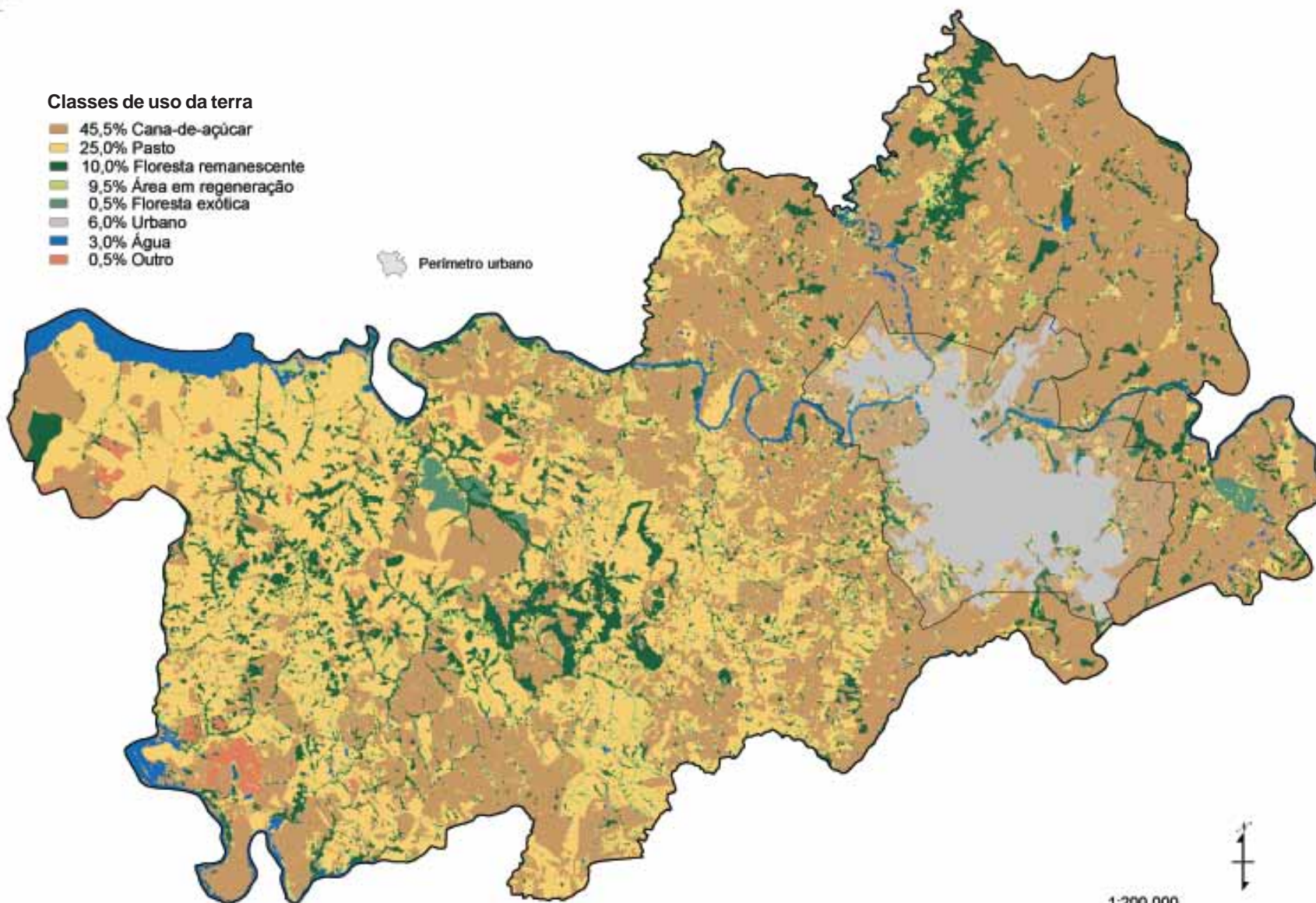
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

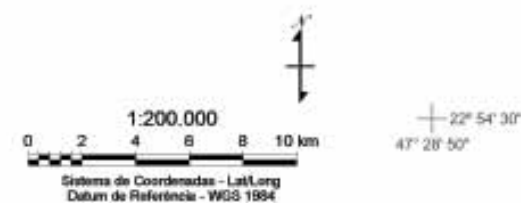
Classes de uso da terra

- 45,5% Cana-de-açúcar
- 25,0% Pasto
- 10,0% Floresta remanescente
- 9,5% Área em regeneração
- 0,5% Floresta exótica
- 6,0% Urbano
- 3,0% Água
- 0,5% Outro

Perímetro urbano



22° 54' 30"
47° 28' 50"



Atlas Rural de Piracicaba 2004

Perfil da produção

Base original e aprimoramento

Os dados utilizados para a análise das unidades de produção agrícola foram obtidos do Levantamento das Unidades de Produção Agrícola (LUPA), 1999, fornecido pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI. Esses dados, de caráter exploratório, foram distribuídos espacialmente através do georreferenciamento das UPAs. Para localizar as UPAs, foram levadas em consideração, durante os levantamentos de campo, as coordenadas das cartas topográficas. Reproduziu-se dentro do SIG a malha das cartas topográficas, com quadrículas de 400ha de dimensão. Todas as UPAs contidas em uma quadrícula receberam as coordenadas de seu ponto superior esquerdo.

Os dados de Piracicaba do LUPA (1999) são referentes a 2.394 UPAs. No banco de dados, existem campos referentes aos tipos de cultura agrícola e sua área explorada. As culturas também encontram-se agrupadas em categorias mais genéricas

como: olericultura, fruticultura, pastagem.

Uma análise de consistência foi feita através da comparação entre as dimensões das UPAs e o somatório declarado da área explorada com culturas agrícolas. Em alguns casos, foram identificados dados em que a soma da área explorada com culturas e ocupada com florestas era superior à área total da UPA declarada. Os dados dessas UPAs (29) foram considerados inconsistentes e descartados. Nesse estudo, um total de 2.365 UPAs foram avaliadas e seus dados foram analisados de duas formas: a) por categoria de exploração agropecuária e b) por dimensão das propriedades.

Perfil de produção agropecuária das UPAs em Piracicaba

Em Piracicaba, as unidades de produção agropecuária estão centradas predominantemente no cultivo da cana-de-açúcar e na exploração de pastagens. Do total das 2.365 propriedades rurais, 1.517 têm plantio de cana-de-açúcar e 1.411 têm áreas ocupadas com pastagens. Comparando-se essas duas explorações,

cana-de-açúcar e pasto, encontrou-se um número maior de pequenas propriedades nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar. Conforme o tamanho da propriedade aumenta, há uma tendência de inversão desse resultado, ou seja, propriedades de maiores dimensões são predominantemente ocupadas por pasto.

Os demais tipos de exploração, fruticultura (145), olericultura (86) e produção de grãos (290), aparecem em um número reduzido de propriedades, representando apenas cerca de 4000ha da área explorada no município. Proporcionalmente, dentro das classes de dimensão, um número maior de pequenas propriedades explora hortifruticultura. A maior parte das propriedades acima de 100 ha, cerca de 72%, explora cana e/ou pastagem. O cultivo de grãos aparece em apenas cerca de 20% dessas propriedades.

Além das categorias presentes no levantamento, criou-se a classe de propriedades com produção diversificada. Para ser considerada diversificada, a UPA precisava obedecer aos seguintes critérios:

a) não ter mais que 80% da área cultivada

com apenas uma cultura, b) apresentar uma área explorada com grãos superior a 15% da área cultivada ou c) apresentar uma área maior que 1 ha de fruticultura ou olericultura. Em todo o município, existem apenas 198 propriedades rurais que têm produção diversificada. Proporcionalmente, a produção diversificada tem maior ocorrência nas propriedades com área entre 10 e 50 ha (Tabela 11). Dentro dos critérios aqui adotados, cerca de 54% das propriedades rurais de Piracicaba praticam monocultura, apenas 8% têm produção diversificada e o restante (48%) concentra sua exploração dividida entre cana-de-açúcar e pastagem (Tabela 11).

Cerca de 32% das UPAs do município apresentam mais de 80% de sua área total explorada com a cultura da cana-de-açúcar, totalizando cerca de 23.700ha de área plantada. No caso da pastagem, cerca de 22% das UPAs do município apresentam mais de 80% de sua área total ocupada por pasto, representando 28.360 ha (Tabela 12).

As propriedades que apresentam mais

Tabela 11. Número de Unidades de Produção Agrícola (UPAs) e área explorada por classes de tamanho e tipo de exploração.

Tipo de exploração	Classes de Tamanho						Total	
	0 a 5 ha Σ UPAs	5 a 10 ha Σ UPAs	10 a 50 ha Σ UPAs	50 a 100 ha Σ UPAs	100 a 500 ha Σ UPAs	> 500 ha Σ UPAs	Σ ha	Σ UPAs
Fruticultura	52	22	43	12	13	3	1.966	145
Grãos	44	42	130	19	46	9	2.648	290
Olericultura	24	17	39	2	4	0	245	86
Cana-de-açúcar	273	237	709	140	126	32	50.587	1.517
Pastagem	190	186	699	154	152	30	46.925	1.411
Uso diversificado	40	41	89	10	17	1	7.226	198
Total de UPAs	495	370	1.058	211	190	41	120.047	2.365



Tabela 12. Número de UPAs e área plantada por classe de % de ocupação em relação à área da UPA.

% de ocupação	Nº de de UPAs	Área de cultivo (ha)	% do total de UPAs	% das UPAs com cana	Área do município (ha)
Cana					
> 0 -10 %	123	404	5,2	8,1	10.555
>10 a 50 %	245	4.517	10,4	16,2	15.410
>50 a 80 %	393	21.928	16,6	25,9	32.054
> 80 %	756	23.738	32	49,8	26.386
Total parcial	1.517		64,1	100,0	
0	848	0	35,9		35.642
Total	2.365	50.587	100,0		120.047
Pastagem					
> 0 -10 %	140	873	5,9	9,9	17.150
>10 a 50 %	432	6.445	18,3	30,6	23.347
>50 a 80 %	325	11.246	13,7	23	16.944
> 80 %	514	28.361	21,7	36,4	31.466
Total parcial	1.411		59,7	100	
0	954	31.139	40,3		31.139
Total	2.365	46.925	100		120.047
Fruticultura					
> 0 -10 %	54	127	2,3	37,2	3.821
>10 a 50 %	56	376	2,4	38,6	1.486
>50 a 80 %	18	618	0,8	12,4	894
> 80 %	17	845	0,7	11,7	956
Total parcial	145		6,1	100,0	
0	2,22	0	93,9		112.890
Total	2.365	1.966	100,0		120.047
Olericultura					
> 0 -10 %	32	49	1,4	37,2	1.411
>10 a 50 %	36	116	1,5	41,9	569
>50 a 80 %	9	32	0,4	10,5	62
> 80 %	9	48	0,4	10,5	56
Total parcial	86		3,6	100,0	
0	2.279	0	96,4		117.949
Total	2.365	245	100,0		120.047
Grãos					
> 0 -10 %	98	596	4,1	33,8	18.606
>10 a 50 %	148	1.103	6,3	51	4.414
>50 a 80 %	18	283	0,8	6,2	450
> 80 %	26	666	1,1	9	727
Total parcial	290		12,3	100,0	
0	2.075	0	87,7		95.849
Total	2.365	2.648	100,0		120.047

que 80% de sua área ocupada com cana-de-açúcar encontram-se no lado leste do município, incluindo a faixa próxima à zona urbana. À oeste, encontram-se as propriedades com predomínio de pastagens.

Na região noroeste do município, há uma concentração de propriedades que praticam predominantemente a fruticultura. Mas, de forma geral, tais propriedades encontram-se mais dispersas, menos concentradas. Já as propriedades com culturas olerícolas estão praticamente concentradas na região do entorno da zona urbanizada.

Situação fundiária das UPAs

As UPAs foram agrupadas em 6 classes de dimensão para a análise da estrutura fundiária (até 5ha, entre 5 e 10ha, entre 10 e 50ha, entre 50 e 100ha, entre 100 e 500ha e maiores que 500ha). Piracicaba é um município que apresenta cerca de 2.394 propriedades rurais (UPAs – LUPA, 1999), com dimensões variando desde 0,2 até 1.908 hectares. A distribuição de terras mostra um desequilíbrio marcante refletido por uma concentração elevada de terra nas

mãos de poucos proprietários (Tabela 14).

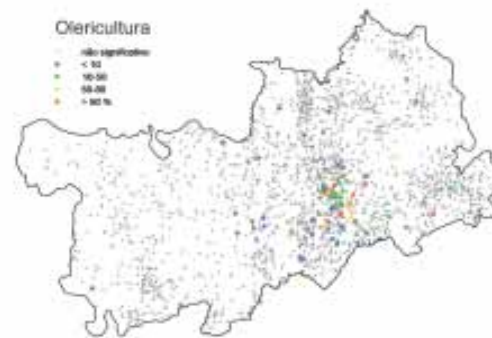
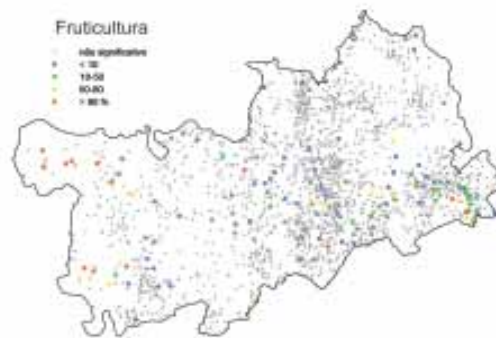
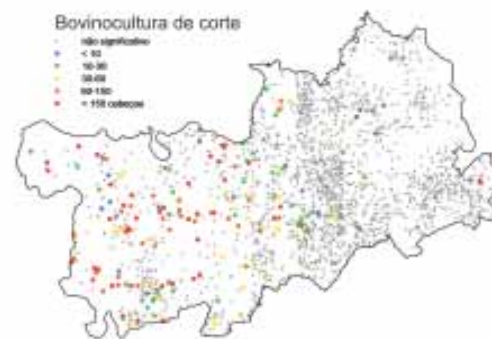
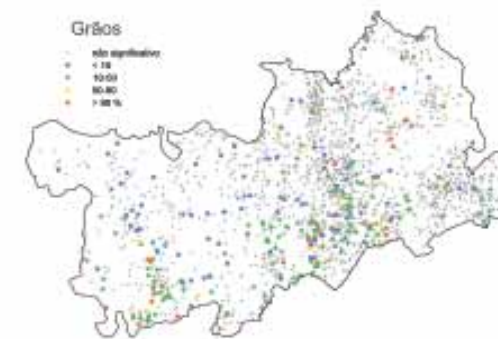
Cerca de 81% das propriedades rurais (UPAs) tem menos de 50 ha, sendo grande parte composta por propriedades com área entre 10 e 50 hectares. Esse universo de propriedades rurais (1.952 propriedades com área inferior a 50 ha) representa 23,7% da área agropecuária. Por outro lado, mais de 30% do território do município é ocupado por apenas 1,7% de propriedades rurais que possuem áreas acima de 500 ha.

As pequenas propriedades com área até 10 ha encontram-se concentradas nas proximidades da zona urbanizada. Duas faixas de concentração partindo da área urbana podem ser visualizadas, a primeira no sentido norte e a segunda no sentido leste seguindo praticamente até a divisa municipal. Nessas duas faixas também existe um grau acentuado de propriedades com área entre 10 e 50ha. Algumas aglomerações de pequenas propriedades também podem ser encontradas na divisa do município, extremo sudoeste e nordeste. Em ambas as áreas predominam propriedades com dimensões entre 10 e 50ha.

Tabela 14. Estrutura fundiária do município.

Classe	Unidades de produção agrícola		Representatividade no município	
	nº	%	Área explorada (ha)	% de área explorada
0 a 5 ha	495	20,9	1.464,8	1,2
5 a 10 ha	370	15,6	2.798,8	2,4
10 a 50 ha	1.058	44,7	23.983,0	20,1
50 a 100 ha	211	8,9	14.809,8	12,3
100 a 500 ha	190	8,0	40.068,7	33,3
> 500 ha	41	1,7	36.921,4	30,7
Total	2.365		120.047,0	

Unidades de Produção Agrícola

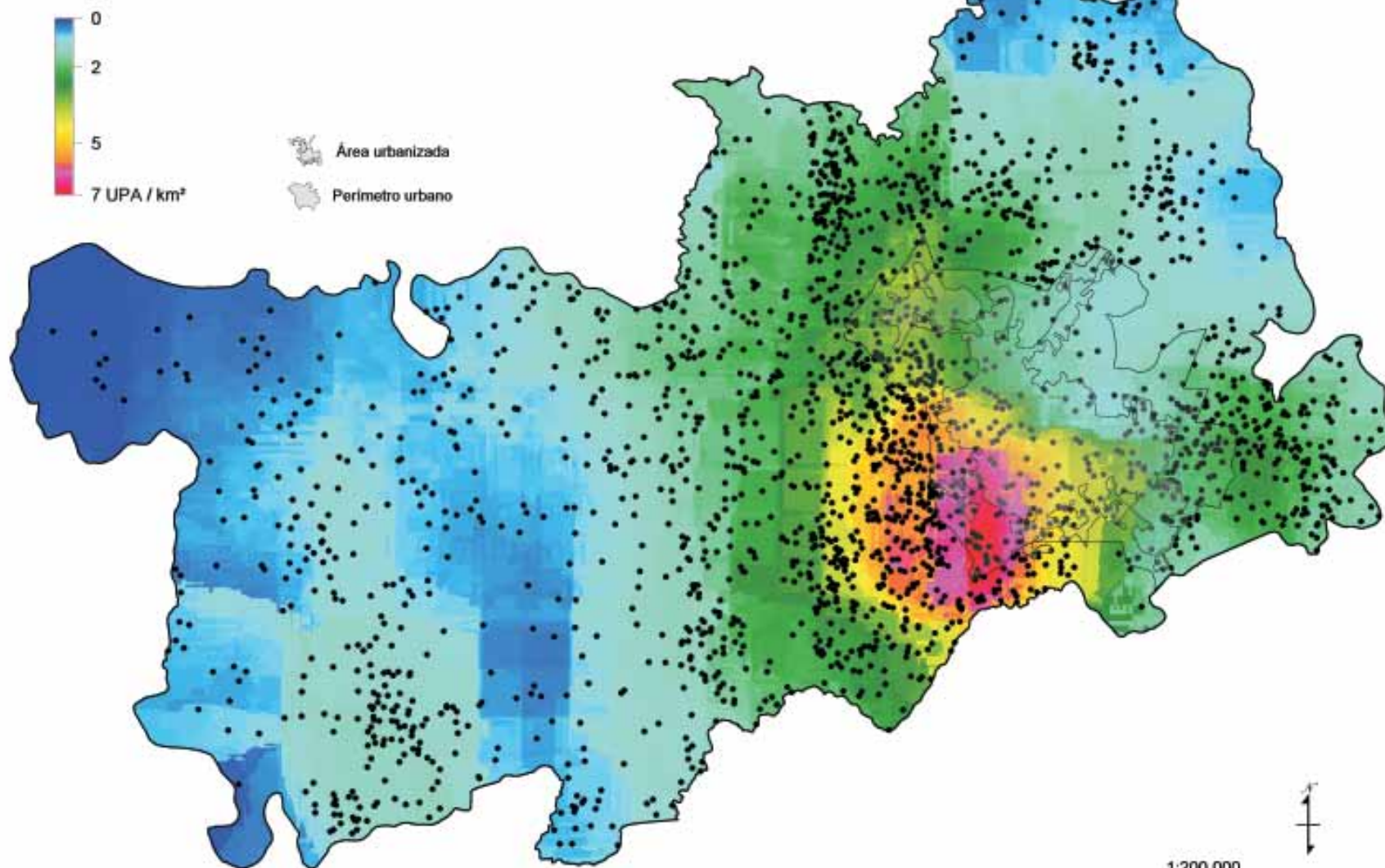


Atlas Rural de Piracicaba 2004

Densidade de Unidades de Produção Agrícola

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

1:200.000
0 2 4 6 8 10 km
Sistema de Coordenadas Lat/Long
Datum de Referência - WGS 1984
22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Produção canavieira

A cana-de-açúcar ocupa a maior porção do território do município. A área de cultivo está concentrada principalmente na parte leste, estendendo-se até o meio do município, onde envolve toda a área urbana consolidada. Seguindo no sentido oeste, existem mais duas áreas significativas de plantio, uma na região sudoeste, e a outra na região centro-oeste do município.

A cana-de-açúcar ocupa principalmente as porções mais planas (relevo plano e suave ondulado) do território de Piracicaba face à sua elevada necessidade de utilização de máquinas na exploração. Nessas áreas planas, ocorrem principalmente os solos Latossolos de textura variando de média a argilosa, o que proporciona uma elevada capacidade de retenção de água e excelentes condições físicas para mecanização. Em geral, tais solos são de baixa fertilidade natural e necessitam de adubações frequentes e de correção da acidez do solo. A cana-de-açúcar pode ser considerada uma cultura exigente e grande exportadora de nutrientes. A região do entorno de Piracicaba possui diversas jazidas de calcário, o que diminui os custos de utilização desse insumo, indispensável para

alcançar boas produtividades.

De forma menos intensa, porém significativa, a cana-de-açúcar também ocupa condições topográficas de elevada declividade, totalizando cerca de 8.200 ha com declividade superior a 12%. Há três grandes regiões que concentram essa situação: (i) no oeste do município, principalmente na bacia do Ribeirão Cachoeira e Paramirim, englobando parte das bacias dos Ribeirões Capim Fino e Dois Córregos (incluindo áreas vicinais de drenagem direta ao Rio Piracicaba) e na bacia do Ribeirão Tijuco Preto; (ii) no norte do município, na região formada pelas bacias dos Ribeirões Limoeiro, Matão e Cachoeira, metade norte da bacia do Córrego Ceveiro e áreas vicinais de drenagem direta ao Rio Corumbataí; (iii) no leste do município, principalmente na metade sul (cabeceiras) da bacia do Ribeirão do Paredão Vermelho. Nessas áreas, a colheita é realizada manualmente, necessitando da prática da queimada para permitir a viabilidade econômica de exploração da cultura, já que a colheita manual sem a prática da queimada é, em geral, três ou quatro vezes mais lenta e onerosa. Nas áreas com declive mais acentuado, ocorrem diversos tipos de solo, sendo predominantes os solos Podzólicos,

que têm como principal característica o elevado gradiente textural entre o horizonte A e B do perfil e cujo manejo de exploração, principalmente na época de plantio, pode acarretar sérios problemas de erosão. É bastante comum encontrar no município diversos tipos e dimensões de erosão nas áreas mais declivosas que possuem solo Podzólico e são exploradas com cana.

As unidades de produção que exploram a cultura da cana-de-açúcar têm dimensões que variam de 0,2 a 1.525 ha. A maior parte das propriedades que

exploram essa cultura tem entre 10 e 50 ha e representam um universo de 10.561 ha explorados. Cerca de 75% das grandes propriedades do município que cultivam a cana-de-açúcar são responsáveis por 35% de toda a área plantada com a cultura.

Como regra no município, as propriedades com áreas pequenas de cultivo de cana-de-açúcar destinada para processamento industrial são cultivadas em processo de arrendamento, em que o proprietário recebe um determinado valor pelo empréstimo da terra para o arrendatário. O arrendamento é comum

Tabela 14. Áreas mecanizáveis e não mecanizáveis com presença e ausência de produção canavieira.

	Mecanizável		Não Mecanizável	
	ha	%	ha	%
Com Cana-de-açúcar	48.933	53	7.507	8
Sem Cana-de-açúcar	23.434	25	13.002	14
Total	72.367	78	20.509	22

A porcentagem é dada em relação à área agricultável do município (92.876 ha) que foi considerada como o total da área municipal subtraindo-se as áreas que não compreendem os seguintes usos: urbano, água, áreas de preservação permanente e áreas com cobertura florestal fora das áreas de preservação permanente.



na região, sendo realizado pelas usinas ou por produtores arrendatários, e não é prática exclusiva de pequenos produtores. Esse dado pode ser corroborado pela porcentagem média, cerca de 40% (valor extraído do banco de dados do LUPA, 1999), de propriedades grandes (maiores que 100 ha) que cultivam cana-de-açúcar e não têm tratores, fundamentais ao cultivo da cana. Em média, nas propriedades que cultivam cana-de-açúcar e têm tratores, um trator trabalha cerca de 35 ha por propriedade. A prática de arrendamento e o longo período de cultivo da cultura na região, feito praticamente em sistemas de monocultivo, têm levado os proprietários à falta de capacidade na exploração de outras atividades agrícolas.

Essas dificuldades se relacionam a problemas operacionais, com máquinas e implementos, ou pela falta de conhecimento do cultivo de outras espécies.

Cenário de colheita mecanizada da cana-de-açúcar

A utilização de colheita mecanizada nos canaviais deve se tornar absoluta em breve, seja pela legislação ou pelo retorno econômico. Cerca de 80% da área do município tem declividade (< 12%) que permite as operações com máquinas e implementos agrícolas desde o preparo do solo até a colheita (a colheita mecanizada tem o maior grau de restrição quanto à utilização de máquinas). Dessa área,

aproximadamente metade (~55.000 ha) está atualmente ocupada com cana-de-açúcar, ou seja, apenas 13% de aproximadamente 63.000 ha (Tabela 10) cultivados com cana-de-açúcar apresenta restrição topográfica para implementação da colheita mecanizada no município de Piracicaba. Como as áreas de preservação permanente ocupadas pela cultura (~3.500 ha) são definidas como inaptas ao cultivo e, por isso, incluídas também como áreas de restrição à implementação da colheita mecanizada, totaliza-se, então, 18% da área utilizada pela cultura (~11.500 ha) como sendo inviável ao processo de adequação à colheita mecanizada.

Em um cenário que considera apenas a área agricultável do município (~93.000ha),

excluindo-se da análise as áreas ocupadas por corpos d'água, algum tipo de formação florestal, áreas urbanizadas e as áreas de preservação permanente (APP) ocupadas ou não por formações florestais, estima-se que 53% dessa área esteja sendo explorada com a cultura da cana-de-açúcar, resultando numa área passível de expansão da cultura com colheita mecanizada da ordem de quase 23.500 ha (Tabela 14). Por outro lado, o cenário em que toda a área cultivada com cana-de-açúcar seja colhida mecanicamente vai levar uma área significativa, hoje cultivada com essa cultura, a ter que procurar um outro tipo de exploração em virtude de ser inviável realizar uma colheita mecanizada.



Clarão noturno provocado pela queima da cana-de-açúcar.



Colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

Cana de Açúcar e a Colheita Mecanizada

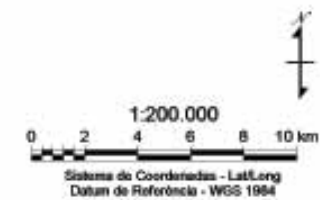
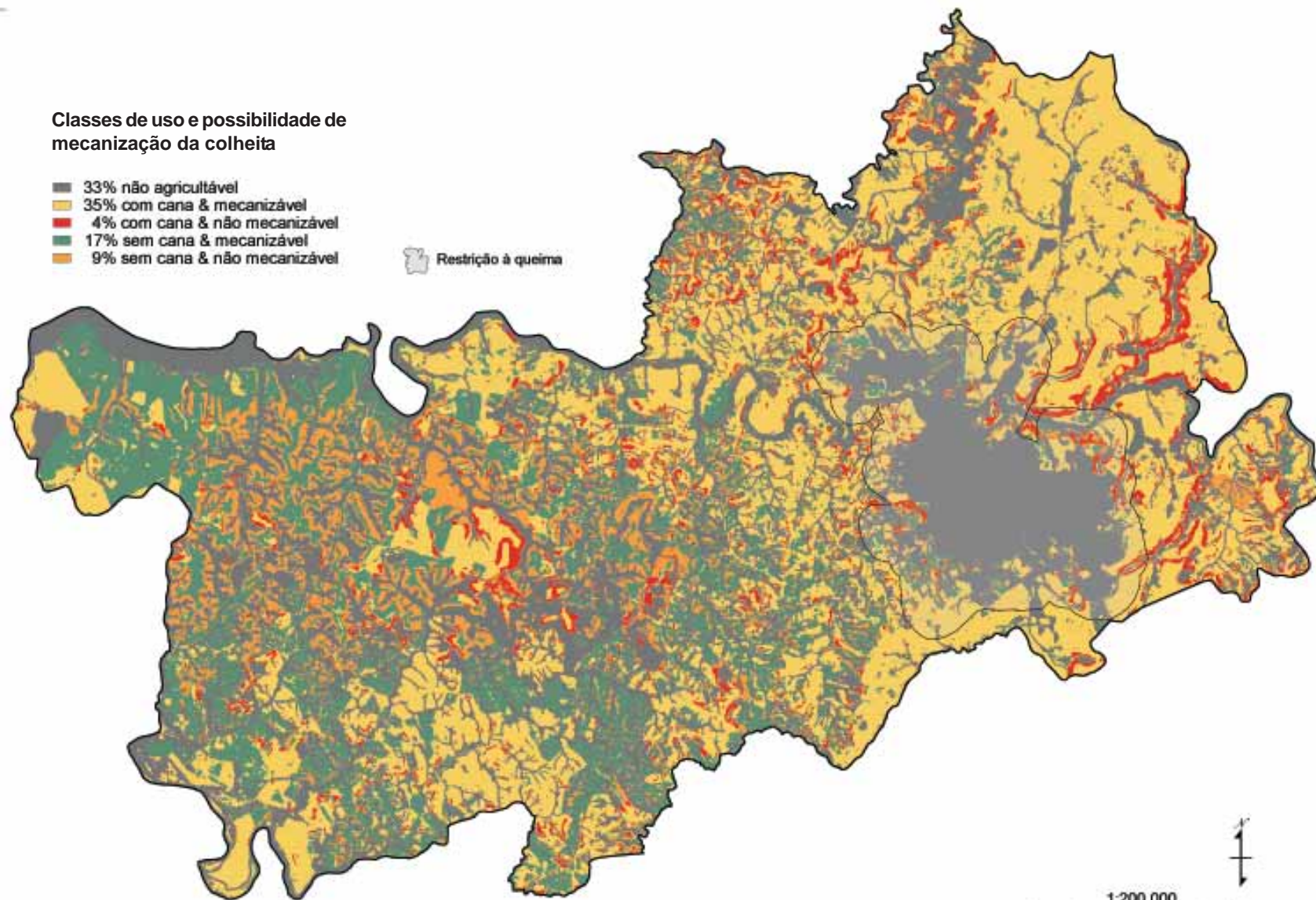
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

Classes de uso e possibilidade de mecanização da colheita

- 33% não agricultável
- 35% com cana & mecanizável
- 4% com cana & não mecanizável
- 17% sem cana & mecanizável
- 9% sem cana & não mecanizável

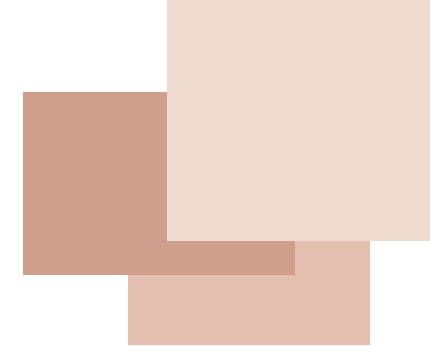
Restrição à queima



22° 54' 30"
47° 28' 50"

22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004



Pecuária

As áreas de pastagem têm a maior concentração na região noroeste do município. Elas também aparecem concentradas, porém em menor intensidade, na parte centro-oeste. As pastagens estão presentes nas demais regiões em posições de relevo mais movimentado, mas aparecem em concentração baixa.

Dos três tipos de pecuária classificadas no LUPA (1999), a pecuária de corte fica concentrada na região oeste do município, enquanto que a pecuária de leite fica mais concentrada na região central, com uma incidência menor, porém significativa na região oeste. A pecuária mista está dispersa de forma semelhante na região central e

oeste do município, entretanto existe uma incidência maior de propriedades com um número maior de cabeças na região oeste.

Os locais com predomínio de pastagem são marcados por terem o relevo mais movimentado e/ou a presença de solos de textura mais arenosa, onde a fertilidade e a capacidade de retenção de água são extremamente baixas. Nas áreas ocupadas com pastagens na região oeste, existe um predomínio das Areias Quartzosas e Podzólicas e Litólicas arenosas. Nesses tipos de ambiente ocupados pelas pastagens, é comum verificar a presença de processos erosivos de diferentes intensidades. Na porção central do município, as áreas ocupadas com pastagens estão confinadas a locais com maior intensidade de fatores restritivos, como pedregosidade, baixa

fertilidade e declividade acentuada.

As unidades de produção agropecuária que têm áreas de pastagem são cerca de 1.400, variando de 0,3 a 2.380 ha de dimensão. A maior quantidade de propriedades que têm áreas de pastagem são de dimensão de 10 a 50 ha. Das 41 grandes propriedades (área acima de 500 ha), 30 têm áreas ocupadas com pastagem. Do total de propriedades com áreas de pastagem, cerca de 60% tem mais de 50% de sua área total ocupada por pastagem.

No município, o maior rebanho destina-se à pecuária de corte, aproximadamente 30.000 cabeças distribuídas em 220 propriedades rurais. O segundo maior rebanho compõe a pecuária mista (pecuária mais rústica onde existe

simultaneamente o objetivo de produzir carne e leite), cerca de 26.000 cabeças alojadas em mais de 830 UPAs. O menor rebanho (4.400 cabeças) e o menor número de propriedades correspondem aos dados da pecuária leiteira.

A exploração da pecuária no município pode ser considerada de baixa intensidade. A existência de grande quantidade de propriedades com pecuária mista mostra uma falta de especialização generalizada, onde a rusticidade aliada à baixa produtividade tem maior destaque. Um outro fato que comprova a baixa eficiência da pecuária leiteira no município é a quantidade pequena de propriedades (30 das 120 com pecuária leiteira) que utilizam de ordenha mecânica para obter leite de Categoria B ou A (LUPA, 1999).



Pastagem extensiva em Piracicaba.



Açúde assoreado e degradado pela erosão do solo sendo utilizado como área de pasto.

Expansão urbana

A conversão de espaços naturais pela expansão urbana tem se caracterizado como um processo irreversível em praticamente todos os países. Na região sudeste do Brasil, esse processo se intensificou a partir da década de 1940 como reflexo do êxodo rural motivado, por um lado, pela ampliação das relações capitalistas no campo, mecanização da agricultura e pela especulação imobiliária e, por outro, pelos atrativos das cidades veiculados pelos meios de comunicação sobre uma população que cada vez mais perdia suas raízes com a terra (Scarlato, 1996).

A complexidade do ambiente de transição urbano-rural aumentou quando, a partir de meados dos anos 80, houve uma crescente urbanização do meio rural acarretando uma “inversão a favor das ocupações não-agrícolas, em detrimento das agrícolas, culminando com a maior ocupação dos residentes rurais nos mais diversos ramos da atividade econômica” (Basaldi, 2001). Configurou-se, então, o “novo rural brasileiro” ou “rurbano”, onde a delimitação entre o rural e o urbano é cada vez mais tênue. “Pode-se dizer que o rural hoje só pode ser entendido como um ‘continuum’ do urbano do ponto de vista espacial; e do ponto de vista da organização da atividade econômica, as cidades não podem ser identificadas apenas com a atividade industrial, nem os campos com a agricultura e pecuária” (Graziano da Silva, 1997).

As cidades no Estado de São Paulo com população entre 100 mil e 500 mil habitantes têm contribuído amplamente

para a formação da rede urbana: de 21 em 1970, passaram a 30 em 1980, 41 em 1991 e 54 em 2000. Essas cidades, em 1991, totalizavam 27% da população paulista e, em 2000, ultrapassavam 30%. São, em grande parte, cidades com base econômica relevante no contexto nacional e que, por sua situação geográfica, não passaram por um processo de metropolização nem geraram suas próprias periferias extensivas. Nesse universo de cidades, incluem-se Franca, São Carlos, Botucatu, Rio Claro, Piracicaba entre outras (Feldman, 2000).

A reconstituição da expansão urbana no município de Piracicaba compreendeu o intervalo entre 1784 e 2000. Foram analisados os anos 1784, 1822, 1902, 1945, 1962, 1978, 1995 e 2000. Desse modo, foi possível abarcar a gênese da cidade, possibilitando um melhor entendimento do efeito de cada época no crescimento urbano. A subdivisão dos períodos foi norteada por uma tentativa de conciliar a disponibilidade de fotografias aéreas, ou outras informações cartográficas, com a necessidade de regularização dos intervalos temporais que atendessem às variantes sócio-econômicas significativas na História de Piracicaba.

Dessa forma, dois grupos de imagens foram obtidos: o primeiro, de fonte heterogênea, englobou o período 1784-1902, e o segundo, baseado em aerolevantamentos, abrangeu o período 1945-2000 (Tabela 15).

As imagens de cada época foram agrupadas e deram origem aos mosaicos digitais que serviram de base para a digitalização dos polígonos de urbanização.

O critério utilizado para consideração de área urbanizada foi o reticulado característico de quarteirões associado a edificações.

O crescimento da cidade foi quantificado a partir da definição da área e da população urbana. Além disso, procurou-se determinar o perfil de expansão vetorial, ou seja, determinar a distância, direção e

o sentido do crescimento da mancha urbana. Para isso, foram desenhadas as Assinaturas de Crescimento Territorial Urbano (Actu) de modo que se pudesse visualizar graficamente a evolução dos vetores de expansão da cidade ano a ano. Nas assinaturas, o norte é considerado como ponto de partida (0°) de um círculo que contorna Piracicaba, e as distâncias são

Tabela 15. Materiais utilizados para a definição do perímetro urbanizado de Piracicaba (SP) entre 1784 e 2000, mostrando escala, empresa executora e instituição cedente.

ANO	FORMA	ESCALA	EMPRESA EXECUTORA	INSTITUIÇÃO CEDENTE
1784	Maquete baseada em descrições	1:2000	Sr. M.A.G. Lucchesi, 1967	Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba, IHGP
1822	Maquete baseada em planta original	1:2000	Sr. M.A.G. Lucchesi, 1967	IHGP
1902	Mapa	1:6000	Empresa Hydraulica	Câmara Municipal de Piracicaba
1945	11 Fotografias aéreas	1:20.000	Cruzeiro do sul S/A	Departamento de Engenharia Rural Setor de Topografia, ESALQ/USP
1962	7 Fotografias aéreas	1:25.000	Terrafoto atividades de aerolevantamento S/A	Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP
1978	13 Fotografias aéreas	1:35.000	Terrafoto atividades de aerolevantamento S/A	Departamento de Engenharia Rural Setor de Topografia, ESALQ/USP
1995	14 Fotografias aéreas	1:25.000	Base aerofotogrametria S/A	Prefeitura do Campus “Luiz de Queiroz”, PCLQ/USP
2000	16 Fotografias aéreas	1:35.000	Base aerofotogrametria S/A	Prefeitura Municipal de Piracicaba

calculadas a partir do centro de origem da cidade até o perímetro urbanizado do ano analisado, resultando nos gráficos das figuras 11 e 15 (Barretto, 2003) em que o eixo y (vertical) representa a distância em metros e o eixo x (horizontal) representa a direção do crescimento.

O crescimento do perímetro urbano de Piracicaba

Após a análise dos resultados obtidos, pôde-se verificar que 90% do crescimento urbano nos períodos 1822-1902 e 1902-1945 ocorreu até uma distância de

12m.ano⁻¹ no primeiro período e até 36 m.ano⁻¹ no segundo período em relação ao limite urbanizado anterior. As taxas refletem o crescimento contínuo e ponderado do século XIX e o nítido salto nos primeiros 40 anos do século XX, como resposta ao ciclo do café.

As assinaturas de crescimento territorial urbano (Figura 11) evidenciam o crescimento em forma de vetores no final do século XIX, concentrando-se nas direções 120° e 200° (aproximadamente sudeste e sul, respectivamente). No segundo período, houve, entretanto, um

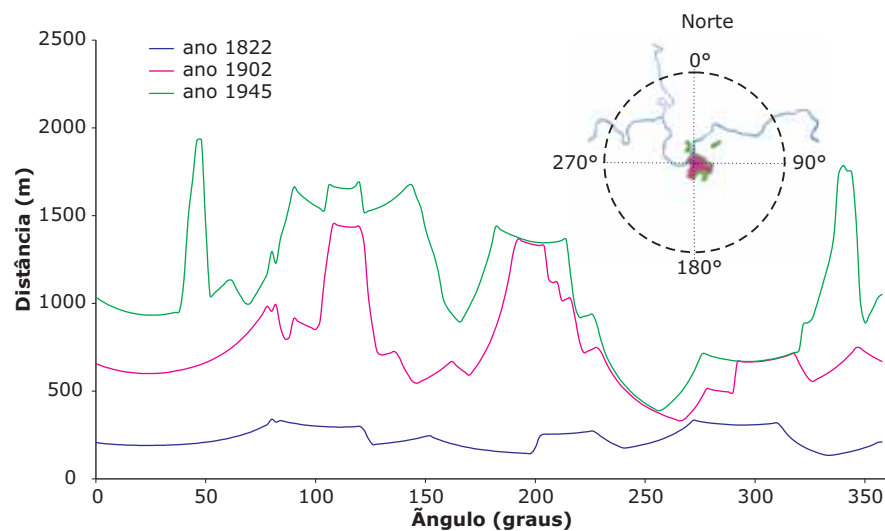


Figura 11. Assinaturas de crescimento territorial urbano (Actu) dos anos 1822, 1902 e 1945.

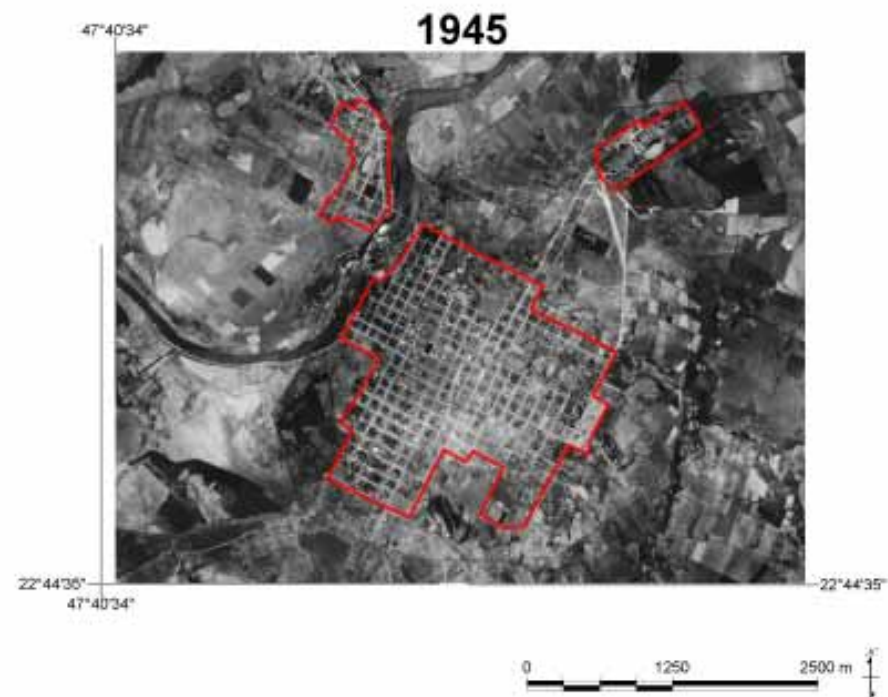
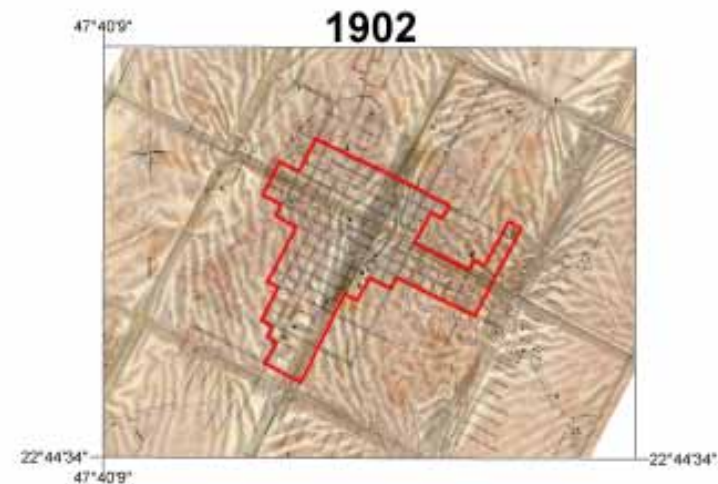


Figura 12. Área urbanizada de Piracicaba em 1902 e 1945.

processo de preenchimento de vazios, com uma estagnação na urbanização nas direções preponderantes de crescimento do período anterior. Tal comportamento desenhou um perímetro quase que radial ao centro de origem da cidade e expressa uma expansão equilibrada.

A partir do início da década de 1960, o desenho da mancha urbana começou a se desestruturar, distinguindo-se do homogêneo reticulado perpendicular, e a preencher vazios internos, sem, no entanto, extrapolar os antigos limites: a Estrada de Ferro da Cia Paulista (sul), a Cidade Alta (leste), as terras da ESALQ (norte) e a parte central da Vila Rezende (oeste) (Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba, 1991, citado por Pompermeyer, 1998).

No período de 1962-1978, pôde-se verificar que 90% da expansão urbana ocorreu até uma distância de 180 m.ano⁻¹

do limite urbanizado anterior. Essa disparidade em relação aos anos passados mostra o efeito do “milagre” econômico da década de 1970 na urbanização de Piracicaba. Nesse período houve, ao contrário da primeira metade do século XX, uma marcante contribuição de bairros afastados e favelas para a área urbanizada.

Nos períodos 1978-1995 e 1995-2000, 90% da cidade expandiu até 152 m.ano⁻¹ no primeiro período e até 155 m.ano⁻¹ no segundo período. Nota-se, portanto, que houve nas últimas décadas uma desaceleração no ritmo de expansão urbana. Nesse intervalo, fica evidente a consolidação de vetores de crescimento principais (85° a 140° - sudeste; 300° a 350° - noroeste), de vetores secundários (170° a 240° sudoeste) e de um novo vetor coincidente com a direção da estrada de Rio Claro (10° a 30° - nordeste).

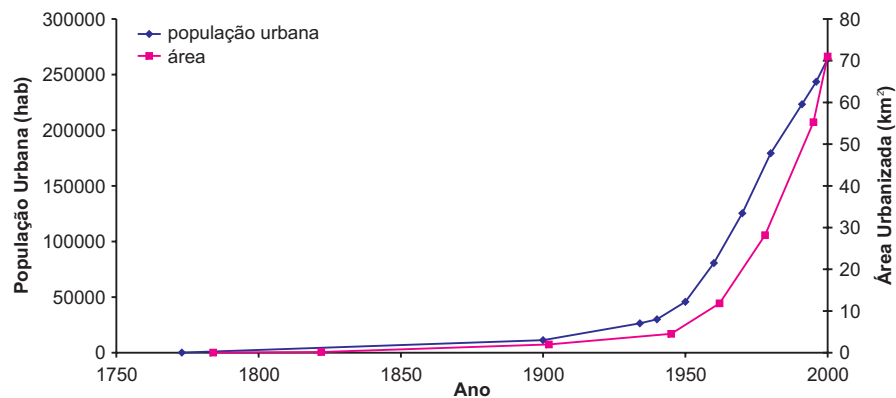


Figura 14. Evolução da população urbana e área urbanizada de Piracicaba de 1784 até 2000.

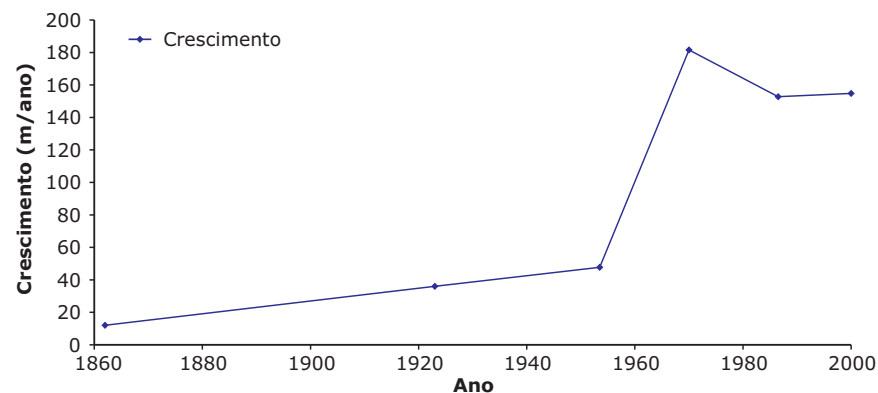


Figura 13. Velocidade média anual de crescimento da área urbanizada de Piracicaba em relação ao seu perímetro.

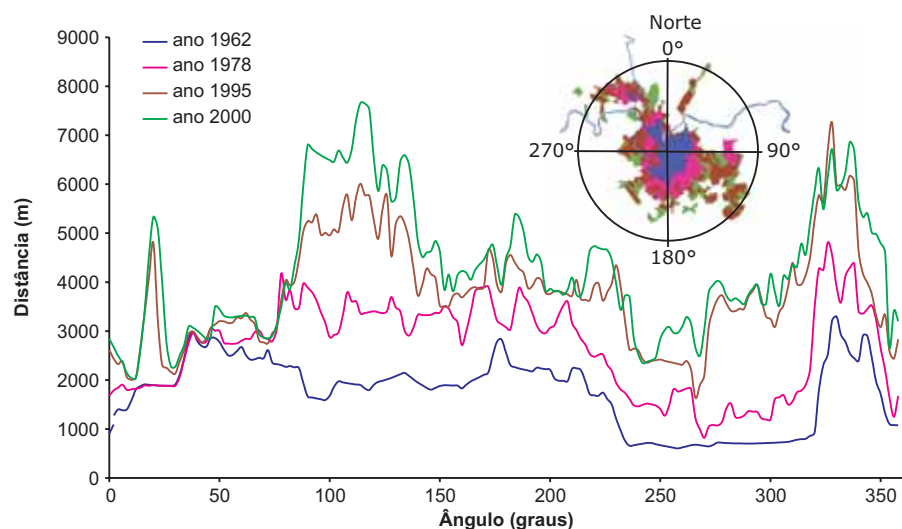


Figura 15. Assinaturas de crescimento territorial urbano (Actu) dos anos 1962, 1978, 1995 e 2000.

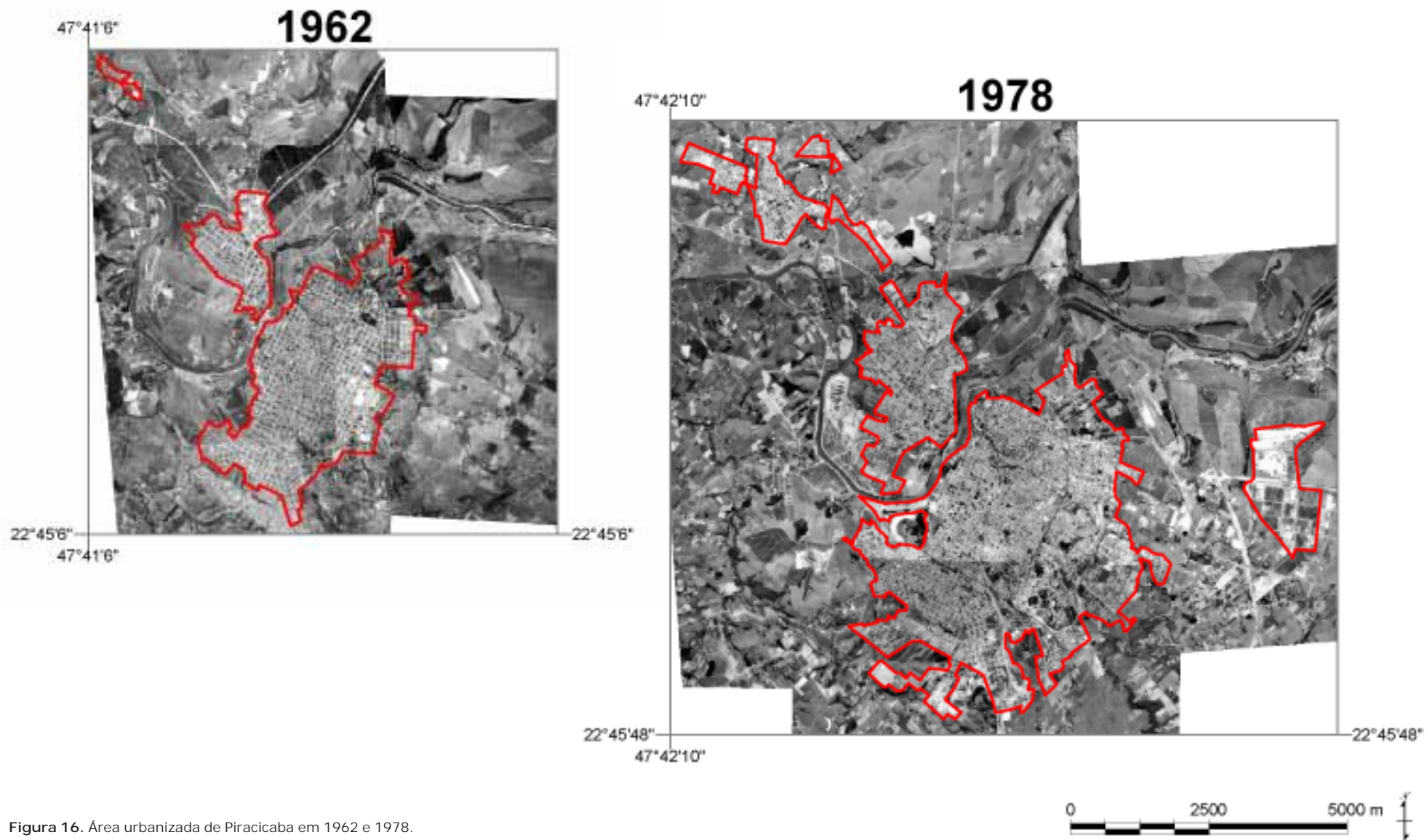
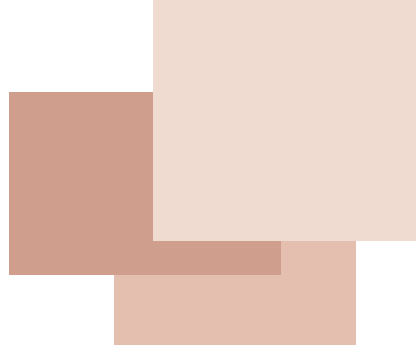


Figura 16. Área urbanizada de Piracicaba em 1962 e 1978.

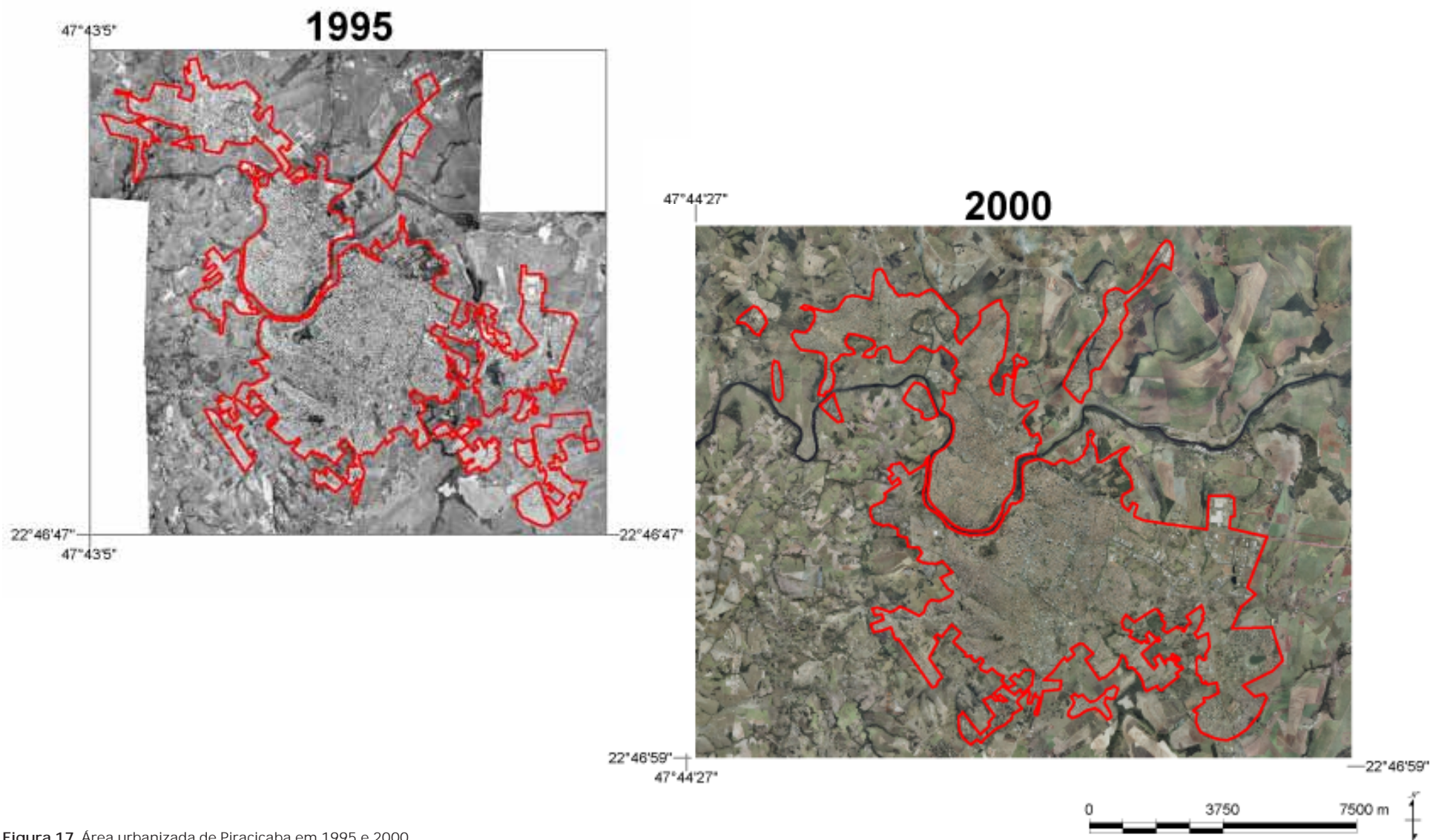
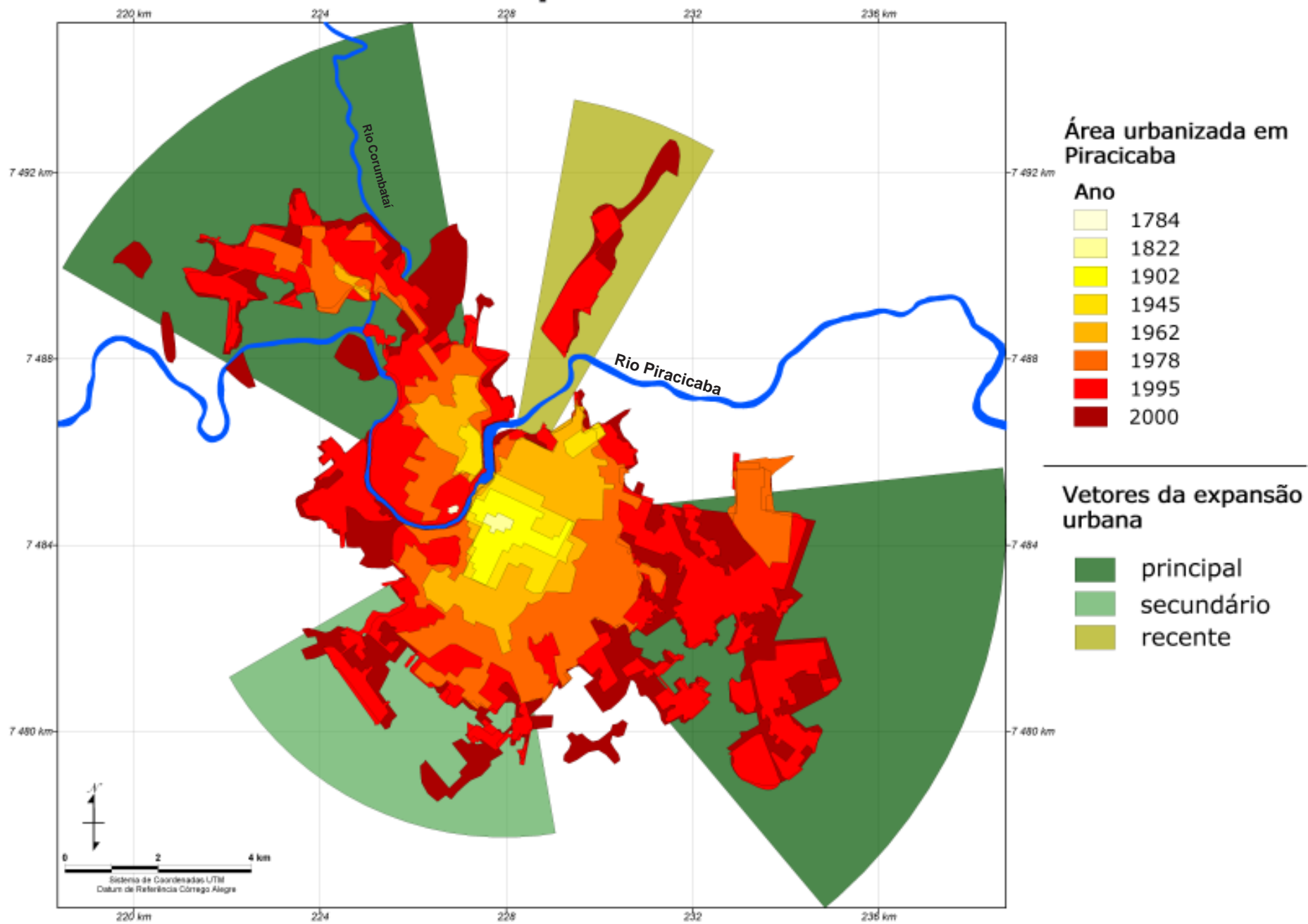


Figura 17. Área urbanizada de Piracicaba em 1995 e 2000.

Expansão Urbana



Capítulo 4

R.R. Rodrigues; S. Gandolfi; A. Nave; E. Malta Filho; A.S. Bernardes; A.G.O.P. Barretto

Os recursos florestais

A região sudeste do Brasil, em função dos sucessivos ciclos de uso dos solos agrícolas e da expansão da área urbana, teve sua cobertura florestal substituída por diversas atividades de produção. No Estado de São Paulo, essa cobertura foi reduzida de 82% (Victor, 1975) para aproximadamente 5% de sua superfície na década de 80 (CONSEMA, 1985) e mais recentemente foi constatada uma expansão dessa cobertura para 10,2% em 1992 (Kronka et al., 1993) e posteriormente (2002) 13,94% de cobertura florestal (Kronka et al., 2003), usando técnicas de sensoriamento remoto. Essa recente expansão parece se dever a vários fatores, como a maior efetividade das leis ambientais, quando de sua transformação em lei criminal (lei de crimes ambientais de 13/02/1998), uma fiscalização mais atuante dos órgãos ambientais e uma ainda pequena, mas crescente conscientização dos produtores rurais para a necessidade de sustentabilidade ambiental e social da atividade de produção, além da econômica.

Nesse processo de degradação, não foram poupadas nem as áreas de preservação permanente, que estavam protegidas na legislação ambiental desde a década de 60, sendo que as atividades

agropecuárias sempre foram os principais fatores causadores de degradação dos ecossistemas ciliares, competindo atualmente com o incremento de represamentos ciliares no processo de construções de hidroelétricas (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Os trabalhos de Troppmair (1969) e Camargo et al. (1971) colocam a expansão da cultura cafeeira a partir da segunda metade do século XIX como fator histórico principal da eliminação das formações vegetais da bacia do Rio Corumbataí, que está incluída na Folha de Piracicaba. Santos (1989/90), numa revisão detalhada da distribuição e concentração espacial de cultura canavieira no Estado de São Paulo para a década de 80, coloca a região de Piracicaba como o mais importante núcleo canavieiro do Estado, junto com as regiões de Araraquara e de Jaú. Na Folha de Piracicaba, a cana-de-açúcar ocupava, na década de 80, aproximadamente 50% da área agrícola dos municípios constituintes, chegando a extremos de aproximadamente 95%, como foi constatado para o município de Iracemápolis.

Esse fato tem causado preocupações não só pelo assoreamento do sistema hídrico superficial, causado pelo processo erosivo com conseqüente redução da

fertilidade dos solos agrícolas, mas também porque certamente representa a extinção de muitas espécies vegetais e animais, das quais várias nem chegaram a ser conhecidas pela ciência, quanto mais suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem (Rodrigues, 1999).

A preservação ou mesmo restauração de áreas ciliares é de grande importância, uma vez que as matas ciliares são estratégicas como possíveis corredores ecológicos, já que se recuperadas ao longo de todos os cursos d'água, muito provavelmente a grande maioria dos fragmentos florestais estarão interligados (Macedo, 1993).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, podendo-se encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, até recentemente ela se caracterizava como uma atividade sem vínculos estreitos com concepções teóricas, sendo executada normalmente como uma prática de plantio de mudas, com objetivos muito específicos. (Rodrigues & Gandolfi, 2001). Só recentemente a recuperação de áreas degradadas adquiriu o caráter de uma área de conhecimento, sendo denominada por alguns autores como restauração ecológica

(Palmer et al., 1997).

Nos últimos 15 anos, o acúmulo significativo de conhecimento sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais (tanto preservadas, como em diferentes graus e tipos de degradação), tem conduzido a uma significativa mudança na orientação dos programas de recuperação, que deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas, ou silviculturais de plantios de espécie perenes, objetivando apenas a reintrodução de espécies arbóreas numa dada área, para assumir a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações da comunidade (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

O aumento da preocupação social com o destino dos fragmentos florestais remanescentes é crescente, de modo que atividades de produção sem um planejamento ambiental adequado e que tenham como conseqüência a degradação ambiental estão fadadas a sanções cada vez mais restritivas não só no aspecto legal, mas também na própria consolidação de um mercado consumidor cada vez mais exigente. O paradigma da produção de alimentos com sustentabilidade econômica, social e ambiental é o grande desafio da atualidade (Rodrigues & Nave, 2000).

Recursos florestais em Piracicaba

Os recursos florestais do município foram estimados a partir da classificação das imagens do satélite Landsat – 7. As florestas foram todas agrupadas numa mesma categoria, não sendo diferenciadas quanto a sua fisionomia ou a sua origem (plantada, secundária ou nativa). As florestas plantadas ocupam extensões muito pequenas no município e, por isso, acabaram não sendo separadas. As fisionomias e o grau de conservação das florestas não pôde ser diferenciado com segurança nas imagens de satélite utilizadas. Nesse caso, seriam necessários levantamentos de campo, imagens orbitais de alta resolução ou a interpretação assistida de fotografias aéreas, recursos não disponíveis na elaboração deste estudo. Nessa categoria de uso, estão assim incluídas desde florestas bem preservadas até capoeiras recentes que estejam se formando sobre pastagens abandonadas. O fator comum entre todas as áreas é a presença de plantas de grande porte (árvores) predominando sobre os demais tipos de vegetação.

A ocorrência de florestas foi sobreposta à localização das bacias hidrográficas

permitindo a totalização dos dados em diferentes escalas. Essa informação é útil ao planejamento de áreas e estratégias de conservação. O estado de degradação das bacias hidrográficas também pode ser relacionado ao estado de conservação de seus recursos florestais. Nas áreas de APP sem cobertura florestal, portanto necessitando de recomposição para inserção na legislação ambiental, foi calculada a distância do fragmento florestal mais próximo. Na maioria dessas áreas, em que a distância do fragmento florestal mais próximo é menor do que 50m, o isolamento da área e o controle dos vetores de perturbação (competição com plantas daninhas, fogo, pastoreio de animais ou aplicação de herbicidas) é suficiente para garantir a recomposição natural da cobertura florestal (Figura 18). Tal técnica de recuperação é mais econômica se comparada ao plantio de mudas necessário quando a área a ser recuperada está situada mais distante de fontes de sementes ou dos agentes de sua dispersão.

A área com cobertura florestal no município soma aproximadamente 27.600ha. Desses, 22.100ha estão localizados fora de áreas de APP e 5.500ha

em APP. A maior parte das reservas florestais do município se localiza na sua região oeste, onde predominam fragmentos maiores e mais contínuos. Esses fatores são importantes na sustentabilidade ecológica das florestas e na sua capacidade de servir de habitat para

a vida silvestre. Na região próxima ao perímetro urbano e nas áreas de cultivo mais intensivo e antigo de cana-de-açúcar, as florestas aparecem em menor quantidade e mais isoladas, aumentando a dificuldade e o custo de sua reposição.

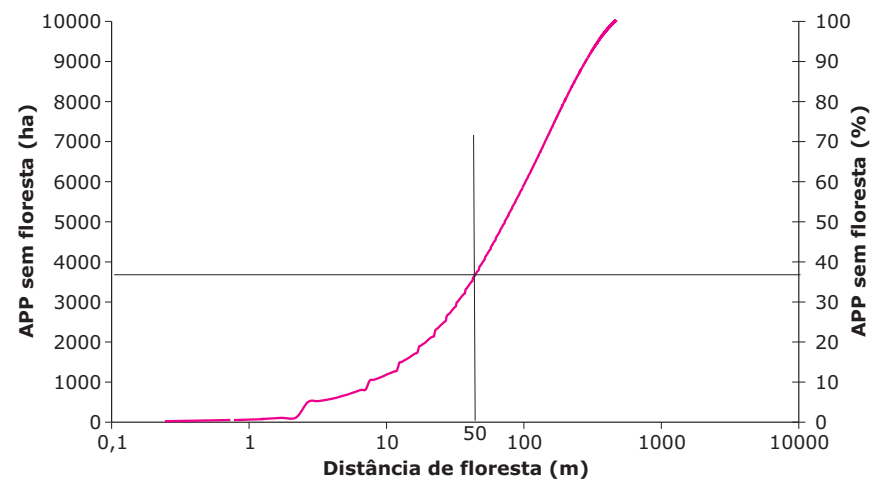


Figura 18. Distância das APPs não ocupadas por florestas de algum fragmento florestal, indicando o potencial de regeneração natural em distâncias menores que 50 m.

Uso da Terra e APP

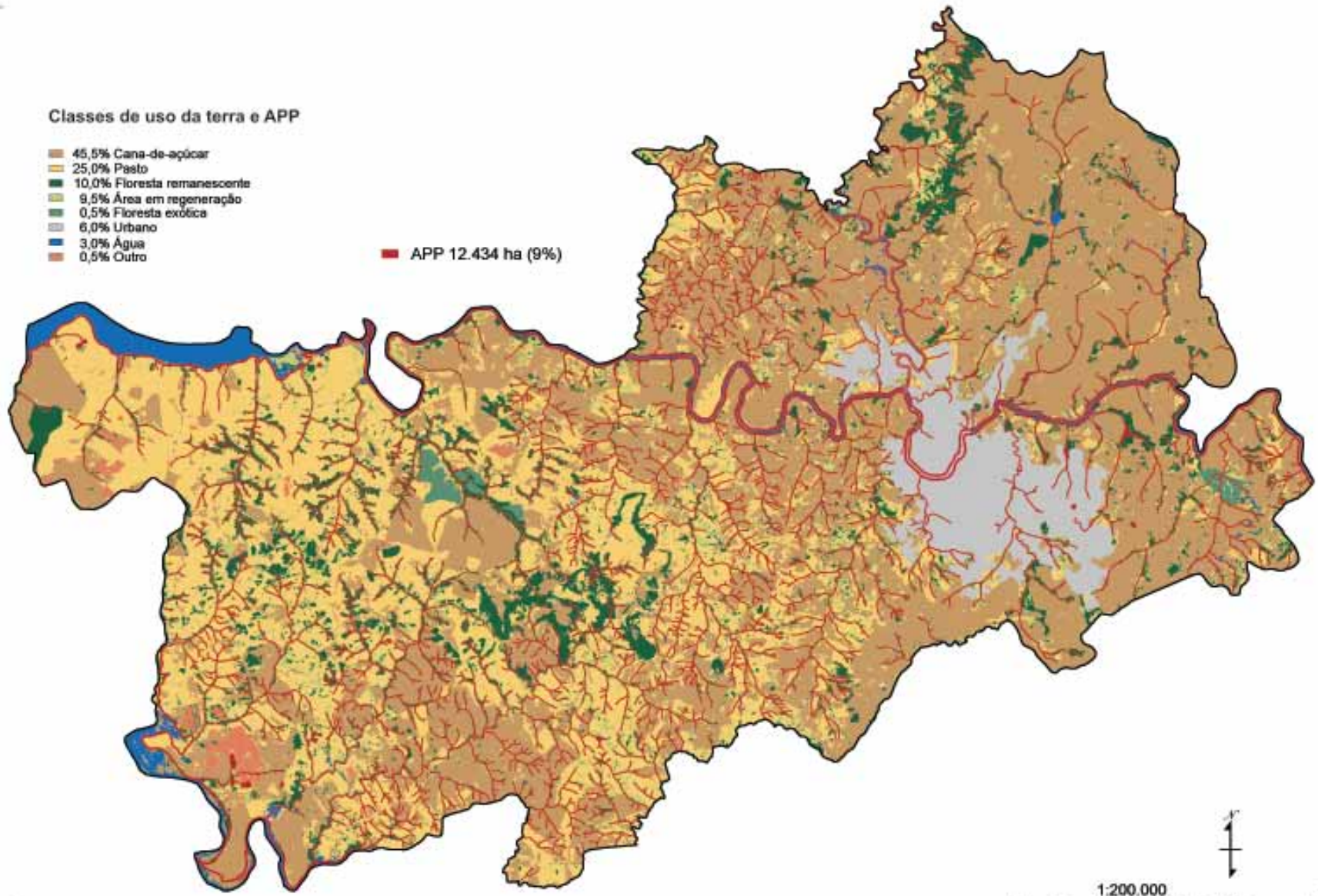
47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"

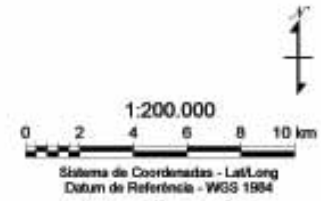
Classes de uso da terra e APP

- 45,5% Cana-de-açúcar
- 25,0% Pasto
- 10,0% Floresta remanescente
- 9,5% Área em regeneração
- 0,5% Floresta exótica
- 6,0% Urbano
- 3,0% Água
- 0,5% Outro

APP 12.434 ha (9%)



22° 54' 30"
47° 28' 50"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Tipos florestais

Apesar da metodologia usada não ter permitido distinguir no mapeamento os tipos florestais ocorrentes no município de Piracicaba, foi feito um detalhamento desses tipos (incluindo os Cerrados), baseado em Rodrigues (1999), de forma a colaborar com os futuros desdobramentos desse estudo. O município de Piracicaba situa-se no centro-oeste do Estado de São Paulo, com a maior parte de sua área sobre a Depressão Periférica, na região denominada de Zona do Médio Tietê, e uma pequena porção da área sobre a região das Cuestas Basálticas, no extremo noroeste (Almeida, 1964). Essas condições fisiográficas definiram a ocorrência no município de tipos vegetacionais (Rodrigues, 1999) que serão mencionados a seguir. Mas antes, cabe ressaltar que os termos que designam os tipos vegetacionais aqui apontados já receberam diversas denominações de acordo com determinadas definições, e para não nos alongarmos nessa discussão, de cunho mais técnico, não mencionaremos os diversos termos e não nos aprofundaremos nessa discussão semântica.

Floresta ou mata (floresta estacional semidecidual - IBGE, 1993)

A floresta estacional semidecidual foi a formação dominante das terras delimitadas pelo município de Piracicaba. Nessa área, tal formação teve sua distribuição concentrada principalmente nos domínios da Depressão Periférica Paulista, dando lugar em algumas partes mais elevadas da

depressão, com características próprias, para pequenas manchas de cerrado. Foi nessa condição que a floresta estacional semidecidual mais sofreu com as intervenções antrópicas, sendo portanto a formação mais ameaçada em termos de degradação, estando restrita hoje a pequenos remanescentes encravados em áreas de difícil acesso, consideradas inaptas para práticas agrícolas ou raras vezes protegidas na forma de reservas ou parques ecológicos por ação institucional e até de alguns proprietários rurais.

Essa formação é caracterizada por um dossel contínuo, com trechos de dossel não perfeitamente contínuos (irregular), entre 15 e 20m de altura, com presença de árvores emergentes de até 25-30m de altura.

A floresta estacional semidecidual ocupa as mais variadas condições edáficas no município de Piracicaba, aparecendo tanto em solos mais argilosos como em solos mais arenosos. No entanto, apesar de mesmas características fisionômicas (visuais), são observadas algumas particularidades florísticas e/ou estruturais na formação florestal, dependendo das características do solo que essas formações ocupam na referida região, onde está inserido o município de Piracicaba.

Florestas ciliares ou matas ciliares (floresta estacional semidecidual ribeirinha - RODRIGUES, 2001)

A formação florestal ocorrente nas margens de cursos d'água já recebeu as mais diversas designações de acordo com as características locais de relevo, solo, declividade, extensão, etc.

Para o município de Piracicaba, as formações florestais das margens de cursos d'água são na maioria florestas estacionais semideciviais ribeirinhas, pela predominância na condição de interflúvio da floresta estacional semidecidual, como formação de origem das ciliares. As formações não florestais do interflúvio estariam restritas a algumas manchas no município de Piracicaba, representadas principalmente pela ocorrência de cerrado stricto sensu.

Ao longo dos pequenos e mesmo médios cursos d'água do município de Piracicaba, a situação topográfica predominante das florestas ciliares é a de rios bem encaixados

(calha do rio bem definida) e com ocorrência de uma elevação altitudinal à medida que nos distanciamos do curso d'água, podendo ocorrer na faixa ciliar, durante esse distanciamento do curso d'água, pequenos trechos de depressão do relevo local. Esses trechos de depressão acumulam água em algum período do ano (bacias de sedimentação), devido à ocorrência de enchentes ou elevação do lençol freático, promovendo a seletividade de espécies, que está relacionada com a adaptabilidade fisiológica daquela espécie de maneira a resistir a uma saturação hídrica do solo, mesmo por períodos curtos de tempo (Rodrigues & Shepherd, 2001).



Visão geral de uma floresta estacional semidecidual, na Reserva Biológica de Ibicatu, limite dos municípios de Anhembi/Piracicaba, SP.



Visão geral de uma floresta ripária (floresta estacional semidecidual ribeirinha) nas margens do Rio Passa Cinco.

A faixa ciliar ou ribeirinha dos grandes rios do município de Piracicaba, principalmente no terço final dos Rios Piracicaba e Corumbataí, particulariza-se muito, pois a elevação altitudinal ocorre a longas distâncias, deixando no percurso trechos de depressão do relevo local, muitas vezes dando origem às chamadas lagoas marginais, de grande importância na definição da fauna e da flora local, criando ambientes de grande seletividade de espécies, que só vão ocorrer nessas situações muito particulares na nossa região, sendo fundamentais para a manutenção dessas espécies na região e, portanto, imprescindíveis para a manutenção dos níveis atuais de biodiversidade regional.

A ocorrência dessas depressões em grandes extensões na faixa beira-rio da Folha de Piracicaba está restrita a algumas

situações ambientais bem definidas, mas de grande expressão espacial, com ocorrência predominante nas margens do Rio Piracicaba e em alguns trechos do Corumbataí, próximo à sua foz, já bastante antropizada.

Nessas áreas, o mosaico vegetacional fica ainda mais complexo, já que teremos a faixa imediatamente marginal do curso d'água com vegetação adaptada à retirada periódica da serrapilheira e soterramento dos indivíduos jovens pelas enchentes, as manchas de vegetação sobre as depressões do terreno, influenciadas pelo acúmulo da água por um período mais longo de tempo em função do afloramento do lençol freático, e as manchas de vegetação que não estão sendo diretamente influenciadas pela presença da água, com as áreas mais elevadas e o contato com o interflúvio, cada qual com

suas características florísticas, estruturais e de funcionamento próprias. Nas áreas de depressões, é observada a ocorrência de espécies florestais adaptadas ou resistentes à saturação hídrica periódica do solo, com duração aproximada de 3-5 meses/ano na estação chuvosa, chegando aos extremos, onde a influência hídrica pode ser permanente, definindo assim florestas paludosas ou campos úmidos (à frente). No município de Piracicaba, raramente são observados remanescentes naturais nessa situação, hoje na maioria ocupada com cana-de-açúcar, após drenagem do solo. As poucas áreas observadas no município nessa condição estão concentradas na região do Tanquam, apelidado regionalmente de "pantanal piracicabano", em função de abrigar algumas espécies da flora e da fauna típicas daquela condição. Essa situação era bastante comum na bacia do Rio Mogi Guaçu, onde ainda eram mantidos alguns remanescentes naturais dessas formações, que hoje estão cedendo lugar aos reservatórios hidroelétricos.

Observou-se ainda, nas matas ripárias de Piracicaba, uma faixa estreita de vegetação imediatamente paralela ao curso d'água, sobre solo aluvional, representada principalmente por espécies adaptadas à deposição de sedimentos e retirada periódica da serrapilheira pelo rio na época das cheias.

Nas demais situações da vegetação ribeirinha, que não estão mais sujeitas às interferências causadas pela água (elevação do lençol freático ou do curso d'água), a proporção de espécies típicas da floresta estacional semidecidual aumenta, podendo

ocorrer inclusive nas imediações do curso d'água, em situações onde a água não exerce influência, nem pelas enchentes e nem pela elevação do lençol freático, como por exemplo as situações de barranco.

Florestas paludículas ou matas de brejo (florestas estacionais semi-decíduais com influência fluvial permanente – RODRIGUES, 2001)

As florestas paludículas têm distribuição naturalmente fragmentada, pois ocorrem apenas sobre solos com permanente saturação hídrica (solos encharcados), como os solos orgânicos (organosolos), os gleissolos, as areias quartzosas hidromórficas (neossolo quartzarênico hidromórfico), os plintossolos e mais raramente os solos aluviais (neossolo flúvico) e os cambissolos, em condições de solos pouco drenados (Jacomine, 2001).

Os fatores que definem a ocorrência de floresta paludícola ou de brejo com fisionomia florestal, ou a ocorrência de campo úmido ou "várzeas" com fisionomia predominantemente herbácea nesses solos ainda são pouco conhecidos. No entanto, acredita-se que essa definição é condicionada por fatores relacionados com a drenagem local, como a presença de impedimentos físicos de drenagem, condição topográfica, características químicas limitantes do solo e outras. Nas áreas com residência mais prolongada de água no solo, desenvolveriam-se formações vegetais herbáceas, enquanto que nas áreas sem impedimentos de drenagem superficial ou sub-superficial, desenvolveriam-se formações florestais, definidas assim pelas condições

fisiográficas regionais.

Floresta ou mata seca (Floresta estacional decidual- IBGE, 1993)

Escolhemos a denominação de floresta estacional decidual (IBGE, 1993), usada apenas para unidades fitogeográficas do nordeste e sudoeste brasileiro, para designar alguns remanescentes florestais identificados na Folha de Piracicaba, sempre sobre solos litólicos. Em termos botânicos, essa formação é de relevada importância, pois apresenta fisionomia e florística próprias, bem distintas das demais formações florestais da quadrícula e até do Estado, cuja ocorrência está condicionada por fatores edáficos e não climáticos.

A ocorrência dessa formação sobre esse tipo de solo parece estar condicionada pelo solo raso (litólico), com elevada acidez, baixa capacidade de retenção hídrica na estação seca, que atuam como fatores edáficos seletivos para ocorrência de espécies. As espécies observadas nessa condição apresentam adaptações fisiológicas e/ou morfológicas, como armazenamento de água em partes da planta, deciduidade (queda das folhas no período seco), órgãos para absorção da umidade atmosférica ou de chuvas e outras, capacitando-as para resistirem à deficiência hídrica estacional.

Rizzini (1963) usa o termo floresta estacional mesófila decídua para designar formações florestais do Brasil Central, que se parecem com uma caatinga arbórea na estação seca, aparecendo em áreas restritas nas proximidades da caatinga, no norte de Minas Gerais, dominada pelos gêneros *Magonia* e *Dipteryx*, que não

foram amostrados nessa formação na Folha de Piracicaba.

A condição de solo litólico também determina nessa área uma baixa drenagem durante o período chuvoso, promovendo o acúmulo de água em canais superficiais no solo, não interligados e sem orientação definida, nas situações cuja condição topográfica local proporciona a ocorrência de depressões. Nessas áreas, a dinâmica é ainda mais complexa, selecionando espécies que possam resistir à deficiência hídrica na estação seca, mas que também estão sujeitas a um acúmulo de água nos canais no período chuvoso. Na Folha de Piracicaba, essa formação ainda é muito pouco estudada, merecendo ações urgentes de preservação e estudos dos poucos remanescentes ainda existentes. Alguns fragmentos dessa formação ocorrem na bacia do Córrego da Laranja Azeda, na região dos Godinhos (Ivanauskas & Rodrigues, 1998) e em outras situações localizadas na Folha, como no município de Laranjal Paulista, em áreas limitrofes com Tietê, às margens do Rio Tietê e nas encostas e topo de algumas formações serranas ocorrentes nos limites da cuesta basáltica com o planalto ocidental. Essas áreas serranas estão sendo estudadas por Pagano (comunicação pessoal), no município de Brotas, quanto a florística, estrutura e ciclagem de nutrientes.

Uma característica que chama a atenção nessa formação é o número de espécies com espinho na condição de subosque e até no dossel. O dossel é relativamente baixo (9-10m), bastante uniforme e denso, mas são observadas algumas epífitas.



Visão geral de uma Floresta estacional decidual, bairro de Godinhos, município de Piracicaba.

De acordo com Prado & Gibbs (1993), essa formação deve representar um remanescente da floresta contínua que interligava as caatingas do nordeste aos chacos argentinos num período seco do pleistoceno. Com a retração dessa formação seca no período úmido subsequente, sobraram algumas manchas de definição edáficas, já que as características de solo também determinavam um estresse hídrico de origem principalmente climática, que é observado nas regiões nucleares atuais dessa formação.

Cerrados

Essas formações, designadas como províncias oreádicas por Martius (1906), ocupavam originalmente na Folha de Piracicaba áreas fora da influência de cursos d'água, localizadas especialmente nas partes elevadas das colinas da depressão periférica e em maior expressão nas regiões englobadas pelo planalto ocidental

na Folha de Piracicaba.

Essas áreas, pela situação topográfica dominante, foram historicamente substituídas por culturas e pastagens, restando hoje pequenos fragmentos isolados.

A ocupação histórica dessas áreas por atividades agrícolas diversas dificultam muito a delimitação do que realmente era ocupado por essas formações na Folha de Piracicaba. Segundo Coutinho (1978), muitas áreas abandonadas no passado pela agricultura devido ao esgotamento do solo pelo cultivo intensivo se confundem entre carrascal (Loefgren, 1896), que é um estágio pioneiro de uma formação florestal, e campo sujo, que é uma das formas de expressão do cerrado "*lato senso*".

Para o Estado de São Paulo e especialmente para a Folha de Piracicaba, onde as condições climáticas e edáficas são sensivelmente distintas daquelas da região nuclear do cerrado (sazonalidade pouco



definida, ocorrência esporádica de geadas e de invernos com ocorrência de chuvas, solos muito variáveis, etc., condições encontradas no Brasil Central), encontram-se ao invés de formações oreádicas (cerrado "*lato senso*"), florestas estacionais semidecíduais. Nessa região, a ocorrência de cerrado fica restrita a fragmentos descontínuos, que gradualmente assumem importância na fitogeografia regional à medida que caminhamos para o centro-oeste brasileiro. A flora arbórea dos cerrados do Estado de São Paulo está apresentada no trabalho de Leitão Filho (1992) e SEMA (1997).

No município de Piracicaba, cujos limites estão incluídos no que definimos como região marginal ou limítrofe da ocorrência de cerrado "*lato senso*" no sul do Brasil, a ocorrência atual dessa fitofisionomia está restrita a pequenos fragmentos de tamanhos variáveis, que deveriam ter uma expressão maior no passado, mas que devido às suas características topográficas e edáficas e devido também à ausência na legislação brasileira de leis que protegem as várias formas de expressão dessa formação, foram gradualmente substituídas pela agricultura, principalmente a cultura canavieira e agropecuária.

Para a vegetação arbustivo arbórea dos

cerrados do município de Piracicaba, dada a distribuição disjunta, as pequenas dimensões dos remanescentes, a grande perturbação antrópica e as restrições climáticas da região (ocorrência de geadas, sazonalidade pouco definida), a composição florística desses estratos (arbustivo-arbóreo) é muito mais pobre do que a observada na região nuclear (centro-oeste brasileiro), até com ausência de espécies muito peculiares daquelas regiões (Leitão Filho, 1990 e 1992).

Os cerradões normalmente ocorrem em áreas de solos mesotróficos, com altos teores de cálcio, que também se expressam em altas concentrações nos tecidos foliares das espécies dessa formação. Nesses solos também são observados às vezes cerrados "*stricto senso*", mas com composição florística distinta das áreas com essa formação em solos mais distróficos, parecendo mais o cerrado "*stricto senso*" de solo mesotrófico um estágio sucessional do cerradão.

Como comentário final, vale destacar a importância da preservação dos poucos remanescentes de vegetação natural ainda existentes no município de Piracicaba, dado o pouco conhecimento acumulado dessas unidades fitogeográficas e a elevada diversidade da região, com um grande

número de espécies em estreita relação com a diversidade de ambientes. Essa região se caracteriza como uma das mais degradadas do Estado, como consequência do domínio da cultura da cana-de-açúcar, que usa o fogo no seu manejo, geralmente

atingindo parte ou a totalidade dos poucos fragmentos remanescentes de vegetação natural, o que deveria ser evitado com a conscientização dos produtores e uma efetiva fiscalização dos órgãos públicos.



Visão de um cerrado "*stricto senso*", sob ação repetida de fogo, no município de Ipeúna, SP.

Situação da cobertura florestal nas bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas foram delimitadas pela análise matemática do Modelo Digital de Elevação (DEM). Nessa análise, foram identificados os divisores de água e as linhas de drenagem (algoritmo dos oito vizinhos aplicado aos valores de altitude em relação ao nível médio do mar). Como critério de escala, foram consideradas bacias hidrográficas com áreas maiores do que 1.000ha.

O resultado do processamento a partir do DEM foi retificado com base no mapa de hidrografia e nas cartas topográficas do IBGE de 1969, na escala 1:50.000, procedendo-se à correção dos limites entre as bacias. Houve também a inclusão de uma bacia no perímetro urbano, não constante das cartas IBGE, por ter sido canalizado seu rio principal, o Ribeirão Itapeva. As bacias foram denominadas de acordo com seu rio principal, ou pela toponímia mais evidente nas cartas do IBGE na ausência de nome do rio principal.

Podemos sugerir três tipos característicos de bacias hidrográficas combinando presença de recursos florestais

com o uso da terra e com os limites das bacias hidrográficas. O território municipal se distribui ao longo do gradiente existente entre cada um desses tipos, e na maioria das vezes se aproxima mais de um caso específico.

Num primeiro grupo (Tipo 1 - monitoramento), temos as bacias, hidrográficas em que os recursos florestais são ainda relativamente abundantes, as APPs encontram-se preservadas na sua maior extensão, a área potencial de RL (20% da área total da bacia) encontra-se com cobertura florestal e há um equilíbrio entre pastagens e cana-de-açúcar ou ocorre a predominância das áreas com pasto. São exemplos típicos as bacias de Anhumas, Jibóia e Ribeirão Claro.

Em outro grupo (Tipo 2 - recuperação), os recursos florestais são menos abundantes, a cultura predominante é a cana-de-açúcar que ocupa também a maior parte das APPs. O passivo em RL nesses casos geralmente é significativo. As bacias do Congonhal, Pau D'alho e Ceveiro representam esse tipo.

O último grupo (Tipo 3 - recuperação emergencial) é composto das áreas em que pelo menos parte da bacia hidrográfica já

se encontra urbanizada. Nesses casos, o impacto nos recursos florestais é geralmente grande, a RL deficitária e as APPs são ocupadas na sua maioria com cana-de-açúcar e com a própria urbanização. Exemplos são as bacias do Piracicamirim, Tijuco Preto e Marins.

Cada um desses tipos indica processos

dinâmicos distintos e em muitos casos vinculados a características específicas do meio físico. A única bacia hidrográfica totalmente urbana é a do Itapeva.

A maioria das bacias hidrográficas do município se aproxima de um ou outro dos exemplos citados, havendo poucas situações atípicas (Tabela 16).

Tabela 16. Tipificação das bacias hidrográficas do município de Piracicaba.

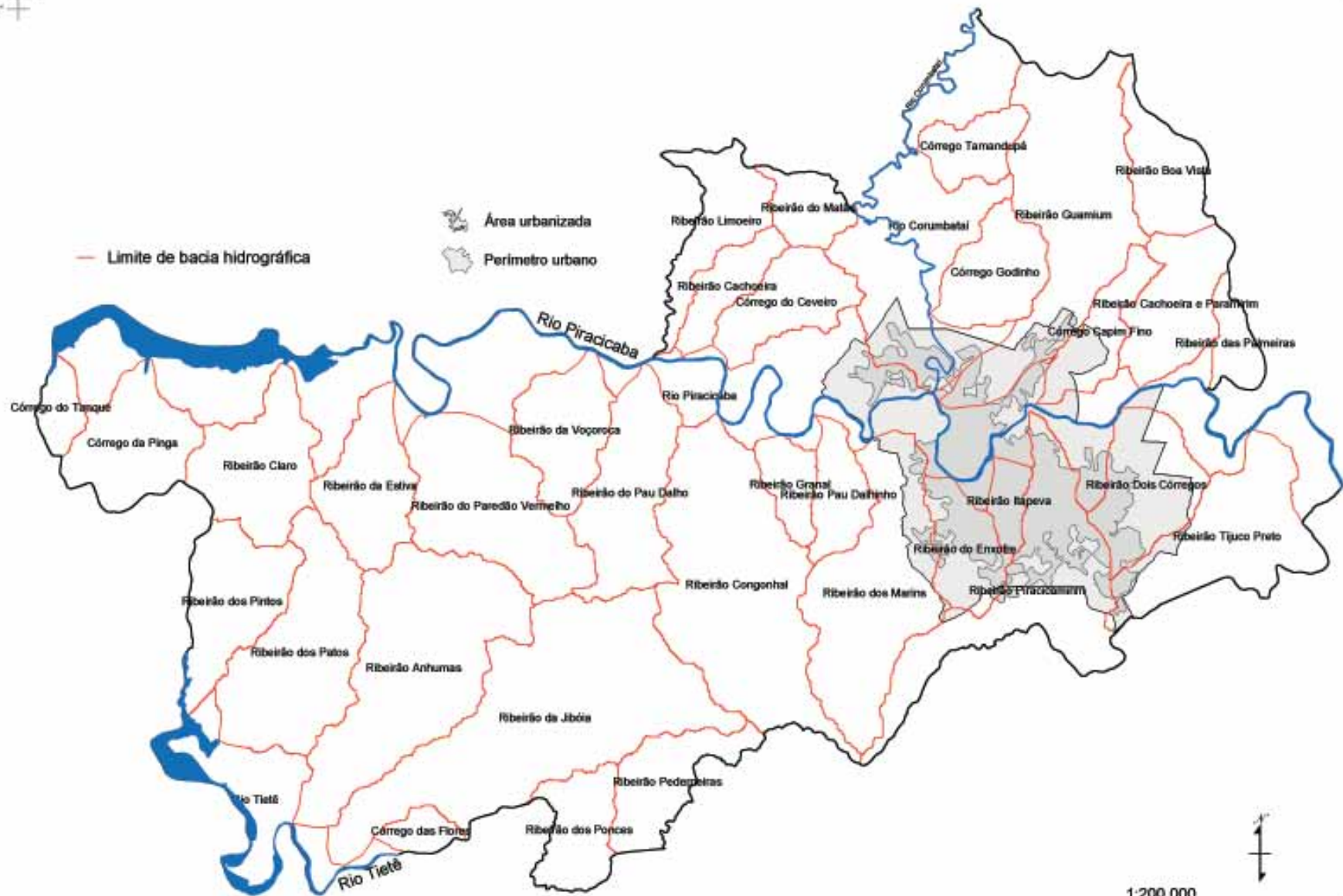
Bacias Hidrográficas	Tipo	Bacias Hidrográficas	Tipo
Córrego Capim Fino	2	Ribeirão do Paredão Vermelho	1
Córrego da Pinga	2	Ribeirão do Pau D'alho	1
Córrego das Flores	2	Ribeirão Dois Córregos	3
Córrego do Ceveiro	2	Ribeirão dos Marins	1
Córrego do Tanque	1	Ribeirão dos Patos	1
Córrego Godinho	2	Ribeirão dos Pintos	1
Córrego Tamandupá	1	Ribeirão dos Ponces	2
Ribeirão Anhumas	1	Ribeirão Granal	2
Ribeirão Boa Vista	2	Ribeirão Guamium	3
Ribeirão Cachoeira	3	Ribeirão Itapeva	3
Ribeirão Cachoeira e Paramirim	2	Ribeirão Limoeiro	2
Ribeirão Claro	1	Ribeirão Pau D'alinho	2
Ribeirão Congonhal	2	Ribeirão Pederneiras	1
Ribeirão da Estiva	1	Ribeirão Piracicamirim	3
Ribeirão da Jibóia	1	Ribeirão Tijuco Preto	2
Ribeirão da Voçoroca	1	Rio Corumbataí ¹	3
Ribeirão das Palmeiras	2	Rio Piracicaba ¹	3
Ribeirão do Enxofre	3	Rio Tietê ¹	2
Ribeirão do Matão	2		

¹ Regiões de drenagem direta aos Rios Corumbataí, Piracicaba e Tietê que não foram englobadas em nenhuma das bacias listadas.

Bacias Hidrográficas

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"



22° 54' 30"
47° 28' 50"

22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004

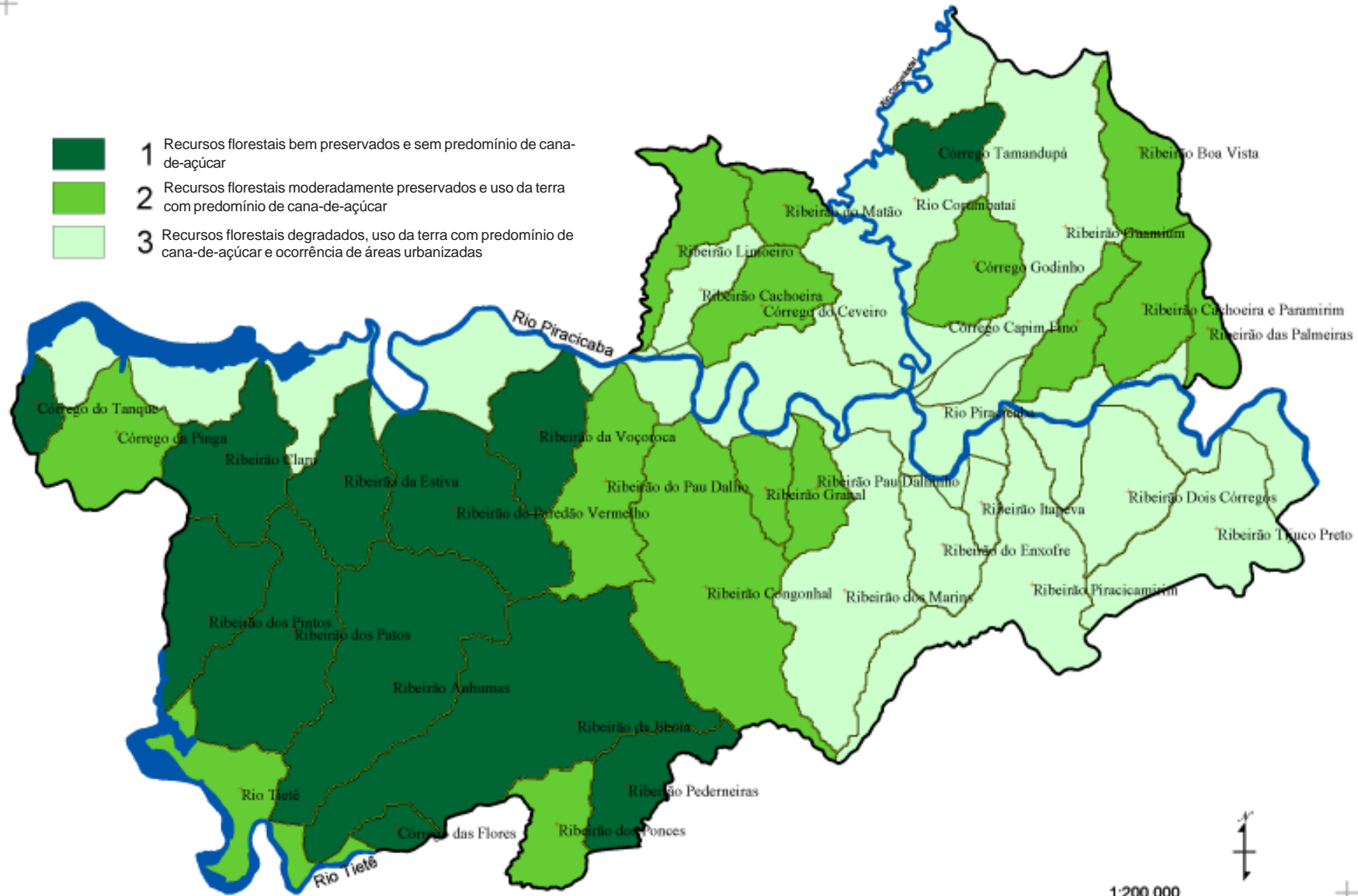


Tipos de Bacias

47° 28' 50"
22° 54' 30" +

47° 28' 50"
+ 22° 54' 30"

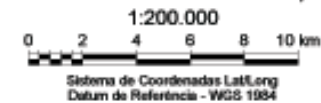
- 1 Recursos florestais bem preservados e sem predomínio de cana-de-açúcar
- 2 Recursos florestais moderadamente preservados e uso da terra com predomínio de cana-de-açúcar
- 3 Recursos florestais degradados, uso da terra com predomínio de cana-de-açúcar e ocorrência de áreas urbanizadas



22° 54' 30" +
47° 28' 50"

+ 22° 54' 30"
47° 28' 50"

Atlas Rural de Piracicaba 2004



Bacia do Ribeirão Claro

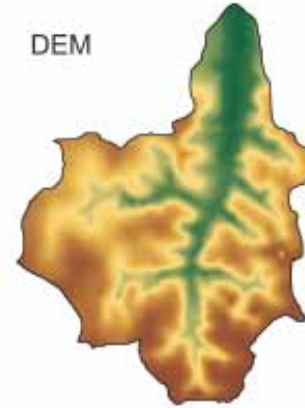
Drenagem



Solos



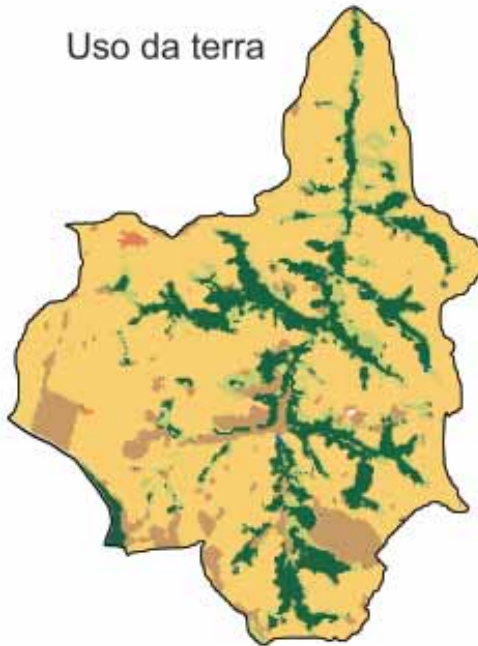
DEM



Estradas



Uso da terra



Fotografias aéreas



Bacia tipo 1:

Recursos florestais bem preservados e sem predomínio de cana-de-açúcar

Ação: Monitoramento

Bacia do Ceveiro

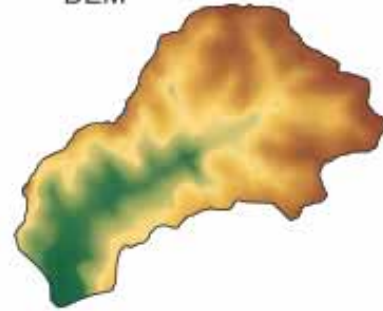
Drenagem



Solos



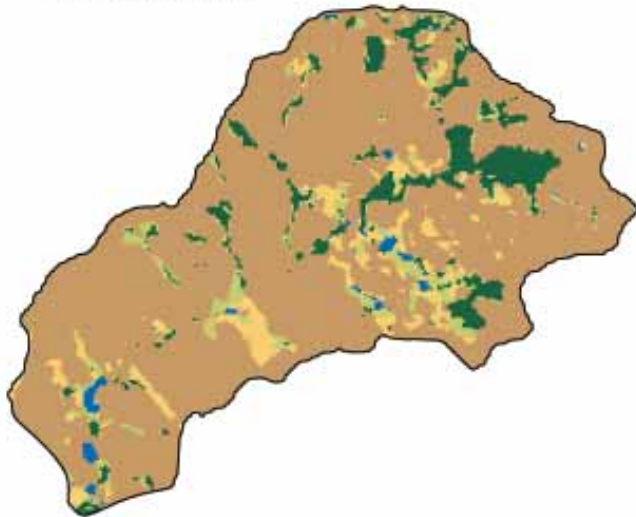
DEM



Estradas



Uso da terra



Fotografias aéreas



Bacia tipo 2:

Recursos florestais moderadamente preservados e uso da terra com predomínio de cana-de-açúcar

Ação: Recuperação

Atlas Rural de Piracicaba 2004

Bacia do Marins

Drenagem



Solos



DEM



Estradas



Uso da terra



Fotografias aéreas



Bacia tipo 3:

Recursos florestais degradados, uso da terra com predomínio de cana-de-açúcar e ocorrência de áreas urbanizadas

Ação: Recuperação emergencial

Cenário de recuperação florestal

Nas áreas de Tipo 1, em que os recursos florestais são melhor preservados, as ações de recuperação são menos emergenciais e mais fáceis de serem executadas. A proximidade das áreas de APP não ocupadas com florestas dos fragmentos que ainda apresentam cobertura florestal serve como indutor do processo de regeneração. O monitoramento, os incentivos à a verbação de áreas de RL e o isolamento das áreas de

APP são ações associadas ao controle dos vetores de perturbação, permitindo a sua regeneração natural, sendo tais ações compatíveis com essas áreas.

Nas áreas de maior impacto sobre os recursos florestais, mas ainda afastadas da área urbana consolidada, as ações de recuperação são mais emergenciais e complexas. Maior aporte de recursos é necessário, bem como maior reordenação do uso da terra. As ações de recuperação florestal envolvendo o plantio de mudas são mais frequentes pela maior proporção de

áreas de APP sem cobertura florestal distante de fragmentos.

As bacias já urbanizadas, a maior parte inserida no entorno imediato da área urbana consolidada, exigem uma ação de intervenção mais intensa e emergencial. A recuperação ambiental e a adequação do território para abrigar a expansão urbana para que resulte numa cidade melhor suprida de áreas verdes e melhor equacionada em relação às questões ambientais serão consequência imediata de ações e decisões tomadas num futuro

próximo, antes que o processo de urbanização se instale e perenize.

O mapa ilustrando o potencial de regeneração de APP (a seguir) denota o tamanho do espaço que deve ser feito para a recuperação dessas áreas. Os valores em área e porcentagem podem ser contemplados nas tabelas com os usos da terra por Bacia Hidrográfica incluindo áreas de APP (Tabela 17), ocupação das APPs por usos não florestais (Tabela 18) e áreas com vocação florestal fora de APP (Tabela 19).



Área de floresta ao longo de córrego em região de pastagens.

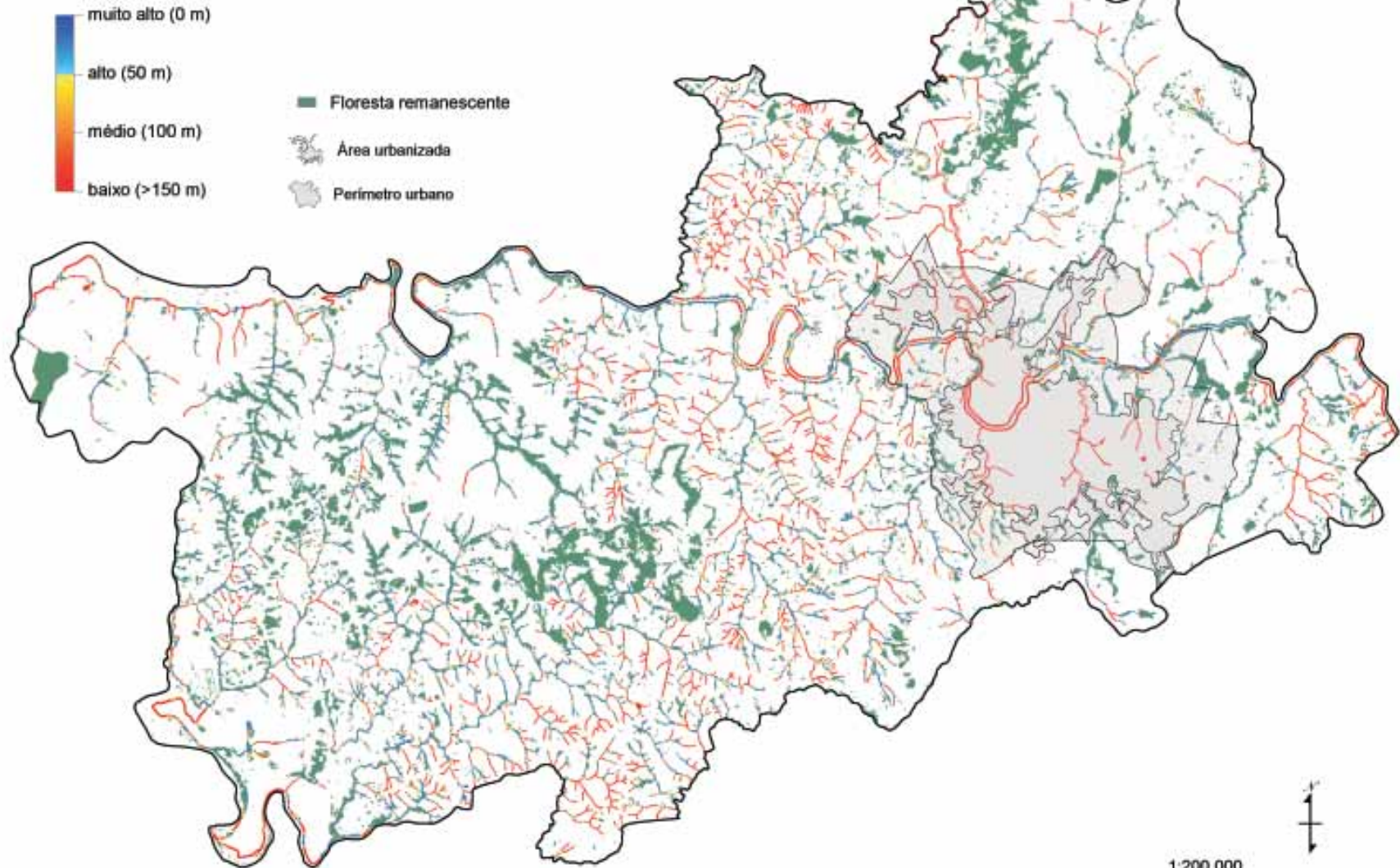


Remanescente florestal degradado pela erosão do solo.

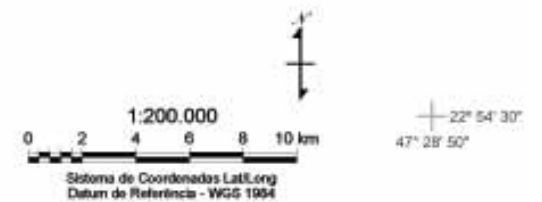
Potencial de Regeneração de APP

47° 28' 50"
22° 54' 30"

47° 28' 50"
22° 54' 30"



22° 54' 30"
47° 28' 50"



Atlas Rural de Piracicaba 2004

Tabela 17. Uso da terra por bacia hidrográfica e estimativa das áreas de preservação permanente (APP).

Bacia Hidrográfica	Área da bacia em Piracicaba		Classes de uso da terra ³																APP ²	
			Cana		Pasto		Floresta Remanescente		Áreas em Regeneração Natural		Floresta Exótica		Urbano		Água		Outros			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Córrego Capim Fino	1.627	100	1.404	86	38	2	86	5	83	5	0	0	3	0	14	1	0	0	76	5
Córrego da Pinga	2.881	95	754	26	1.701	59	95	3	136	5	0	0	0	0	6	0	189	7	109	4
Córrego das Flores	619	100	160	26	323	52	55	9	80	13	0	0	0	0	1	0	0	0	96	15
Córrego do Ceveiro	2.180	100	1.722	79	126	6	179	8	132	6	0	0	0	0	22	1	0	0	271	12
Córrego do Tanque	765	47	463	61	4	1	264	35	23	3	0	0	0	0	10	1	0	0	33	4
Córrego Godinho	2.239	100	1.656	74	334	15	78	3	153	7	0	0	0	0	19	1	0	0	142	6
Córrego Tamandupá	1.338	100	666	50	118	9	395	29	155	12	0	0	0	0	4	0	0	0	91	7
Ribeirão Anhumas	7.538	100	2.516	33	2.625	35	1.221	1	1.083	14	0	0	0	0	55	1	38	1	673	9
Ribeirão Boa Vista	2.025	69	1.790	88	26	1	133	7	55	3	0	0	0	0	20	1	0	0	60	3
Ribeirão Cachoeira	1.334	100	1.024	77	181	14	29	2	85	6	0	0	0	0	14	1	0	0	199	15
Ribeirão Cachoeira e Paramirim	2.667	37	2.301	86	65	2	194	7	81	3	0	0	0	0	26	1	0	0	140	5
Ribeirão Claro	3.223	100	294	9	2.059	64	512	16	344	11	0	0	0	0	3	0	11	0	252	8
Ribeirão Congonhal	8.302	90	2.855	34	3.558	43	741	9	1.096	13	0	0	0	0	50	1	3	0	891	11
Ribeirão da Estiva	2.748	100	228	8	1.638	60	492	18	361	13	0	0	0	0	8	0	21	1	218	8
Ribeirão da Jibóia	10.399	100	4.203	40	3.301	32	1.379	13	1.465	14	0	0	0	0	49	0	2	0	1.175	11
Ribeirão da Voçoroca	2.531	100	885	35	1.013	40	280	11	291	12	1	0	0	0	11	0	49	2	238	9
Ribeirão das Palmeiras	907	37	822	91	2	0	52	6	26	3	0	0	0	0	4	0	1	0	42	5
Ribeirão do Enxofre	1.797	100	426	24	210	12	58	3	115	6	0	0	977	54	11	1	0	0	155	9
Ribeirão do Matão	1.203	45	941	78	59	5	142	12	53	4	0	0	0	0	7	1	0	0	148	12
Ribeirão do Paredão Vermelho	4.930	100	1.827	37	1.413	29	818	17	433	9	420	9	0	0	16	0	3	0	317	6
Ribeirão do Pau D'alho	3.648	100	1.029	28	1.653	45	464	13	481	13	0	0	0	0	17	0	4	0	368	10
Ribeirão Dois Córregos	2.818	100	1.540	55	109	4	269	10	140	5	0	0	726	26	34	1	0	0	160	6
Ribeirão dos Marins	5.983	100	2.964	50	1.563	26	494	8	763	13	0	0	163	3	35	1	1	0	590	10
Ribeirão dos Patos	5.001	100	1.028	21	2.190	44	730	15	871	17	0	0	0	0	12	0	171	3	366	7
Ribeirão dos Pintos	3.009	76	286	10	1.725	57	457	15	500	17	0	0	0	0	15	1	26	1	274	9
Ribeirão dos Ponces	1.851	34	952	51	722	39	35	2	137	7	0	0	0	0	4	0	1	0	210	11
Ribeirão Granal	1.055	100	692	66	235	22	35	3	77	7	0	0	0	0	17	2	0	0	123	12
Ribeirão Guamium	7.051	100	5.477	78	182	3	491	7	330	5	0	0	485	7	85	1	1	0	243	3
Ribeirão Itapeva	678	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	678	100	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Limoeiro	2.154	58	928	43	683	32	199	9	337	16	0	0	0	0	8	0	0	0	286	13
Ribeirão Pau D'alhinho	1.437	100	969	67	254	18	64	4	136	9	0	0	0	0	12	1	1	0	145	10
Ribeirão Pederneiras	2.194	30	816	37	848	39	124	6	397	18	0	0	0	0	9	0	1	0	276	13
Ribeirão Piracicamirim	5.465	42	2.809	51	271	5	318	6	245	4	0	0	1.784	33	35	1	3	0	307	6
Ribeirão Tijuco Preto	4.400	47	3.036	69	241	5	370	8	315	7	205	5	142	3	90	2	3	0	282	6
Rio Corumbatai ¹	7.088	100	4.015	57	503	7	1.004	14	598	8	0	0	594	8	372	5	2	0	504	7
Rio Piracicaba ¹	19.986	100	7.966	40	4.549	23	1.250	6	1.484	7	1	0	2.300	12	2.404	12	32	0	1.821	9
Rio Tietê ¹	3.467	100	1.534	44	443	13	221	6	263	8	0	0	0	0	642	19	365	11	282	8
Total	138.538		62.978	45	34.965	25	13.725	10	13.323	10	627	0	7.851	6	4.140	3	930	1	11.566	8

¹ Regiões de drenagem direta aos Rios Corumbatai, Piracicaba e Tietê que não foram englobadas em nenhuma das bacias listadas. ² Áreas de preservação permanente estimadas a partir da rede de drenagem. Não representam cobertura florestal. ³ Porcentagem calculada em relação à área da bacia hidrográfica em Piracicaba.



Tabela 18. Caracterização do uso das áreas de preservação permanente em Piracicaba.

Bacias Hidrográficas	Uso das terras nas áreas de preservação permanente (APP) ³															
	Área das bacias	APPs*	Cana		Pasto		Floresta Remanescente		Áreas em Regeneração Natural		Floresta Exótica		Urbano		Outros	
			ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Córrego Capim Fino	1.627	76	28	37	4	6	25	33	18	24	0	0	0	0	0	0
Córrego da Pinga	2.881	109	23	21	34	31	17	15	36	33	0	0	0	0	0	0
Córrego das Flores	619	96	20	21	27	28	21	22	28	29	0	0	0	0	0	0
Córrego do Ceveiro	2.180	271	175	65	9	3	47	17	39	15	0	0	0	0	0	0
Córrego do Tanque	765	33	12	35	1	2	14	41	7	22	0	0	0	0	0	0
Córrego Godinho	2.239	142	68	48	20	14	21	15	32	23	0	0	0	0	0	0
Córrego Tamandupá	1.338	91	28	30	6	6	40	44	17	19	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Anhumas	7.538	673	143	21	84	12	236	35	209	31	0	0	0	0	1	0
Ribeirão Boa Vista	2.025	60	36	61	0	1	13	21	10	18	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Cachoeira	1.334	199	140	71	29	14	9	4	21	11	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Cachoeira e Paramirim	2.667	140	71	50	9	6	40	29	20	14	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Claro	3.223	252	24	10	35	14	129	51	62	25	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Congonhal	8.302	891	278	31	302	34	111	12	199	22	0	0	0	0	1	0
Ribeirão da Estiva	2.748	218	29	13	23	11	111	51	55	25	0	0	0	0	0	0
Ribeirão da Jibóia	10.399	1.175	290	25	210	18	282	24	393	33	0	0	0	0	0	0
Ribeirão da Voçoroca	2.531	238	70	29	41	17	58	24	69	29	0	0	0	0	0	0
Ribeirão das Palmeiras	907	42	26	63	0	0	8	19	7	18	0	0	0	0	0	1
Ribeirão do Enxofre	1.797	155	35	23	17	11	12	8	24	16	0	0	66	43	0	0
Ribeirão do Matão	1.203	148	108	73	4	3	25	17	11	8	0	0	0	0	0	0
Ribeirão do Paredão Vermelho	4.930	317	46	14	26	8	164	52	77	24	4	1	0	0	0	0
Ribeirão do Pau D'alho	3.648	368	89	24	89	24	85	23	105	29	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Dois Córregos	2.818	160	52	32	2	1	60	38	26	16	0	0	20	12	0	0
Ribeirão dos Marins	5.983	590	168	28	135	23	123	21	157	27	0	0	7	1	0	0
Ribeirão dos Patos	5.001	366	64	17	71	19	103	28	128	35	0	0	0	0	1	0
Ribeirão dos Pintos	3.009	274	17	6	71	26	87	32	99	36	0	0	0	0	0	0
Ribeirão dos Ponces	1.851	210	102	49	61	29	11	5	35	17	0	0	0	0	1	0
Ribeirão Granal	1.055	123	69	56	22	18	11	9	21	17	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Guamium	7.051	243	91	37	13	5	70	29	45	19	0	0	24	10	0	0
Ribeirão Itapeva	678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Limoeiro	2.154	286	118	41	53	18	47	16	68	24	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Pau D'alhinho	1.437	145	74	51	20	14	17	12	34	24	0	0	0	0	1	0
Ribeirão Pederneiras	2.194	276	73	26	63	23	46	17	95	34	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Piracicamirim	5.465	307	83	27	11	4	68	22	40	13	0	0	105	34	0	0
Ribeirão Tijuco Preto	4.400	282	142	50	12	4	69	24	37	13	22	8	0	0	1	0
Rio Corumbataí ¹	7.088	504	198	39	29	6	144	29	78	15	0	0	55	11	0	0
Rio Piracicaba ¹	19.986	1.821	567	31	272	15	417	23	355	20	0	0	208	11	2	0
Rio Tietê ¹	3.467	282	94	33	61	22	62	22	58	21	0	0	0	0	6	2
Total	138.538	11.566	3.649	32	1.865	16	2.804	24	2.720	24	25	0	486	4	17	0

¹ Regiões de drenagem direta aos Rios Corumbataí, Piracicaba e Tietê que não foram englobadas em nenhuma das bacias listadas.² Áreas de preservação permanente estimadas a partir da rede de drenagem. Não representam cobertura florestal. ³ Porcentagem calculada em relação ao total de APP da bacia hidrográfica.

Tabela 19. Áreas com algum tipo de formação florestal (vocação de florestas) fora das áreas de preservação permanente.

Bacias Hidrográficas	Área das bacias em Piracicaba	Vocação de Florestas Fora das Áreas de Preservação Permanente (APP) ²							
		Total de Áreas com Vocação de Florestas Fora de APP		Áreas em Regeneração Natural		Floresta Exótica		Floresta Remanescente	
		ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Córrego Capim Fino	1.627	125	8	64	4	0	0	61	4
Córrego da Pinga	2.881	178	6	100	3	0	0	79	3
Córrego das Flores	619	86	14	52	8	0	0	34	5
Córrego do Ceveiro	2.180	224	10	93	4	0	0	132	6
Córrego do Tanque	765	266	35	16	2	0	0	250	33
Córrego Godinho	2.239	177	8	121	5	0	0	56	3
Córrego Tamandupá	1.338	493	37	138	10	0	0	355	27
Ribeirão Anhumas	7.538	1.859	25	874	12	0	0	985	13
Ribeirão Boa Vista	2.025	165	8	44	2	0	0	121	6
Ribeirão Cachoeira	1.334	85	6	64	5	0	0	21	2
Ribeirão Cachoeira e Paramirim	2.667	215	8	62	2	0	0	153	6
Ribeirão Claro	3.223	664	21	281	9	0	0	383	12
Ribeirão Congonhal	8.302	1.526	18	896	11	0	0	630	8
Ribeirão da Estiva	2.748	687	25	306	11	0	0	382	14
Ribeirão da Jibóia	10.399	2.169	21	1.072	10	0	0	1.097	11
Ribeirão da Voçoroca	2.531	445	18	222	9	1	0	222	9
Ribeirão das Palmeiras	907	63	7	19	2	0	0	44	5
Ribeirão do Enxofre	1.797	137	8	90	5	0	0	46	3
Ribeirão do Matão	1.203	159	13	42	4	0	0	117	10
Ribeirão do Paredão Vermelho	4.930	1.426	29	356	7	416	8	654	13
Ribeirão do Pau D'alho	3.648	755	21	376	10	0	0	379	10
Ribeirão Dois Córregos	2.818	322	11	114	4	0	0	208	7
Ribeirão dos Marins	5.983	976	16	606	10	0	0	370	6
Ribeirão dos Patos	5.001	1.370	27	743	15	0	0	627	13
Ribeirão dos Pintos	3.009	771	26	401	13	0	0	370	12
Ribeirão dos Ponces	1.851	126	7	102	5	0	0	24	1
Ribeirão Granal	1.055	80	8	56	5	0	0	23	2
Ribeirão Guamium	7.051	706	10	285	4	0	0	421	6
Ribeirão Itapeva	678	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Limoeiro	2.154	421	20	269	12	0	0	152	7
Ribeirão Pau D'alhinho	1.437	149	10	102	7	0	0	47	3
Ribeirão Pederneiras	2.194	380	17	302	14	0	0	78	4
Ribeirão Piracicamirim	5.465	456	8	205	4	0	0	250	5
Ribeirão Tijuco Preto	4.400	761	17	277	6	183	4	301	7
Rio Corumbataí ¹	7.088	1.380	19	521	7	0	0	860	12
Rio Piracicaba ¹	19.986	1.963	10	1.129	6	1	0	833	4
Rio Tietê ¹	3.467	363	10	205	6	0	0	158	5
Total	138.538	21.524	16	10.603	8	602	0,4	10.921	8

¹ Regiões de drenagem direta aos Rios Corumbataí, Piracicaba e Tietê que não foram englobadas em nenhuma das bacias listadas. ² Porcentagem calculada em relação à área da bacia hidrográfica em Piracicaba.

Capítulo 5

G. Sparovek; R.F. Maule; R.R. Rodrigues; M. Cooper; A. de Lucas

Opções para o futuro

Setor canavieiro: Solidificação pela diversificação na cadeia e nas opções empresariais

A vocação para produção de cana-de-açúcar na região de Piracicaba foi estabelecida há muitas décadas e é com base nessa cultura que se gerou grande parte da riqueza da cidade. A cana-de-açúcar vem sendo a cultura mais importante na região e, tudo indica, continuará sendo por muito mais tempo. A infra-estrutura implantada proporcionada pelas condições para sua produção, a tradição dos agricultores no trabalho com essa cultura e a presença de parque industrial para o seu processamento são os principais indicadores de sua estabilidade na região.

No entanto, há desafios importantes que não foram resolvidos, e outros que ainda virão num futuro próximo, para os quais as soluções não foram nem sequer elaboradas num plano teórico. Esses desafios, e o crescente desejo da sociedade por um modelo de desenvolvimento mais justo, solidário e compatível com a preservação dos recursos naturais, pressionam o setor, exigem mudanças e adaptações que atualmente estão sendo implementadas de forma muito tímida.

As principais mudanças não são relacionadas à ocupação das terras com cana-de-açúcar em si, mas sim à forma que essa ocupação é feita. Torna-se hoje necessária a busca por diversificação na própria cadeia, procurando, quando possível, agregar valor aos produtos finais gerados, melhorar a adequação da cultura

a exigências ambientais mais rigorosas, e procurar um convívio mais harmônico com a proximidade com centros urbanos. O caminho nesse sentido é a opção por nichos e a agregação de valor através de produtos finais mais elaborados. O processamento para açúcar orgânico, rapadura ou cachaça permite a sua exploração em áreas menores (como é típico das áreas mais próximas aos centros urbanos), com maior utilização de mão-de-obra e sem queima. Nesse cenário, a exploração de cana-de-açúcar é possível de forma harmônica próxima às cidades, e é viabilizado o retorno da gerência empresarial de toda a cadeia produtiva às mãos do produtor. A agregação de valor em produtos mais elaborados também aumenta a oferta de postos de trabalho locais e insere a produção num patamar mais elevado de preservação dos recursos naturais.

Outra diversificação necessária está relacionada à oferta empresarial no processamento da cana-de-açúcar. A grande concentração existente hoje não estimula a livre concorrência e condiciona a estabilidade de produção não só ao macro-cenário do setor, mas também à saúde de um grupo empresarial específico. Esse risco adicional, assumido por um grande número de fornecedores, seria desnecessário caso a diversificação empresarial fosse maior. As opções de diversificação na cadeia são uma maneira de também diversificar as opções empresariais por serem características de micro-empresas, que podem ter um processo de implantação mais rápido.

As ações nesse sentido passam por

vários planos e setores. Ao poder público, cabe a sinalização do caminho e a priorização de suas ações com foco nas mudanças sugeridas. A criação de benefícios para a instalação de novas empresas, grandes ou pequenas, que venham diversificar a cadeia ou gerar novas opções empresariais para o processamento tradicional da cana-de-açúcar são também medidas vinculadas ao setor público. A captação de recursos para a implantação da infra-estrutura dessas novas empresas pode ser partilhada entre o setor público e privado, cabendo ao setor público facilitar o acesso aos recursos ou identificar possíveis fontes. Ao setor privado, cabem as ações de sua implementação que devem, preferencialmente, ser feitas em sistema cooperativo. Para isso, deve haver plena consciência da necessidade das mudanças e a vontade de implementá-las, mesmo considerando o atual cenário favorável do setor.


Setor pecuário: Revigoreamento através de um salto de qualidade e intensificação da produção

A atividade pecuária em Piracicaba compõe o uso da terra mais expressivo, ocupando a maior área após a cana-de-açúcar. No entanto, ao contrário da produção canavieira, que apresenta produtividade e tecnificação elevadas, a produção pecuária apresenta índices zootécnicos e produtividade muito baixos. Os fatores que levam a isso têm duas origens principais, parte ligada ao meio físico

e parte à conjuntura empresarial na qual a produção pecuária está inserida.

A produção pecuária quase sempre é considerada como uma atividade secundária pelos produtores. Ela ocupa as terras de menor aptidão agrícola, que não puderam ser utilizadas para a produção de cana-de-açúcar. Sendo áreas de aptidão marginal e a atividade ser considerada secundária, os investimentos necessários em insumos, tecnologia, assistência técnica, qualidade genética e produção de alimento para os animais não são feitos de forma otimizada. Com isso, a produtividade é baixa, o emprego de mão-de-obra é pequeno e os impactos ambientais podem ser expressivos. A maior parte das grandes erosões do município estão localizadas em regiões com predominância de pastagens.

Revigorear o setor, elevando a posição da produção pecuária de mero coadjuvante da estratégia de ocupação de uma fazenda com cana-de-açúcar, estando lá apenas nas áreas impróprias para esta, com um tímido objetivo de gerar pouca renda e ocupar a mão-de-obra ociosa da manutenção da fazenda, é sem dúvida o grande desafio. Revigorada, a grande extensão de pastagens de Piracicaba poderá contribuir significativamente para a geração de renda, e suprir o município de leite, carne e outros produtos derivados da produção pecuária. Isto poderá ativar outros setores da economia local, como a prestação de serviços, o comércio de insumos, o processamento da produção, que hoje são latentes pela região ser importadora da grande maioria dos produtos de origem animal.



As ações nesse sentido passam, em primeira instância, pela oferta de assistência técnica e informação aos produtores. O convencimento da necessidade de revigorar o setor e o desenho da melhor estratégia técnica para essa finalidade precede a busca de recursos. Os recursos necessários podem vir do repasse e da integração efetiva da produção pecuária com a produção de cana-de-açúcar nas propriedades. Parte dos alimentos do gado no inverno pode ser suprida pela cana-de-açúcar diretamente, ou por resíduos processados nas indústrias (bagaço hidrolizado, levedura, melão).

Os investimentos em qualidade genética devem ser feitos apenas após a produção de alimentos para os animais estar assegurada e a atitude gerencial em relação à produção pecuária estar priorizada. Os investimentos em condições produtivas, acesso adequado à assistência técnica e definição de estratégia produtiva são prioritários e devem ser implementados primeiro no revigoramento do setor. Eventualmente, com o aquecimento do setor e com o aumento da produção, novos investimentos de base serão necessários ou atraídos para a região. A infra-estrutura implantada atualmente, principalmente no setor de produção de leite, já conta com uma unidade de processamento de leite comunitária ligada a uma associação de produtores. A concentração dos esforços dos agentes de assistência técnica, voltando o foco principal das ações para a pecuária, bem como o direcionamento das políticas de fomento locais, podem ser importantes na reversão do quadro atual de estagnação, agindo como uma espécie de catalisador

de mudanças. Num primeiro momento, é importante alterar a forma com que os atuais pecuaristas se posicionam perante a sua produção.

REI - A Região do Entorno Imediato urbano: resgate da função social e recuperação de passivos à espera de uma cidade melhor resolvida

O crescimento da mancha urbanizada de Piracicaba não vem ocorrendo de forma compacta, planejada ou ordenada. Exemplos são os vazios remanescentes, a carência de áreas verdes de proteção de mananciais nas áreas periféricas e urbanizadas e a ocupação do espaço rural com atividades irregulares (loteamentos clandestinos) ou indesejáveis (indústrias poluidoras). A conversão do espaço ocupado predominantemente pela produção essencialmente agrícola para a mancha urbanizada não se dá de maneira abrupta. A Região do Entorno Imediato urbano (REI) apresenta uma clara descaracterização de sua estrutura fundiária, marcada pela fragmentação das propriedades, pelo aparecimento de grande quantidade de usos não agrícolas, pela diversificação das propriedades rurais, com forte priorização de finalidades de lazer e recreação ou de intensificação da produção (hortas, pesqueiros, pomares), além de forte pressão sobre os remanescentes florestais que nela apresentam os maiores estágios de degradação. Nessa região, também se observa a retenção do ativo imobiliário, desprovido-o de produção ou finalidade

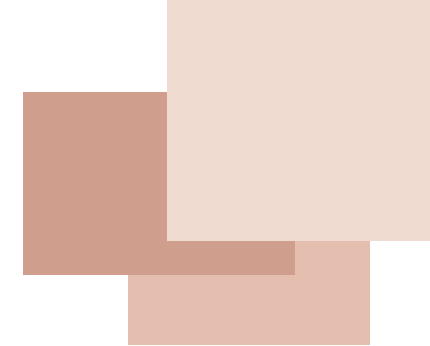
social, à espera de valorização (especulação imobiliária).

A REI, dessa forma, deixa de exercer função social relevante pela sua descaracterização produtiva e pela forte pressão sobre os recursos florestais, que contribuem para que nela se instale uma cidade mal resolvida em relação às áreas verdes, processo de degradação dificilmente reversível após a consolidação da mancha urbana. Reverter tal quadro requer ações eficientes, organizadas e conseqüentes por parte do setor público, uma vez que o ajuste entre o ótimo do ponto de vista social e ambiental não coincide com as opções adotadas pelo setor privado.

Como parte do resgate da função social da terra, deve ser implementado o desenvolvimento de atividades agrícolas inseridas no contexto fundiário e na dinâmica específica da REI (agricultura urbana). A intensificação da produção e sua integração com o espaço urbano devem ser priorizadas. Atividades como a produção de produtos hortícolas ou frutas com certificação (orgânicos) com venda em ponto no próprio local, a verticalização da produção pelo seu processamento (ex.: produção de sorgo acoplada a uma fábrica de vassouras, cana-de-açúcar processada para açúcar mascavo, rapadura ou cachaça artesanal), ou a integração com atividades de lazer (ex.: hipismo, pesque-pague, turismo rural) são exemplos de cenários produtivos compatíveis de alto retorno social. Com isso, além de evitar a especulação, é gerada renda que, através do sistema associativo da exploração, será distribuída de maneira muito favorável nas

comunidades de alta exclusão da periferia da cidade. A geração de postos de trabalho e o impacto do aumento de renda terão efeito amplificador do alcance das ações específicas de resgate da função produtiva da terra. Com a priorização da produção de produtos hortícolas e frutas, pode-se também esperar a melhor nutrição das comunidades em relação a produtos in-natura (folhas, legumes, frutas) geralmente não priorizadas nas famílias de renda mais baixa, que procuram antes equacionar a demanda calórica e protéica com fontes mais baratas. Com a maior oferta desses produtos derivados da produção pela própria associação, pode-se esperar uma mudança saudável de hábito alimentar refletido diretamente no bem estar e na saúde. A integração dessa iniciativa com o abastecimento de escolas e outros serviços públicos, repassando os recursos que seriam utilizados na compra desses gêneros (importação de outras regiões) para investimentos produtivos das associações, pode ser uma ação complementar por parte do governo.

Atenção especial deve ser dada ao vínculo da recuperação produtiva das áreas com o resgate do passivo ambiental. Os planos de ocupação produtiva devem ser vinculados à recuperação ambiental como contrapartida da produção ou dos incentivos disponibilizados. A recuperação ambiental deve envolver não apenas a inserção nas exigências do Código Florestal, mas visualizar a eventual conversão do espaço atualmente dedicado à produção agrícola numa área urbanizada. As futuras áreas verdes devem ser asseguradas, bem como a proteção dos cursos d'água, mananciais



e outras áreas de interesse ambiental especial, como áreas muito suscetíveis à erosão e solos inadequados para construção. Nessas áreas, a recuperação da cobertura vegetal natural ou paisagística deve ser antecipada à urbanização, enquanto a área ainda é utilizada para a produção agrícola. Quando a área vier a ser urbanizada, assegura-se que será uma área bem resolvida em relação à qualidade ambiental dos futuros moradores. As áreas verdes e os espaços de lazer e recreação já terão sido definidos e recuperados com antecedência, resultando em melhor qualidade de vida para os futuros moradores. A cobrança por parte do ministério público da recuperação do passivo ambiental na REI é ainda mais importante, uma vez que essa é a última oportunidade de ação antes da consolidação da mancha urbana. Após esse processo, a recomposição florestal se torna inconseqüente, inviável ou extremamente onerosa. Essa cobrança pode também levar à procura por parcerias, como a destinação produtiva da área através de arrendamento, transferindo ou compartilhando o ônus da recuperação com a associação interessada num uso da área.

Uma atuação eficiente e conseqüente na REI, pela ação conjunta do governo, dos movimentos sociais, dos proprietários de terras ociosas e improdutivas do entorno das cidades e do Ministério Público, podem fazer com que áreas retidas para especulação imobiliária do entorno das cidades sejam revertidas em espaços produtivos focados na geração de renda e distribuição de oportunidades onde essas

realmente são necessárias. Espera-se também que essas ações resultem numa expansão urbana mais bem resolvida em relação aos aspectos de preservação de recursos naturais e qualidade de vida dos futuros moradores. Os instrumentos para provocar a quebra do ciclo especulativo, convertendo-o na priorização da produção, estão, na sua maioria, disponíveis. O que ainda precisa ser implementado é a vontade de acionar os instrumentos e a organização necessária para a sua gerência, em vista da complexidade e multiplicidade das ações pertinentes.

Resgate do passivo ambiental: Construção de um grande pacto de olho nas futuras gerações

O passivo ambiental nas áreas rurais de Piracicaba é significativo, e concentra-se principalmente nas regiões produtoras de cana-de-açúcar. A situação na qual se encontra Piracicaba não é diferente daquela de outras regiões produtoras de cana-de-açúcar no Estado, ou de outras regiões brasileiras em que a agricultura é muito intensiva. Esse passivo, caracterizado pela ocupação agrícola irregular das Áreas de Proteção Permanente (APP), marginais aos cursos d'água, minas ou reservatórios e pela insuficiente oferta de áreas preservadas para integrar a Reserva Legal das propriedades, não foi gerado de uma única vez. Ele é resultante de um longo período de ocupação agrícola das terras, intensificado pelos incentivos e pelo cenário favorável da expansão da cana-de-açúcar

ocorrido nas últimas três décadas, durante as quais não foi dada atenção suficiente à legislação ambiental. Recuperar esse passivo não pode ser visto como um processo rápido ou imediato, o que não implica que deve ser mantida uma postura passiva diante do problema.

A tecnologia de recomposição florestal avançou muito nos últimos anos, aumentando a sua eficiência, reduzindo o tempo de estabilização do sistema e reduzindo os custos significativamente. Apesar disso, a recuperação total do passivo é um processo caro e complexo demais para ser realizado em curto espaço de tempo. A melhor forma de caminhar para uma solução é através de pactos firmados entre os proprietários de terras em situação irregular e o Ministério Público, antecedendo assim a necessidade de ações judiciais ou autuações. Essas ações podem também contar com incentivos do governo ou de agências de desenvolvimento.

A prioridade do resgate do passivo ambiental deve ser feita na REI, pelo fato dessa região ser a de maior expressão do passivo ambiental e pela irreversibilidade de recuperação no caso da expansão urbana se consolidar.

Cenário de recuperação florestal das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal


Para a definição das Áreas de Preservação Permanente e determinação das funções de Reserva Legal, deve-se recorrer à legislação ambiental federal e estadual. Complementações, atualizações ou checagens dessa legislação podem ser contempladas no site www.ipef.br/

legislação.

A restauração das Áreas de Preservação Permanente (APPs) como importante instrumento de proteção dos recursos hídricos (Lima et al, 2001), através de seu papel de filtro de sedimentos e de resíduos químicos, como geradoras de ambientes diversificados para manutenção e restauração de biodiversidade, como corredores florestais interligando os fragmentos remanescentes e para o cumprimento de outras funções, deve ser o alvo principal do programa, mas sem contudo esquecer as áreas necessárias para complementação da Reserva Legal e as áreas de grande interesse ambiental, que estejam fora de APPs e fora das áreas de Reserva Legal.

No município de Piracicaba, foram identificadas, na atualidade, diferentes situações de ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), sendo que algumas dessas situações estão adequadas com a legislação ambiental vigente, pois já foram abandonadas ou estão ocupadas com vegetação natural, mas a maioria dessas APPs ainda estão passíveis de autuações legais, pois estão sendo usadas para algum tipo de atividade de produção ou de urbanização.

Dentre as regulares, 10% do total de APPs do município de Piracicaba estão ocupadas com fragmentos florestais remanescentes, que deveria ser a condição de ocupação de todas as APPs, se tivesse havido planejamento ambiental durante a ocupação agrícola do município. A atuação crescente dos órgãos de fiscalização estadual coibindo as atividades de produção nas APPs já fez com que a atividade



agrícola fosse retirada de 9,5% das APPs totais do município, que são hoje áreas abandonadas pela atividade de produção, várias delas em processo de regeneração natural.

Dentre as ocupações irregulares constatadas no município de Piracicaba, a situação mais abundante foi a ocupação das APPs com cultura de cana-de-açúcar em plena atividade de produção, que representou 45,5% das APPs totais. A segunda situação irregular mais comum no município foi a ocupação das APPs com pastagens, que representou 25% das APPs totais. Em seguida, a terceira situação irregular mais abundante, com 6% das APPs totais, foi a ocupação dessas APPs com algum tipo de urbanização, seguida de ocupação com reflorestamentos de espécies exóticas (0,5% das APPs totais) e outros tipos de ocupação que não vegetação natural ou as ocupações anteriores (0,5% das APPs totais).

Para a restauração dessas áreas, as ações necessárias de restauração devem ser estabelecidas de forma diferenciada para cada situação, respeitando suas particularidades e potencialidades, visando sempre aproveitar ao máximo o potencial auto-regenerativo de cada trecho. O potencial de auto-recuperação de cada área objeto de restauração é definido pelas suas características de uso e ocupação, históricas e atuais, que podem definir a presença e abundância de regenerantes naturais, como indivíduos remanescentes ou como sementes no solo, e pela existência ou não de fragmentos florestais nas proximidades, que podem atuar fornecendo sementes dessas espécies colonizadoras, que

auxiliarão na recuperação da respectiva área.

As áreas denominadas como urbanizadas são aquelas que apresentam edificações, pontes, estradas pavimentadas ou não e as áreas localizadas sob as redes elétricas, onde geralmente a regeneração natural é suprimida ou abafada por roçadas periódicas. Essas áreas, que somam 6% das APPs totais, a princípio não serão restauradas e, portanto, não foram classificadas quanto ao seu potencial regenerativo, mas devem receber especial atenção para que não se tornem vetores de maior degradação nas APPs ocupadas.

As áreas ocupadas com maciços de espécies florestais exóticas, que ocupam 0,5% das APPs totais, em geral apresentam um alto potencial regenerativo, mesmo a longas distâncias dos fragmentos florestais. Isso se deve ao fato dessa cultura se constituir num ambiente muito mais permeável que as demais ocupações agrícolas, pois se caracteriza no geral por práticas silviculturais menos impactantes, com pouco revolvimento do solo, pouca ou nenhuma aplicação de herbicidas, e ciclos muito longos, com grandes intervalos sem interferência do homem. Esses fatores favorecem o trânsito da fauna (principalmente aves) que procura essas áreas arborizadas como refúgios de predadores, e acabam contribuindo com a formação de um banco de sementes e até de plântulas nessas áreas, através das fezes ou do regurgito de sementes.

É importante salientar que, antes de qualquer ação de restauração nas áreas degradadas, é necessário o isolamento dessas áreas já degradadas e daquelas em

processos de degradação (fragmentos florestais) dos fatores de degradação, dentro do conceito de primeiro conservar o que sobrou do processo histórico de degradação, para depois recuperar o que foi indevidamente degradado (Rodrigues & Gandolfi 2001).

As áreas identificadas no zoneamento para restauração deverão ser caracterizadas quanto ao seu potencial de auto-recuperação, de forma a subsidiar a escolha da metodologia de restauração a ser adotada. O aproveitamento do potencial de auto-recuperação dessas áreas a serem restauradas, que depende do seu histórico de uso e ocupação e das características do entorno, certamente possibilitam uma redução dos custos dessa recuperação e uma maior possibilidade de sucesso, já que a efetivação dessa regeneração natural na área em questão se traduz como uma expressão da própria natureza na tentativa de cicatrização daquela degradação.

No entanto, essas áreas que serão objeto de restauração também deverão ser previamente isoladas dos possíveis fatores de degradação, como fogo, gado, descarga de águas pluviais, etc., de forma que esses fatores não prejudiquem os processos de recuperação natural e/ou implantados.

Sendo assim, temos que garantir que todas as ações de recuperação resultem no restabelecimento dos processos ecológicos, que vão efetivamente garantir a perpetuação da recuperação e, portanto, a sua sustentabilidade.

A restauração dos processos ecológicos, que deve ser o objetivo principal de qualquer iniciativa de recuperação, só

ocorrerá se tivermos um grande número de espécies regionais, espécies essas de diferentes comportamentos, participando desse processo de recuperação. Sem isso, a área recuperada pode permanecer ocupada por vegetação florestal por um determinado tempo, mas retornar à condição de degradação, já que essas espécies florestais vão chegar na fase de senescência (morte) e a área não vai apresentar espécies mais longevas, sob a copa daquelas de rápido crescimento, que as substituiriam nesse momento. Quando a área não apresenta tais espécies, quem vai substituí-las são as próprias competidoras que ocupavam a área no momento do pré-plantio, que são mais comumente gramíneas agressivas (colonião, braquiária e outras).

Dentro desse conceito, as áreas que ainda apresentam algum potencial de auto-recuperação, como áreas próximas de fragmentos florestais remanescentes e/ou áreas não utilizadas com atividade agrícola altamente tecnificada, sem aplicação de pesticidas em abundância, sem mecanização intensiva que promova compactação e/ou revolvimento periódico do solo, etc., as ações que são possíveis de serem testadas antes da decisão do plantio total de mudas, que é a mais onerosa e mais passível de erros e de insucesso da iniciativa, são:

1. Isolamento da área (pré-requisito de qualquer ação de restauração);
2. Retirada dos fatores de degradação (pré-requisito de qualquer ação de restauração);
3. Eliminação seletiva ou desbaste de competidores (gramíneas, espécies



Fragmento florestal sem aceiro e afetado por voçoroca na bacia do Ribeirão da Estiva.

- invasoras, lianas ou outras);
- 4. Indução de banco autóctone, com revolvimento superficial do solo.
- 5. Condução da regeneração natural (coroamento, adubação, etc.);
- 6. Implantação de mudas de espécies atrativas da fauna (dispersores) para incrementar o aporte de sementes oriundas de fragmentos do entorno;
- 7. Preenchimento com mudas de espécies de rápido crescimento e boa cobertura (pioneiras e/ou secundárias iniciais) dos vazios não preenchidos pela regeneração natural;
- 8. Enriquecimento dessas áreas preenchidas com espécies iniciais da sucessão (pioneiras e/ou secundárias

iniciais) com sementes ou mudas de espécies da floresta madura (secundárias e/ou climaxes);

E caso essas ações anteriores não tenham resultado satisfatório na ocupação da área com diversidade:

9. Implantação total de mudas de espécies dos diversos grupos ecológicos.

Para pequenos proprietários, tanto o adensamento, como o enriquecimento, como plantio total podem ser feitos privilegiando espécies nativas que poderiam dar algum retorno ao proprietário:

10. Plantio adensado de mudas de espécies melíferas, frutíferas e/ou medicinais.



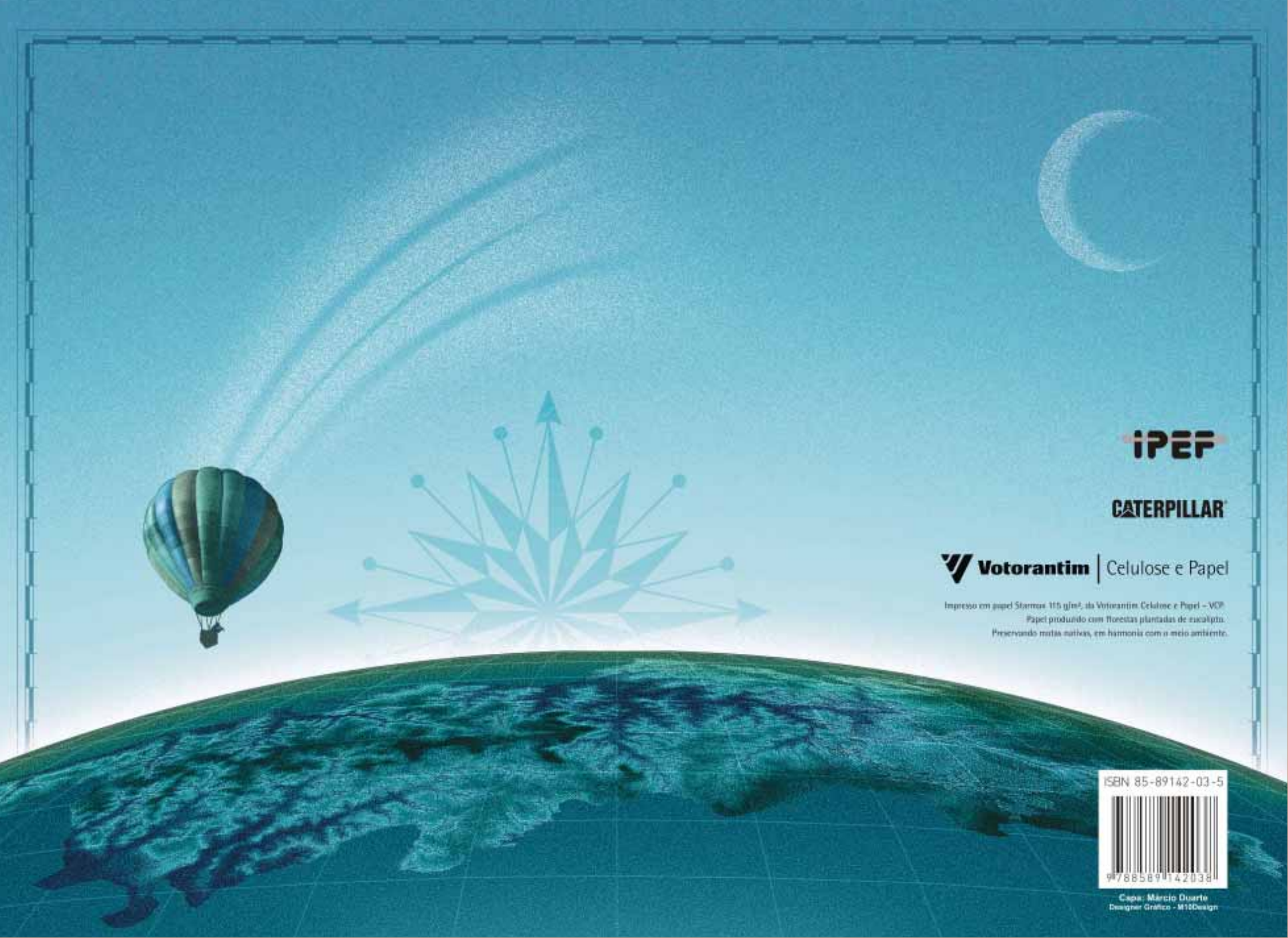
Exemplos de fortes processos erosivos encontrados na região atuando como fatores de degradação.



Plantio de essências nativas em área degradada na bacia do Ribeirão Paredão Vermelho.

Referências

- ALMEIDA, F.F.M. (1964). "Fundamentos geológicos do relevo paulista". São Paulo: Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, v. 41, pp. 169-262.
- BALSADI, O.V. (2001). "Mudanças no meio rural e desafios para o desenvolvimento sustentável". In: São Paulo em Perspectiva. São Paulo: Fundação Seade, v. 15, n. 1, pp. 155-165.
- BARRETTO, A.G.O.P. (2003). "O histórico (1945-2002) da evolução urbana de Piracicaba (SP) analisado do ponto de vista rural: fatores atrativos e restritivos". Relatório final apresentado à Fapesp. Piracicaba: USP/ESALQ.
- BARTHELMESS, H. (1958). "A zona de Piracicaba". Tese de concurso à Livre Docência da Cadeira de Geografia do Brasil. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras/Universidade do Paraná.
- CAMARGO, J.C.G.; CESAR, A.A.; GENTIL, J.P.; PINTO, S.A.F. & TROPPIAIR, H. (1971). "Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do Rio Corumbataí, SP". In: Série Biogeografia 3. São Paulo: Departamento de Geografia, USP.
- CONGLATON, R.G. & GREEN, K. (1999) *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. New York: CRC Press, p. 137.
- CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente (1985). *Áreas naturais do Estado de São Paulo*. São Paulo.
- COUTINHO, L.M. (1978). "O conceito do cerrado". In: Revista brasileira de Botânica 1(1), pp. 17-24.
- FELDMAN, S. (2003). "Política urbana e regional em cidades não-metropolizadas". In: GONÇALVES, M.F.; BRANDÃO, C.A.; GALVÃO, A.C. (ORG.) *Regiões e cidades, cidades nas regiões: O desafio urbano-regional*. São Paulo: UNESP: ANPUR.
- GIANNOTTI, M.A. (2001). "Geotecnologia na análise de problemas sócio-ambientais: o caso da região de Piracicaba". Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 126.
- GOMES, S. T. (2001). "Cadeia produtiva do leite". Parte 1. Belo Horizonte: II Congresso da Cadeia Produtiva do Leite.
- GRAZIANO DA SILVA, J. (1997). "O novo rural brasileiro". In: Nova Economia. Belo Horizonte, v. 7, n. 1, pp. 43-81.
- IBGE. (1998). *Censo agropecuário 1995-1996*. N. 19. São Paulo, Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. (1995). "Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies". In: Revista Brasileira de Botânica (no prelo).
- LEITÃO FILHO, H.F. (1992). "A flora arbórea da Serra do Japi". In: Morellato, L.P.C. *História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp.
- _____. (1990). "Composição florística do estrato arbóreo dos cerrados do Estado de São Paulo". VIII Congresso de Botânica de São Paulo. Campinas: Palestra, p. 59.
- _____. (1992). "A flora arbórea dos cerrados do Estado de São Paulo". In: Hoehnea 19 (1/2), pp. 151-163.
- LOEFGREN, A. (1896). "Ensaio para uma distribuição dos vegetaes nos diversos grupos florísticos no Estado de São Paulo". In: Bolm. Comu. Geogr. Geol. São Paulo. V. 11, pp. 5-50.
- LUCAS, A. (2001). "Produção de leite no município de Piracicaba". Perspectivas de geração de trabalho e renda. Seminário "Desenvolvimento sustentável: Inclusão social e geração de trabalho e renda". Piracicaba: PM, SMINDCOMER, SEMDES.
- MACEDO, A.C. (1993). "Produção de mudas em viveiros florestais: Espécies nativas". In: Fundação Florestal.
- _____. (1993). "Restauração, matas ciliares e de proteção ambiental". In: Fundação Florestal. p. 27.
- MARTIUS, C.F.Ph. (1906). "Flora Brasiliensis. Tabulae Physiognomicae Explicatae". V. 1, pp. 1-268.
- OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. (1989). "Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo". In: Folha de Piracicaba. Campinas: Instituto Agrônomo. São Paulo: Instituto Geográfico e Cartográfico. (escala 1:100.000)
- OTANI, M.N. (coord.). (2000). *Caracterização e estudo de agricultura familiar: O caso dos produtores de leite do município de Lagoinha, SP*. São Paulo: IEA/SAA.
- PERECIN, M.T.G. (1992). "Canoas e monjolos, engenhos e navios". In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba. Piracicaba: Gráfica UNIMEP, ano II, n. 2, pp. 3-12.
- _____. (1995). "Piracicaba nos Anais dos Morgados de Mateus". In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba. Piracicaba: Gráfica UNIMEP, ano IV, n. 4, pp. 7-45.
- PINO, F.A. (org.). (1997). "Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo". São Paulo: IE/CATI/SAA, v. 4.
- POMPERMAYER, R.M.T. (1998). "Espaço urbano de Piracicaba: Sua ocupação e evolução". Relatório final apresentado à Fapesp. Rio Claro: UNESP.
- PRADO, D.E. & GIBBS, P.E. (1993). "Patterns of species distributions in the dry seasonal forest of South America". In: Ann. Missouri Bot. Gard. V. 80, pp. 902-927.
- RIZZINI, C.T. (1963). "Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil". In: Revista Brasileira de Geografia. V. 25 (1), pp. 3-64.
- RODRIGUES, L.N. (1998). "Aspectos sucessionais de um trecho de floresta de encosta íngreme em São Pedro, SP". Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Ciências Florestais, ESALQ/USP, p. 122.
- RODRIGUES, R.R. (1999). "A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno". In: Circular Técnica IPEF, n. 189, p. 17.
- _____. & GANDOLFI, S. (2001). "Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares" In: *Matas Ciliares Conservação e Recuperação*. São Paulo: EDUSP, v. 1, pp. 235-247.
- SAMPAIO, S.S. (1976). "Geografia industrial de Piracicaba: Um exemplo de interação indústria/agricultura". Tese de Doutorado. Rio Claro: IGCE/UNESP.
- SANTOS, M.J.Z. (1980). "Comportamento especial da cultura canavieira do Estado de São Paulo". In: Revista de Geografia. V. 8/9, pp. 31-66.
- SCARLATO, F.C. (1996). "População e urbanização brasileira". In: ROSS, J.L.S. (org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo: EDUSP.
- SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE. (1997). "Cerrado: bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo". São Paulo: p. 113.
- THORNTON, C.W. & MATHER, J.R. (1955). "The water balance". In: Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, p. 104.
- TROPPIAIR, H. (1969). "A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo". In: Biogeografia. V. 1, pp. 1-10.
- VICTOR, M.A.M. (1975). "A devastação florestal". In: Sociedade Brasileira de Silvicultura. São Paulo.
- VIDAL TORRADO, P. (coord.). (2002). "Levantamento pedológico do perímetro urbano de Piracicaba (relatório)". Escala de trabalho 1:10.000.
- VIEIRA, L.F. (1998). "Agricultura e agroindústria familiar". In: Revista Pol. Agric. Rio de Janeiro: ano VII (01), pp. 11-23.



IPEF

CATERPILLAR

Votorantim | Celulose e Papel

Impresso em papel Starros 115 g/m², da Votorantim Celulose e Papel - VCP.
Papel produzido com florestas plantadas de eucalipto.
Preservando matas nativas, em harmonia com o meio ambiente.

ISBN 85-89142-03-5



Capa: Márcio Duarte
Designer Gráfico - M10Design