



DIÁRIO OFICIAL

Piracicaba, 10 de fevereiro de 2012

PODER EXECUTIVO

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

Pregão Presencial nº 238/2011

Objeto: fornecimento parcelado de ração, farelo e grãos, durante o exercício de 2012

HOMOLOGO o procedimento licitatório acima descrito, conforme **ADJUDICAÇÃO** realizada pelo **PREGOEIRO** a favor da(s) seguinte(s) empresa(s):

EMPRESA(S)	ITEM (S)
GEB Comércio de Produtos Agropecuários Ltda Me.	15, 21.
Licitavet Comercial Ltda Epp.	01 a 06, 08 a 12, 14, 16 a 20, 22 a 30.
Marlete do Prado de Oliveira Me.	07, 13, 31.

Piracicaba, 07 de fevereiro de 2012.

BARJAS NEGRI
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

CARTA CONVITE Nº 04/2012

Objeto: Reconstrução de praças no Parque Piracicaba – Rua São Pedro, com fornecimento de materiais, mão-de-obra e equipamentos.

Homologo o procedimento licitatório acima descrito, conforme o parecer da Comissão Permanente de Abertura e Julgamento de Licitações, ficando o objeto licitado **ADJUDICADO** a favor do(s) seguinte(s) participante(s):

EMPRESA(S)	ITEM(S)
Stigma Engenharia e Construções Ltda.	01.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012.

Barjas Negri
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

CARTA CONVITE Nº 07/2012

Objeto: Reconstrução, iluminação, manutenção e Melhorias, nos Centros da Praça General Carlos Machado Bittencourt – Rua José Pinto de Almeida, Mário Neme – Rua Frei Estevam e Irmãos Bonga e Daniel – Rua Silva Jardim, com fornecimento de materiais, mão-de-obra e equipamentos.

Homologo o procedimento licitatório acima descrito, conforme o parecer da Comissão Permanente de Abertura e Julgamento de Licitações, ficando o objeto licitado **ADJUDICADO** a favor do(s) seguinte(s) participante(s):

EMPRESA(S)	ITEM(S)
G.A.G CONSTRUTORA LTDA.	01.

Piracicaba, 06 de fevereiro de 2012.

Barjas Negri
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

Pregão Presencial nº 06/2012

Objeto: Aquisição de móveis de marcenaria.

HOMOLOGO o procedimento licitatório acima descrito, conforme **ADJUDICAÇÃO** realizada pelo **PREGOEIRO** a favor da(s) seguinte(s) empresa(s):

EMPRESA(S)	LOTE (S)
Dellon Móveis Planejados Ltda. ME	01.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012.

BARJAS NEGRI
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

Pregão Presencial nº 08/2012

Objeto: fornecimento parcelado de leite durante o exercício de 2012.

HOMOLOGO o procedimento licitatório acima descrito, conforme **ADJUDICAÇÃO** realizada pelo **PREGOEIRO** a favor da(s) seguinte(s) empresa(s):

EMPRESA(S)	ITEM (S)
Comercial João Afonso Ltda.	01.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012.

BARJAS NEGRI
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

Pregão Presencial nº 09/2012

Objeto: Aquisição e instalação de equipamentos de ar condicionado

HOMOLOGO o procedimento licitatório acima descrito, conforme **ADJUDICAÇÃO** realizada pelo **PREGOEIRO** a favor da(s) seguinte(s) empresa(s):

EMPRESA(S)	ITEM (S)
TM PIRACICABA AR CONDICIONADO LTDA	01.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012.

BARJAS NEGRI
Prefeito Municipal

TERMO DE HOMOLOGAÇÃO

Pregão Presencial nº 11/2012

Objeto: Locação de estruturas com serviços de montagem e desmontagem para realização dos desfiles das Escolas de Samba do Carnaval 2012

HOMOLOGO o procedimento licitatório acima descrito, conforme **ADJUDICAÇÃO** realizada pelo **PREGOEIRO** a favor da(s) seguinte(s) empresa(s):

EMPRESA(S)	ITEM (S)
Fabio Rodrigues Locações e Eventos Me	01.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012.

BARJAS NEGRI
Prefeito Municipal

SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO

COMUNICADO

Pregão Presencial nº 224/2011

Prestação de serviços de sonorização em eventos, come quipamentos de mão-de-obra, durante o exercício de 2012

Comunicamos que, após análise recurso interposto pela empresa LASE PROMOÇÕES ARTÍSTICAS LTDA ME e impugnação interposta pela empresa EXODUS SOM COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA e, ainda, com base no Parecer da Procuradoria Geral (fls.261/264), que concluiu pela improcedência do do recurso e procedência da impugnação, ficam ADJUDICADOS os itens 01 ao 03 para a empresa EXODUS SOM COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.

Piracicaba, 09 de fevereiro de 2012.

Maíra Martins de Oliveira Pessini
Chefe da Divisão de Compras

CONVOCAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Piracicaba leva ao conhecimento dos interessados, fica(m) convocados(as) os(as) candidatos(as) abaixo relacionados(as) classificados(as) no Concurso Público Edital nº 09/2011 para o emprego em regime CLT, para comparecer(em) no Departamento de Recursos Humanos, sito a rua Antonio Correa Barbosa, 2233, centro cívico, 7º andar, no dia 10 de fevereiro de 2012, as 14:00 horas, munidos(as) de documentos da relação anexa:

Documento Original:

- a) Antecedente Criminal//Poupatempo/ se for impresso da internet, trazer cópia autenticada do RG;
 - b) Carteira de Trabalho;
 - Cópia Legível:
 - c) R.G.- Documento de Identidade;
 - d) CPF – Cadastro de Pessoa Física;
 - e) Carteira de Trabalho (foto e qualificação civil);
 - f) Título de Eleitor;
 - g) Comprovante da última eleição;
 - h) Certidão de Nascimento ou Casamento;
 - i) Ensino Fundamental Completo com conhecimento de aplicativos de escritório (Office);;
 - j) Cartão do Pis/Pasep;
 - k) 2 (duas) fotos 3x4 recentes;
 - l) Certificado de Reservista;
- Auxiliar Administrativo:
- | Classificação | Nome: |
|---------------|---------------------------------------|
| 1º | Gabriel Arthur Prospero Orsini |
| 2º | Celia Aparecida Moraes Leite Bellucco |
| 3º | Agnes Roberta Eisaqui Alemar |
| 4º | Ozias Mainardes Filho |

O não comparecimento no dia e horário estipulados será considerado como desistência do(a) convocado(a).

Piracicaba, 03 de fevereiro de 2012.

Newton Yasuo Furucho
Secretário Municipal de Administração

EDITAL DE CONVOCAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Piracicaba leva ao conhecimento dos interessados, que fica(m) convocados(as) os(as) candidatos(as) classificados(as) abaixo relacionados(as), em Regime CLT, para preenchimento das vagas (Edital nº 06/2011), para comparecer(em), no Departamento de Recursos Humanos, 7º andar, sito a Rua Antonio Correa Barbosa, 2233, no dia 10 de fevereiro de 2012, as 15:00, munidos de documentos da relação anexa:

Documento Original

- a) Antecedente Criminal / se for impresso da internet, trazer cópia de RG autenticada;
- Cópia Legível:
- b) R.G.- Documento de Identidade;
- c) Título de eleitor;
- d) Comprovante da última Votação;
- e) CPF – Cadastro de Pessoa Física;
- f) Carteira de Trabalho (foto e qualificação civil);
- g) Certidão de Nascimento ou Casamento;

Diário Oficial na internet

acesse:
www.piracicaba.sp.gov.br



h) Cartão do PIS/PASEP;
i) Ensino Fundamental Completo;
j) Carteira Nacional de Habilitação, "Categoria D" ou superior;
k) Certificado de Reservista;
l) 2 (duas) fotos 3x4 recentes.
Operador de Máquinas:
Classificação Nome
4º Lazaro Antonio Mandro
5º Paulo Gilberto Sciorilli de Almeida
1ºRN Jose Severino dos Santos, zerando assim a lista de classificados optantes da RN
O não comparecimento no dia e horário estipulados será considerado como desistência do(a) convocado(a).
É importante ressaltar que, estamos convocando mais candidatos que o número de vagas para cobrir possíveis desistências.

Piracicaba, 06 de fevereiro de 2012.

Newton Yasuo Furucho
Secretário Municipal de Administração

CONVOCAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Piracicaba leva ao conhecimento dos interessados, ficam convocados(as) os(as) candidatos(as) abaixo relacionados(as) classificados(as) no Concurso Público, Edital nº 01/2008, em Regime Estatutário, para comparecer(em), no Departamento de Recursos humanos, sito a rua Antonio Correa Barbosa, 2233, no 7º andar, no dia 10 de fevereiro de 2012, as 10:00 horas, munidos(as) de documentos da relação anexa:

Documento Original:

- a) Antecedente Criminal/Poupatempo/se for impresso da internet, trazer cópia de RG autenticado;
Cópia Legível:
b) R.G.- Documento de Identidade;
c) CPF – Cadastro de Pessoa Física;
d) Carteira de Trabalho (foto e qualificação civil);
e) Título de Eleitor;
f) Comprovante da última eleição;
g) Certidão de Nascimento ou Casamento;
h) Ensino Superior Completo;
i) Cartão do Pis/Pasep;
j) 2 (duas) fotos 3x4 recentes;
k) Certificado de Reservista;
Programador Cultural:
Classificação Nome
4º Victor Marchezini
5º Raquel Montan Torres
O não comparecimento no dia e horário estipulados será considerado como desistência do(a) convocado(a).
É importante ressaltar que, estamos convocando mais candidatos que o número de vagas para cobrir possíveis desistências

Piracicaba, 06 de fevereiro de 2012.

Newton Yasuo Furucho
Secretário Municipal de Administração

EXPEDIENTE DO DIA 09 DE FEVEREIRO DE 2012

PORTARIAS ASSINADAS – Barjas Negri, Prefeito do Município de Piracicaba, assinou as seguintes Portarias:

- **EXONERANDO** a pedido e com fundamento no artigo 43, da Lei Municipal nº 1972/72 o **Sr. FABIO HENRIQUE DINAS DE ANDRADE**, R.G. 34.952.609-6, em 01.02.2012, do cargo que exerce em comissão de Encarregado de Equipe, referência 11-A, junto a Secretaria Municipal de Saúde.

- **EXONERANDO** a pedido e com fundamento no artigo 43, da Lei Municipal nº 1972/72 o **Sr. PAULO RICARDO BAGGIO SIMEONI**, R.G. 8.152.495-5, em 01.02.2012, do cargo que exerce em caráter efetivo de Médico Plantonista, referência P-1, junto a Secretaria Municipal de Saúde.

- **NOMEANDO** com fundamento no artigo 13, inciso I, da Lei Municipal nº 1972/72 e em razão de aprovação em Concurso Público, a **Sra. MARCIA FABIANA DA SILVA**, R.G. 41.692.798-1, para exercer o cargo efetivo de Professor de Educação Física, referência 14-A, sujeito a estágio probatório, cargo criado pelas Leis Municipais nºs 5232/02 e 6618/09.

PREGÃO ELETRÔNICO nº 09/2012

OBJETO: Aquisição de equipamentos odontológicos.

ABERTURA DAS PROPOSTAS: 23/02/2012 às 8h.
INÍCIO DA SESSÃO DE DISPUTA DE PREÇOS: 23/02/2012 às 9h.

O Edital completo poderá ser obtido na Divisão de Compras, sita a Rua Antonio Correa Barbosa, 2233 1º andar, no horário de 08:30h às 16:30h ou pelo endereço eletrônico <http://www.licitapira.piracicaba.sp.gov.br>.
Fone (19) 3403-1020. Fax (19) 3403-1024.

Piracicaba, 08 de fevereiro de 2012

Maíra Martins de Oliveira Pessini
Chefe da Divisão de Compras

SECRETARIA MUNICIPAL
DE EDUCAÇÃO

PORTARIA Nº 03 DE 25 JANEIRO DE 2012.

Designa, em substituição temporária, Professor Coordenador da Escola Municipal "RACHEL DE QUEIROZ"

GABRIEL FERRATO DOS SANTOS, Secretário Municipal de Educação, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei Municipal nº 7.017, de 17 de maio de 2.011, e

CONSIDERANDO, o afastamento da servidora pública municipal TATIANA DA SILVA VARGAS TITONELLI devido ao gozo de licença maternidade, com prorrogação, de acordo com a Lei Municipal nº 7000, tendo a mesma sido nomeada para a função gratificada de Professor Coordenador da Escola Municipal "RACHEL DE QUEIROZ", função esta que não pode permanecer sem o respectivo titular haja vista a necessidade de manutenção e continuidade regular das atividades na referida unidade escolar,

R E S O L V E

Art. 1º Designar a servidora pública municipal ELIANA APARECIDA RODRIGUES, brasileira, solteira, ocupante do cargo de PROFESSOR DE ENSINO FUNDAMENTAL, inscrita no CPF sob nº 038.815.828-00 e portadora do RG nº 17.409.153-9 e do número funcional 14.137-3, residente e domiciliada na Rua Pascoalina Orlando, 79, Vila Independência, neste município, para substituir em caráter temporário a função de Professor Coordenador da Escola Municipal " RACHEL DE QUEIROZ", pelo prazo de 60 (sessenta) dias no período de 10 de fevereiro a 9 de abril de 2012, aplicando-se para tanto, todas as disposições legais constantes da Lei Municipal nº 7.017, de 17 de maio de 2.011.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, sendo que a reassunção da função gratificada por seu titular faz cessar, automaticamente, os efeitos da substituição.

Secretaria Municipal de Educação de Piracicaba, em 25 de janeiro de 2.012.

GABRIEL FERRATO DOS SANTOS
Secretário Municipal de Educação

SECRETARIA MUNICIPAL
DE FINANÇAS

INSTRUÇÃO NORMATIVA S. F. Nº 06 / 2012

(Dispõe sobre a Nota Fiscal eletrônica, estabelece obrigatoriedade de utilização, emissão de documento substituto e dá outras providências).

JOSE ADMIR MORAES LEITE, Secretário Municipal de Finanças da Prefeitura do Município de Piracicaba no uso de suas atribuições legais.

Considerando a Lei Complementar nº 224, de 13 de novembro de 2008, que "Dispõe sobre a consolidação das leis que disciplinam o sistema tributário municipal",

Considerando o Decreto nº 14.473, de 29 de dezembro de 2011 - que Institui no Município de Piracicaba a Nota Fiscal emitida por sistema eletrônico (*NF-e*), para o cumprimento das obrigações fiscais do Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN e dá outras providências,

RESOLVE:

Art. 1º Os prestadores de serviços descritos no ANEXO I integrante da presente Instrução, ficam obrigados, a partir de 31 de março de 2012, a emitir a Nota Fiscal de Serviços Eletrônica (*NF-e*) de que trata o Decreto nº 14.473, de 29 de dezembro de 2011 - que Institui no Município de Piracicaba a Nota Fiscal emitida por sistema eletrônico (*NF-e*), para o cumprimento das obrigações fiscais do Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN e dá outras providências.

Art. 2º Sujeita-se a obrigação prevista no Artigo anterior as Pessoas Jurídicas ou equiparadas e as Firms Individuais que prestem serviços e sejam inscritas no Cadastro Mobiliário de Contribuintes – CMC.

§ 1º Excluem-se da presente obrigatoriedade as Pessoas Físicas, Profissionais Autônomos e Sociedade de Profissionais, mesmo quando enquadradas nas atividades descritas no ANEXO I.

§ 2º Todos os prestadores de serviços não obrigados e não optantes deverão permanecer utilizando as Notas Fiscais convencionais, conforme estabelecido na legislação municipal.

Art. 3º Os prestadores de Serviços excluídos da presente obrigatoriedade, poderão optar pela emissão da Nota Fiscal Eletrônica (*NF-e*), inclusive as Pessoas Físicas, os Profissionais Autônomos e as Sociedade de Profissionais devidamente constituídas,

Art. 4º Os Prestadores de Serviços que se utilizares da Nota Fiscal Eletrônica – *NF-e* deverão comparecer junto ao atendimento da Divisão de Fiscalização localizado no Andar Térreo2 do "Centro Cívico e Cultural Cont. Florivaldo Coelho Prates" trazendo as notas fiscais convencionais não utilizadas, no prazo de 90 (noventa) dias a contar de 31/03/2012, para serem inutilizadas.

Art. 5º A Nota Fiscal Eletrônica (*NF-e*) deve ser emitida "on-line", por meio da Internet, no endereço eletrônico <http://www.sistemas.piracicaba.sp.gov.br/semfi/simpliss/contrib/> pelos prestadores de serviços usuários do sistema, mediante a utilização da Senha Web, obtida através de solicitação feita no referido endereço eletrônico.

Parágrafo Único. Os prestadores de serviços que forem se utilizar da Nota Fiscal Eletrônica NF-e devem antes do início do prazo para emissão, credenciar-se para obtenção da senha de autorização de acesso ao sistema emissor.

Art. 6º Poderão ser deferidos regimes especiais de emissão da *NF-e* devendo o interessado protocolizar requerimento nesse sentido onde deverá esclarecer a situação de fato e em não havendo impedimento será autorizado mediante a aplicação de procedimentos a serem determinados.

Paragrafo Único. Nos casos em que já se utiliza a Nota Fiscal convencional, o interessado poderá continuar a sua emissão, até que seja Deferido ou não o pedido.

Art. 8º As demais disposições legais contidas em Normas Municipais, que tratam da emissão de Documento fiscal de prestação de serviços permanecem inalterados e aplicam-se integralmente aos procedimentos inerentes a emissão de Nota Fiscal eletrônica ora aprovada.

Art. 9º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Piracicaba, 07 de fevereiro de 2012

JOSÉ ADMIR MORAES LEITE
Secretário Municipal de Finanças

ANEXO

INSTRUÇÃO NORMATIVA S. F. Nº 06 / 2012

(Dispõe sobre a Nota Fiscal eletrônica, estabelece obrigatoriedade de utilização, emissão de documento substituto e dá outras providências)

ANEXO I

Relação dos prestadores de Serviços obrigados a emissão da Nota Fiscal Eletrônica com base no Artigo 239 - Lista de Serviços - da Lei Complementar nº 224, de 13 de novembro de 2008, Que dispõe sobre a consolidação das leis que disciplinam o sistema tributário municipal.

ITEM – DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

- 1.01 – Análise e desenvolvimento de sistemas.
- 1.02 – Programação.
- 1.03 – Processamento de dados e congêneres.
- 1.04 – Elaboração de programas de computadores, inclusive de jogos eletrônicos.
- 1.05 – Licenciamento ou cessão de direito de uso de programas de computação.
- 1.06 – Assessoria e consultoria em informática.
- 1.07 – Suporte técnico em informática, inclusive instalação, configuração e manutenção de programas de computação e bancos de dados.
- 1.08 – Planejamento, confecção, manutenção e atualização de páginas eletrônicas.
- 2.01 – Serviços de pesquisa e desenvolvimento de qualquer natureza.
- 3.02 – Cessão de direito de uso de marcas e de sinais de propaganda.
- 3.03 – Exploração de salões de festas, centro de convenções, escritórios virtuais, stands, Quadras esportivas, estádios, ginásios, auditórios, casas de espetáculos, parques de diversões, canchas e congêneres, para realização de eventos ou negócios de qualquer natureza.
- 3.04 – Locação, sublocação, arrendamento, direito de passagem ou permissão de uso, compartilhado ou não, de ferrovia, rodovia, postes, cabos, dutos e condutos de qualquer natureza.
- 3.05 – Cessão de andaimes, palcos, coberturas e outras estruturas de uso temporário.
- 4.02 – Análises clínicas, patologia, eletricidade médica, radioterapia, quimioterapia, ultra-sonografia, ressonância magnética, radiologia, tomografia e congêneres.
- 4.03 – Hospitais, clínicas, laboratórios, sanatórios, manicômios, casas de saúde, prontos-socorros, ambulatórios e congêneres.
- 4.17 – Casas de repouso e de recuperação, creches, asilos e congêneres.
- 4.18 – Inseminação artificial, fertilização in vitro e congêneres.
- 4.19 – Bancos de sangue, leite, pele, olhos, óvulos, sêmen e congêneres.



4.20 – Coleta de sangue, leite, tecidos, sêmen, órgãos e materiais biológicos de qualquer espécie.

4.21 – Unidade de atendimento, assistência ou tratamento móvel e congêneres.

4.22 – Planos de medicina de grupo ou individual e convênios para prestação de assistência médica, hospitalar, odontológica e congêneres.

4.23 – Outros planos de saúde que se cumpram através de serviços de terceiros contratados, credenciados, cooperados ou apenas pagos pelo operador do plano mediante indicação do beneficiário.

5.02 – Hospitais, clínicas, ambulatórios, prontos-socorros e congêneres, na área veterinária.

5.03 – Laboratórios de análise na área veterinária.

5.04 – Inseminação artificial, fertilização in vitro e congêneres.

5.05 – Bancos de sangue e de órgãos e congêneres.

5.06 – Coleta de sangue, leite, tecidos, sêmen, órgãos e materiais biológicos de qualquer espécie.

5.07 – Unidade de atendimento, assistência ou tratamento móvel e congêneres.

5.09 – Planos de atendimento e assistência médico-veterinária.

6.04 – Ginástica, dança, esportes, natação, artes marciais e demais atividades físicas.

6.05 – Centros de emagrecimento, spa e congêneres.

7.01 – Engenharia, agronomia, agrimensura, arquitetura, geologia, urbanismo, paisagismo e congêneres.

7.02 – Execução, por administração, empreitada ou subempreitada, de obras de construção civil, hidráulica ou elétrica e de outras obras semelhantes, inclusive sondagem, perfuração de poços, escavação, drenagem e irrigação, terraplanagem, pavimentação, concretagem e a instalação e montagem de produtos, peças e equipamentos (exceto o fornecimento de mercadorias produzidas pelo prestador de serviços fora do local da prestação dos serviços, que fica sujeito ao ICMS).

7.03 – Elaboração de planos diretores, estudos de viabilidade, estudos organizacionais e outros, relacionados com obras e serviços de engenharia; elaboração de anteprojetos, projetos básicos e projetos executivos para trabalhos de engenharia.

7.04 – Demolição.

7.05 – Reparação, conservação e reforma de edifícios, estradas, pontes, portos e congêneres (exceto o fornecimento de mercadorias produzidas pelo prestador dos serviços, fora do local da prestação dos serviços, que fica sujeito ao ICMS).

7.06 – Colocação e instalação de tapetes, carpetes, assoalhos, cortinas, revestimentos de parede, vidros, divisórias, placas de gesso e congêneres, com material fornecido pelo tomador do serviço.

7.07 – Recuperação, raspagem, polimento e lustração de pisos e congêneres.

7.08 – Calafetação.

7.09 – Varrição, coleta, remoção, incineração, tratamento, reciclagem, separação e destinação final de lixo, rejeitos e outros resíduos quaisquer.

7.10 – Limpeza, manutenção e conservação de vias e logradouros públicos, imóveis, chaminés, piscinas, parques, jardins e congêneres.

7.11 – Decoração e jardinagem, inclusive corte e poda de árvores.

7.12 – Controle e tratamento de efluentes de qualquer natureza e de agentes físicos, químicos e biológicos.

7.13 – Dedetização, desinfecção, desinsetização, imunização, higienização, desratização, pulverização e congêneres.

7.16 – Florestamento, reflorestamento, semeadura, adubação e congêneres.

7.17 – Escoramento, contenção de encostas e serviços congêneres.

7.18 – Limpeza e dragagem de rios, portos, canais, baías, lagos, lagoas, represas, açudes e congêneres.

7.19 – Acompanhamento e fiscalização da execução de obras de engenharia, arquitetura e urbanismo.

7.20 – Aerofotogrametria (inclusive interpretação), cartografia, mapeamento, levantamentos topográficos, batimétricos, geográficos, geodésicos, geológicos, geofísicos e congêneres.

7.21 – Pesquisa, perfuração, cimentação, mergulho, perfilagem, concretação, testemunhagem, pescaria, estimulação e outros serviços relacionados com a exploração e a exploração de petróleo, gás natural e de outros recursos minerais.

7.22 – Nucleação e bombardeamento de nuvens e congêneres.

8.01 – Ensino regular pré-escolar, fundamental, médio e superior.

8.02 – Instrução, treinamento, orientação pedagógica e educacional, avaliação de conhecimentos de qualquer natureza.

9.01 – Hospedagem de qualquer natureza em hotéis, apart-service condominiais, flat, apart-hotéis, hotéis residência, residence-service, suite service, hotelaria marítima, motéis, pensões e congêneres; ocupação por temporada com fornecimento de serviço (o valor da alimentação e gorjeta, quando incluído no preço da diária, fica sujeito ao Imposto Sobre Serviços).

9.02 – Agenciamento, organização, promoção, intermediação e execução de programas de turismo, passeios, viagens, excursões, hospedagens e congêneres.

10.01 – Agenciamento, corretagem ou intermediação de câmbio, de seguros, de cartões de crédito, de planos de saúde e de planos de previdência privada.

10.02 – Agenciamento, corretagem ou intermediação de títulos em geral, valores mobiliários e contratos quaisquer.

10.03 – Agenciamento, corretagem ou intermediação de direitos de propriedade industrial, artística ou literária.

10.04 – Agenciamento, corretagem ou intermediação de contratos de arrendamento mercantil (leasing), de franquia (franchising) e de faturização (factoring).

10.05 – Agenciamento, corretagem ou intermediação de bens móveis ou imóveis, não abrangidos em outros itens ou subitens, inclusive aqueles

realizados no âmbito de Bolsas de Mercadorias e Futuros, por quaisquer meios.

10.06 – Agenciamento marítimo.

10.07 – Agenciamento de notícias.

10.08 – Agenciamento de publicidade e propaganda, inclusive o agenciamento de veiculação por quaisquer meios.

10.09 – Representação de qualquer natureza, inclusive comercial.

10.10 – Distribuição de bens de terceiros.

11.01 – Guarda e estacionamento de veículos terrestres automotores, de aeronaves e de embarcações.

11.02 – Vigilância, segurança ou monitoramento de bens e pessoas.

11.03 – Escolta, inclusive de veículos e cargas.

11.04 – Armazenamento, depósito, carga, descarga, arrumação e guarda de bens de qualquer espécie.

12.13 – Produção, mediante ou sem encomenda prévia, de eventos, espetáculos, entrevistas, shows, ballet, danças, desfiles, bailes, teatros, óperas, concertos, recitais, festivais e congêneres.

13.02 – Fonografia ou gravação de sons, inclusive truçagem, dublagem, mixagem e congêneres.

13.03 – Fotografia e cinematografia, inclusive revelação, ampliação, cópia, reprodução, truçagem e congêneres.

13.04 – Reprografia, microfilmagem e digitalização.

13.05 – Composição gráfica, fotocomposição, clichéria, zincografia, litografia, fotolitografia.

14.01 – Lubrificação, limpeza, lustração, revisão, carga e recarga, conserto, restauração, blindagem, manutenção e conservação de máquinas, veículos, aparelhos, equipamentos, motores, elevadores ou de qualquer objeto (exceto peças e partes empregadas, que ficam sujeitas ao ICMS).

14.02 – Assistência técnica.

14.03 – Recondicionamento de motores (exceto peças e partes empregadas, que ficam sujeitas ao ICMS).

14.04 – Recauchutagem ou regeneração de pneus.

14.05 – Restauração, recondicionamento, acondicionamento, pintura, beneficiamento, lavagem, secagem, tingimento, galvanoplastia, anodização, corte, recorte, polimento, plastificação e congêneres, de objetos quaisquer.

14.06 – Instalação e montagem de aparelhos, máquinas e equipamentos, inclusive montagem industrial, prestados ao usuário final, exclusivamente com material por ele fornecido.

14.10 – Tinturaria e lavanderia.

16.01 – Serviços de transporte de natureza municipal.

17.01 – Assessoria ou consultoria de qualquer natureza, não contida em outros itens desta lista; análise, exame, pesquisa, coleta, compilação e fornecimento de dados e informações de qualquer natureza, inclusive cadastro e similares.

17.04 – Recrutamento, agenciamento, seleção e colocação de mão-de-obra.

17.05 – Fornecimento de mão-de-obra, mesmo em caráter temporário, inclusive de empregados ou trabalhadores, avulsos ou temporários, contratados pelo prestador de serviço.

17.06 – Propaganda e publicidade, inclusive promoção de vendas, planejamento de campanhas ou sistemas de publicidade, elaboração de desenhos, textos e demais materiais publicitários.

17.08 – Franquia (franchising).

17.11 – Organização de festas e recepções; bufê (exceto o fornecimento de alimentação e bebidas, que fica sujeito ao ICMS).

17.12 – Administração em geral, inclusive de bens e negócios de terceiros.

17.20 – Consultoria e assessoria econômica ou financeira.

17.21 – Estatística.

17.22 – Cobrança em geral.

17.23 – Assessoria, análise, avaliação, atendimento, consulta, cadastro, seleção, gerenciamento de informações, administração de contas a receber ou a pagar e em geral, relacionados a operações de faturização (factoring).

18.01 – Serviços de regulação de sinistros vinculados a contratos de seguros; inspeção e avaliação de riscos para cobertura de contratos de seguros; prevenção e gerência de riscos seguráveis e congêneres.

23.01 – Serviços de programação e comunicação visual, desenho industrial e congêneres.

24.01 – Serviços de chaveiros, confecção de carimbos, placas, sinalização visual, banners, adesivos e congêneres.

25.01 – Funerais, inclusive fornecimento de caixão, urna ou esquifes; aluguel de capela; transporte do corpo cadavérico; fornecimento de flores, coroas e outros paramentos; desembarço de certidão de óbito; fornecimento de véu, essa e outros adornos; embalsamento, embelezamento, conservação ou restauração de cadáveres.

25.02 – Cremação de corpos e partes de corpos cadavéricos.

25.03 – Planos ou convênio funerários.

26.01 – Serviços de coleta, remessa ou entrega de correspondências, documentos, objetos, bens ou valores, inclusive pelos correios e suas agências franqueadas; courier e congêneres.

31.01 – Serviços técnicos em edificações, eletrônica, eletrotécnica, mecânica, telecomunicações e congêneres.

33.01 – Serviços de desembarço aduaneiro, comissários, despachantes e congêneres.

Piracicaba, 02 de fevereiro de 2012.

JOSE ADMIR MORAES LEITE
Secretário Municipal de Finanças

SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE

Departamento de Controle Ambiental
DIVISÃO DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO

Pelo presente Edital, informamos os Autos de Infração, Notificações e Comunicados, devolvidas do Correio através de "AR" Aviso de Recebimento, conforme segue abaixo relacionados, desta Secretaria.

NOME: ANTONIA VERGINIAN F. DEGASPARI
ENDEREÇO: RUA RIACHUELO, 1607
DOCUMENTO: NP 47262
NOME: ARY BARTHOLOMEU STIPP
ENDEREÇO: RUA DO ROSARIO, 1113
DOCUMENTO: NP 47272
NOME: BENEDITO S. FILHO SPOLIO
ENDEREÇO: RUA DR AFONSO BACCARI, 106
DOCUMENTO: NP 47263
NOME: CARMELO VALENCIO FILHO
ENDEREÇO: RUA JOSE ALVES DE SOUZA, 89
DOCUMENTO: AI 15137
NOME: CELIA REGINA SOARES
ENDEREÇO: RUA DEZ, 180
DOCUMENTO: AI 15630
NOME: CLEDSON PATRICIO OLIVEIRA
ENDEREÇO: RUA LUTERO LUIZ, 135
DOCUMENTO: AI 15578
NOME: EDILSON TEIXEIRA DA SILVA
ENDEREÇO: RUA LUIZ SILVELLO, 244
DOCUMENTO: AI 15491
NOME: FERNANDO C. DELLA ANTONIA
ENDEREÇO: RUA JOÃO DE SOUZA ARANHA, 36
DOCUMENTO: AI 15573
NOME: GRASIELA CRISTIANE M. SAUGO
ENDEREÇO: RUA FINLANDIA, 56
DOCUMENTO: NP 47254
NOME: JOÃO FRANCISCO GRANZIOL
ENDEREÇO: RUA INFANTE DOM HENRIQUE, 337
DOCUMENTO: AI 15715
NOME: JOSE GUERRA
ENDEREÇO: RUA DOM PEDRO II, 962
DOCUMENTO: NP 47271
NOME: MAB GODOY SERV. ADMINIST.
ENDEREÇO: RUA SALDANHA MARINHO, 562
DOCUMENTO: AI 15627
NOME: MARIA APARECIDA LOPES
ENDEREÇO: RUA ANTONIO PINESE, 85
DOCUMENTO: NP 45788
NOME: MARIA CARMELITA B. DA SILVA
ENDEREÇO: RUA DOS FALCOES, 503
DOCUMENTO: AI 15579
NOME: MULHERES PROSPERAS EMPREENDIMENTOS
ENDEREÇO: RUA FREDERICO RENZZO, 270 - AGUAS DE LINDOIA
DOCUMENTO: NP 45869
NOME: NEILE CASALE
ENDEREÇO: RUA VISCONDE DO RIO BRANCO, 2060 APT0 82
DOCUMENTO: AI 15426
NOME: OLGA CALDEIREIRO
ENDEREÇO: RUA EROTIDES DE CAMPOS, 266
DOCUMENTO: AI 15474
NOME: OLGA CALDEIREIRO
ENDEREÇO: RUA EROTIDES DE CAMPOS, 266
DOCUMENTO: AI 15475
NOME: PORTAL DA AGUA BRANCA EMPREENDIMENTOS
ENDEREÇO: ROD. DO AÇUCAR SP 308 KM 162 SALA 02
DOCUMENTO: NP 45148
NOME: VERA LUCIA G. DE OLIVEIRA
ENDEREÇO: RUA TIRADENTES, 1119
DOCUMENTO: NP 39424

terça-feira, 31 de janeiro de 2012

Engº. Agrº.Francisco Rogerio Vidal e Silva
Secretário Municipal de Defesa do Meio Ambiente

COMAD

RESOLUÇÃO 001/2012

O CONSELHO MUNICIPAL SOBRE ALCOOL E OUTRAS DROGAS no uso de suas atribuições que lhe foi conferida pela Lei Complementar nº. 221 de 18 de agosto de 2008.

Resolve:

Artigo 1º. Tornar público a composição da mesa diretora para a gestão 2011/2013, sendo ela composta por:

Major Adriana Cristina S. Nunes	Presidente
Geci de Souza Fontanella	Secretária Executiva

Art.2º - Os trabalhos desenvolvidos pelos membros ora nomeados serão gratuitos e considerados de relevância para o município.
Art.3º - Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação

Piracicaba, 06 de fevereiro 2012.



SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Nº 289/10

www.irrigart.com.br

RELATÓRIO Nº 289/10



Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/ SP

Relatório 1 - Plano de Trabalho Detalhado março|2010

Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba
Contrato nº25/2010
Convite nº 001/2010 - Processo nº 170/2010

Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/ SP

Relatório 1 - Plano de Trabalho Detalhado março|2010

ÍNDICE GERAL

1. CONTEXTO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVAS.....	1
2. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	3
2.1 Objetivos Gerais.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	5
3. METODOLOGIA.....	5
3.1 1ª Fase do trabalho– escala 1:50.000.....	7
3.1.1 Atualização da carta de uso e ocupação do solo urbano e rural e atividades afins;.....	7
3.1.2 Coleta de informações secundárias.....	9
3.1.3 Coleta de informações primárias.....	10
3.1.4 Elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental do Município de Piracicaba.....	10
3.1.5 Fechamento do diagnóstico geral e hierarquização das bacias hidrográficas.....	12
3.2 2ª Fase do trabalho– escala 1:10.000.....	12
3.3 3ª Etapa - Plano de metas e ações.....	13
3.4 4ª Etapa – Relatório Final Consolidado.....	14
4. COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO.....	15
5. EQUIPE TÉCNICA.....	15
6. FLUXOGRAMA METODOLÓGICO.....	15
7. CRONOGRAMA.....	15

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DO PROJETO.....	17
--	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Fluxograma de atividades.....	16
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ.....	2
Figura 2. Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ e à Bacia Tietê/Sorocaba.....	3
Figura 3. Relação dos maiores municípios paulistas.....	6
Figura 4. Fluxograma ilustrativo das principais etapas desenvolvidas neste trabalho.....	8
Figura 5. Exemplo de carta de risco potencial a erosão.....	11
Figura 6. Exemplo de quadro resumo do Plano de Metas e Ações.....	14

TÍTULO: Plano Municipal de Recursos Hídricos: R1 - Plano de Trabalho

INTERESSADO: SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto

1. CONTEXTO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVAS

O SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto do município de Piracicaba, realizou processo licitatório para contratação de empresa de engenharia para a elaboração do “Plano Municipal de Recursos Hídricos”, um dos instrumentos previstos na Lei Complementar nº 212/07 que “trata da Política Municipal de Gestão de Recursos Hídricos”, de 12 de dezembro de 2007.

A Irrigart Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda, situada há mais de 10 anos no município de Piracicaba, participou e venceu o processo licitatório promovido pelo SEMAE e entrega, conforme consta no Termo de referência, o Plano de Trabalho.

O Plano de Trabalho elaborado deve descrever, de maneira detalhada, todos os objetivos, metodologias, produtos, prazos e equipes necessárias para a elaboração do trabalho final, ou seja, o Plano de Trabalho deverá nortear todo o restante do trabalho.

A implantação de políticas municipais de gestão de recursos hídricos foi uma demanda produzida pelo órgão de gestão de toda a Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá), que é composta pelo município de Piracicaba e mais 66 municípios do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, onde se situam as nascentes dos rios Jaguari e Atibaia, ambos formadores do Rio Piracicaba. A contextualização hidrológica do município de Piracicaba é fundamental neste trabalho, pois a própria Lei Complementar define, no Artigo 2º, Inciso IV, define a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento. A Figura 1 apresenta a localização do município de Piracicaba em Relação às Bacias PCJ. Como pode ser observado na Figura 1, parte do município de Piracicaba também se encontra inserido na Bacia do Tietê Sorocaba, conforme ilustrado na Figura 2.

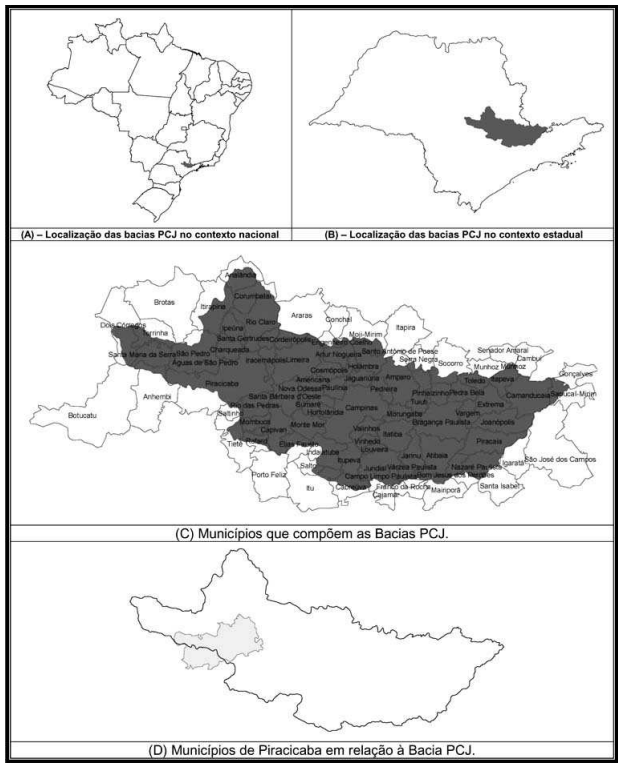


Figura 1. Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ.

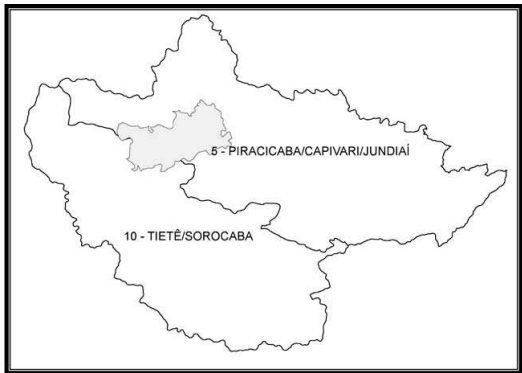


Figura 2. Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ e à Bacia Tietê/Sorocaba.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho foram baseados nos itens elencados na Lei Complementar 212/07, acrescidos de informações técnicas demandadas pelas secretarias e autarquias municipais, relacionadas com o objeto do trabalho. Os objetivos do trabalho serão divididos em (i) gerais e (ii) específicos, conforme apresentado.

2.1 Objetivos Gerais

Os objetivos gerais do trabalho são os objetivos constantes na Lei Complementar nº 212/07, ou seja, são os requisitos exigidos pela legislação pertinente, conforme apresentado.

- Diagnóstico da Situação atual dos recursos hídricos;
- Objetivos e diretrizes gerais em nível municipal, definidos mediante processo de planejamento interativo que considere outros planos municipais de planejamento, devidamente compatibilizado com as propostas de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos municipais;
- Diretrizes e critérios gerais para o gerenciamento dos recursos hídricos;
- Análises das alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de uso e ocupação do solo;
- Balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos, em quantidade e qualidade, com identificação dos conflitos potenciais;
- Metas de racionalização do uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- Medidas, programas e projetos a serem implementados para o atendimento das metas previstas;
- Diretrizes gerais capazes de orientar os planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção de mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos as microbacias hidrográficas municipais;
- Metas de curto, médio e longo prazo para atingir índices progressivos de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos;
- Programas anuais e plurianuais de utilização dos recursos hídricos das microbacias hidrográficas, correspondendo, inclusive, com as especificações dos recursos financeiros necessários;
- Integração em programas de desenvolvimento regionais envolvendo consórcios intermunicipais que se relacionem com bacias ou sub-bacias hidrográficas de interesse do município;
- Avaliação da eficácia do Plano Municipal de Recursos Hídricos, objetivando a transferência, continuidade e monitoramento permanente da Gestão dos Recursos Hídricos;
- Cronograma de execução e programação orçamentário-financeira associada às ações, programas e projetos previstos, envolvendo os órgãos municipais responsáveis;
- Propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de parcelamento, uso e ocupação do solo, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

2.2 Objetivos Específicos

- São considerados objetivos específicos dos trabalhos deste Termo:
- Elaboração de prioridades de intervenção nos cursos d'água municipais.
 - Elaboração de Banco de Dados georreferenciado sobre os recursos hídricos para compor o Sistema Municipal de Informações Ambientais - SMIA;
 - Confecção do Mapa de Fragilidade Ambiental do Município de Piracicaba;
 - Confecção do Mapa de Riscos a inundação e enchentes, nas bacias prioritárias.
 - Confecção do Mapa de proteção das áreas de Mananciais dos afluentes diretos dos rios Corumbataí e Piracicaba;
 - Confecção do mapa de uso do solo urbano e rural atualizado (2009);
 - Levantamento de nascentes e análise do grau de conservação (vegetação) de cada uma;
 - Levantamento do grau de preservação e conservação do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APP's).



3. METODOLOGIA

O município de Piracicaba possui área territorial de 1.369,51 km² (SEADE, 2010), sendo o 13º maior município dentre os 645 municípios do Estado de São Paulo, sendo superado apenas para os municípios de Iguape; Itapeva; Itapetininga; Eldorado; Capão Bonito; Rancharia Barreiros; Teodoro Sampaio; São Paulo; Botucatu; Cunha e Morro Agudo, conforme apresenta a Figura 3.

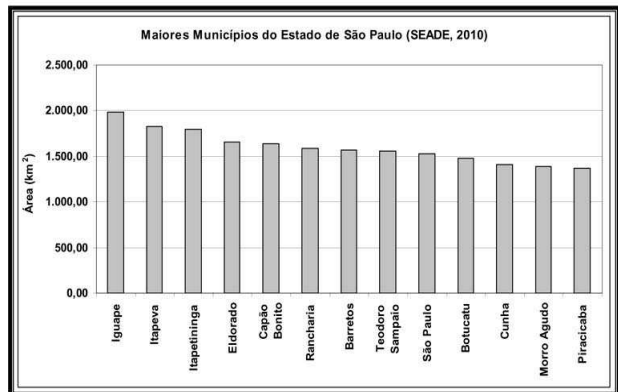


Figura 3. Relação dos maiores municípios paulistas.

Devido ao tamanho do município foi necessária uma divisão do trabalho em duas etapas, isto é, numa primeira etapa do trabalho, cuja abrangência será de 100% do município, o trabalho será realizada com precisão compatível com a escala 1:50.000.

Numa segunda etapa, em uma área restrita a sete microbacias, cuja área é estimada em 12% do município, a escala de trabalho será compatível com a 1:10.000.

Esta convenção foi adotada pelos seguintes motivos:

- O trabalho apenas na escala 1:50.000 impediria o estudo de alguns tópicos específicos, como a questão das enchentes e drenagem superficial.
- O trabalho na escala 1:10.000 em todo o município tornaria o trabalho muito oneroso aos cofres públicos, inviabilizando sua execução.

O trabalho na escala 1:10.000, com grau de detalhamento muito superior à escala 1:50.000 será realizado nas bacias hidrográficas com alto grau de urbanização ou localizadas em áreas de forte expansão imobiliária ou ainda, em áreas de especial interesse ao municípios, como área de manancial ou áreas estratégicas.

Desta forma, a metodologia será apresentada de maneira separada para cada uma das fases, conforme apresentado no decorrer do trabalho.

3.1 1ª Fase do trabalho– escala 1:50.000

A primeira fase no trabalho consistirá em um diagnóstico geral das bacias hidrográficas do município, abrangendo os seguintes temas:

3.1.1 Atualização da carta de uso e ocupação do solo urbano e rural e atividades afins;

A atualização da carta de uso e ocupação do solo urbano e rural será baseada em uma imagem de satélite adquirida pelo SEMAE junto a SPOTIMAGES, um satélite francês que oferece uma resolução de 5 metros. Esta imagem é atualizada, ou seja, foi obtida no mês de março/2010 e esta em fase final de ortorectificação, processo este que corrige a inclinação do satélite.

As técnicas de sensoriamento remoto, que vêm sendo amplamente utilizadas desde a década de 70, têm trazido uma grande contribuição para o mapeamento e monitoramento dos recursos naturais. São diversas as áreas em que a tecnologia pode ser aplicada, o que permite que sejam feitas análises simples ou complexas, em escala de dimensões fragmentadas e globais, por meio da interação dos recursos de hardware e software.

O sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado nos estudos de mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal, com auxílio de fotografias aéreas ou mediante a comparação de imagens digitais analisadas com o uso de computadores. Alguns trabalhos têm mostrado que o emprego do sensoriamento, mediante a utilização de processos digitais e o uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG), tem permitido a confecção de mapas de uso da terra e a quantificação de transformações espaciais relacionadas aos temas, entre eles a determinação de áreas degradadas.

Como já apresentado anteriormente, pra a obtenção do mapa de uso e ocupação foi utilizada a cena de imagem do satélite SPOT 5. No processamento utilizou-se as bandas 3 (0,63-0,69 µm), 4 (0,76-0,90 µm) e 5 (1,55-1,75 µm) com resolução espacial de 05 x 05m.

A sequência dos trabalhos efetuados na classificação das imagens para fins de obtenção do mapa de uso e ocupação pode ser enumerada em três etapas: préclassificação, levantamento de campo preliminar para conhecimento das possíveis classes de uso da terra, segmentação da imagem e classificação visual.

O desenvolvimento das etapas metodológicas envolveu manipulações automatizadas de imagens de satélite e duas etapas de campo, uma para coleta de dados e outra para verificação do mapeamento efetuado (verdade terrestre). Após a segmentação da imagem, algumas das regiões definidas e delimitadas neste processo, foram visitadas durante a etapa preliminar de campo, para a observação do tipo de cobertura apresentada, fornecendo subsídios para o processo de classificação da imagem segmentada.

No processo de pré-classificação efetuou-se uma classificação não supervisionada das imagens com o único objetivo de observar a amplitude de classes possíveis. O fluxograma ilustrado na Figura 4 apresenta e detalha as principais etapas envolvidas na execução deste projeto.

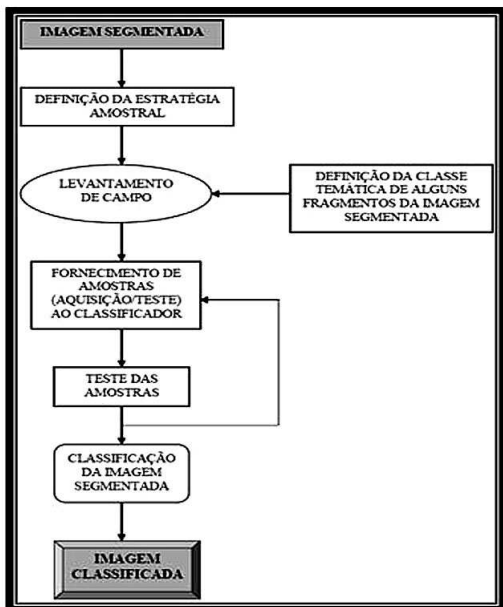


Figura 4. Fluxograma ilustrativo das principais etapas desenvolvidas neste trabalho. Além da atualização do uso do solo, a manipulação da imagem de satélite permitirá a extração e a manipulação de algumas variáveis importantes para o projeto, tais como:

- Identificação dos cursos d'água existentes no município, visíveis na imagem de satélite.
- Identificação de lagos e represas na área do município.
- Estimativa da área de preservação permanente no município de Piracicaba, através da delimitação de buffers na rede de drenagem.
- Estimativa do uso atual do solo nas áreas de preservação permanente.

3.1.2 Coleta de informações secundárias

Nesta etapa do trabalho, serão levantadas informações junto aos órgãos da administração municipal (secretarias e autarquias), relacionados com os seguintes aspectos:

- Zoneamento do município;
- Projeções de população;
- Redes de abastecimento de águas;
- Redes de coleta e tratamento de esgotos;
- Informações sobre coleta de lixo doméstico e varrição de ruas;
- Áreas com demanda de água para irrigação de hortaliças e outros produtos;
- Estradas vicinais: manutenção e conservação.
- Obras de combate a erosão na zona rural.
- Loteamentos e projetos de urbanização e incorporação imobiliária em processo de aprovação junto à prefeitura.
- Projeções de demandas de água;
- Projetos de desenvolvimento existentes no município: distritos industriais, pólos tecnológicos, aterros sanitários, etc.
- Análises de qualidade de água existentes.
- Dados disponíveis sobre águas subterrâneas – quantitativos e qualitativos;
- Levantamento junto a CETESB das áreas declaradas contaminadas existentes no município de Piracicaba ou mesmo inserida nas bacias hidrográficas que drenam para as microbacias.
- Levantamento junto a CETESB das áreas de aplicação de vinhaça realizada pelas Usinas de Açúcar e Alcool na região.
- Levantamento junto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente sobre os projetos em fase de licenciamento ambiental que possam causar interferência nos recursos hídricos.
- Demais dados e programas com interferência nos recursos hídricos.

Algumas informações também deverão ser levantadas junto aos órgãos da administração estadual e federal, tais como DAEE, CATI, IBGE, além de universidades e centros de pesquisa. Todos os dados que forem levantados, quando possível, deverão ser incorporados no Sistema Municipal de Informações Ambientais, que será apresentado do decorrer deste plano de trabalho.

3.1.3 Coleta de informações primárias

Após a coleta das informações secundárias, serão realizadas algumas visitas *in loco* nas principais bacias hidrográficas do município. Nesta visita, serão levantadas informações sobre erosão, enchentes, qualidade de água (através de medições de parâmetros em campo¹), situações de degradação ambiental, etc.

As visitas a campo tem por objetivo acrescentar o conhecimento prático da situação das bacias hidrográficas, orientando a equipe técnica na identificação dos principais problemas e na proposição de melhorias que deverão constar no Plano de Metas e ações, que será discutido mais a frente.

3.1.4 Elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental do Município de Piracicaba.

Após a realização das atividades constantes nos itens 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3, será elaborado uma carta de fragilidade ambiental para o município de Piracicaba, identificando

as bacias com maior susceptibilidade a impactos nos recursos hídricos. Esta carta consistirá em uma interação multicritério, em ambientes SIG, com base em vários critérios que serão definidos após as primeiras etapas do trabalho. Basicamente os itens que serão avaliados neste trabalho serão susceptibilidade a erosão, ocupação atual, grau de degradação da bacia, além de outros aspectos que poderão vir a tona após o início dos trabalhos. A Figura 5 apresenta um exemplo de um mapa de fragilidade ambiental de uma determinada bacia hidrográfica.

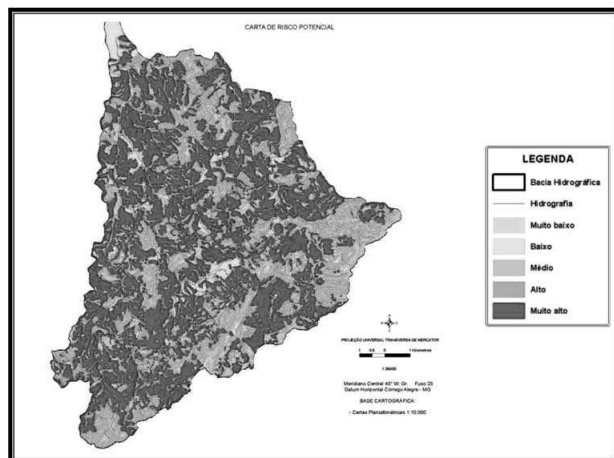


Figura 5. Exemplo de carta de risco potencial a erosão.

¹ Os parâmetros amostrados serão OD, pH e Condutividade Elétrica.

O mapa de fragilidade ambiental possibilitará a identificação das bacias prioritárias para a conservação dos recursos hídricos (mananciais), ou seja, para as bacias mais críticas, serão estipuladas metas e ações específicas.

3.1.5 Fechamento do diagnóstico geral e hierarquização das bacias hidrográficas.

Após a finalização de todos os trabalhos já descritos, será elaborado um Diagnóstico Geral sobre a situação dos recursos hídricos no município de Piracicaba. Após o fechamento do diagnóstico, será realizado uma hierarquização das bacias hidrográficas, selecionando as mais críticas e que demandarão estudos mais detalhados, que serão objetos da segunda etapa. Vale ressaltar que pela natureza dos estudos a serem desenvolvidos na segunda etapa do trabalho, as bacias prioritárias serão as bacias com alto grau de urbanização ou em forte expansão urbana.

3.2 2ª Fase do trabalho– escala 1:10.000

Nesta etapa do trabalho, o trabalho a ser realizado compreenderá em uma maior escala de trabalho, isto é, com grau de detalhe bem mais elevado. Nestas bacias hidrográficas (Piracicamirim, Guamium, Enxofre, Marins, Congonhal, Itapeva e Pau D'Alinho), além de todas as atividades elencadas na 1ª Fase, serão abordados os seguintes aspectos:

- Detalhamento da situação das nascentes: serão visitadas e caracterizadas, em média, 05 nascentes para cada bacia hidrográfica prioritária. Serão escolhidas as nascentes que apresentaram um maior grau de degradação e que apresentem acesso à equipe técnica. Nesta visita a campo, serão caracterizados os seguintes itens: (i) proteção da nascente contra o acesso do gado; (ii) vegetação, (iii) erosões e (iv) situação da área de montante.

- Estudo dos vetores de crescimento urbano, considerando as dinâmicas econômicas e populacionais do município de Piracicaba.

- Estudo simplificado de macrodrenagem para as áreas não urbanizadas: este estudo visa identificar as áreas com potenciais de retenção de água, áreas sujeitas a inundação, áreas de restrição de uso. Os modelos serão rodados para vários cenários de crescimento populacional.

- Estudo da qualidade da água: monitoramento, a partir do Índice de Qualidade das Águas (IQA), na foz das bacias prioritárias. Este estudo considerará o monitoramento mensal pelo prazo de três meses, totalizando 03 (três) coletas por bacias prioritárias.

- Comparação com a rede hidrográfica existente no ano da elaboração das cartas topográficas do IGC (1978 e 1979²) com a hidrografia atual, visando identificar nascentes e cursos d'água que desapareceram.

3.3 3ª Etapa - Plano de metas e ações

O plano de metas e ações deverá estar em consonância com os problemas identificados na primeira e na segunda etapa. Os horizontes de planejamento adotados serão os seguintes:

- Curto Prazo: até 2012
- Média Prazo: até 2016
- Longo Prazo: até 2020.

Os horizontes estipulados no projeto serão baseados nas gestões municipais, facilitando a previsão orçamentária e a priorização de cada linha de governo.

Esta etapa deverá contemplar o Plano de Metas e Ações de curto, médio e longo prazo propostas para as bacias prioritizadas e um volume para o Plano de Metas e Ações de curto, médio e longo prazo para as demais microbacias hidrográficas dentro do município de Piracicaba, contemplando também os mecanismos de financiamento das mesmas.



As metas e as ações a serem levantadas serão divididas entre as ações gerais (para todo o município) e ações específicas nas bacias prioritárias identificadas. Após a identificação de todas as ações necessárias para o atendimento das metas, para cada horizonte de tempo, os custos de implantação/operação deverão ser levantados.

As metas deverão estar compatíveis com os valores disponíveis para investimento proveniente dos cofres da administração municipal direta e indireta.

Todas as metas deverão ser apresentadas em forma de texto (explicativas) e sintetizadas em um quadro resumo, conforme exemplo apresentado na Figura 6.

² As cartas IGC 1:10.000 do município de Piracicaba foram obtidos através de dois projetos de mapeamento: Projeto 22 municípios (1979) e Macro-Metrópole (1978).

Metas		Sub-Metas (Ações)		Custo Estimado (R\$)	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/Coordenação
M.1	Melhoria na qualidade do Córrego X	M.1.1	Tratamento esgoto	1.000.000,00	Médio	PM Municipal
		M.1.2	Controle poluição difusa	500.000,00	Curto	PM Municipal
		M.1.3	Educação Ambiental para a população residente na bacia hidrográfica	120.000,00	Curto	ONG Y

Figura 6. Exemplo de quadro resumo do Plano de Metas e Ações

Após o término do plano de metas e ações, serão elaborados estimativas de despesas para todos os horizontes de planejamento. Os custos apresentados deverão ser alocados por fontes de financiamento, ou seja, deverão ser indicados, para todas as ações elaboradas as linhas de financiamento disponíveis.

As bacias PCJ contam com um grande potencial de investimento em recursos hídricos, com recursos provenientes das cobranças pelo uso da água, em âmbito estadual e federal.

3.4 4ª Etapa – Relatório Final Consolidado

O Relatório Final do trabalho, isto é, o Plano Municipal de Recursos Hídricos, deverá conter todos os dados e estudos levantados durante a elaboração do trabalho, contendo um capítulo específico para o Diagnóstico Atual (1ª Etapa), um para o Diagnóstico Detalhado (2ª Etapa) e um com o Plano de Metas e Ações (3ª Etapa do projeto). No Diagnóstico Atual e Diagnóstico Detalhado deverão ser incluídos os documentos e dados originais obtidos ou coletados durante os trabalhos, assim como as referências bibliográficas utilizadas para a confecção dos mesmos.

O Relatório Final, com os capítulos especificados, juntamente com todos os mapas produzidos contemplará o Plano Municipal de Recursos Hídricos (PMRH) do município de Piracicaba. Após a finalização do trabalho, deverá ser elaborado um relatório síntese para posterior editoração e distribuição para a população interessada.

4. COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO

O órgão contratante, isto é, o Serviço Municipal de Água e Esgoto deverá providenciar e fornecer a contratada, os mesmos titulares e suplentes que farão parte da comissão de acompanhamento. A definição desta comissão é fundamental para o andamento dos trabalhos, uma vez que este colegiado participará ativamente no projeto, seja nas sugestões, acesso a dados e complementações que se fizerem necessárias durante a execução do projeto.

5. EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pelos estudos será coordenadas pelos seguintes profissionais:

Coordenação Geral:	Geól. Antonio Melhem Saad. M.Sc, Dr.
Recursos Hídricos:	Eng. Amb. Felipe Trentini da Silveira.
Área de Meio Físico:	Geól. Paulo Edison Martins da Silveira, M.Sc.
Agronomia:	Eng. Agr. Marco Antonio Jacomazzi, M.Sc.
Drenagem:	Eng. Civil José Cezar Saad
Geoprocessamento:	Eng. Agr.Rafael Mingotti, M.Sc. em Geoprocessamento.
Qualidade das águas:	Eng. Amb. Thelma Chiocetti Valarini

Todos os profissionais envolvidos no projeto estão devidamente habilitados pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, bem como a empresa executora.

6. FLUXOGRAMA METODOLÓGICO

O fluxograma metodológico detalhado do projeto está apresentado no Anexo 1.

7. CRONOGRAMA

A Tabela 1 apresenta o cronograma detalhado das atividades a serem desenvolvidas nas diversas fases do Plano Municipal de Recursos Hídricos.

Tabela 1. Fluxograma de atividades.														
Atividade	Quinzenas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Emissão Ordem de Serviço	15-mar													
Entrega do Plano de Trabalho	26-mar													
Aprovação do Plano de Trabalho		Sabre												
Entrega da Imagem de Satélite		10-abr												
Entrega das Bases Topográficas 1:50.000		10-abr												
Levantamento de Dados Secundários					15-mai									
Levantamento de Dados no Campo					15-jun									
Serviços de Geoprocessamento					15-jun									
Finalização do Diagnóstico Geral - 1ª Etapa						15-jun								
Entrega das Bases Topográficas 1:10.000						15-jun								
Coletas de amostras de água para cálculo do IQA		15-abr		15-mai		15-jun								
Trabalho de detalhamento no Diagnóstico Detalhado nas Bacias Prioritárias									30-jul					
Trabalhos de campo nas bacias prioritárias									30-jul					
Fechamento do Diagnóstico Detalhado										15-ago				
Fechamento do Plano de Metas e Ações											15-set			
Relatório Final													15-out	

ANEXO 1. FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DO PROJETO

Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba

Contrato nº 25/2010
Convite nº 001/2010 - Processo nº 170/2010



Nº 316/10
Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/SP

Relatório 2 - Diagnóstico Geral na Escala 1:50.000

Volume I - Caracterização Ambiental
julho/2010

Nº 316/10
Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/SP

Relatório 2 - Diagnóstico Geral na Escala 1:50.000

Volume III - Mapas e Anexos
julho/2010

Nº 316/10
Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/SP

Relatório 2 - Diagnóstico Geral na Escala 1:50.000

Volume II - Caracterização das Bacias Hidrográficas
julho/2010

SUMÁRIO

EXECUÇÃO	ii
RESPONSABILIDADE TÉCNICA	ii
EQUIPE TÉCNICA	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE GERAL	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xix
LISTA DE DESENHOS	xxiii
LISTA DE EQUAÇÕES	xxiv

VOLUME I	
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	8
3 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ECONÔMICA	8
4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	17

VOLUME II	
5 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	62

VOLUME III	
6 RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS	284

EXECUÇÃO

IRRIGART - ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HIDRICOS E MEIO AMBIENTE LTDA.

CNPJ: 03.427.949/0001-60 CREA-SP: 1176075

RUA: Alfredo Guedes, 1949 Sala 709 Bairro: Higienópolis.

CEP: 13416-901 Piracicaba-SP

FONE/ FAX: (19) 3232-7540 / (19) 3301-8228 E-mail: irrigart@irrigart.com.br

RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Responsável Técnico:

Geólogo Antonio Melhem Saad, M. Sc, Dr. CREA-SP: 0600466554

ART: 92221220101689614

Co-Responsável Técnico:

Engenheiro Ambiental Felipe Trentini da Silveira CREA-SP: 5062385952

ART: 92221220101689845

EQUIPE TÉCNICA

Geol. Paulo Edison Martins da Silveira, M.Sc CREA-SP:0600762525

Eng. Ambiental Thelma Chiocetti Valarini CREA-SP: 5062634164

Eng. Agr. Marco Antonio Jacomazzi, M.Sc CREA-SP: 5061307700

Eng. Civil José César Saad CREA-MG: 0400191611

Enq. Agr.Rafael Minqotti, M.Sc CREA-SP: 5062089400

RESUMO

O Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos de Piracicaba é um instrumento de gestão previsto na Lei complementar 212/07 que trata da Política Municipal de Recursos Hídricos datada de 12 de dezembro de 2007. Esse relatório é o produto da primeira etapa do contrato celebrado entre o SEMAE - Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba e a empresa IRRIGART – Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda., contratada para o desenvolvimento desse Plano de Gestão. Nessa primeira etapa de trabalho o produto desenvolvido foi o estabelecimento do Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos. Para tanto, foram realizados trabalhos de pesquisa e coleta de informações secundárias e aquisição e utilização de imagem de satélite de alta resolução (5 metros) SPOT – 5 com passagem do satélite em 20 de março de 2010. Esse procedimento possibilitou a realização do mapa de uso atual do solo de forma muito atualizada e com isso a divisão hidrológica das bacias hidrográficas. Foram definidas 37. Foi realizado trabalho de campo com o reconhecimento e avaliação ambiental dessas bacias hidrográficas de tal modo que foi possível obter os seguintes produtos básicos: a) Caracterização Ambiental do Município e b) Caracterização do Uso e Ocupação das bacias hidrográficas em termos gerais e de sua respectiva Área de Proteção Permanente – APP’S. Os principais resultados obtidos nessa fase foram: a) Atualização do Uso e Ocupação do Solo do Município, b) Quantificação do Uso do Solo das APP’S e c) Hierarquização das 37 bacias hidrográficas do Município e escolha das 7 bacias mais críticas ambientalmente para elaboração do Diagnóstico Detalhado.

ABSTRACT

The Municipal Plan of Piracicaba's Water Resources Management is a running tool indicated at the complementary Law 212/07, which approaches the Water Resources Municipal Policy, from December 12th 2007. This report is the result of the first step of the contract signed between SEMAE – Piracicaba's Municipal Service of Water and Sewage and the company IRRIGART – Engineering and Consultancy on Water Resources and Environment Ltda., hired to develop this Management Plan. At this first step of work, the product developed was the establishment of the Current Water Resources Diagnosis. To do so, there has been put into place research work, secondary information collection, acquisition and use of high resolution satellite's image (5 meters) SPOT – 5 with the satellite's passage in March 20th 2010. This procedure has enabled the structuring of the Soil's Current Use Map in a very advanced way – in terms of technological achievements – and, by that, it has also enabled the hydrological division of the drainage basins. 37 of them have been defined. There has been done an on-the-ground work with recognition and environmental evaluation of these drainage basins, in a way that it was possible to obtain the following basic products: a) Municipality's Environmental Characterization and b) Characterization of Use and Occupancy of the drainage basins in general aspects and by its respective Permanent Protection Area – APP's. The main results accomplished at this step were: a) Updating of Use and Occupancy of the Municipality's soil, b) Quantification of APP's Soil Use and c) Classification of the 37 Municipality's drainage basins and selection of the 7 most critical ones, at the environmental perspective, to elaborate the Detailed Diagnosis.

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Piracicaba no contexto estadual	1
1.2 Piracicaba no contexto das UGRHI's	4
1.3 Cartografia utilizada.	7
1.3.1 Bases Topográficas IBGE escala 1:50.000.....	7
1.3.2 Mapas Temáticos	7
1.3.3 Apresentação dos mapas.....	7
2 OBJETIVOS	8
3 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ECONÔMICA.....	8
3.1 Demografia.....	8
3.2 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	10
3.3 Fatores sócio ambientais	11
3.4 Educação	12
3.5 Indicadores econômicos	13
3.6 Produto Interno Bruto (PIB)	14
3.7 Arrecadação de tributos.....	16
3.8 Expansão da Mancha Urbana	16
4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	17
4.1 Climatologia	17
4.1.1 Temperatura média do ar.	18
4.1.2 Precipitação pluvial	19
4.1.3 Balanço Hídrico Edafológico.....	20
4.2 Geologia	21
4.2.1 Grupo Tubarão	24
4.2.2 Grupo Passa Dois	27
4.2.3 Grupo São Bento.....	31
4.2.4 Depósitos Coluvionares e solos residuais.....	36
4.3 Pedologia.....	37
4.4 Geomorfologia	41
4.5 Declividade.....	47
4.6 Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre.....	47
4.7 Uso do solo	53
4.7.1 Metodologia.....	53



4.7.2	Resultados encontrados	54
4.8	Fragilidade potencial do meio físico terrestre	58
5	CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	62
5.1	Apresentação das bacias hidrográficas.....	62
5.2	Nascentes e APP's.....	68
5.3	Estudos hidrológicos	77
5.3.1	Índices Fisiográficos da Bacia	77
5.3.2	Estudos Pluviométricos	79
5.3.3	Estimativa das Vazões Médias e Mínimas – Regionalização hidrográfica	90
5.4	Estudos de Macrodrenagem das Bacias Hidrográficas de Piracicaba	96
5.4.1	Análise Hidrológica - Metodologia.....	96
5.4.2	Análise Hidrológica – Resultados das Simulações	113
5.4.3	Diagnóstico das Inundações	115
5.5	Uso do solo nas bacias hidrográficas.....	116
5.5.1	Córrego do Capim Fino	117
5.5.2	Córrego da Pinga	120
5.5.3	Córrego das Flores	123
5.5.4	Córrego do Ceveiro.....	126
5.5.5	Córrego do Tanque	129
5.5.6	Córrego Godinho	132
5.5.7	Córrego Tamandupá.....	135
5.5.8	Ribeirão Anhumas	138
5.5.9	Ribeirão Cachoeira	141
5.5.10	Ribeirão Cachoeira e Paramirim	144
5.5.11	Ribeirão Claro	147
5.5.12	Ribeirão Congonhal.....	150
5.5.13	Ribeirão da Estiva	153
5.5.14	Ribeirão da Jibóia	156
5.5.15	Ribeirão da Voçoroca	159
5.5.16	Ribeirão das Palmeiras.....	162
5.5.17	Ribeirão do Enxofre	165
5.5.18	Ribeirão do Matão	168
5.5.19	Ribeirão do Paredão Vermelho	171
5.5.20	Ribeirão do Pau Dalho	174
5.5.21	Ribeirão Dois Córregos	177
5.5.22	Ribeirão dos Marins.....	180
5.5.23	Ribeirão dos Patos	183
5.5.24	Ribeirão dos Pintos	186
5.5.25	Ribeirão dos Ponces.....	189
5.5.26	Ribeirão Granal	192
5.5.27	Ribeirão Guamium	195
5.5.28	Ribeirão Itapeva	198
5.5.29	Ribeirão Limoeiro.....	200
5.5.30	Ribeirão Pau Dalhinho.....	203
5.5.31	Ribeirão Pederneiras	206
5.5.32	Ribeirão Piracicamirim	209
5.5.33	Ribeirão Tijucu Preto	212
5.5.34	Rio Corumbataí	215
5.5.35	Rio Piracicaba	218
5.5.36	Rio Tietê	221
5.5.37	Outras Bacias hidrográficas	224
5.6	Visitas a campo.....	227
5.6.1	Parâmetros físico-químicos analisados	229
5.6.2	Descrição dos Pontos Visitados.....	232
5.6.3	Resultados Obtidos para os Parâmetros Físicos Analisados.	273
5.6.4	Discussão dos Resultados Obtidos para os parâmetros físico-químicos.....	279
5.7	Hierarquização das bacias hidrográficas.....	280
5.7.1	Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana (K1).....	280
5.7.2	Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica (K2).....	280
5.7.3	Percentual de vegetação remanescente nas Áreas de Preservação Permanente (K3).....	281
5.7.4	Número de nascentes/km 2 (K4).....	281
5.7.5	Equação final.....	281
5.7.6	Resultados encontrados	281
6	RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS.....	284

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Relação dos maiores municípios paulistas.	2
Figura 1.2.	Município de Piracicaba inserido na região administrativa de Campinas.	3
Figura 1.3.	Município de Piracicaba inserido na região de governo de Piracicaba.	4
Figura 1.4.	Município de Piracicaba em relação às UGRH's do Estado de São Paulo.	5
Figura 1.5.	Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ e à Bacia Tietê/Sorocaba.....	5
Figura 1.6.	Detalhe das Bacias PCJ.	6
Figura 3.1.	Índice de Desenvolvimento Humano (SEADE, 2010).	11
Figura 3.2.	Valor adicionado do município de Piracicaba.	15
Figura 4.1.	Distribuição da temperatura média diária em Piracicaba - SP.	18
Figura 4.2.	Distribuição da chuva diária em Piracicaba-SP.	19
Figura 4.3.	Balanco hídrico edafológico segundo Thornthwaite, Matter (1995)	21
Figura 4.4.	Mapa Geológico do município de Piracicaba.	22
Figura 4.5.	Distribuição espacial das rochas da Formação Itararé nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba - SP.	25
Figura 4.6.	Seqüência sedimentar de siltitos, arenitos e argilitos dispostos planoparalelamente da formação Itararé (Foto Ilustrativa).	25
Figura 4.7.	Distribuição espacial da Fm. Tatui na região de Piracicaba.	26
Figura 4.8.	Distribuição espacial da Formação Tatui nas bacias hidrográficas de Piracicaba-SP.	27
Figura 4.9.	Contato entre as formações Irati, na base e Corumbataí no topo do talude, na Rodovia SP-127 (Rodovia Fausto Santomauro)	28
Figura 4.10.	Distribuição espacial da Formação Irati nas bacias hidrográficas de Piracicaba - SP.	28
Figura 4.11.	Afloramento da Fm. Corumbataí na estrada do Bongue.	30
Figura 4.12.	Distribuição dos afloramentos rochosos da Formação Corumbataí, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba-SP.	30
Figura 4.13.	Afloramento da Fm. Pirambóia, nas margens da Rodovia SP-304.	32
Figura 4.14.	Distribuição dos afloramentos rochosos da Fm. Pirambóia, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP	33

Figura 4.15.	Distribuição dos afloramentos rochosos da Fm. Botucatu, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.	34
Figura 4.16.	Afloramentos da Formação Botucatu.	34
Figura 4.17.	Distribuição dos afloramentos rochosos das rochas vulcânicas da Fm. Serra Geral, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.	35
Figura 4.18.	Visão geral da área de extração de brita da Mineração Minerpav no Ribeirão do Enxofre	36
Figura 4.19.	Distribuição dos depósitos coluvionares e solos residuais, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.	37
Figura 4.20.	Mapa Pedológico do município de Piracicaba.	38
Figura 4.21.	Modelo de Elevação Digital do Terreno do município de Piracicaba, SP.	42
Figura 4.22.	Mapa Geomorfológico de Piracicaba.	43
Figura 4.23.	Exemplos das formas de relevo encontradas no município.....	46
Figura 4.24.	Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.	49
Figura 4.25.	Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Piracicaba.	52
Figura 4.26.	Uso do solo no município de Piracicaba.	56
Figura 4.27.	Distribuição relativa do uso do solo no município de Piracicaba.	56
Figura 4.28.	Uso do solo nas APP's dos cursos d'água do município de Piracicaba.	57
Figura 4.29.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's no município de Piracicaba.	57
Figura 4.30.	Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre no município de Piracicaba.	60
Figura 5.1.	Divisão hidrográfica do município de Piracicaba.	64
Figura 5.2.	Área das bacias hidrográficas (Km2) dentro e fora e área total.	65
Figura 5.3.	Distribuição da classificação das bacias hidrográficas.	68
Figura 5.4.	Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em metros.	71
Figura 5.5.	Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.	72
Figura 5.6.	Relação de áreas de APP x Área Total.	74
Figura 5.7.	Número relativo de nascentes.	76
Figura 5.8.	Precipitações Totais Anuais do Posto Agroclimatológico de Piracicaba – ESALQ/USP.	81
Figura 5.9.	Precipitações Diárias Máximas Anuais do Posto Agroclimatológico de Piracicaba – ESALQ/USP.	82
Figura 5.10.	Frequência de ocorrência de valores da precipitação anual maior ou igual a um valor almejado, para o posto agroclimatológico de Piracicaba.	84
Figura 5.11.	Precipitações máximas anuais em função do TR (anos).	87
Figura 5.12.	Precipitação mensal para a estação agroclimatológica de Piracicaba.	90
Figura 5.13.	Curvas I-D-F em função do tempo de retorno (TR) para Piracicaba-SP.	100
Figura 5.14.	Mapa de Solos das Bacias Hidrográficas no Município de Piracicaba	106
Figura 5.15.	Mapa de Uso e Ocupação do solo da Bacias Hidrográficas no Município de Piracicaba.	107
Figura 5.16.	Uso do solo na Bacia do Córrego Capim Fino.	118
Figura 5.17.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Capim Fino	118
Figura 5.18.	Uso do solo nas APP's do Córrego Capim Fino.	119
Figura 5.19.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Capim Fino.	119
Figura 5.20.	Uso do solo na Bacia do Córrego da Pinga.	121
Figura 5.21.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego da Pinga.	121
Figura 5.22.	Uso do solo nas APP's do Córrego da Pinga.	122
Figura 5.23.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego da Pinga.....	122
Figura 5.24.	Uso do solo na Bacia do Córrego das Flores.	124
Figura 5.25.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego das Flores.....	124
Figura 5.26.	Uso do solo nas APP's do Córrego das Flores.	125
Figura 5.27.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego das Flores.....	125
Figura 5.28.	Uso do solo na Bacia do Córrego do Ceveiro.	127
Figura 5.29.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego do Ceveiro.	127
Figura 5.30.	Uso do solo nas APP's do Córrego do Ceveiro.	128
Figura 5.31.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego do Ceveiro.	128
Figura 5.32.	Uso do solo na Bacia do Córrego do Tanque.	130
Figura 5.33.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego do Tanque	130
Figura 5.34.	Uso do solo nas APP's do Córrego do Tanque.	131
Figura 5.35.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego do Tanque	131
Figura 5.36.	Uso do solo na Bacia do Córrego Godinho.	133
Figura 5.37.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Godinho.	133
Figura 5.38.	Uso do solo nas APP's do Córrego Godinho.	134
Figura 5.39.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Godinho.....	134
Figura 5.40.	Uso do solo na Bacia do Córrego Tamandupá.	136
Figura 5.41.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Tamandupá.	136
Figura 5.42.	Uso do solo nas APP's do Córrego Tamandupá.	137
Figura 5.43.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Tamandupá.	137
Figura 5.44.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Anhumas.	139
Figura 5.45.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Anhumas.....	139
Figura 5.46.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Anhumas.	140
Figura 5.47.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Anhumas	140
Figura 5.48.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira.....	142
Figura 5.49.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira	142
Figura 5.50.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira	143
Figura 5.51.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira	143
Figura 5.52.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira e Paramirim	145
Figura 5.53.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira e Paramirim.	145
Figura 5.54.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira e Paramirim.	146
Figura 5.55.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira e Paramirim.	146
Figura 5.56.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Claro.	148
Figura 5.57.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Claro.	148
Figura 5.58.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Claro.	149

Figura 5.59.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Claro.	149
Figura 5.60.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal.	151
Figura 5.61.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal.	151
Figura 5.62.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Congonhal.	152
Figura 5.63.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Congonhal.	152
Figura 5.64.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão da Estiva.	154
Figura 5.65.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão da Estiva.	154
Figura 5.66.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão da Estiva.	155
Figura 5.67.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão da Estiva.	155
Figura 5.68.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão da Jibóia.	157
Figura 5.69.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão da Jibóia.	157
Figura 5.70.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão da Jibóia.	158
Figura 5.71.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão da Jibóia.	158
Figura 5.72.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão da Voçoroca.	160
Figura 5.73.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão da Voçoroca.	160
Figura 5.74.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão da Voçoroca.	161
Figura 5.75.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão da Voçoroca.	161
Figura 5.76.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão das Palmeiras.	163
Figura 5.77.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão das Palmeiras.	163
Figura 5.78.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão das Palmeiras.	164
Figura 5.79.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão das Palmeiras.	164
Figura 5.80.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre.	166
Figura 5.81.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre.	166
Figura 5.82.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão do Enxofre.	167
Figura 5.83.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão do Enxofre.	167
Figura 5.84.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Matão.	169
Figura 5.85.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Matão	169
Figura 5.86.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão do Matão.	170
Figura 5.87.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão do Matão.	170
Figura 5.88.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Paredão Vermelho.	172
Figura 5.89.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Paredão Vermelho.	172
Figura 5.90.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão do Paredão Vermelho.	173
Figura 5.91.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão do Paredão Vermelho.	173
Figura 5.92.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Pau Dalho.	175
Figura 5.93.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Pau Dalho.	175
Figura 5.94.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão do Pau Dalho.	176
Figura 5.95.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão do Pau Dalho.	176
Figura 5.96.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Dois Córregos.	178
Figura 5.97.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Dois Córregos.	178
Figura 5.98.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Dois Córregos.	179
Figura 5.99.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Dois Córregos.	179
Figura 5.100.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins.	181
Figura 5.101.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins.....	181
Figura 5.102.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Marins.	182
Figura 5.103.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Marins.	182
Figura 5.104.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Patos.	184
Figura 5.105.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Patos.	184
Figura 5.106.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Patos.	185
Figura 5.107.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Patos.	185
Figura 5.108.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Pintos.	187
Figura 5.109.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Pintos.	187
Figura 5.110.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Pintos.	188
Figura 5.111.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Pintos.	188
Figura 5.112.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Ponces.	190
Figura 5.113.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Ponces	190
Figura 5.114.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Ponces.	191
Figura 5.115.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão dos Ponces	191
Figura 5.116.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Granal.....	193
Figura 5.117.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Granal.	193
Figura 5.118.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Granal.	194
Figura 5.119.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Granal.	194
Figura 5.120.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium.	196
Figura 5.121.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium.	196
Figura 5.122.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Guamium.	197
Figura 5.123.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Guamium.	197
Figura 5.124.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva.	199
Figura 5.125.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva.	199
Figura 5.126.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Limoeiro.	201
Figura 5.127.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Limoeiro.	201
Figura 5.128.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Limoeiro.	202
Figura 5.129.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Limoeiro	202
Figura 5.130.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau Dalhinho.	204
Figura 5.131.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau Dalhinho.	204
Figura 5.132.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Pau Dalhinho.	205
Figura 5.133.	Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Pau Dalhinho.	205
Figura 5.134.	Uso do solo na Bacia do Ribeirão Pederneiras.....	207
Figura 5.135.	Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Pederneiras.	207
Figura 5.136.	Uso do solo nas APP's do Ribeirão Pederneiras.....	208



Figura 5.137. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Pedrneiras.	208
Figura 5.138. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim.	210
Figura 5.139. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim.	210
Figura 5.140. Uso do solo nas APP's do Ribeirão Piracicamirim.	211
Figura 5.141. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Piracicamirim.	211
Figura 5.142. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.	213
Figura 5.143. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.	213
Figura 5.144. Uso do solo nas APP's do Ribeirão Tijuco Preto.	214
Figura 5.145. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Tijuco Preto.	214
Figura 5.146. Uso do solo na Bacia do Rio Corumbataí.	216
Figura 5.147. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Rio Corumbataí.	216
Figura 5.148. Uso do solo nas APP's do Rio Corumbataí.	217
Figura 5.149. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Rio Corumbataí.	217
Figura 5.150. Uso do solo na Bacia do Rio Piracicaba.	219
Figura 5.151. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Rio Piracicaba.	219
Figura 5.152. Uso do solo nas APP's do Rio Piracicaba.	220
Figura 5.153. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Rio Piracicaba.	220
Figura 5.154. Uso do solo na Bacia do Rio Tietê.	222
Figura 5.155. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Rio Tietê.	222
Figura 5.156. Uso do solo nas APP's do Rio Tietê.	223
Figura 5.157. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Rio Tietê.	223
Figura 5.158. Uso do solo nas outras Bacias Hidrográficas.	225
Figura 5.159. Distribuição relativa do uso do solo nas outras Bacias Hidrográficas.	225
Figura 5.160. Uso do solo nas APP's das outras Bacias Hidrográficas.	226

Figura 5.161. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's das outras Bacias Hidrográficas.	226
Figura 5.162. Equipamentos portáteis da HANNA, utilizado na medição dos parâmetros físico-químicos da água.	228
Figura 5.163. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão dos Marins.	232
Figura 5.164. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Pau-d'Alinho.	233
Figura 5.165. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Granal.	234
Figura 5.166. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Congonhal.	235
Figura 5.167. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Pau-D'Alho.	236
Figura 5.168. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão da Vçoroca.	237
Figura 5.169. Representação fotográfica da situação do Córrego Ana Paula.	238
Figura 5.170. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão do Paredão Vermelho.	239
Figura 5.171. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Água Bonita.	240
Figura 5.172. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão dos Marins.	241
Figura 5.173. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Água das Pedras.	242
Figura 5.174. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão dos Marins.	243
Figura 5.175. Representação fotográfica da situação atual do Córrego da Lagoa.	244
Figura 5.176. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Água Branca.	245
Figura 5.177. Representação fotográfica da situação atual do Córrego São Joaquim.	246
Figura 5.178. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Água Preta.	247
Figura 5.179. Representação fotográfica da situação do Córrego Água do Cardoso.	248
Figura 5.180. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão da Jibóia.	249

Figura 5.181. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão da Jibóia.	250
Figura 5.182. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Anhumas.	251
Figura 5.183. Representação fotográfica da situação atual do Córrego do Ceveiro.	252
Figura 5.184. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Cachoeira.	253
Figura 5.185. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Cachoeira.	254
Figura 5.186. Representação fotográfica da situação do afluente (Cor. Sta. Olimpia).	255
Figura 5.187. Representação fotográfica da situação atual do Córrego da Faz. Sta. Olimpia.	256
Figura 5.188. Representação fotográfica da situação de um afluente do Rio Corumbataí.	257
Figura 5.189. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Tamandupa.	258
Figura 5.190. Representação fotográfica da situação atual de um afluente do Rio Corumbataí.	259
Figura 5.191. Representação fotográfica da situação atual de um afluente do Rio Corumbataí.	260
Figura 5.192. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Godinho.	261
Figura 5.193. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Laranja Azeda.	262
Figura 5.194. Representação fotográfica da situação atual do Córrego L. Azeda.	263
Figura 5.195. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Gramium.	264
Figura 5.196. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Gramium.	265
Figura 5.197. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Gramium.	266
Figura 5.198. Representação fotográfica da situação atual do Córrego Ponte Funda.	267
Figura 5.199. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Batistada.	268
Figura 5.200. Representação fotográfica da situação atual do Tijuco Preto.	269
Figura 5.201. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Piracicamirim.	270

Figura 5.202. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Itapeva.	271
Figura 5.203. Representação fotográfica da situação atual do Ribeirão Piracicamirim.	272

Figura 5.204. Resultados obtidos para o parâmetro Condutividade Elétrica – C.E.	275
Figura 5.205. Resultados obtidos para o parâmetro Potencial Hidrogeniônico - pH.	276
Figura 5.206. Resultados obtidos para o parâmetro Oxigênio Dissolvido – O.D.	277
Figura 5.207. Resultados obtidos para o parâmetro Temperatura.	278
Figura 5.208. Localização espacial das 7 melhores (azuis) e 7 piores (em vermelho) bacias hidrográficas.	283

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Dados demográficos.	8
Tabela 3.2. População residente no Município de Piracicaba, em 2010, por faixa etária e sexo.	9
Tabela 3.3. Taxas de Natalidade e mortalidade do município de Piracicaba.	10
Tabela 3.4. Indicadores sócio ambientais selecionados.	12
Tabela 3.5. Numero de matrículas e taxa de analfabetismo no município de Piracicaba.	12
Tabela 3.6 Número de estabelecimentos por setor de atividade.	13
Tabela 3.7. Dados de total de vínculos empregaticios.	14
Tabela 3.8. PIB, a preço de mercado corrente e posição estadual – (em R\$ milhões).	14
Tabela 3.9. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Piracicaba.	15
Tabela 3.10. PIB Municipal per capita de Piracicaba e posição estadual.	16
Tabela 3.11. Arrecadação do ICMS no município de Piracicaba – 2000 – 2009.	16
Tabela 4.1. Coluna estratigráfica – litológica do Mapa Geológico de Piracicaba.	23
Tabela 4.2. Unidades de mapeamento contidas dentro dos limites do município de Piracicaba-SP.	39
Tabela 4.3. Formas de relevo presentes no município de Piracicaba e suas principais características.	45
Tabela 4.4. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%).	47
Tabela 4.5. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.	48
Tabela 4.6. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.	49
Tabela 4.7. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação.	50
Tabela 4.8. Classes de Fragilidade Natural.	51
Tabela 4.9. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Piracicaba por área (ha) e em porcentagem (%).	52
Tabela 4.10. Características da imagem utilizada.	53
Tabela 4.11. Uso do solo no município de Piracicaba.	55

Tabela 4.12. Classes de fragilidade potencial do meio físico terrestre ao empreendimento por área (ha) e em porcentagem (%).	60
Tabela 5.1. Áreas das bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba.	63
Tabela 5.2. Critérios para classificação das bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba.	66
Tabela 5.3. Classificação das bacias hidrográficas existentes em Piracicaba.	67
Tabela 5.4. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba.	69
Tabela 5.5. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.	73
Tabela 5.6. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.	75
Tabela 5.7. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.	77
Tabela 5.8. Características da estação pluviométrica utilizada na análise hidroológica.	79
Tabela 5.9. Série histórica de precipitação anual para a estação pluviométrica analisada.	79
Tabela 5.10. Precipitação Anual provável (distribuição e probabilidade Normal).	83
Tabela 5.11. Parâmetros ajustados da distribuição de probabilidade Gumbell.	86
Tabela 5.12. Precipitações Máximas prováveis no Posto Agroclimatológico de Piracicaba, estimadas pela distribuição de probabilidade Gumbell.	87
Tabela 5.13. Precipitações diárias prováveis em função da frequência de ocorrência e do mês, estimadas à partir da estação pluviométrica C5-017.	89
Tabela 5.14. Precipitação média mensal, máxima e prováveis para a estação Agroclimatológica de Piracicaba.	90
Tabela 5.15. Vazões médias e mínimas estimadas pela regionalização hidroológica/SP, proposta por Liase et. Ali (1994).	93
Tabela 5.16: Vazões de permanência (m3.s-1) para as bacias no município de Piracicaba/SP.	94
Tabela 5.17: Determinação do tempo de concentração (tc) e características físicas das bacias hidrográficas determinadas no exutório.	97
Tabela 5.18: Estimativa das intensidades de chuvas (mm.hora-1) para a cidade de Piracicaba-SP.	99
Tabela 5.19. Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba.	102

Tabela 5.20: Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba.	104
--	-----

Tabela 5.21. Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba.	105
Tabela 5.22. Determinação da precipitação efetiva em função do índice CN, tempo de concentração e do tempo de retorno.	108
Tabela 5.23. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacia – Cenário 1 (Atual).	113
Tabela 5.24. Estatísticas das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacia – Cenário 1 (Atual).	114
Tabela 5.25. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Capim Fino.	117
Tabela 5.26. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego da Pinga.	120
Tabela 5.27. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego das Flores.	123
Tabela 5.28. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Ceveiro.	126
Tabela 5.29. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tanque.	129
Tabela 5.30. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Godinho.	132
Tabela 5.31. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Tamandupá.	135
Tabela 5.32. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anhumas.	138
Tabela 5.33. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira.	141
Tabela 5.34. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira e Paramirim.	144
Tabela 5.35. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro.	147
Tabela 5.36. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.	150
Tabela 5.37. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Estiva.	153
Tabela 5.38. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Jibóia.	156
Tabela 5.39. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Vçoroca.	159
Tabela 5.40. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Palmeiras.	162
Tabela 5.41. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Enxofre.	165

Tabela 5.42. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Matão.	168
Tabela 5.43. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Paredão Vermelho.	171
Tabela 5.44. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pau Dalho.	174
Tabela 5.45. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Dois Córregos.	177
Tabela 5.46. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins.	180
Tabela 5.47. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Patos.	183
Tabela 5.48. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Pintos.	186

Tabela 5.49. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Ponces.	189
Tabela 5.50. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Granal.	192

Tabela 5.51. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.	195
Tabela 5.52. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do RibeirãoItapeva.	198
Tabela 5.53. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Limoeiro.	200
Tabela 5.54. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau Dalhinho.	203
Tabela 5.55. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pederneiras.	206
Tabela 5.56. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.	209
Tabela 5.57. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tijuco Preto.	212
Tabela 5.58. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí.	215
Tabela 5.59. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba.	218
Tabela 5.60. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê.	221
Tabela 5.61. Uso do solo nas outras Bacias Hidrográficas.	224
Tabela 5.62. Coordenadas UTM 23K (metros) dos pontos visitados.	227
Tabela 5.63. Resultados dos parâmetros físicos da água.	273
Tabela 5.64. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.	282
Tabela 6.1. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.	284

LISTA DE DESENHOS

DESENHO 01.316/10 – MAPA BASE.	289
DESENHO 02.316/10 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)	290
DESENHO 03.316/10 – MAPA GEOLÓGICO.	291
DESENHO 04.316/10 – MAPA PEDOLÓGICO.	292
DESENHO 05.316/10 – MAPA GEOMORFOLÓGICO.	293
DESENHO 06.316/10 – MODELO DIGITAL DO TERRENO.	294
DESENHO 07.316/10 – MAPA DE DECLIVIDADE.	295
DESENHO 08.316/10 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.	296
DESENHO 09.316/10 – MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.	297
DESENHO 010.316/10 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.	298
DESENHO 011.316/10 – DETALHE DO USO DO SOLO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.	299
DESENHO 012.316/10 – EXPANSÃO DA MANCHA URBANA.	300

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.	51
Equação 2.	83
Equação 3.	84
Equação 4.	84
Equação 5.	85
Equação 6.	85
Equação 7.	85
Equação 8.	85
Equação 9.	85
Equação 10.	88
Equação 11.	91
Equação 12.	91
Equação 13.	91
Equação 14.	92
Equação 15.	92
Equação 16.	97
Equação 17.	97
Equação 18.	99
Equação 19.	99
Equação 20.	101
Equação 21.	101
Equação 22.	109
Equação 23.	109
Equação 24.	281

RELATÓRIO 316/10 – VOLUME I

PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE PIRACICABA – RELATÓRIO 2 – DIAGNÓSTICO GERAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

1 INTRODUÇÃO

O SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto do município de Piracicaba, realizou processo licitatório para contratação de empresa de engenharia para a elaboração do "Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos", um dos instrumentos previstos na Lei Complementar nº 212/07 que "trata da Política Municipal de Gestão de Recursos Hídricos", de 12 de dezembro de 2007.

A Irrigart Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda, estabelecida há mais de 10 anos no município de Piracicaba, participou e venceu o processo licitatório promovido pelo SEMAE e entrega, conforme Termo de Referência para a elaboração deste trabalho o Relatório 2 – Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas.

1.1 Piracicaba no contexto estadual

O Estado de São Paulo possui, em sua totalidade, 645 municípios, dos mais diversos portes e tamanhos. O município de Piracicaba possui área territorial de 1.369,51 (SEADE, 2010), sendo o 13º maior município dentre o s 645 municípios do Estado de São Paulo, superado apenas para os municípios de Iguape; Itapeva; Itapetininga; Eldorado; Capão Bonito; Rancharia Barretos; Teodoro Sampaio; São Paulo; Botucatu; Cunha e Morro Agudo, conforme apresenta a Figura 1.1.

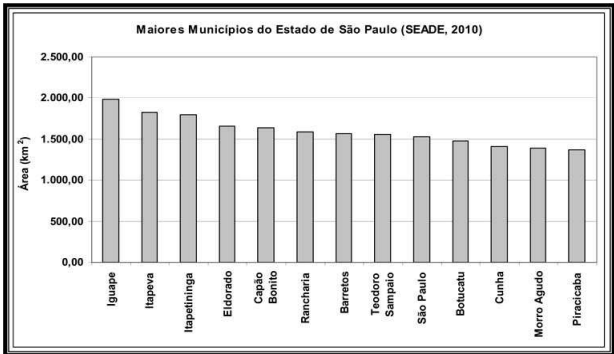


Figura 1.1. Relação dos maiores municípios paulistas.

O Estado de São Paulo, para efeito de planejamento, possui duas divisões políticas: As regiões administrativas e as Regiões de Governo.

O município de Piracicaba está inserido na região administrativa de Campinas, formada por 90 municípios. Destes, seis apresentam população maior do que 200 mil habitantes (Campinas, Jundiaí, Limeira, Sumaré e Americana), além do próprio município de Piracicaba. A Figura 1.2 apresenta a localização do município de Piracicaba no contexto da Região Administrativa de Campinas.



Figura 1.2. Município de Piracicaba inserido na região administrativa de Campinas.

A Região administrativa de Campinas, por sua vez é subdividida em 7 regiões de governo: Campinas, Piracicaba, São João da Boa Vista, Limeira, Rio Claro, Bragança Paulista e Jundiaí.

A Região de governo de Piracicaba é formada por 11 municípios: Águas de São Pedro, Capivari, Charqueada, Elias Fausto, Mombuca, Rafard, Rio das Pedras, Salinho, Santa Maria da Serra e São Pedro, além do município pólo, Piracicaba.



Figura 1.3. Município de Piracicaba inserido na região de governo de Piracicaba.

1.2 Piracicaba no contexto das UGRHI's

O Estado de São Paulo foi pioneiro na elaboração de uma Política de Recursos Hídricos no Brasil, esta Política tem como objetivo principal "assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras" (Lei 7663/91).

Para que este objetivo seja atingido a Política Estadual de Recursos Hídricos, através da Lei 7663/91, constitui Comitês de Bacia Hidrográfica divididos por todo Estado, os quais são responsáveis pela gestão dos recursos hídricos em seus respectivos territórios. A gestão executada por estes Comitês de Bacia Hidrográfica se apóia em instrumentos definidos na Lei 7663/91 como, por exemplo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Plano de Bacia Hidrográfica, a outorga e cobrança pelo uso da água.

No Estado de São Paulo, existem 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's). O município de Piracicaba está inserido em duas UGRHI's – 05 (Piracicaba, Capivari e Jundiaí) e 10 (Tietê/Sorocaba), conforme apresentado na Figura 1.4, detalhada na Figura 1.5.

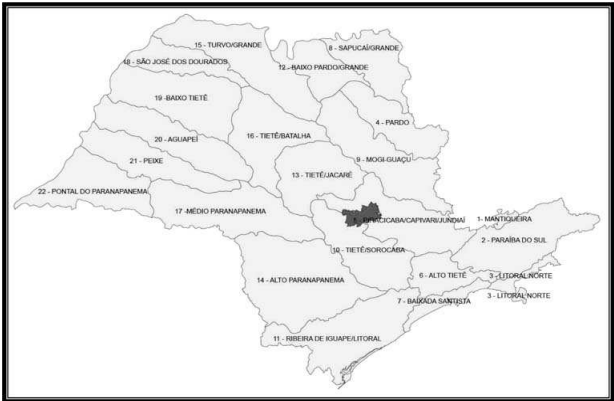


Figura 1.4. Município de Piracicaba em relação às UGRHI's do Estado de São Paulo.

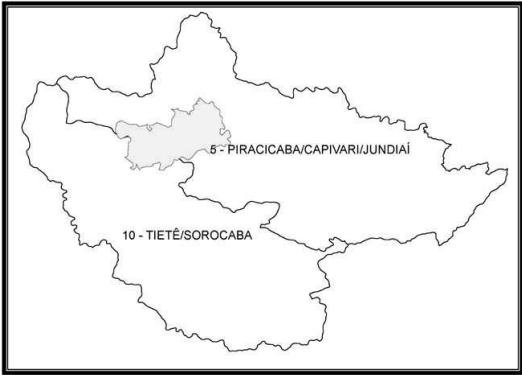


Figura 1.5. Município de Piracicaba em relação às Bacias PCJ e à Bacia Tietê/Sorocaba

O município de Piracicaba possui aproximadamente 30% de seu território inserido na UGRHI-10. A área do município nessa UGRHI é totalmente rural, portanto, sem grandes interferências antrópicas nos recursos hídricos, o que a torna pouco estudada no contexto desta UGRHI.

Inversamente a isto, a área inserida na UGRHI 05 é fundamental, pois é nesta unidade de planejamento que está contida a área urbana, o manancial para o abastecimento público, além dos mananciais que abastecem as grandes empresas do município, sem contar a profunda identificação da população com o Rio Piracicaba. A Figura 1.6 apresenta um detalhamento da UGRHI 05 (Piracicaba, Capivari e Jundiaí).

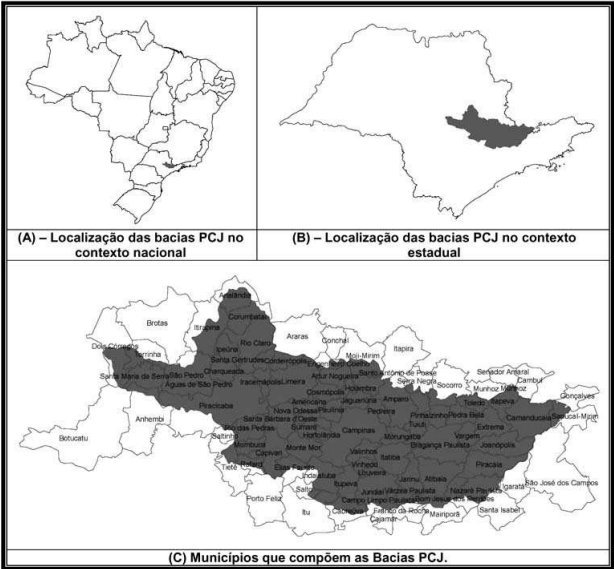


Figura 1.6. Detalhe das Bacias PCJ.

1.3 Cartografia utilizada.

A cartografia básica utilizada para a elaboração deste estudo foram as cartas IBGE 1:50.000, além de mapas temáticos, nas mais diversas escalas, conforme apresentado.

1.3.1 Bases Topográficas IBGE escala 1:50.000

- Piracicaba: SF-23-M-III-2
- São Pedro: SF-23-M-III-1
- Capivari: SF-23-M-III-4
- Laras: SF-23-Y-A-IV-3
- Santa Maria da Serra: SF-22-Z-B-VI-2
- Anhembi: SF-22-Z-B-VI-4

1.3.2 Mapas Temáticos

Os mapas temáticos utilizados para a caracterização ambiental do município de Piracicaba são apresentados a seguir:

- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Folha SF-23-Y-A – Campinas. Escala 1:250.000 (IG/UNESP).
- Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, Folha SF-23-Y-A-IV – Piracicaba, Escala 1:100.000 (IAC)
- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, Escala 1:1.000.000 (IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas).

1.3.3 Apresentação dos mapas

Os mapas apresentados neste Relatório (Diagnóstico Geral) serão plotados nas seguintes escalas:

- Mapa Base e Mapa das Bacias Hidrográficas: escala 1:50.000.
- Mapas Temáticos (Geológico, Geomorfológico, Pedológico, Modelo Digital do Terreno, Declividade, Uso do Solo, Fragilidade Natural e Potencial): Escala 1:100.000.

2 OBJETIVOS

O Objetivo principal deste Relatório Parcial 02 é o fechamento do diagnóstico ambiental para todo o município de Piracicaba, na escala 1:50.000.

Este relatório abordará temas diversos relacionados aos recursos hídricos, tais como divisão hidrográfica do município, atualização do uso do solo, diagnóstico ambiental das bacias hidrográficas, dentre outros, culminando com uma hierarquização das 37 bacias existentes no município. Destas, serão escolhidas as sete bacias mais críticas para que os estudos de diagnóstico sejam aprofundados, proporcionando um conhecimento mais avançado da real situação destas bacias, auxiliando na elaboração do relatório final, contendo o plano de metas e ações.

3 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ECONÔMICA

A caracterização sócio econômica, neste relatório, foi elaborado a partir da coleta de dados socioeconômicos disponíveis na literatura e nos órgãos públicos, nas esferas estaduais e municipais.

3.1 Demografia

Este capítulo objetiva a caracterização do perfil sócio econômico do município de Piracicaba. Segundo a Fundação Estadual de Análise de Dados (SEADE), o ritmo do crescimento da população do município de Piracicaba diminuiu, passando de 1,90% a.a., no período de 1991/2000, para 1,38% a.a., no período 2000/2010.

Essa redução advém entre outras coisas, da redução dos fluxos migratórios interestaduais e vem sendo acompanhada por uma nova direção da tendência concentradora da população.

A população do município foi estimada em 377.071 habitantes para 2010. A densidade demográfica em 2010 foi estimada em 275,33 hab/km² e a taxa de urbanização em 97% (SEADE, 2010). Todas essas estimativas são calculadas com base na taxa geométrica de crescimento anual da população.

A Tabela 3.1 apresenta em detalhe os diversos dados demográficos do município de Piracicaba: Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), projeções populacionais futuras, população rural e população urbana.

Tabela 3.1. Dados demográficos.

População (habitantes)						
Variáveis	2000	2007	2008	2009	2010	2015
População Total	328.642	363.607	368.041	372.529	377.071	396.136
TGCA (%a.a)*	1,34 %	1,34 %	1,34 %	1,34 %	1,34 %	1,34 %
População Urbana	316.876	353.577	358.269	363.007	NI	NI
% urbana	96%	97%	97%	97%	-	-
População Rural	11.766	10.030	9.772	9.522	NI	NI
% rural	4%	3%	3%	3%	-	-

*TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População.

NI – não informado.

Fonte: SEADE, 2010.

No que se refere ao sexo da população, se constata que há um equilíbrio entre a população masculina e feminina, sendo a variação mais observada em habitantes com mais de 75 anos, onde a população do sexo feminino é bem maior que o sexo masculino. A Tabela 3.2 apresenta a população residente no Município de Piracicaba, por faixa etária e sexo, estimada para 2010.

Tabela 3.2. População residente no Município de Piracicaba, em 2010, por faixa etária e sexo.

População residente por faixa etária e sexo, 2010.				
Faixa etária	Sexo masculino		Sexo feminino	
	N	%	N	%
00 a 04 anos	12.613	51%	12.034	49%
05 a 09 anos	13.815	51%	13.192	49%
10 a 14 anos	14.230	51%	13.648	49%
15 a 19 anos	14.596	51%	14.041	49%
20 a 29anos	33.644	50,8%	32.563	49,2%
30 a 39 anos	30.509	49,5%	31.027	50,5%
40 a 49 anos	25.923	48,6%	27.384	51,4%
50 a 59 anos	20.495	48%	22.263	52%
60 a 69 anos	11.786	46%	13.752	54%
70 a 74 anos	3.445	42%	4.726	58%
75 +	4.316	38%	7.069	62%
Total	185.372	49%	191.699	51%

Fonte: SEADE, 2010.

O mais expressivo número de habitantes de Piracicaba com relação a faixa etária, se situa nas faixas de 20 a 29 anos, com aproximadamente 18%, enquanto que o menor contingente populacional se verifica na faixa de 70 anos ou mais, com aproximadamente 5% da população. Esses dados caracterizam uma população jovem. Em termos de políticas públicas, podem significar a necessidade de gerar novas oportunidades de emprego, já que uma crescente camada da população passa a fazer parte da população economicamente ativa.

A Tabela 3.3. leva em consideração importantes componentes demográficos como taxa de natalidade, taxa de mortalidade infantil e o numero de óbitos. A utilização desses indicadores permite que os idealizadores de políticas públicas municipais tenham subsídios para focar ações públicas específicas, principalmente no que diz respeito a população de baixa renda. No que se refere à taxa de mortalidade infantil, houve uma diminuição, que passou no período de 2000 a 2008 de 14,56 para 11,02 crianças a cada mil nascidas vivas.

Tabela 3.3. Taxas de Natalidade e mortalidade do município de Piracicaba.

Variáveis	2000	2002	2005	2008
Taxa de natalidade (%) (por mil habitantes)	16,51	15,33	14,32	13,56
Taxa de mortalidade infantil (%)	14,56	14,44	11,81	11,02
Óbitos gerais (por mil habitantes)	6,17	6,41	6,23	6,42

Fonte: SEADE, 2010.

3.2 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) introduziu em todo o mundo o conceito de desenvolvimento humano sustentável, que promove a adoção de políticas públicas que consideram as pessoas como propósito de desenvolvimento.

O grau de desenvolvimento humano sustentável de uma sociedade pode ser medido através do índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que representa uma alternativa para avaliar a qualidade de vida. O IDH é construído com base em três variáveis: longevidade, educação e renda, além de outros fatores como esperança média de vida, alfabetização, natalidade, entre outros. A partir dele, foi criado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).

Entre 1980 e 2000, Piracicaba apresentou um aumento de 13% no Índice de Desenvolvimento Humano. Segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o município estava, no ano de 2000, entre as regiões



consideradas de médio desenvolvimento humano – IDH, entre 0,5 e 0,8. Em relação aos 150 municípios avaliados no ranking do IDH-M, Piracicaba passou de 42º em 1980 para ocupar a 22º posição em 2000.

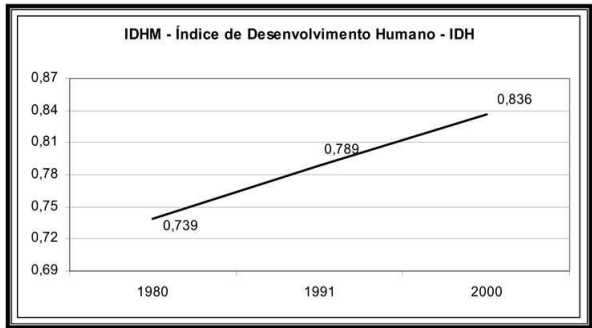


Figura 3.1. Índice de Desenvolvimento Humano (SEADE, 2010).

3.3 Fatores sócio ambientais

Do ponto de vista sócio ambiental, alguns indicadores selecionados mostram que o município oferece boas condições de vida. Em termos das condições sanitárias apresenta, desde o ano 2009, excelente cobertura dos serviços de abastecimento de água (100%), de coleta de lixo (99,5%) e de esgotamento sanitário (98%), com tratamento de 36% do esgoto coletado. Um dos reflexos da qualidade desses serviços pode ser sentido nas taxas de mortalidade infantil, que sofreram queda significativa entre 1991 e 2008, passando de 25,46% para 11,02%.

Tabela 3.4. Indicadores sócio ambientais selecionados.

Variáveis	1991	2000	2003	2008	2009
Nível de atendimento do abastecimento de água	98,01%	99,38%	*-	*-	100%
Nível de atendimento da coleta de lixo	96,9%	99,57%	*-	*-	*-
Nível de coleta do esgoto sanitário	93,27%	96,85%	*-	*-	98%
Taxa de analfabetismo da população acima de 15 anos	7,67%	5,05%	*-	*-	*-
Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)	25,46	14,56	15,71	11,02	*-
Tratamento de Esgoto	*-	31%	*-	*-	36%

*dados não disponíveis
Fonte: SEADE, 2010 e Relatório de Situação PCJ, 2009

3.4 Educação

A Tabela 3.5 ilustra o atendimento educacional do município, considerando suas dimensões, onde se pode notar variação na quantidade de matrículas totais, independente da esfera, seja ela no Ensino Médio, seja no Ensino Superior.

Tabela 3.5. Numero de matrículas e taxa de analfabetismo no município de Piracicaba.

Variáveis	2000	2006
Matrícula Inicial na Educação Infantil	11.221	10.701
Matrícula Inicial na Pré-Escola	8.108	6.300
Matrícula Inicial no Ensino Fundamental	50.899	52.135
Matrícula Inicial no Ensino Médio	17.300	15.440
Matrícula Inicial no Ensino Superior	12.344	14.107
Total	99.872	98.683
Taxa de Analfabetismo (%) – 15 anos ou mais	5,05	2,94

Fonte: SEADE / Relatório de Situação PCJ, 2009.

O município apresenta estrutura privilegiada de ensino superior e para o desenvolvimento de pesquisas. No campo de ensino superior destaca-se a presença da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – ESALQ-USP, Faculdade de Odontologia FOP/UNICAMP, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) e a Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP/FUMEP), com cursos de graduação e pós-graduação. Recentemente,

foi inaugurado no município uma unidade do Centro Paula Souza – FATEC, mantida pelo Estado de São Paulo, que oferece cursos superiores na área de tecnologia voltada para a economia local.

Cabe ressaltar no entanto, que a situação educacional da população ainda requer atenção: a taxa de analfabetismo da população adulta embora tenha sido reduzida no ano de 2006, ainda está elevada. É um indicador que aponta para possíveis dificuldades a serem enfrentadas, do ponto de vista da empregabilidade, por parcela dessa população num futuro próximo.

3.5 Indicadores econômicos

Os dados setoriais foram decompostos por ramos de atividades, em conformidade com as subdivisões do SEADE.

Do total dos estabelecimentos por setor de atividade, no período de 2000 a 2008 (Tabela 3.6), verifica-se que o número de setores vem aumentando ano a ano, com destaque para o setor de construção civil, seguido pelos outros setores.

Tabela 3.6 Número de estabelecimentos por setor de atividade.

Sector de Atividade	2000	%	2005	%	2008	%
Indústria	818	12,31%	925	12,26%	1.116	12,08%
Construção Civil	307	4,62%	234	2,95%	407	4,41%
Serviços	2.462	37,06%	2.722	36,0%	3.289	35,61%
Comércio	2.786	41,93%	3.586	45,15%	4.103	44,43%
Agropecuária	271	4,08%	293	3,64%	320	3,47%
Total	6.644	100%	7.760	100%	9.235	100%

Fonte: SEADE / Relatório de Situação PCJ, 2009.

A Tabela 3.7 apresenta o indicador População Economicamente Ativa (PEA), para o município de Piracicaba, ano de 2008. Essa população econômica ativa é composta por pessoas que exercem trabalho remunerado e apresentam vínculo empregatício.

Tabela 3.7. Dados de total de vínculos empregatícios.

Variáveis	2000	%	2005	%	2008	%
Vínculos empregatícios na Agropecuária	690	1%	867	1%	893	0,8%
Vínculos empregatícios no Comércio	14.499	22%	20.155	23%	24.618	22%
Vínculos empregatícios na Indústria	20.583	31%	27.547	31%	36.895	33,2%
Vínculos empregatícios na construção Civil	2.791	4%	2.978	3%	8.431	7,5%
Vínculos empregatícios nos Serviços	28.394	42%	36.391	42%	40.774	36,5%
Total de vínculos empregatícios	66.957	100%	87.938	100%	111.611	100%

Fonte: SEADE / Relatório de Situação PCJ, 2009.

Os números referentes a pessoas empregadas no município, apontaram um aumento significativo nas atividades industriais. Nos anos de 2000 a 2005, as atividades de serviços tinham 42% do total de vínculos empregatícios. A tabela mostra que o numero de empregos no setor industrial, aumentou no ano de 2008 e o setor de serviços teve uma queda, de 42% para 36,5% do total de empregos. No município de Piracicaba, os setores de serviços e indústrias, representam 69,7% de todo o mercado de trabalho.

3.6 Produto Interno Bruto (PIB)

Analisando os dados da Tabela 3.8, que trata do PIB do município, observa-se que houve uma evolução de 133,6% no período de 2000 a 2007.

Tabela 3.8. PIB, a preço de mercado corrente e posição estadual – (em R\$ milhões).

2000		2002		2004		2006		2007	
PIB	%	PIB	%	PIB	%	PIB	%	PIB	%
3.335,79	0,79	4.233,40	0,79	5.316,44	0,82	6.815,60	0,84	7.794,67	0,86

Fonte: SEADE, 2010.

Nos aspectos econômicos, a prestação de serviços e a produção industrial foram os fatores que mais influenciaram no Valor Adicionado Total (SEADE, 2007). O valor adicionado é utilizado como um dos critérios para a definição do índice de participação dos municípios na receita do Imposto sobre a circulação de mercadorias e Serviços – ICMS. Ele é obtido através da diferença entre o valor das saídas de mercadorias e dos serviços de transporte e de comunicação prestados no seu território, e o valor das entradas de mercadorias e dos serviços de transporte e de comunicação adquiridos, em cada ano civil.

Observando o valor adicionado no período de 2000 a 2007 por setores de atividade (Tabela 3.9), conclui-se que o setor de serviços é o que mais participa na composição deste

indicador. No ano de 2007, o valor adicionado de serviços representava 59% do total municipal. A Tabela 3.9 apresenta o indicador valor adicionado para o município de Piracicaba, para o ano de 2007.

Tabela 3.9. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Piracicaba.

Descrição Seção	2000		2002		2004		2007	
	(R\$ milhões)	(%)	(R\$ milhões)	(%)	(R\$ milhões)	(%)	(R\$ milhões)	(%)
Valor adicionado dos Serviços	1.818,97	63,6	2.184,66	60,0	2.582,62	56,93	3.937,68	59,11
Valor adicionado da Agropecuária	28,44	0,9	65,90	1,9	58,48	1,29	79,89	1,2
Valor adicionado da Indústria	1.015,37	35,5	1.386,82	38,1	1.895,28	41,78	2.643,95	39,69
Valor adicionado Total	2.862,78	100	3.637,38	100	4.536,38	100	6.661,52	100
Valor adicionado da Administração Pública*	256,05	8,94	331,3	9,1	405,11	8,93	576,98	8,66

*Compõe o Valor Adicionado agregado pelos Serviços.
Fonte: SEADE / Relatório de Situação PCJ, 2009.

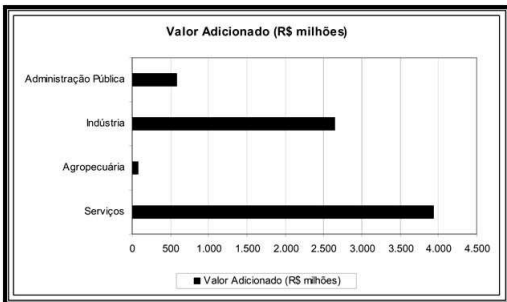


Figura 3.2. Valor adicionado do município de Piracicaba.

O município de Piracicaba contém aproximadamente 1,0 % da população economicamente ativa do Estado de São Paulo (11.713.163 habitantes). O valor adicionado (VA) do município de Piracicaba representa 0,8% do VA do Estado de São Paulo.

Em se tratando do PIB Municipal *per capita*, no ano de 2007, o município conseguiu a sua melhor posição em relação ao ranking estadual (81ª posição) entre 645 municípios.

Tabela 3.10. PIB Municipal per capita de Piracicaba e posição estadual

2000		2002		2004		2006		2007	
PIB p/c em R\$	Pos	PIB p/c em R\$	Pos	PIB p/c em R\$	Pos	PIB p/c em R\$	Pos	PIB p/c em R\$	Pos
10.034,83	82	12.319,07	89	14.974,24	101	18.599,39	97	21.766,25	81

Fonte: SEADE, 2010.

3.7 Arrecadação de tributos

A arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) no município de Piracicaba teve um aumento de 24% no período de 2006 a 2007, conforme se observa no Tabela 3.11.

Tabela 3.11. Arrecadação do ICMS no município de Piracicaba – 2000 – 2009.

Ano	2000	2002	2004	2006	2007
Valor R\$	365.416.242,00	402.434.755,00	271.929.083,00	292.244.276,00	361.029.256,00

Fonte: SEADE, 2010.

3.8 Expansão da Mancha Urbana

Segundo o mapa de uso do solo, elaborado com imagem de satélite do ano de 2010, a área urbanizada do município de Piracicaba soma 8.230,32 ha. No trabalho "Atlas Rural de Piracicaba", a quantificação da manha urbana (com base em imagem de satélite de 2003) soma 7.851 ha.

Desta forma, a expansão da mancha, no período de 2003-2010 foi de 379,32 ha, um aumento de 4,80%. Uma análise mais detalhada sugere que a mancha urbana, sofreu um grande adensamento, isto é, foram ocupados os vazios existentes no município, que já faziam parte da mancha urbana anterior.

No trabalho de diagnóstico detalhado a ser realizado na escala 1:10.000 na próxima fase do estudo, a expansão da mancha urbana será objeto de estudo mais aprofundado, identificando os bairros que sofreram os maiores adensamentos e expansões, bem como sua relação com os recursos hídricos.

O mapa da expansão urbana histórica do município pode ser observado, na escala apropriada, no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**316/10.

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

A caracterização ambiental do meio físico terrestre se constitui em uma ferramenta de grande utilidade para o conhecimento dos principais processos da dinâmica superficial das bacias hidrográficas do município de Piracicaba.

Esse trabalho foi realizado com base na compilação de dados em diversos estudos técnicos científicos existentes, bem como nos diferentes planos diretores municipais. Foram consultados diferentes mapeamentos básicos realizados no estado de São Paulo, por suas instituições de pesquisa e universidades.

Foi adotada metodologia de trabalho que redundou na elaboração dos mapas temáticos de geologia, geomorfologia, declividade dos terrenos e solos, que interpretados de maneira conjunta e harmônica, em ambiente computacional denominado SIG - Sistema de Informações Geográficas possibilitou a identificação das áreas nas bacias hidrográficas mais críticas quanto aos fenômenos existentes de erosão, assoreamento, escorregamentos, que por fim, afetam de maneira direta e indireta a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais. O mapa denominado de Fragilidade Natural do Meio Físico Terrestre, produto dessa interação, ao ser sobreposto ao Mapa de Uso e Ocupação do Solo do município de Piracicaba, resulta no Mapa de Fragilidade Potencial do Meio Físico Terrestre do município de Piracicaba, que é o grande indicador da situação ambiental das 37 bacias hidrográficas estudadas do município.

Os aspectos básicos da hidrogeologia, ou seja, o conhecimento e a quantificação dos principais aquíferos existentes dentro dos limites do município não foram estudados nessa etapa de trabalho. Deverão ser objeto de trabalho específico quando for detalhado o conhecimento na escala 1:10.000, de determinadas bacias hidrográficas. A água superficial e a água subterrânea possuem uma relação direta sendo, portanto, indissociáveis, quando se estuda os recursos hídricos de uma dada região ou área específica.

4.1 Climatologia

O clima em Piracicaba é muito favorável à produção de cana-de-açúcar, uma das razões que a faz a principal cultura do município, a altitude do município no posto meteorológico da ESALQ-USP é de 554 metros, Latitude: 22º 42' 30" sul - Longitude de 47º 38' 00" oeste. Os dados dessa estação foram iniciados com a coleta de precipitação pluvial e temperatura do ar, desde 1917.

Em termos regionais, de acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático da região é "Tropical de Altitude" – Cwa - ou seja, mesotérmico com temperatura média do mês mais frio entre 3°C negativo a 18 °C positivo, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22 °C

Os dados sobre o clima da cidade de Piracicaba, para esse relatório de atividades foram sintetizados tanto do estudo realizado no ATLAS RURAL DE PIRACICABA (2006), cujos autores foram, Alberto G. O. Pereira Barretto, Gerd Sparovek e Mariana Giannotti, cuja publicação foi realizada pelo IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, como dos trabalhos realizados pelo Núcleo de Monitoramento Agroclimático da ESALQ-USP.

Para a apresentação do relatório final o estudo do clima está sendo complementado com dados climáticos com série histórica até o ano de 2009.

4.1.1 Temperatura média do ar.

Na Figura 4.1, 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.

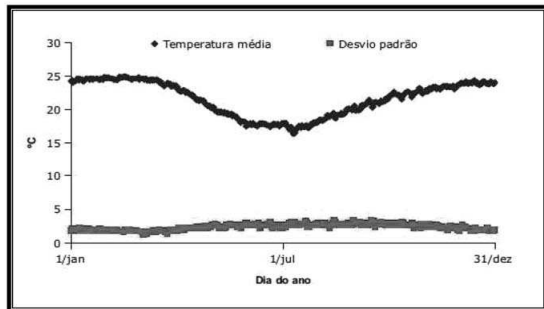


Figura 4.1. Distribuição da temperatura média diária em Piracicaba - SP.

Fonte: Atlas Rural de Piracicaba – 2004.

4.1.2 Precipitação pluvial

Na Figura 4.2, 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.

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 4.2. Distribuição da chuva diária em Piracicaba-SP.

Fonte: Atlas Rural de Piracicaba – 2004.



4.1.3 Balanço Hídrico Edafológico

Para a obtenção do balanço hídrico utilizou-se a metodologia proposta por THORNTHWAITE, MATHER (1955, apud PEREIRA 2002), que considera dados médios de Evapotranspiração e Chuva para com dados disponíveis em estudo.

O NURMA – Núcleo de Monitoramento Agrometeorológico da ESALQ-USP elaborou para mais de 500 cidades do Brasil, o balanço hídrico proposto por THORNTHWAITE, MATHER (1955). Os balanços hídricos foram calculados em planilha EXCEL elaborada para tal finalidade por Rolim et al. (1998), adotando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955) para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm, com a evapotranspiração potencial (ETP) sendo estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Os dados normais de temperatura média mensal do ar (TMED) e chuva total média mensal (P) utilizados neste banco de dados são pertencentes às redes do INMET, IAC, IAPAR, DAEE/SP e ESALQ/USP. Como resultado, as planilhas apresentam as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), na escala mensal, além de diversos gráficos envolvendo essas variáveis. Na Figura 4.3 são apresentados os resultados dos balanços hídricos edafológicos para a cidade de Piracicaba, SP.

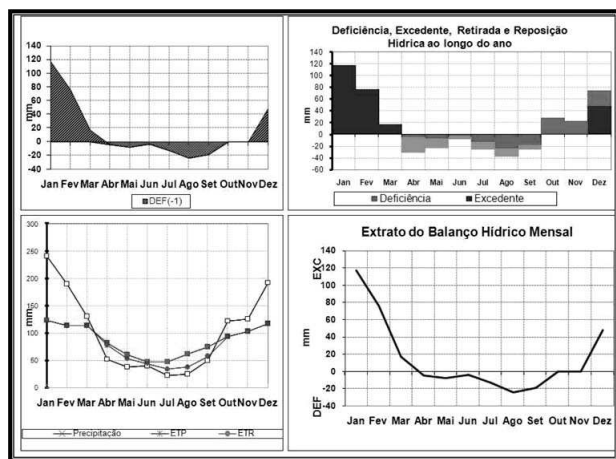


Figura 4.3. Balanço hídrico edafológico segundo Thornthwaite, Mather (1995)

Fonte: <http://www.leb.esalq.usp.br/nurma.html>

4.2 Geologia

As unidades geológicas presentes regionalmente são mostradas na Figura 4.4 que referencia reprodução de carta geológica elaborada pelo projeto UNESP- 1986. O mapa apresentado na Figura 4.4 pode ser observado, em escala adequada à interpretação no Erro! Fonte de referência não encontrada..316/10, apresentado no Volume III (Mapas e Anexos). A coluna estratigráfica-litológica presente na área do município de Piracicaba está apresentada na Tabela. 4.2.1.

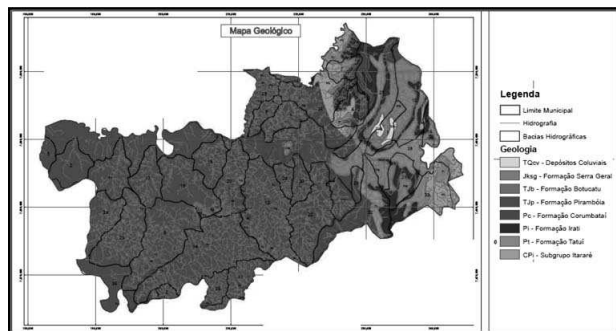


Figura 4.4. Mapa Geológico do município de Piracicaba.

Tabela 4.1. Coluna estratigráfica – litológica do Mapa Geológico de Piracicaba.

Idade	Grupo	Formação	Símbolo	Litologia
Quaternário (1,0ma)/ Terciário (23,8ma)	Depósitos coluvionares	Depósitos coluvionares correspondem aos materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nos atuais divisores d'água e suas encostas, com espessuras e composições variáveis nas Bacias	TQcv	Areias, silte e argilas em frações que dependem da natureza do substrato rochoso que lhe deu origem.
Cretáceo (120ma)	Grupo São Bento.	Formação Serra Geral	JKsg	Rochas vulcânicas básicas em derrames basálticos de coloração cinza a negra, textura afanítica com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios, de estratificação cruzada.
Jurássico/ (170ma)		Formação Botucatu	JKb	Arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte.
Triássico (200ma)		Formação Pirambóia	TRJp	Arenitos finos a médios, avermelhados, silício-argilosos, de estratificação cruzada ou plano-paralela; níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variadas.
Permo-Carbonífero (230ma/300 ma)	Grupo Passa Dois	Formação, Corumbatai	Pc	Argilitos, folhelhos e siltitos com intercalações de bancos carbonáticos, silicíticos, e camadas de arenitos finos
		Formação Irati	Pi	Siltitos, argilitos e folhelhos silíticos, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários, silicificados e restritos níveis conglomeráticos.
	Grupo Tubarão	Formação Tatuí	Pt	Siltitos, arenitos finos em parte concrecionados, calcários e silix.
		Formação Itararé	CPI	Arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcóscios, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos folhelhos ritmicos, raras camadas de carvão.

As rochas sedimentares Paleozóicas e Mesozóicas do município de Piracicaba estão no domínio da Bacia do Paraná, representadas pelo Grupo Tubarão (Formações Itararé e Tatuí), Grupo Passa Dois (Formações Irati e Corumbatai), Grupo São Bento (Formações Pirambóia e Botucatu).

A seguir é realizada uma descrição sintética dos principais compartimentos litostratigráficos presentes no município.

4.2.1 Grupo Tubarão

Esta unidade é constituída por sedimentos clásticos (arenitos, diamictitos, ritmicos, siltitos, argilitos e lamitos), de origem glacial e periglacial. Apresenta sedimentos de coloração cinza a amarelada e estruturas dos tipos estratificada de pequeno porte e maciça. Duas unidades estão presentes, a formação Itararé do Carbonífero superior (300ma) /Permiano inferior (270ma) a Permiano médio (250ma).

4.2.1.1 Formação Itararé (CPI)

As rochas da Formação Itararé são formadas por arenitos de granulação variada, imaturos passando a arcóscios, além de conglomerados e sedimentos mais finos representados por siltitos, folhelhos, ritmicos e tilitos, que repousam sobre as superfícies erosivas entalhadas em rochas cristalinas eopaleozóicas e pré-cambrianas. Embora as litologias desta formação sejam constituídas quase que inteiramente por sedimentos clásticos, localmente podem nela ocorrer finas camadas de carvão e de calcário.

Na região estudada, a Formação Itararé recobre a área norte-nordeste do município na Bacia do Rio Corumbatai, e na região sudeste, na bacia do Rio Corumbatai, Córrego Tijuco Preto e do rio Piracicaba.

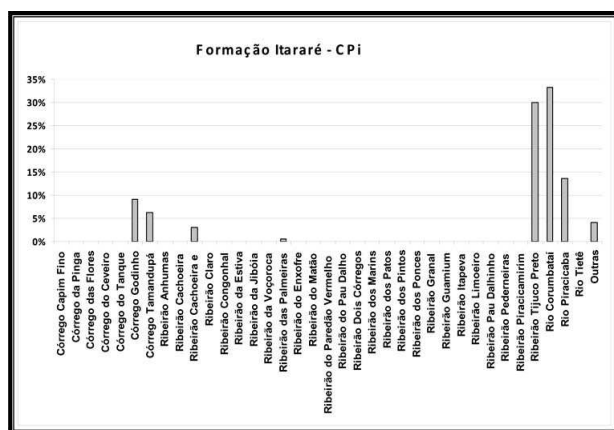


Figura 4.5. Distribuição espacial das rochas da Formação Itararé nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba - SP.



Figura 4.6. Sequência sedimentar de siltitos, arenitos e argilitos dispostos planoparalelamente da formação Itararé (Foto Ilustrativa).

4.2.1.2 Formação Tatuí (Pt)

A Formação Tatuí ocorre na forma de uma faixa estreita acompanhando a Formação Irati, com maior presença registrada em toda região leste de Piracicaba, de norte a sul do município. Esta unidade é constituída de depósitos marinhos costeiros com predomínio de siltitos, arenitos finos em parte concrecionados e, em menor quantidade, camadas de arenitos, calcários, folhelhos e silix. Os sedimentos apresentam estratificação plano-paralela, com coloração avermelhada na porção inferior e esverdeada na porção superior. A base do pacote sedimentar apresenta relações de discordância com a Formação Itararé. Esta formação está distribuída na cidade de Piracicaba ao longo da região Leste, (NE e SE).

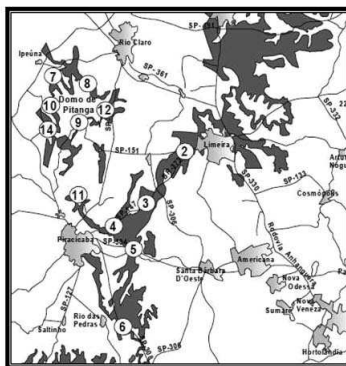


Figura 4.7. Distribuição espacial da Fm. Tatuí na região de Piracicaba.

Fonte: ASSINE, M. L. et. al (2003).

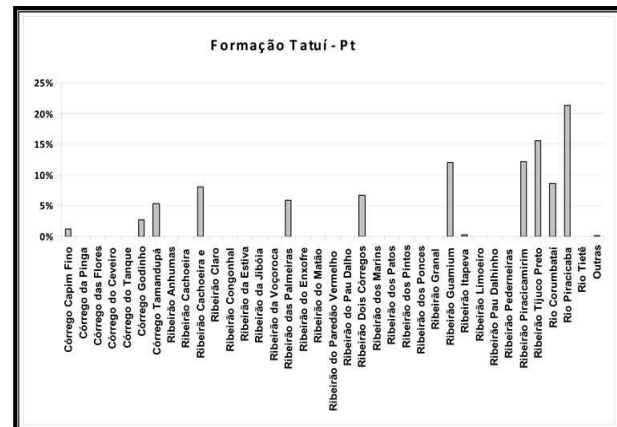


Figura 4.8. Distribuição espacial da Formação Tatuí nas bacias hidrográficas de Piracicaba-SP.

4.2.2 Grupo Passa Dois

Na Bacia em estudo, o Grupo Passa Dois é representado pelas Formações Irati e Corumbatai, disposto numa faixa Norte-Sul e em sequência, entre os Grupos Tubarão e São Bento.

4.2.2.1 Formação Irati (Pi)

A Formação Irati ocorre numa faixa estreita recobrendo a Formação Tatuí, sendo constituída por folhelhos betuminosos, folhelhos pretos, siltitos, argilitos, folhelhos e arenitos de granulação fina a grossa e conglomerados. Estas camadas de conglomerados ocorrem na base da formação. No município aflora na região sudeste em contato discordante com as intrusivas básicas da Formação Serra Geral, na bacia hidrográfica do Tijuco Preto.



Figura 4.9. Contato entre as formações Irati, na base e Corumbatai no topo do talude, na Rodovia SP-127 (Rodovia Fausto Santomauro)

Fonte: Foto do XI Simpósio de Geologia do Sudeste.

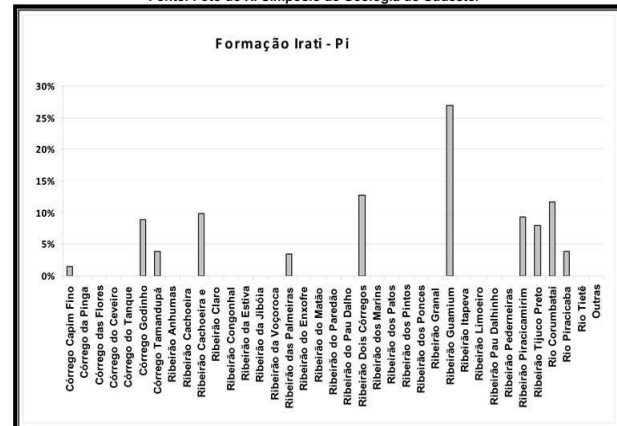


Figura 4.10. Distribuição espacial da Formação Irati nas bacias hidrográficas de Piracicaba - SP.

4.2.2.2 Formação Corumbatai (PC)

Esta formação é constituída, em sua parte inferior, por argilitos, folhelhos e siltitos de cor cinza escuro, e em sua parte superior por argilitos, folhelhos e siltitos de amarelados a vermelhados, com intercalações de bancos carbonáticos, silicíticos e camadas de arenitos finos. Os leitos carbonáticos são ricos em edóitos e fragmentos de conchas.

Nesta unidade observam-se estruturas sedimentares como estratificação plano-paralela, cruzada de baixo ângulo, estratificação rítmica, marcas onduladas e fraturas de ressecamento.

A Formação Corumbatai caracteriza-se por ser fossilífera, sendo numerosas as ocorrências de restos de animais e vegetais em suas camadas, com freqüentes escamas e dentes de peixe.

A Formação Corumbatai tem uma grande abrangência no município de Piracicaba (34.063 ha) sendo a grande expressão os afloramentos rochosos que compõe a estrada do Bongue, onde afloram notáveis bancos de arenitos intercalados por siltitos e argilitos. O Bairro Jupia está assentado sobre as rochas da Fm. Corumbatai, conforme fotos apresentadas na Figura 4.11.



(A) Paredão de arenito com fraturas verticais cruzando com acamamento dos bancos de arenito plano-paralelos horizontalizados. (B) Detalhe do paredão de arenito com fraturas verticais cruzando com acamamento dos bancos de arenito e siltitos plano-paralelos horizontalizados.



Figura 4.11. Afloramento da Fm. Corumbatai na estrada do Bongue.

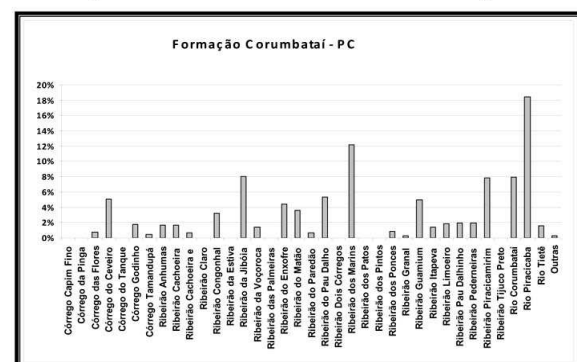


Figura 4.12. Distribuição dos afloramentos rochosos da Formação Corumbatai, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba-SP.

4.2.3 Grupo São Bento

O Grupo São Bento é representado na região estudada, entre as litologias sedimentares, pelas Formações Pirambóia e Botucatu, das quais a primeira possui maior área de distribuição regional.

4.2.3.1 Formação Pirambóia

Esta formação geológica é predominante no município de Piracicaba, ao lado das rochas da Formação Corumbatai. Distribui-se espacialmente desde a região centro-leste de Piracicaba até os seus limites com os municípios de São Pedro, Sta. Maria da Serra e Anhembi, a área dessa formação geológica no município de Piracicaba é de 68.429ha.

Constitui-se de arenitos com granulação média a muito fina, com matriz silto-argilosa, intercalações de camadas de argilitos e siltitos e raras intercalações areno-conglomeráticas.

As estruturas sedimentares mais comuns nesta unidade são: estratificação cruzada e plano-paralela, estrutura maciça e marcas onduladas.

Essa é a região mais suscetível aos processos erosivos na cidade de Piracicaba, notadamente em função do substrato rochoso, ser constituído pelos sedimentos arenosos de granulação média a muito fina, base pedogenética dos neossolos quartzarênicos predominantes na região.

A expressão da magnitude e importância desses Arenitos está diretamente associada aos processos de dinâmica superficial de erosão e assoreamento. As bacias hidrográficas sustentadas por esse substrato rochoso são as áreas de drenagem superficial a serem protegidas, pois além da sua grande fragilidade ambiental, é provavelmente, fonte de recarga do Aquífero Guarani na cidade de Piracicaba.

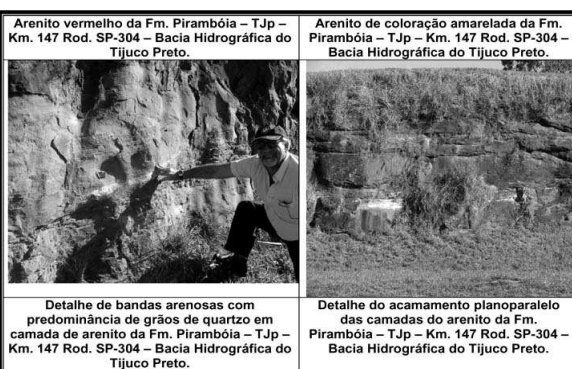


Figura 4.13. Afloramento da Fm. Pirambóia, nas margens da Rodovia SP-304.

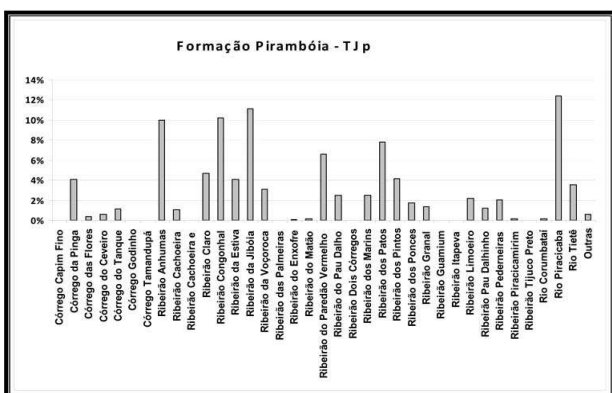


Figura 4.14. Distribuição dos afloramentos rochosos da Fm. Pirambóia, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.

4.2.3.2 Formação Botucatu

A Formação Botucatu é encontrada praticamente no centro-oeste do município de Piracicaba, em afloramentos localizados, em contatos predominantemente concordantes ou transacionais com a Formação Pirambóia.

Esta Formação constitui-se quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média, com boa seleção de grãos foscas de alta esfericidade, apresentando corpos de arenitos conglomeráticos na base. O constituinte mineralógico principal é o quartzo, que pode apresentar-se com cor avermelhada devido à presença comum nesses grãos de uma película envolvente de óxido de ferro. Os sedimentos apresentam estratificação cruzada de grande porte e acanalada (vide Figura 4.16).

Afloramento dessa formação sedimentar estão restritos no município de Piracicaba a uma área de 732 há, localizados na região centro-norte da cidade, nas cercanias de Artemis na bacia hidrográfica do Ribeirão do Paredão Vermelho.

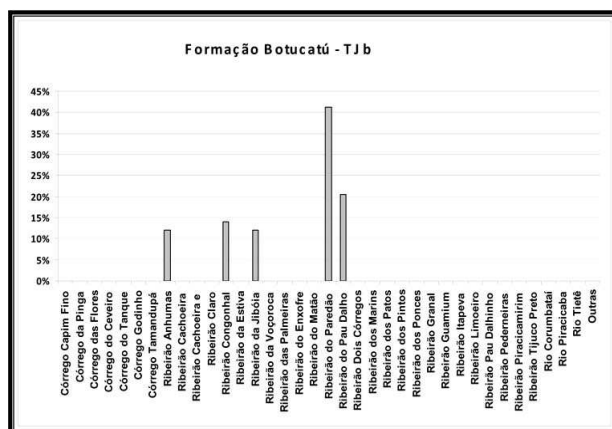


Figura 4.15. Distribuição dos afloramentos rochosos da Fm. Botucatu, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.

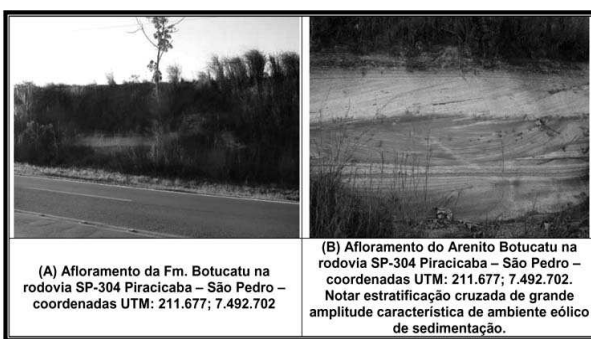


Figura 4.16. Afloramentos da Formação Botucatu.

4.2.3.3 Rochas efusivas e os corpos intrusivos básicos

Compreendem as rochas intrusivas básicas tabulares e as rochas vulcânicas basálticas da Formação Serra Geral.

Os basaltos da Formação Serra Geral são de natureza toleítica e compõem-se por plagioclásio, augita e pigeonita, sendo escamas de olivinas (FERNANDES, 1997). Apresentam coloração cinza à negra, estruturas amigdaloidais no topo dos derrames e com grande desenvolvimento de juntas verticais e horizontais de origem tectônica e por resfriamento. Dados indicam que a variação de idade dos derrames estaria entre 137 e 128 milhões de anos (TURNER *et al.*, 1994).

As rochas intrusivas básicas aparecem sob a forma de soleiras, diques e sills, e são predominantemente diabásicas. Ocorrem na cidade de Piracicaba em soleiras intercaladas nas unidades Irati e Tatui, que ultrapassam 130 m de espessura.

Grande expressão tem esses corpos intrusivos básicos na região leste do município no Distrito Industrial Unileste, no bairro Monte Alegre, e em taludes em corte na rodovia Piracicaba-Limeira. Em Piracicaba a área ocupada por esses afloramentos é de 8.977 ha.

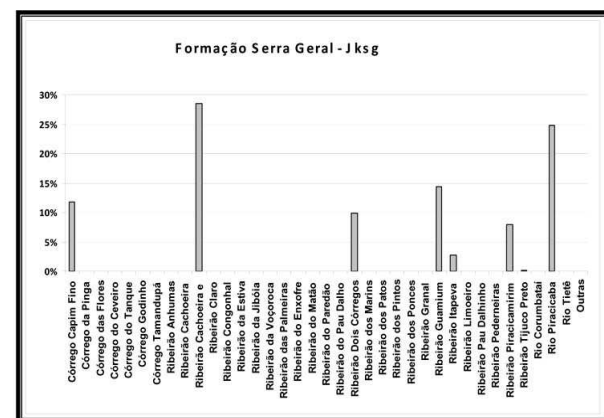


Figura 4.17. Distribuição dos afloramentos rochosos das rochas vulcânicas da Fm. Serra Geral, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.

Devido a escala do mapa geológico utilizado como base do trabalho (1:250.000), não foi possível representar a intrusão basáltica (Sills/Dique), no local onde se encontra a Pedreira da Minerpav (vide Figura FIGURA- 4.2.4.2) no córrego do Ribeirão do Enxofre, no Bairro Terras de Piracicaba.



Figura 4.18. Visão geral da área de extração de brita da Mineração Minerpav no Ribeirão do Enxofre

4.2.4 Depósitos Coluvionares e solos residuais

Os depósitos coluvionares correspondem aos materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nos atuais divisores d'água e suas encostas, com espessuras e composições variáveis nas Bacias. Em geral, são mais desenvolvidos nos relevos mais aplainados e em situações específicas caracterizadas como rampas coluvionares, normalmente associadas aos relevos mais escarpados da região. Sua composição mineralógica e granulométrica (areias, siltes e argilas) depende da natureza do substrato rochoso que lhe deu origem.

Os solos residuais são encontrados nos topos mais elevados e nas formas de relevo mais arrasadas, enquanto os colúvios predominam sobre as encostas e rampas vizinhas às principais linhas de drenagem.

A distribuição em área desses sedimentos é inexpressiva 662 ha, e está concentrado na bacia do Ribeirão Capim Fino (65%), e na bacia hidrográfica do ribeirão Guamium (24%) conforme o gráfico da Figura 4.19.

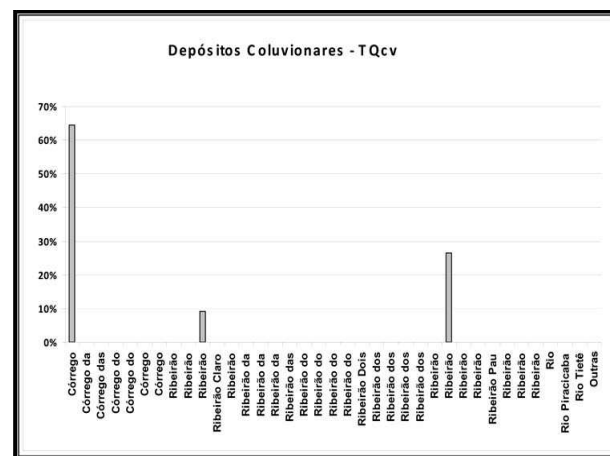


Figura 4.19. Distribuição dos depósitos coluvionares e solos residuais, nas bacias hidrográficas do município de Piracicaba, SP.

4.3 Pedologia

A caracterização dos solos da área do município de Piracicaba foi realizada tendo como base o Mapa de solos, elaborado pela equipe técnica do IAC - Instituto Agronômico do Estado de São Paulo na escala 1:100.000 (1999) e a utilização dos conceitos e legenda do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 2ª Ed. 2006 (EMBRAPA-SOLOS). A título de ilustração da distribuição das manchas de solos do município de Piracicaba é apresentado na Figura 4.20 o mapa pedológico elaborado pelo IAC – 1999.

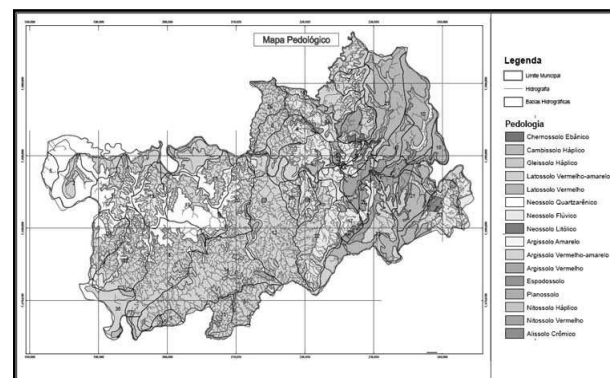


Figura 4.20. Mapa Pedológico do município de Piracicaba.

A Tabela 4.2 apresenta o resultado quantitativo das principais unidades de mapeamento obtidas dentro dos limites do município de Piracicaba. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.**316/10 apresenta com maior grau de detalhe o mapa pedológico do município de Piracicaba, SP.



Tabela 4.2. Unidades de mapeamento contidas dentro dos limites do município de Piracicaba-SP.

Classe de Solo	Código	Área	
		ha	%
Chernossolo Ebânico	Meo	202,3	0,15%
Cambissolo Háplico	CX	1.902,9	1,39%
Gleissolo Háplico	GX	2.436,8	1,79%
Latossolo Vermelho-Amarelo	LVA	7.864,7	5,76%
Latossolo Vermelho	LV	11.955,6	8,76%
Latossolos Roxos	LR	3.502,4	2,57%
Neossolo Quartzarênico	NQ	14.974,6	10,97%
Neossolo Litólico	RL	22.797,8	16,70%
Neossolo Flúvico	RU	34,5	0,03%
Argissolo Amarelo	PA	401,5	0,29%
Argissolo Vermelho-Amarelo	PVA	59.422,4	43,53%
Argissolo Vermelho	PV	1.770,6	1,30%
Podzol	PH	38,3	0,03%
Planossolos	PL	147,3	0,11%
Nitossolo Háplico	NX	15,4	0,01%
Nitossolo Vermelho	NV	5.758,8	4,22%
Alissolo Crômico	Act	313,7	0,23%
Rios	-	2.961,5	2,17%
Total		136.501,2	100,00%

Nota-se na Tabela 4.2 que as unidades prevalentes são os Argissolos Vermelho Amarelo – PVA, ocupando 43,53% da área total, seguido dos Neossolos Litólicos, com 16,70%, Neossolos quartzarênicos, com 10,97%, Latossolos vermelho com 8,76%, Latossolos Vermelho Amarelo com 5,76%, e por fim, o Nitossolo Vermelho com 4,22%.

A somatória total dessas unidades de mapeamento compõe 91,94% das unidades de solos do município. Conceitualmente essas unidades principais de mapeamento podem assim ser definidas:

Argissolos Vermelho Amarelo – PVA: Essa classe compreende solos não hidromórficos com distinta individualização de horizontes, decorrente de acentuada diferença em textura, cor ou estrutura. Apresentam horizonte B textural e a seguinte

sequência de horizontes: A, E (pode faltar), Bt e C. O horizonte B possui argila de atividade alta conjugada por saturação por bases (Na, Ca, Mg, K) baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B.

Neossolos litólicos – RL: São solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm, que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Neossolos quartzarênicos – RQ: Outros solos sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São solos que contém Areia grossa e Areia fina com mais de 95% de quartzo, calcedônia e opala e , praticamente ausência de minerais primários alteráveis como os feldspatos e micas.

Latossolos Vermelhos – LV: São solos constituídos por material mineral, apresentado horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm de superfície do solo ou de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Os latossolos vermelhos são solos com matiz 2,5 YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolos Vermelho Amarelo – LVA: São solos constituídos por material mineral, apresentado horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm de superfície do solo ou de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Os latossolos vermelho-amarelos são classificados nessa categoria por exclusão de outros solos de cores vermelho-amarelas e amarelo-avermelhadas, que não se enquadram nas classes de solos do grupo dos latossolos.

Nitossolo Vermelho – NV: São solos com 350g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, constituídos por material mineral que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A, com argila de atividade baixa o caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150cm da superfície do solo. São solos com matiz 2,5 YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (exclusive BA).

Aplicação do conhecimento sobre os solos existentes no município de Piracicaba nos remete para a área agrônômica e da construção civil. Por outro lado, o conhecimento da distribuição espacial dos principais solos do município induz o poder público a se prevenir

dos processos da dinâmica superficial, onde a erosão, o assoreamento e os escorregamentos têm importância ambiental significativa para a dinâmica dos recursos hídricos do município.

4.4 Geomorfologia

A importância do estudo da geomorfologia aumenta na medida em que conhecemos prioritariamente o modelo de elevação do terreno da área de interesse do estudo, no caso, o município de Piracicaba, SP. Posteriormente, associado ao conhecimento do substrato rochoso dos terrenos consegue-se qualificar e classificar o modulado do terreno, isto é, as suas principais formas, consequentemente, associadas aos diferentes tipos de solos e paisagens.

O município de Piracicaba possui uma amplitude de elevação de 180 metros, sendo sua região mais elevada, localizada na região nordeste, sustentada pelas rochas intrusivas básicas da formação Serra Geral intercalada nas rochas sedimentares do Paleozóico, ou seja, as formações Irati e Tatui. A região com as menores cotas do terreno situam-se a oeste, em rochas areníticas do mesozóico, ao longo da calha do rio Piracicaba e dos cursos d água da região sudoeste, cujas vertentes desembocam na calha do rio Tietê, que é o nível de base regional.

A Figura 4.3.1 apresenta a carta com o Modelo de Elevação Digital do Terreno do município de Piracicaba, SP.

Nota-se por esse modelo a existência de um divisor de águas entre a Bacia do Rio Piracicaba, ao norte da área e a bacia hidrográfica do rio Tietê. O Mapa Geomorfológico do município de Piracicaba, apresentado em escala 1:250.000 na Figura 4.3.2, foi elaborado com base no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).

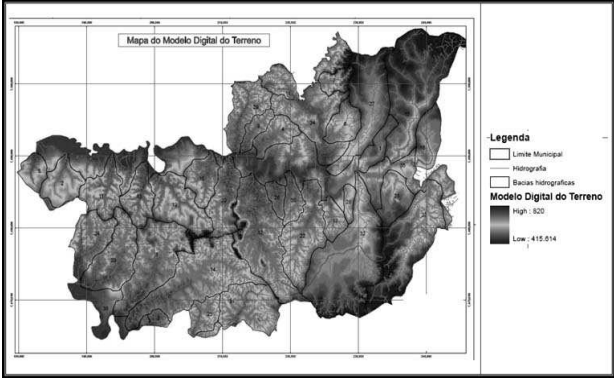


Figura 4.21. Modelo de Elevação Digital do Terreno do município de Piracicaba, SP.

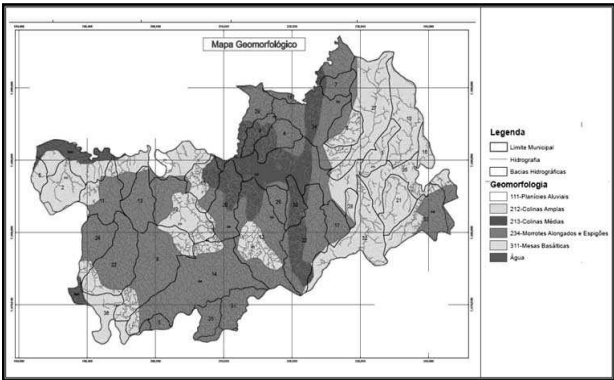


Figura 4.22. Mapa Geomorfológico de Piracicaba.

O Erro! Fonte de referência não encontrada..316/10 apresenta com maior grau de detalhe o mapa do Modelo Digital do Terreno, enquanto o Erro! Fonte de referência não encontrada..316/10 apresenta o Mapa Geomorfológico do município de Piracicaba, SP. Ambos os desenhos são apresentados no Volume III (Mapas e Anexos).

O mapa contém as principais formas de relevo da região individualizadas em unidades homogêneas, definidas principalmente em função da amplitude topográfica, declividade das encostas e densidade das linhas de drenagem. A caracterização do relevo permite fornecer elementos para planejamento regional, avaliação de facilidades/dificuldades de urbanização, reconhecimento pedológico, classificação da capacidade de uso da terra e manejo agrícola, bem como as suscetibilidades à erosão e a escorregamentos.

O município de Piracicaba está inserido na bacia hidrográfica do Médio Tietê, sendo formada por rochas sedimentares e expressivas áreas de intrusões basálticas que interferem nas feições de relevos, além de contarem com grandes falhamentos que perturbam as suas camadas.

A Depressão Periférica no Estado de São Paulo se constitui em uma faixa com aproximadamente 50 km de largura, embutida entre as Cuestas e o Planalto Atlântico, com topografia predominantemente colínosa.

As Cuestas Basálticas constituem um frontão caracterizado pelo relevo escarpado no contato com a Depressão Periférica e por relevos suavizados, dispostos sob a forma de grandes plataformas estruturais, com caimento para o quadrante oeste. Estas duas grandes feições representam a escarpa e o reverso da cuesta, esta última desenvolvida sobre as rochas basálticas. Essa região se encontra fora dos limites do município. Essa província é marcante nos municípios de São Pedro, Aguas de São Pedro e Santa Maria da Serra.

4.3.1 As Formas de relevo existentes em Piracicaba

As unidades de sistemas de relevo e as suas principais características presentes no município estão apresentadas no Mapa Geomorfológico constam na Tabela 4.3. .

Tabela 4.3. Formas de relevo presentes no município de Piracicaba e suas principais características.		
FORMAS DE RELEVO	UNIDADES HOMOGÊNEAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
1 - Relevos de Agradação		1. Continentais
	111- Planícies Aluviais	Terrenos baixos mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.
2 - Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados		2.1 Relevo Colínoso (Predominam declividades de até 15% e amplitudes locais inferiores a 100 m)
	212 – Colinas Amplas	Predominam interflúvios com área superior a 4 km ² , topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retílineos a convexos. Drenagem de baixa densidade, planícies aluviais interiores restritas.
	213 – Colinas Médias	Predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km ² , topos aplainados. Vertentes com perfis convexos a retílineos. Drenagem de média a baixa densidade, vales abertos a fechados, planícies aluviais restritas
		2.3 Relevo de Morrotes (Predominam declividades médias a altas, acima de 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 m)
	234 – Morrotes Alongados e Espigões	Predominam interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retílineos. Drenagem de média alta densidade, vales fechados.
3 Relevos residuais suportados por litologias particulares		3.1. Relevos residuais suportados por maciços básicos
	3.1.1 – Mesas Basálticas	Morros testemunhos isolados, topos aplainados a arredondados, vertentes com perfis retílineos, muitas vezes com trechos escarpados e exposições de rochas. Drenagem de média densidade, padrão pinulado a subparalelo, vales fechados.

Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

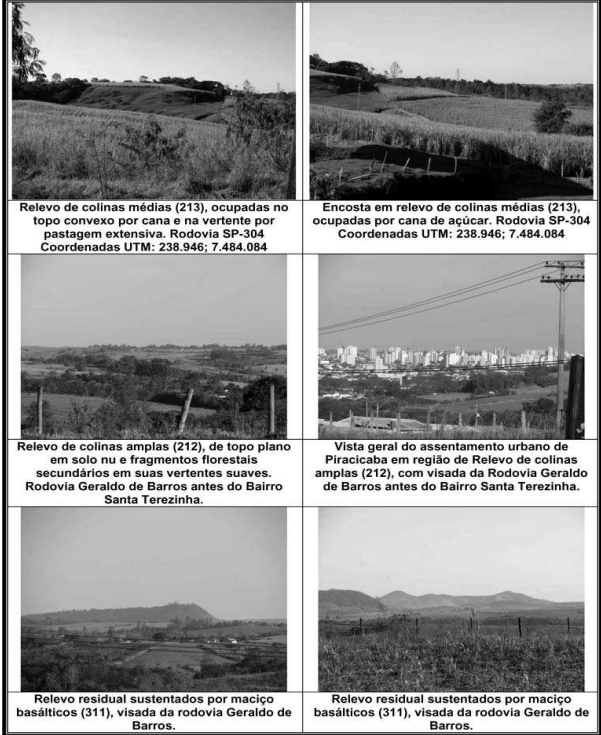


Figura 4.23. Exemplos das formas de relevo encontradas no município.

4.5 Declividade

O mapa de declividade do município foi gerado a partir das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000. A Tabela 4.4 apresenta a quantificação das classes de declividade encontrada para o município de Piracicaba.

Tabela 4.4. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%).

Classes de declividade	Área total (ha)	Área total (%)
0 a 3%	47.543,50	34,70%
3 a 6%	25.458,97	18,58%
6 a 12%	41.592,74	30,36%
12 a 18%	15.075,56	11,00%
> 18%	7.341,84	5,36%
Total	137.012,60	100,00%

Fonte: Mapa Digital - MDT

Analisando os dados da Tabela 4.4, nota-se que o relevo no município não apresenta áreas muito declivosas, sendo que as áreas com declividade maior que 12% somam 16,36%. Em aproximadamente 84% das áreas do município de Piracicaba, a declividade é inferior a 12%. Esta constatação demonstra que a maioria das terras de Piracicaba são aptas para a mecanização agrícola. O Mapa de declividade, pode ser observado, em escala adequada de interpretação no Erro! Fonte de referência não encontrada..316/10, em anexo.

4.6 Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre

O mapa de fragilidade ambiental do Município de Piracicaba aqui elaborado, consiste na sobreposição de mapas temáticos escolhidos de acordo com a finalidade do trabalho, isto é, dentre os dados georreferenciados disponíveis, os que apresentam uma maior relação com o meio físico terrestre serão utilizados. A interpolação e tabulação dos dados deverão ser realizadas dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Para a escolha dos mapas temáticos deve-se conhecer muito bem a ação proposta, isto é, qual o uso que se pretende fazer da área. No estudo em questão pretende-se promover a recuperação/manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Devido a finalidade do projeto, foram identificados 4 temas importantes: geologia, geomorfologia, pedologia e declividade do terreno. Estes quatro termos já foram apresentados anteriormente, bem como a escala e origem dos dados. A Tabela 4.5 apresenta uma síntese dos dados utilizados no trabalho.

Tabela 4.5. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.

Fatores	Definição/Observações	Faixa de avaliação	Nota	Peso
Pedologia	A pedologia foi considerada por ser o principal condicionante do meio físico a ser degradado, caso venha a ser ocupado de maneira imprópria.	Hidromórficos	1	2
		Latossolos e Nitossolos	2	
		Argissolos	3	
		Neossolos Quartzarênicos	4	
		Cambissolos e Litólicos (- flúvicos)	5	
Geomorfologia	A geomorfologia representa as formas de relevo presentes no local. De acordo com as feições geomorfológicas presentes na área, pode-se estimar o papel de cada uma delas como condicionantes da fragilidade ambiental.	Demais Classes (áreas pequenas)	2	1
		Planícies Aluviais	0	
		Colinas Amplas	1	
		Colinas Médias	2	
		Morrotes Alongados	3	
Declividade	Fator relacionado ao relevo local. Importante condicionante para a susceptibilidade a erosão	Mesas Basálticas	4	3
		< 3%	1	
		3 a <6%	2	
		6 a < 12%	3	
		12 a 18%	4	
Geologia	A geologia fornece dados sobre a capacidade de suporte do substrato rochoso aos processos de dinâmica superficial.	> 18%	5	1
		Formação Botucatu e Pirambóia	4	
		Formação Serra Geral	1	
		Coberturas Cenozóicas	3	
		Formações Diversas do Passa Dois e Tubarão	2	

Na Tabela 4.5 os fatores avaliados possuem diferentes pesos quando se quantifica o meio físico terrestre em relação a sua fragilidade ambiental. Nesse estudo, priorizou-se, como fator de maior relevância a declividade do terreno atribuindo a esse fator o peso 3. Outro fator de maior importância, porém, de grande variabilidade espacial e susceptibilidade aos processos de dinâmica superficial é o tipo de solo, ou seja, a unidade pedológica, portanto, este fator recebeu peso 2. Por fim, a geomorfologia e a geologia receberam peso 1.



Para cada fator avaliado há uma série de unidades relacionadas a cada fator e que são diretamente compatíveis com o nível de mapeamento utilizado, por exemplo: os solos foram separados por extratos de unidades com base em mapeamento 1:100.000, por outro lado, a geologia em mapeamento realizado na escala 1:250.000 e a geomorfologia na escala 1:1.000.000. Cada classe dentro de cada fator recebeu uma nota de 0-5, referente ao seu grau de importância na fragilidade do meio físico terrestre. Na Figura 4.24 pode-se observar melhor o significado das notas (A) e pesos atribuídos (B).



Figura 4.24. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.

Como visto anteriormente, as notas e os pesos de cada fator foram determinados através das peculiaridades de cada fator. Estas características são fundamentadas no tipo de uso futuro que se pretende fazer. Esta atribuição é um tanto quanto subjetiva devido às várias características intrínsecas existentes para cada critério. Na Tabela 4.6 na sequência há uma justificativa mais detalhada da escolha dos fatores. Já na Tabela 4.7 estão as justificativas para a nota atribuída a cada faixa de avaliação.

Tabela 4.6. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.

Critério	Peso Atribuído	Justificativa
Pedologia	2	Representa o principal condicionante afetado por qualquer tipo de uso. Tem grande importância para a erosão. Pode se degradar com o uso intensivo, por isso atribuiu-se peso 2.
Geomorfologia	1	Como representa as formas de relevo presentes no local. É um dos condicionantes mais importantes o processo de erosão, justificando o peso 1 que lhe foi atribuído.
Declividade	3	Junto com a geomorfologia e aliado ao tipo de solo representa os principais problemas causadores de erosão, ou seja, tem grande importância para o meio físico.
Geologia	1	Substrato rochoso fornece o material de origem dos solos. Em função de sua natureza condiciona o relevo e a paisagem.

Tabela 4.7. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação.

Critério	Faixa de Avaliação	Nota Atribuída	Justificativa
Geomorfologia	Planícies Aluviais	0	Não sofre processos erosivos e sim assoreamento
	Colinas Amplas	1	Declividade Baixa
	Colinas Médias	2	Declividade média-baixa
	Morrotes Alongados	3	Declividade Média
	Mesas Basálticas	4	Apresentam trechos planos e trechos com alta declividade
Geologia	Serra Geral	1	Regiões mais planas e menos suscetíveis a erosão.
	Botucatu e Pirambóia	4	Formada por arenitos finos, muito suscetíveis a erosão
	Coberturas Cenozóicas	3	Formada por sedimentos pouco consolidados.
	Grupo Passa Dois e Tubarão	2	Formações diversas, apresentando grande variabilidade e apresentado uma média susceptibilidade a erosão
Pedologia	Hidromórficos	1	Solos ocorrentes em várzeas, portanto em terrenos com baixa declividade.
	Latossolos e Nitossolos	2	Solos ocorrentes em declividades médias e com baixa susceptibilidade a erosão
	Argissolos	3	Solos ocorrentes em declividades médias a alta, com alto gradiente textural.
	Neossolos Quartzarênicos	4	Solos caracterizados pela textura arenosa e pouco estruturado
	Cambissolos e Litólicos (- flúvicos)	5	Solo rasos e, geralmente, localizados em regiões declivosas
	Demais Classes (áreas pequenas)	2	São solos de pouca ocorrência no município, pertencentes a classes não computadas anteriormente.
Declividade	< 3%	1	Áreas planas
	3 a <6%	2	Áreas com baixa declividade
	6 a < 12%	3	Áreas com média declividade
	12 a 18%		Áreas com alta declividade
	> 18%		Áreas com declividade acentuada

Os mapas foram sobrepostos em ambiente SIG, utilizando o programa Arc View, sendo a vulnerabilidade natural o somatório do produto do critério de avaliação pelo peso estipulado para determinado fator, conforme exemplo abaixo.

Área cuja geomorfologia seja Colinas Amplas, Geologia Formação Serra Geral, Solo tipo Argissolo e Declividade de 7% terá uma fragilidade natural (FN) igual a 21 (grandeza adimensional), conforme apresentado na Equação 1.

$$FN = \frac{2 \times 1}{\text{Fator Geomorfologia}} + \frac{1 \times 1}{\text{Fator Geologia}} + \frac{3 \times 2}{\text{Fator Pedologia}} + \frac{3 \times 3}{\text{Fator Declividade}}$$

Onde,
FN = Fragilidade Natural do Meio Físico Terrestre.

Para facilitar a compreensão, e manter o caráter quantitativo e qualitativo, foram estipuladas classes de fragilidade. Com as características encontradas na área em estudo, a fragilidade natural pode variar de 5 até 27, de acordo com as características das áreas. Este intervalo foi dividido em 5 classes, conforme apresentado na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Classes de Fragilidade Natural.

Grau de Fragilidade	Faixa de Abrangência
Muito Baixa	5-10
Baixa	11-15
Média	16-20
Alta	21-24
Muito Alta	25-27

O critério qualitativo mostra-se mais didático e mais simplificado quando trabalhado em um recorte espacial, facilitando a interpretação dos resultados apresentados na forma de mapas temáticos, como no presente estudo.

Aplicando a metodologia apresentada no capítulo anterior em ambiente SIG, obteve-se, então, o mapa de fragilidade natural da área. Este mapa é apresentado na Figura 4.25.

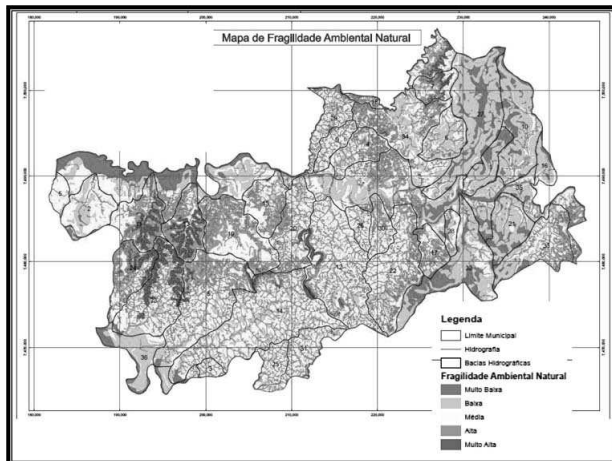


Figura 4.25. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Piracicaba.

O Mapa de Fragilidade Ambiental Natural pode ser visto, em escala adequada, no Erro! Fonte de referência não encontrada..316/10, em anexo. A Tabela 4.9 apresenta a quantificação das classes de fragilidade natural encontrada para o município de Piracicaba.

Tabela 4.9. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Piracicaba por área (ha) e em porcentagem (%).

Classes de fragilidade	Área total (ha)	Área total (%)
Muito baixa	14.279,90	10%
Baixa	50.538,40	37%
Média	43.563,64	32%
Alta	23.463,84	17%
Muito alta	5.166,84	4%
Total	137.012,60	100%

Analisando os dados da Tabela 4.9, nota-se que em grande parte do município (79%), a fragilidade natural do meio físico terrestre é de média a muito baixa e 21% da área apresenta uma fragilidade alta e muito alta.

As áreas de alta fragilidade estão associadas aos solos mais arenosos e nas áreas de cabeceiras de drenagem, onde geralmente a declividade é mais acentuada.

4.7 Uso do solo

4.7.1 Metodologia

Na elaboração do mapa temático de uso e cobertura do solo foi utilizada a imagem SPOT (datada de 20/03/2010), fornecida pelo CONTRATANTE. Esta imagem apresenta os valores de reflectância nos comprimentos de onda nas faixas do VERDE, VERMELHO, INFRAVERMELHO PRÓXIMO, INFRAVERMELHO MÉDIO e PANCROMÁTICA. Na Tabela 4.10 estão apresentadas as informações sobre a imagem utilizada.

Tabela 4.10. Características da imagem utilizada.

Satélite / Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Radiométrica
SPOT 5 / HRG	PANCROMÁTICA	0.48 - 0.71µm	5 m	26 dias	8 bits
	B1-VERDE	0.50 - 0.59µm	10 m		
	B2-VERMELHO	0.61 - 0.68µm			
	B3-INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.78 - 0.89µm			
	SWIR- INFRAVERMELHO MÉDIO	1.58 - 1.75µm	20 m		

Pelo fato de a imagem original apresentar várias resoluções espaciais para as diversas bandas, fez-se a reamostragem da banda do INFRAVERMELHO MÉDIO para a resolução de 10 m, tornando possível a utilização de todas as bandas, com exceção da PANCROMÁTICA no procedimento adotado para a classificação do uso e cobertura.

A banda PANCROMÁTICA foi utilizada para a elaboração de uma imagem composição colorida cor natural com a resolução espacial de 5m. Esta imagem, por sua vez, foi utilizada para identificar os diferentes usos do solo na fase de treinamento que será explicada a seguir.

Todas as imagens utilizadas e todos os mapas gerados tem as seguintes características: PROJEÇÃO UTM ZONA 23 SUL, DATUM SIRGAS 2000.

A metodologia adotada para a classificação dos alvos foi a CLASSIFICAÇÃO HÍBRIDA DE IMAGENS DIGITAIS (COMBINAÇÃO DOS MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA E NÃO SUPERVISIONADA).

Para a realização da classificação digital de toda a área da imagem, primeiramente foi empregado o método da Classificação Não-supervisionada (CLUSTER) para a identificação de áreas com mesmas características espectrais. Em seguida foi feita a identificação do uso do solo para cada uma das áreas separadas (Clusters) por este método. Para isto, foi utilizada a imagem composição colorida cor natural, citada acima. Como existe uma grande variedade de comportamentos espectrais dentro de cada uso - ou seja, dentro de um mesmo uso, por exemplo, no uso cana-de-açúcar existem diferentes variedades e idades da cultura - foram identificados mais de um Cluster para cada uso (p. e. cana1, cana2, ..., pasto 1, pasto2,...). Isto permitiu uma maior precisão na classificação final.

Em seguida foi feita a digitalização em tela de polígonos nos locais escolhidos como amostras para a Classificação de toda a imagem digital, pelo método da Classificação Supervisionada (MAXVER).

Por fim, para eliminar o efeito de "sal e pimenta" na imagem classificada, foi utilizado um filtro espacial de Mediana, com janela de 3x3 pixels.

4.7.2 Resultados encontrados

O município de Piracicaba possui umas das maiores extensões territoriais do Estado de São Paulo. Em termos de uso do solo, o cultivo da cana-de-açúcar, para produção de açúcar, etanol, cachaça e demais sub-produtos, vem sendo realizado desde o século XVIII.

O uso do solo aqui apresentado refere-se a uma imagem bastante recente (março de 2010). A Tabela 4.11 apresenta o uso do solo em todo o município de Piracicaba, para a área total e áreas de preservação permanente (ao longo dos cursos d'água e nascentes).

Tabela 4.11. Uso do solo no município de Piracicaba.

Unidade de Estudo	Município de Piracicaba			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	1.748,6		122,5	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	20.458,3	14,85%	10.928,3	51,76%
Áreas em Regeneração Natural	12.169,8	8,83%	2.356,9	11,16%
Reflorestamento	729,5	0,53%	11,4	0,05%
Cana-de-açúcar	58.400,4	42,38%	3.928,6	18,61%
Pastagem	32.438,3	23,54%	3.346,0	15,85%
Cultura Anual	170,4	0,12%	0,0	0,00%
Cultura Perene	1.290,8	0,94%	11,7	0,06%
Mancha Urbana	8.230,6	5,97%	414,7	1,96%
Hidrografia	2.660,9	1,93%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	1.253,0	0,91%	114,4	0,54%
Total	137.801,9	100,00%	21.112,0	100,00%

Como se nota na Tabela 4.11, a ocupação predominante no município é a tradicional cultura da cana-de-açúcar, ocupando 42,38%. Em segundo lugar encontram-se as pastagens, ocupando 23,54% do município. A vegetação natural ocupa 14,85% da área total do município. As áreas em processo de regeneração natural (sem uso antrópico) estão presentes em 8,83%. A área urbana ocupa uma área equivalente a 5,97% do município.

Já nas áreas de preservação permanente do município, o uso predominante são as vegetações naturais, que ocorrem em 51,76% da área. Outros 11,16% referem-se a áreas em regeneração natural. Os demais usos nas APP's, que somam 37,08% são: pastos, cana-de-açúcar, mancha urbana e estradas. A Figura 4.26 e a Figura 4.27 apresentam uma ilustração do uso do solo em Piracicaba. Já a Figura 4.28 e a Figura 4.29 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente dos diferentes cursos d'água.

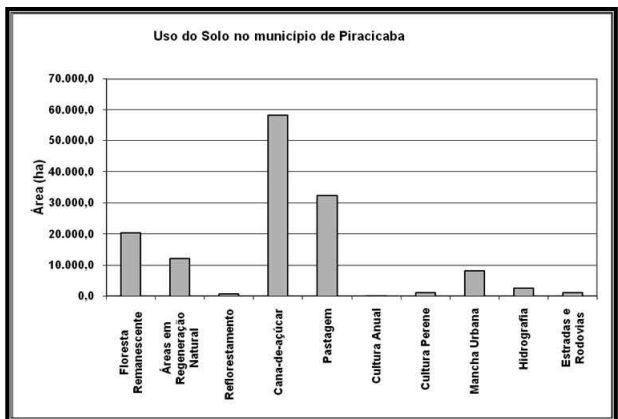


Figura 4.26. Uso do solo no município de Piracicaba.

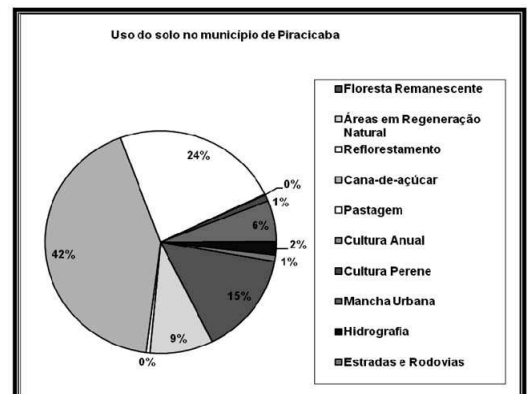


Figura 4.27. Distribuição relativa do uso do solo no município de Piracicaba.

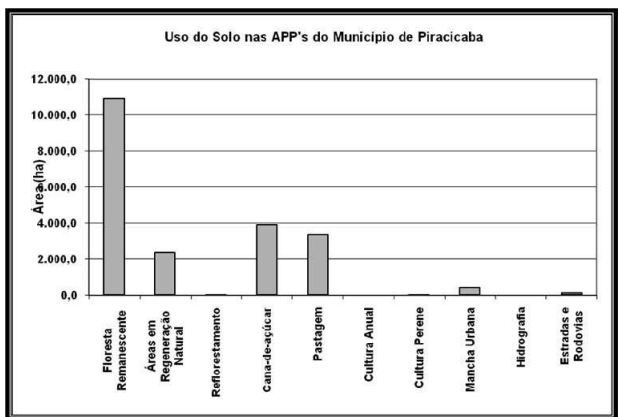


Figura 4.28. Uso do solo nas APP's dos cursos d'água do município de Piracicaba.

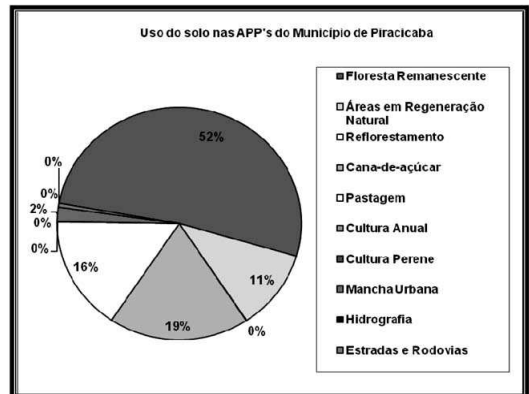


Figura 4.29. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's no município de Piracicaba.

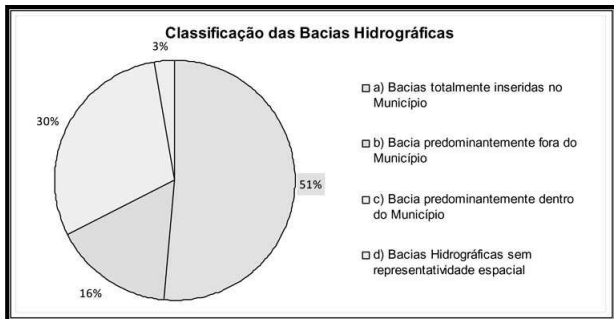


Figura 5.3. Distribuição da classificação das bacias hidrográficas.

Com base nos dados apresentados na Tabela 5.3 e na Figura 5.3, conclui-se que a maioria das bacias hidrográficas (51%) existentes são genuinamente piracicabanos, isto é, nascem e deságuam no território de Piracicaba, seguido pelas Bacias Hidrográficas predominantemente inseridas no município (30%) e pelas bacias hidrográficas predominantemente fora do município (16%). As bacias hidrográficas sem representatividade espacial somam apenas 3% (uma única bacia).

Vale ressaltar, que mesmo as bacias hidrográficas predominante fora do município são muito importantes no estudo, uma vez que algumas se localizam na área já urbanizada ou nas áreas potenciais de expansão da mancha urbana.

5.2 Nascentes e APP's.

O estudo das nascentes e áreas de preservação permanente realizado nesta fase do trabalho, com precisão de 1:50.000 tem como objetivo principal indicar o grau de conservação destas áreas, fundamentais para a conservação dos recursos hídricos.

Ressalta-se que as drenagens e nascentes identificadas (identificação visual com maior precisão) e consideradas neste estudo referem-se às visíveis na imagem de satélite com resolução espacial de 5 metros, datada de março/2010.

As áreas de preservação permanente aqui consideradas referem-se apenas a faixa marginal dos cursos d'água (30 metros, na grande maioria dos casos) e raio de 50 metros nas nascentes identificadas. Não foram considerados neste estudo as APP's definidas por topo de morro e com declividade maiores que 45°.

Com base na digitalização de toda a rede de drenagem no município de Piracicaba, chegou-se a alguns números:

- O município de Piracicaba possui aproximadamente 2.900 km lineares de cursos d'água.
- O município de Piracicaba possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 5.665 nascentes, ou um índice de 4,11 nascentes por km².
- A área de preservação permanente inserida no município de Piracicaba soma aproximadamente 21.000 há, ou cerca de 15% do território.

A Tabela 5.4 apresenta um síntese dos dados de comprimento do talvegue (dentro do município, fora do município e total) e do número de nascentes encontradas (dentro do município, fora do município e total)

Tabela 5.4. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba.

ID	Nome	Comprimento do Talvegue			Nascentes		
		No município (m)	Fora do município (m)	Total (m)	No município	Fora do município	Total
1	Córrego Capim Fino	19.488	0	19.488	17	0	17
2	Córrego da Pinga	21.984	0	21.984	34	0	34
3	Córrego das Flores	17.093	228	17.321	21	0	21
4	Córrego do Ceveiro	75.428	0	75.428	166	0	166
5	Córrego do Tanque	3.526	5.271	8.797	8	0	8
6	Córrego Godinho	43.287	0	43.287	60	0	60
7	Córrego Tamandupá	30.786	0	30.786	46	0	46
8	Ribeirão Anhumas	192.637	0	192.637	371	0	371
9	Ribeirão Cachoeira	49.846	0	49.846	126	0	126
10	Ribeirão Cachoeira e Paramirim	51.882	73.152	125.034	51	58	109
11	Ribeirão Claro	71.309	0	71.309	163	0	163
12	Ribeirão Congonhal	257.106	37.212	294.318	527	63	590

ID	Nome	Comprimento do Talvegue			Nascentes		
		No município (m)	Fora do município (m)	Total (m)	No município	Fora do município	Total
13	Ribeirão da Estiva	70.028	0	70.028	146	0	146
14	Ribeirão da Jibóia	289.605	1.353	290.958	524	1	525
15	Ribeirão da Voçoroca	67.210	0	67.210	161	0	161
16	Ribeirão das Palmeiras	9.569	17.784	27.353	15	8	23
17	Ribeirão do Enxofre	40.577	0	40.577	63	0	63
18	Ribeirão do Matão	17.914	58.904	76.818	42	142	184
19	Ribeirão do Paredão Vermelho	89.284	0	89.284	174	0	174
20	Ribeirão do Pau Dalhinho	108.007	0	108.007	224	0	224
21	Ribeirão Dois Córregos	30.189	0	30.189	36	0	36
22	Ribeirão dos Marinês	162.492	88	162.580	259	0	259
23	Ribeirão dos Patos	178.313	0	178.313	471	0	471
24	Ribeirão dos Pintos	86.441	11.844	98.285	199	0	199
25	Ribeirão dos Ponces	45.674	17.113	62.787	77	30	107
26	Ribeirão Granel	29.500	0	29.500	57	0	57
27	Ribeirão Guamium	61.761	0	61.761	42	0	42
28	Ribeirão Itapeva	5.054	0	5.054	1	0	1
29	Ribeirão Limoeiro	96.298	64.048	160.346	273	125	398
30	Ribeirão Pau Dalhinho	34.607	0	34.607	54	0	54
31	Ribeirão Pederneras	66.027	69.025	135.052	157	113	270
32	Ribeirão Piracicamirim	58.782	110.265	169.047	56	128	184
33	Ribeirão Tijuco Preto	109.106	91.326	200.432	278	157	435
34	Rio Corumbatai	162.785	38.905	201.690	295	0	295
35	Rio Piracicaba	225.572	110.660	336.232	412	0	412
36	Rio Tietê	12.040,00	28.649,00	40.689,00	15	0	15
37	Outras	0,00	44.095,00	44.095,00	44	0	44
	Total	2.891.207	779.922	3.671.129	5.665	825	6.490

As informações apresentadas na Tabela 5.4 estão sintetizadas na Figura 5.4 e na Figura 5.5. Analisando as figuras, nota-se que a Bacia Hidrográfica que apresenta a maior quantidade (absoluta) de cursos d'água, em termos de comprimento é o Rio Piracicaba, o que já era esperado. Em relação ao número de nascentes, o Ribeirão Congonhal apresentou o maior número de nascentes (dentro do município) e total (considerando toda a bacia hidrográfica), seguido do Ribeirão da Jibóia.

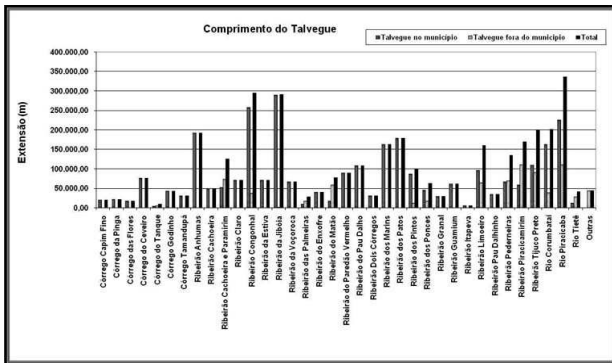


Figura 5.4. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em metros.

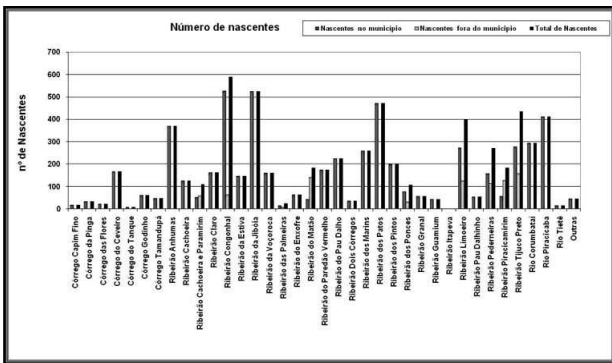


Figura 5.5. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.

Além dos números absolutos de nascentes e do comprimento do talvegue, é fundamental relativizar estes dados, isto é, a partir de criação de alguns índices específicos podemos comparar as bacias, sem cometer erros devido ao tamanho das mesmas. Desta forma, foram estudados os seguintes parâmetros:

- Número específico de nascentes (nº Nascentes por km²): estabelece a quantidade de nascentes por unidade de área, no caso, quilômetros quadrados.
- Relação Área de APP/Área Total: este índice tem por objetivo determinar um percentual de cada bacia hidrográfica em APP. Esta relação é intimamente ligada ao comprimento do talvegue, uma vez que quanto maior a quantidade de cursos d'água, maior serão as áreas de preservação permanente.

A Tabela 5.5 apresenta uma síntese das APP's por sub-bacia, bem como a relação entre a área de APP e a área total (no município). Estes dados são sintetizados na Figura 5.6.

Tabela 5.5. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.

ID	Nome	Área total (ha)	Área dentro do município (ha)	Área de APP dentro do município (ha)	Relação Área de APP / Área Total
1	Córrego Capim Fino	1.748,58	1.748,58	122,51	7%
2	Córrego da Pinga	2.828,95	2.808,43	142,11	5%
3	Córrego das Flores	586,32	524,32	101,08	19%
4	Córrego do Ceveiro	2.140,50	2.140,50	489,52	23%
5	Córrego do Tanque	1.542,12	786,48	25,58	3%
6	Córrego Godinho	2.237,44	2.237,44	279,92	13%
7	Córrego Tamandupá	1.379,12	1.379,12	199,98	15%
8	Ribeirão Anhumas	7.508,09	7.508,09	1.276,89	17%
9	Ribeirão Cachoeira	1.301,07	1.301,07	329,99	25%
10	Ribeirão Cachoeira e Paramirim	11.951,94	4.746,86	320,74	7%
11	Ribeirão Claro	3.270,92	3.236,10	474,49	15%
12	Ribeirão Congonhal	9.199,38	8.209,35	1.700,04	21%
13	Ribeirão da Estiva	2.793,73	2.793,73	462,09	17%
14	Ribeirão da Jibóia	10.506,08	10.433,45	1.894,27	18%
15	Ribeirão da Voçoroca	2.577,83	2.577,83	452,95	18%
16	Ribeirão das Palmeiras	2.629,54	914,26	60,94	7%
17	Ribeirão do Enxofre	1.556,50	1.556,50	260,33	17%
18	Ribeirão do Matão	2.727,73	1.324,30	350,91	26%

ID	Nome	Área total (ha)	Área dentro do município (ha)	Área de APP dentro do município (ha)	Relação Área de APP / Área Total
19	Ribeirão do Paredão Vermelho	5.022,14	5.022,14	586,78	12%
20	Ribeirão do Pau Dalhinho	3.671,38	3.671,38	711,95	19%
21	Ribeirão Dois Córregos	2.762,19	2.762,19	201,28	7%
22	Ribeirão dos Marinês	5.892,13	5.868,20	1.061,10	18%
23	Ribeirão dos Patos	5.321,20	5.321,20	1.187,82	22%
24	Ribeirão dos Pintos	3.642,62	2.840,47	572,57	20%
25	Ribeirão dos Ponces	1.901,10	1.451,92	281,31	19%
26	Ribeirão Granel	1.042,40	1.042,40	196,87	19%
27	Ribeirão Guamium	7.028,09	6.966,48	388,20	6%
28	Ribeirão Itapeva	742,44	742,44	2,10	0%
29	Ribeirão Limoeiro	3.765,74	2.157,68	622,36	29%
30	Ribeirão Pau Dalhinho	1.509,71	1.509,71	227,18	15%
31	Ribeirão Pederneras	4.966,42	2.081,89	438,76	21%
32	Ribeirão Piracicamirim	13.172,49	5.546,13	376,12	7%
33	Ribeirão Tijuco Preto	9.230,56	3.940,14	728,55	18%
34	Rio Corumbatai	6.660,36	6.660,32	1.130,83	17%
35	Rio Piracicaba	20.188,63	20.188,61	3.019,62	15%
36	Rio Tietê	3.012,90	3.012,90	315,53	10%
37	Outras	788,30	788,30	118,18	15%

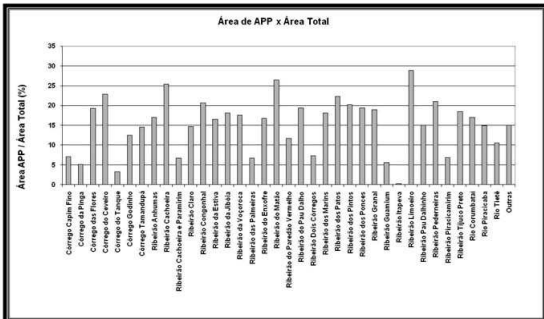


Figura 5.6. Relação de áreas de APP x Área Total.

Em termos relativos, a bacia hidrográfica do Ribeirão Limoeiro apresenta a maior APP dentre as bacias estudadas, contando com 29% de sua área protegida pela legislação, seguida pela bacia hidrográfica do Ribeirão do Matão, com 26%.

No lado oposto, se encontra a Bacia do Córrego do Tanque (3%) e da Pinga com apenas 5% de sua área em APP. Outras bacias também se destacam pela baixa relação entre APP/Área Total: Ribeirão Piracicamirim, Dois Córregos, Guamium, das Palmeiras, Cachoeira e Paramirim. Bacias com estas características tendem a apresentarem um baixo índice de cobertura florestal, uma vez que as APP's concentram boa parte dos remanescentes florestais na região.

A Figura 5.6 apresenta a relativização do número de nascentes, através do número específico de nascentes. Este índice foi calculado para a porção da bacia hidrográfica no município de Piracicaba e para a bacia hidrográfica total.

Tabela 5.6. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.

ID	Nome	Nascentes no município	Total de Nascentes	Nascentes no município (nº/km ²)	Total de nascentes na BH (nº/km ²)
1	Córrego Capim Fino	17,00	17,00	0,97	0,97
2	Córrego da Pinga	34,00	34,00	1,20	1,20
3	Córrego das Flores	21,00	21,00	3,58	3,58
4	Córrego do Ceveiro	166,00	166,00	7,76	7,76
5	Córrego do Tanque	8,00	8,00	0,52	0,52
6	Córrego Godinho	60,00	60,00	2,68	2,68
7	Córrego Tamandupá	46,00	46,00	3,34	3,34
8	Ribeirão Anhumas	371,00	371,00	4,94	4,94
9	Ribeirão Cachoeira	126,00	126,00	9,68	9,68
10	Ribeirão Cachoeira e Paramirim	51,00	109,00	0,43	0,91
11	Ribeirão Claro	163,00	163,00	4,98	4,98
12	Ribeirão Congonhal	527,00	590,00	5,73	6,41
13	Ribeirão da Estiva	146,00	146,00	5,23	5,23
14	Ribeirão da Jibóia	524,00	525,00	4,99	5,00
15	Ribeirão da Voçoroca	161,00	161,00	6,25	6,25
16	Ribeirão das Palmeiras	15,00	23,00	0,57	0,87
17	Ribeirão do Enxofre	63,00	63,00	4,05	4,05
18	Ribeirão do Matão	42,00	184,00	1,54	6,75
19	Ribeirão do Paredão Vermelho	174,00	174,00	3,46	3,46
20	Ribeirão do Pau Dalhinho	224,00	224,00	6,10	6,10

ID	Nome	Nascentes no município	Total de Nascentes	Nascentes no município (nº/km ²)	Total de nascentes na BH (nº/km ²)
21	Ribeirão Dois Córregos	36,00	36,00	1,30	1,30
22	Ribeirão dos Marinês	259,00	259,00	4,40	4,40
23	Ribeirão dos Patos	471,00	471,00	8,85	8,85
24	Ribeirão dos Pintos	199,00	199,00	5,46	5,46
25	Ribeirão dos Ponces	77,00	107,00	4,05	5,63
26	Ribeirão Granel	57,00	57,00	5,47	5,47
27	Ribeirão Guamium	42,00	42,00	0,60	0,60
28	Ribeirão Itapeva	1,00	1,00	0,13	0,13
29	Ribeirão Limoeiro	273,00	398,00	7,25	10,57
30	Ribeirão Pau Dalhinho	54,00	54,00	3,58	3,58
31	Ribeirão Pederneras	157,00	270,00	3,16	5,44
32	Ribeirão Piracicamirim	56,00	184,00	0,43	1,40
33	Ribeirão Tijuco Preto	278,00	435,00	4,01	4,71
34	Rio Corumbatai	295,00	295,00	3,43	4,43
35	Rio Piracicaba	412,00	412,00	2,04	2,04
36	Rio Tietê	15,00	15,00	0,50	0,50
37	Outras	44,00	44,00	5,57	5,57

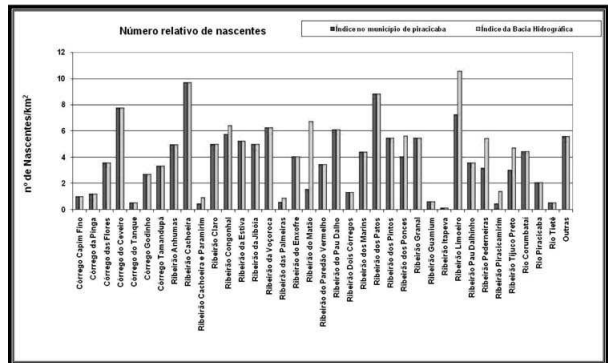


Figura 5.7. Número relativo de nascentes.

Em termos relativos, as bacias hidrográficas que apresentam a maior quantidade de nascente (no município de Piracicaba), são o Ribeirão Cachoeira e Ribeirão dos Patos, com cerca de 10 nascentes/km². Quando analisamos as bacias hidrográficas inteiras (incluindo as áreas fora de Piracicaba), o Ribeirão do Limoeiro apresenta o maior número de nascentes, com 10,57 nascentes/km².

Nas três bacias hidrográficas citadas, as rochas aflorantes se limitam às formações Corumbatai e Pirambóia, com predomínio da segunda, o que nos leva a conclusão que estes substratos hidrogeológicos, combinados com as formas de relevo e o uso do solo, proporcionam um maior número de nascentes em uma bacia hidrográfica.

5.3 Estudos hidroclógicos

O capítulo a seguir apresenta uma abordagem hidráulica-hidrográfica das 34 bacias afluentes dos grandes rios do município: Piracicaba, Corumbatai e Tietê.

5.3.1 Índices Fisiográficos da Bacia

Na Tabela 5.7 são apresentados os principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas. Nota-se que esses foram mensurados para o exutório final nos rios principais que são Piracicaba, Tietê e Corumbatai.

Tabela 5.7. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.

Bacia	AD	P. Bacia ⁽¹⁾	Comprimento (km)	Índices Fisiográficos da Bacia			
	(km ²)	(km)		L.Axial ⁽²⁾	KF -3	KC -4	Ext Media ⁽⁵⁾
1.Capim Fino	17,49	17,49	11	0,143	1,51	0,396	0,808
2. Cor. Da Pinga	28,29	28,29	7,3	0,527	1,21	0,965	0,956
3. Cor. Das Flores	5,86	5,86	3,7	0,397	1,15	0,4	2,08
4. Cor. Do Ceveiro	21,41	21,41	10,3	0,191	1,31	0,517	3,374
5. Cor. Do Tanque	15,42	15,42	7,4	0,28	1,12	0,52	0,422
6. Cor. Do Godinho	22,37	22,37	10	0,214	1,22	0,558	2,088
7. Cor. Tamandupá	13,79	13,79	6,3	0,331	1,25	0,551	1,794
8. Rib. Anhumas	75,08	75,08	19,8	0,162	1,46	0,949	2,858
9. Rib. da Cachoeira	13,01	13,01	8,7	0,171	1,44	0,373	0,835
Bacia	AD	P.	Comprimento	Índices Fisiográficos			



	Bacia ⁽¹⁾		(km)	da Bacia				
	(km ²)	(km)		L.Axial ⁽²⁾	KF	KC	Ext	DD ⁽⁶⁾
					-3	-4	Media ⁽⁵⁾	(km.km ⁻³)
10. Cachoeira + Paramirim	119,5	119,52	26,7	0,167	1,46	1,117	0,898	
11. Rib. Claro	32,71	32,71	9,8	0,338	1,51	0,831	1,029	
12. Rib. Congonhal	91,99	91,99	22,7	0,179	1,55	1,014	1,334	
13. Rib. da Estiva	27,94	27,94	10,3	0,237	1,33	0,68	10,251	
14. Rib. da Jibóia	105,1	105,06	32,6	0,099	1,74	0,805	1,096	
15. Rib. da Voprocra	25,78	25,78	9,7	0,277	1,25	0,668	12,766	
16. Rib. das Palmeiras	26,3	26,3	12,8	0,151	1,22	0,513	2,964	
17. Rib. do Enxofre	15,56	15,56	7,3	0,294	1,27	0,535	0,548	
18. Rib. do Matão	27,28	27,28	10,7	0,239	1,29	0,638	1,77	
19. Rib. Paredão Vermelho	50,22	50,22	12	0,339	1,32	1,05	1,39	
20. Rib. Pau D'Alho	36,71	36,71	16	0,134	1,48	0,572	2,764	
21. Rib. Dois Córregos	27,62	27,62	10,3	0,261	1,23	0,672	4,669	
22. Rib. dos Marins	58,92	58,92	9,6	0,633	1,56	1,527	0,708	
23. Rib. dos Patos	53,21	53,21	14,9	0,241	1,32	0,896	4,7	
24. Rib. dos Pintos	36,43	36,43	10,1	0,354	1,32	0,898	6,109	
25. Rib. dos Poncos	19,01	19,01	8	0,295	1,26	0,592	4,621	
26. Rib. Granal	10,42	10,42	5,5	0,295	1,26	0,47	6,71	
27. Rib. Guamium	70,28	70,28	23,1	0,125	1,76	0,76	0,564	
28. Rib. Itapeva	7,42	7,42	5,1	0,258	1,33	0,361	4,811	
29. Rib. do Limeiro	37,66	37,66	13,9	0,195	1,47	0,677	0,157	
30. Rib. Pau D'Alinho	15,1	15,1	8,3	0,201	1,39	0,456	4,98	
31. Rib. Pederneiras	49,66	49,66	8,5	0,689	1,25	1,462	1,084	
32. Rib. Piracacimirim	131,7	131,72	30,6	0,141	1,42	1,078	1,133	
33. Rib. Tijuco Preto	92,31	92,31	23	0,174	1,55	1,003	1,123	

⁽¹⁾ P.Bacia – Perímetro da bacia; ⁽²⁾ L.Axial – Comprimento Axial do Talvegue; ⁽³⁾ KF – fator de forma; ⁽⁴⁾ KC – índice de compactidade da bacia; ⁽⁵⁾ Ext. Média – extensão média do escoamento superficial na bacia até a seção em estudo; ⁽⁶⁾ DD – Densidade de drenagem.

5.3.2 Estudos Pluviométricos

O estudo pluviométrico avaliou o comportamento histórico da distribuição de chuva ao longo do ano, quantificando a precipitação anual, mensal e os valores máximos observados. Para tal, foi realizado inicialmente o inventário de estação meteorológica representativa do município de Piracicaba utilizando como critério de seleção: (i) proximidade e altitude semelhante e (ii) quantidade e qualidade de dados da série histórica (falta de períodos analisados, informações não consistentes, etc).

A estação selecionada foi do Posto Agroclimatológico de Piracicaba, administrado pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ/USP, sua localização, período analisado, distância aproximada e altitude podem ser visualizados pela Tabela 5.8.

Tabela 5.8. Características da estação pluviométrica utilizada na análise hidrológica.

Identificação	Altitude (m)	Período analisado	Série (anos)	Local	Coordenadas
ESALQ/USP	546	1917-2010	91	Piracicaba	Lat - 22° 42' 30" Long - 47° 38' 30"

⁽¹⁾ Estações Pluviométricas com série histórica de dados extensa e atualizada, sendo utilizadas para análise da distribuição pluviométrica da região em estudo;

5.3.2.1 Análise da Precipitação Anual das Estações Pluviométricas

Os valores anuais de precipitação pluvial para as estações utilizadas na análise hidrológica estão apresentados na Tabela 5.9. Observa-se que os valores médios anuais de precipitação, durante variaram entre 850 à 1.330,0 mm.ano⁻¹. Observa-se ainda, pela Tabela 5.9, que precipitações inferiores a 1.000 mm.ano⁻¹ (ano com altos déficits hídricos) podem ocorrer para as estações estudadas.

Tabela 5.9. Série histórica de precipitação anual para a estação pluviométrica analisada

Ano	Total	Máxima	Ano	Total	Máxima	Ano	Total	Máxima
1917	1034,96	63,0	1948	1228,80	57,2	1981	1235,40	59,2
1918	1122,90	68,0	1949	1336,90	55,9	1982	1722,20	68,6
1919	1088,60	65,0	1950	1420,00	108,4	1983	2017,70	114,0
1920	1220,20	63,0	1951	1192,20	51,0	1984	890,20	42,2
1921	812,00	64,0	1952	1106,80	73,9	1985	970,10	70,4
1922	1213,40	65,0	1953	1093,30	54,40	1986	1322,10	62,0
1923	1428,50	54,0	1954	1081,40	57,8	1987	1505,05	103,2
1924	894,40	64,0	1955	1208,00	70,3	1988	1267,10	86,7
1925	1006,80	54,0	1956	952,80	80,1	1989	1446,60	97,8
1926	1547,00	57,0	1957	1303,00	59,1	1990	1301,90	62,0

Ano	Total	Máxima	Ano	Total	Máxima	Ano	Total	Máxima
1927	1314,00	66,5	1958	1489,30	80,0	1991	1533,50	73,9
1928	1179,10	55,5	1959	1324,00	49,5	1992	1310,40	43,4
1929	1558,50	89,2	1960	1523,60	83,8	1993	1323,60	87,8
1930	1506,40	86,5	1961	965,20	67,6	1994	1381,70	49,4
1931	1615,90	93,0	1962	1399,50	82,9	1995	1647,50	65,4
1932	1322,30	69,0	1963	951,70	64,4	1996	1591,20	68,5
1933	970,50	66,0	1964	992,90	52,0	1997	1359,10	51,1
1934	1104,20	65,0	1965	1512,50	63,4	1998	1429,40	113,2
1935	1291,70	83,0	1966	1178,00	80,4	1999	1439,90	108,2
1936	1204,40	53,0	1967	1255,20	50,0	2000	1341,30	71,6
1937	1264,40	64,4	1968	1023,80	63,0	2001	1240,80	60,2
1938	1173,40	47,6	1969	1061,40	61,6	2002	1454,00	97,4
1939	1502,50	109,5	1970	1358,40	73,7	2003	1104,40	52,4
1940	1338,90	83,3	1971	-	50,0	2004	1165,50	59,3
1941	1291,50	52,4	1974	1224,00	65,8	2005	1091,50	139,1
1942	1174,00	95,3	1975	1383,40	76,0	2006	1261,70	44,3
1943	1634,20	104,9	1976	1601,50	75,8	2007	1279,90	57,6
1944	1172,10	97,7	1977	1272,60	72,3	2008	1395,90	86,6
1945	1568,50	111,2	1978	873,80	48,8	2009	1312,40	49,0
1946	985,00	64,4	1979	1000,20	63,4	2010	-	56,4
1947	1551,60	75,2	1980	1036,10	50,7			
Período	1917 à 2010		1974 - 2010					
Totais	Máximas		Totais	Máximas				
Média	1.267,3	70,584	-	71,722				
Desvio Padrão:	256,99	19,295	-	22,9082				

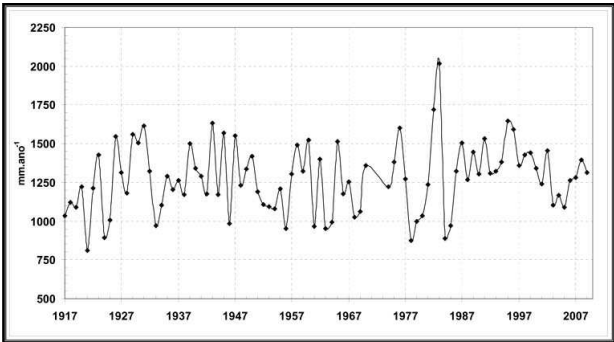


Figura 5.8. Precipitações Totais Anuais do Posto Agroclimatológico de Piracicaba – ESALQ/USP.

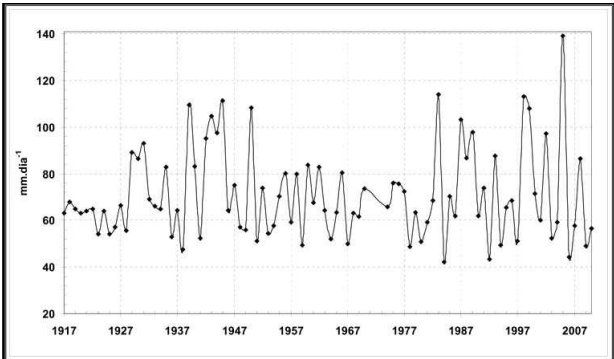


Figura 5.9. Precipitações Diárias Máximas Anuais do Posto Agroclimatológico de Piracicaba – ESALQ/USP.

Para determinar a probabilidade de ocorrência da precipitação anual foi empregado o método de cálculo estatístico da distribuição Normal (Equação 2).

$$\text{Normal}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right]\right)$$

Equação 2

Em que:
Normal(x) - função densidade de probabilidade; σ – desvio padrão (mm);
 μ - média amostral (mm); x - variável aleatória contínua (Total anual de precipitação pluvial) definida entre os intervalos $-\infty < y < +\infty$.

Os valores de precipitação anual provável e suas respectivas probabilidades estão apresentados na Tabela 5.10 e na Figura 5.10. Observa-se que, segundo as séries históricas de dados climáticos, para a probabilidade de 70% os valores de precipitação obtidos foram próximos à 1.132,6 mm.ano⁻¹, ou seja, em 70% dos anos ocorreu precipitação acima de 1.132,6 mm.ano⁻¹, na cidade de Piracicaba.

Tabela 5.10. Precipitação Anual provável (distribuição e probabilidade Normal).

PROB ⁽¹⁾	Totais Anuais
10	1.596,7
20	1.483,6
25	1.440,7
30	1.402,1
40	1.332,4
50	1.267,3
60	1.202,2
70	1.132,6
80	1.051,0
90	938,0
95	844,6

⁽¹⁾ PROB – Probabilidade de ocorrer no mínimo a precipitação estimada.

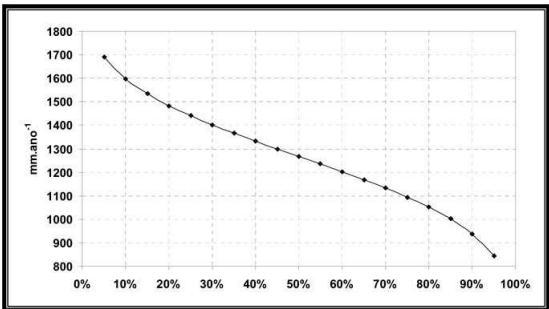


Figura 5.10. Frequência de ocorrência de valores da precipitação anual maior ou igual a um valor almejado, para o posto agroclimatológico de Piracicaba.

5.3.2.2 Precipitações Máximas Anuais Para Piracicaba

Para estimativa da probabilidade de ocorrência de eventos extremos máximos em projetos de engenharia é usual a utilização da distribuição tipo I de Fisher-Tippet ou, comumente denominada, de Gumbell. A forma dessa função densidade de probabilidade é apresentada pela Equação 3 e a integral dessa equação, proporciona sua função cumulativa de probabilidade (FD), demonstrada pela Equação 4.

$$fdp(X, \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta} \cdot e^{-\left(\frac{X-\alpha}{\beta}\right)} \cdot \exp\left(-e^{-\left(\frac{X-\alpha}{\beta}\right)}\right)$$

Equação 3

Em que:
fdp (X) – função densidade de probabilidade para a variável aleatória X sendo α e β seus parâmetros de posição e escala, respectivamente.

$$FD(x \leq X) = \int_{-\infty}^x fdp(x) \cdot dx \Leftrightarrow FD(x \leq X) = \exp\left[-e^{-\left(\frac{X-\alpha}{\beta}\right)}\right]$$

Equação 4

Em que:
FD (X) – função cumulativa de probabilidade para a variável aleatória.
Os parâmetros α e β foram estimados pelo método da máxima verossimilhança, conforme sugerido por Hann (1977), sendo as equações finais apresentadas abaixo

(Equação 5 e Equação 6). O desenvolvimento matemático do modelo de máxima verossimilhança é detalhado em Beijo (2002) e Lopez Bautista (2002).

$$\hat{\beta} = \bar{X}_M - \frac{\sum X_i \cdot e^{-X_i/\hat{\beta}}}{\sum e^{-X_i/\hat{\beta}}}$$

Equação 5

$$\hat{\alpha} = \hat{\beta} \cdot \ln\left[\frac{\sum e^{-X_i/\hat{\beta}}}{n}\right]$$

Equação 6

Em que:
X_M – média amostral da variável aleatória X.
Primeiro determina-se o $\hat{\beta}$ como solução da Equação 5, substituindo o valor encontrado na Equação 6 para obter $\hat{\alpha}$. Devido $\hat{\beta}$ não apresentar solução numérica direta deve-se determiná-lo por iteração numérica. Para se encontrar a raiz da Equação 5 aplicou-se o método Newton-Rapson, (Equação 7).

$$\hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_0 - \frac{F(\hat{\beta}_0)}{F'(\hat{\beta}_0)}$$

Equação 7

Em que:
F($\hat{\beta}_0$) - função auxiliar F($\hat{\beta}_0$), determinado pela Equação 8;
F'($\hat{\beta}_0$) - derivada da função auxiliar F($\hat{\beta}_0$), estimado pela Equação 9:

$$F(\hat{\beta}_0) = \bar{X}_M - \frac{\sum X_i \cdot e^{-X_i/\hat{\beta}_0}}{\sum e^{-X_i/\hat{\beta}_0}} - \hat{\beta}_0 = 0$$

Equação 8

$$\frac{\partial F(\hat{\beta}_0)}{\partial \hat{\beta}_0} = \frac{\sum \left(\frac{X_i}{\hat{\beta}_0}\right)^2 \cdot e^{-X_i/\hat{\beta}_0} \cdot \sum X_i \cdot e^{-X_i/\hat{\beta}_0} - \sum \left(\frac{X_i}{\hat{\beta}_0^2}\right) \cdot e^{-X_i/\hat{\beta}_0} \cdot \sum e^{-X_i/\hat{\beta}_0}}{\sum e^{-X_i/\hat{\beta}_0}}$$

Equação 9

A construção dos grandes reservatórios do sistema Cantareira pode ter influenciado o funcionamento hidrológico da região e municípios vizinhos, cujos efeitos podem ser observados especialmente na frequências das precipitações extremas. Além do efeito dos reservatórios do Cantareira, Zuffo (2004) descreve que com a urbanização das bacias há impermeabilização da superfície que além do impacto direto no coeficiente de escoamento superficial e na diminuição do tempo de concentração, há alteração no microclima local.

Segundo o autor, a superfície asfaltada apresenta coeficiente de reflexão da radiação direta (albedo) menor, promovendo incremento nas temperaturas locais, o que

acelera os mecanismos de formação das chuvas convectivas, que são o tipo predominante nas enchentes urbanas. Efeito esse também esperado pelo aquecimento global
Objetivando contemplar os fatos acima, os estudos hidrológicos de precipitações máximas anuais avaliaram dois períodos: (i) toda a extensão da série histórica, ou seja, de 1917 até 2010, antecedendo a construção das barragens do Sistema Cantareira e (ii) após a construção dos reservatórios, ou seja, de 1974 até 2010.

Os parâmetros determinados e ajustados para a resolução da distribuição de probabilidade de Gumbell estão na Tabela 5.11. Na Tabela 5.12 e na Figura 5.11 estão as estimativas das precipitações máximas anuais em função da probabilidade (Tempo de Retorno - TR). Pelas estimativas abaixo apresentadas, observa-se que para tempos de retorno maiores (menos frequentes e, portanto, maiores) foram observados que há diferença nos valores estimados das precipitações máximas anuais, corroborando com as afirmações acima. Pela Figura 5.11, nota-se que ocorrem mais eventos de chuva diária acima de 100 mm.dia⁻¹ a partir de 1974. Esses dados são forte indicativo que as equações de chuva regionais devem ser atualizadas constantemente, visando incluir as alterações das tendências das precipitações extremas.

Tabela 5.11. Parâmetros ajustados da distribuição de probabilidade Gumbell.

Período Analisado	Máxima Observada	μ ⁽¹⁾	σ ⁽²⁾	α	β
1917 – 2010	139,10	70,584	19,295	61,90	15,04
1974 – 2010	139,10	71,722	22,908	61,41	17,86

⁽¹⁾ μ - média dos valores de vazões máximas anuais; ⁽²⁾ σ - desvio padrão de vazões máximas anuais;

Tabela 5.12. Precipitações Máximas prováveis no Posto Agroclimatológico de Piracicaba, estimadas pela distribuição de probabilidade Gumbell.

Probabilidade		Precipitação Máxima Anual (diária)	
%	T _R (anos)	1917 – 2010 (mm/dia)	1974 – 2010 (mm/dia)
5%	1,05	45	42
10%	1,1	49	47
15%	1,2	52	50
20%	1,3	55	53
25%	1,3	57	56
30%	1,4	59	58
35%	1,5	61	61
40%	1,7	63	63
45%	1,8	65	65
50%	2,0	67	68
55%	2,2	70	71
60%	2,5	72	73
65%	2,9	75	76
70%	3,3	77	80
75%	4	81	84
80%	5	84	88
90%	10	96	102
95%	20	107	114
96%	25	110	119
98,0%	50	121	131
99,0%	100	131	144
99,80%	500	155	172
99,90%	1000	166	185

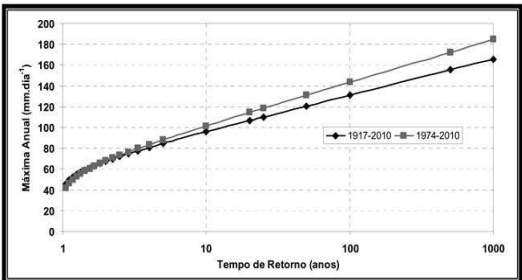


Figura 5.11. Precipitações máximas anuais em função do TR (anos).



5.3.2.3 Hidrologia das Chuvas Leves Para Piracicaba

As chuvas leves são definidas como lâmina de precipitação diária capaz de gerar deflúvio superficial e carrear maior parte da carga poluidora difusa sobre a superfície. Conforme estudos apresentados pelo relatório “*lowa Stormwater Management Manual* – dezembro 2008, capítulo 2C-6 *Smal Storm Hydrology*” - durante uma chuva, apenas os primeiros milímetros já são suficientes para carrear 99% da carga poluidora, portanto, as chuvas leves de projeto são estimadas pela precipitação diária, acima de 2,00 mm.dia⁻¹ e representam pelo menos 90% dos eventos de precipitação diária. Para determinar a probabilidade de ocorrência da precipitação diária ou chuva leve foi empregado o método de cálculo estatístico da distribuição Log-Normal (Equação 10).

LogNormal(x)=
$$-\frac{1}{\sigma_g\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-\mu_g)^2}{\sigma^2}\right]\right)$$

Equação 10

Em que:
LogNormal(x) - função densidade de probabilidade;
p_G- desvio padrão (mm);
μ_G- média geométrica amostral = μ[Ln(X)] (mm);
x - variável aleatória contínua (Logaritmo natural da Precipitação diária pluvial), sendo valores de precipitação maiores ou iguais à 2mm.dia⁻¹.

O estudo pluviométrico avaliou o comportamento histórico da distribuição de chuva diária, maior que 2,00 mm.dia⁻¹, ao longo do ano, quantificando-a mensalmente.

Os valores de precipitação diária provável e suas respectivas probabilidades estão apresentados na Tabela 5.13. Segundo as séries históricas de dados pluviométricos, para a probabilidade de 90% os valores de precipitação obtidos foram próximos à 37,2 mm.dia⁻¹, ou seja, em 90% dos anos ocorreu precipitação diária (acima de 2,00 mm) inferiores à 37,2 mm.dia⁻¹. Esse valor deve ser considerado para dimensionamento de estruturas de drenagem, visando o controle de poluição difusa da bacia, carreada pelo escoamento superficial.

Tabela 5.13. Precipitações diárias prováveis em função da frequência de ocorrência e do mês, estimadas à partir da estação pluviométrica C5-017.

Prob.	Precipitação Diária Provável (mm.dia ⁻¹)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEZ
5%	2,7	2,5	2,6	2,3	2,5	2,4	2,1	2,5	2,4	2,7	2,3	2,6
10%	3,8	3,5	3,5	3,2	3,4	3,2	2,8	3,2	3,2	3,6	3,2	3,6
15%	4,7	4,4	4,4	3,9	4,1	4,0	3,4	3,8	3,9	4,4	4,0	4,5
20%	5,6	5,2	5,2	4,7	4,8	4,7	4,0	4,4	4,6	5,2	4,8	5,3
25%	6,5	6,1	6,0	5,4	5,6	5,4	4,6	5,0	5,3	6,0	5,6	6,2
30%	7,4	7,0	6,9	6,1	6,3	6,1	5,1	5,6	6,0	6,8	6,4	7,1
35%	8,4	7,9	7,8	6,9	7,1	6,9	5,7	6,2	6,7	7,6	7,2	8,0
40%	9,4	8,9	8,8	7,8	7,9	7,7	6,4	6,8	7,5	8,4	8,1	9,1
45%	10,6	9,9	9,9	8,7	8,8	8,6	7,0	7,5	8,3	9,4	9,1	10,1
50%	11,8	11,1	11,0	9,7	9,8	9,6	7,8	8,2	9,2	10,4	10,2	11,4
55%	13,2	12,5	12,3	10,8	10,9	10,7	8,6	9,0	10,2	11,5	11,4	12,7
60%	14,8	14,0	13,8	12,1	12,1	11,9	9,5	9,9	11,3	12,8	12,8	14,3
65%	16,7	15,7	15,5	13,5	13,5	13,3	10,5	11,0	12,6	14,2	14,4	16,0
70%	18,9	17,8	17,6	15,3	15,2	15,0	11,7	12,1	14,2	15,9	16,3	18,2
75%	21,6	20,4	20,1	17,4	17,2	17,0	13,2	13,6	16,0	18,0	18,7	20,8
80%	25,1	23,7	23,3	20,1	19,8	19,6	15,1	15,3	18,4	20,7	21,7	24,2
85%	29,8	28,2	27,7	23,8	23,2	23,1	17,6	17,7	21,5	24,3	25,8	28,8
90%	37,2	35,2	34,5	29,4	28,5	28,5	21,3	21,2	26,3	29,6	32,2	35,8
95%	51,4	48,7	47,6	40,3	38,6	38,8	28,4	27,7	35,5	39,9	44,6	49,7
Parâmetros da Distribuição de Probabilidade Log-Normal												
μ _G	2,47	2,41	2,40	2,27	2,28	2,26	2,05	2,11	2,22	2,34	2,32	2,43
p _G	0,894	0,896	0,89	0,87	0,84	0,85	0,79	0,74	0,82	0,82	0,90	0,90

5.3.2.4 Análise da Precipitação Média Mensal

De forma semelhante à análise das precipitações diárias anuais, foram estimadas precipitações médias e máximas mensais por estação pluviométrica. A Tabela 5.14 apresentam os valores calculados e as Figura 5.12 apresentam os valores de forma gráfica.

Tabela 5.14. Precipitação média mensal, máxima e prováveis para a estação Agroclimatológica de Piracicaba.

MESES	Medias	Máximas	70%	75%	80%	85%	90%	95%
JAN	223,2	490,9	177,1	163,8	149,1	132,0	110,4	78,4
FEV	185,3	461,7	135,0	120,6	104,5	85,8	62,3	27,5
MAR	144,1	431,9	103,5	91,9	78,9	63,8	44,9	16,7
ABR	64,9	238,5	35,2	27,2	17,9	6,4	0,0	0,0
MAI	52,3	334,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JUN	44,1	187,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JUL	25,4	169,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AGO	29,2	133,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SET	61,2	257,4	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OCT	106,1	254,5	77,6	69,3	60,2	49,6	36,5	18,2
NOV	128,6	269,4	96,7	87,4	77,2	65,4	50,8	30,2
DEZ	195,0	420,5	154,4	142,7	129,8	114,7	95,7	67,5

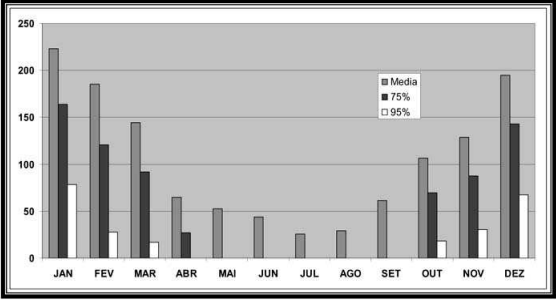


Figura 5.12. Precipitação mensal para a estação agroclimatológica de Piracicaba.

5.3.3 Estimativa das Vazões Médias e Mínimas – Regionalização hidrográfica

A metodologia adotada é apresentada na Revista Água e Energia Elétrica, Ano 5, nº 14, 1988, referente à Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo; e no “Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo”, DAEE, 1994.

5.3.3.1 Vazão Média Específica (Q_{ESP})

A vazão média específica (Qesp, em L.s⁻¹km⁻²) é estimada pela Equação 11.

Q_{ESP} = a + b * Pm

Equação 11

Em que:

a e b - Parâmetros regionais;

Pm - Pluviosidade média anual de Piracicaba = **1.276,30 mm.ano⁻¹**;

O local em estudo está inserido na região hidrográfica **G**, segundo LIASI et al. (1994), portanto, têm-se para os parâmetros: **a = - 26,23 e b = 0,0278**. A precipitação média das bacias hidrográfica foi estimada pela estação agroclimatológica da ESALQ/USP sendo a chuva anual de 1276,30 mm.

5.3.3.2 Vazão média plurianual (QM)

Multiplicando a vazão específica pela área de contribuição da bacia, obtém-se a vazão média plurianual (QM) - Equação 12.

Q_M = Q_{ESP} * A_D

Equação 12

Em que:

A_D - Área de contribuição da bacia (km²).

5.3.3.3 Vazão Mínima Natural Mensal (Q₁,10)

A vazão mínima natural de 1 mês de duração e TR de 10 anos é estimada pela Equação 13.

Q_{1,10} = Q_M * X_{1,10} * (A + B * d)

Equação 13

Em que:

A, B e X₁₀ - Parâmetros regionais obtidos em LIASI et al. (1994);

d - Duração (meses).

Os valores dos parâmetros são **A = 0,4089, B = 0,0332 e X₁₀=0,632** (região hidrográfica G).

5.3.3.4 Vazão mínima natural (q₇,10)

A vazão mínima natural é calculada pela Equação 14, e corresponde a vazão mínima para **7 dias** consecutivos de duração e período de retorno de **10 anos**.

Q_{7,10} = Q_{1,10} * C_{7,10}

Equação 14

Em que:

C_{7,10}- Coeficiente regional para região hidrográfica ‘Y’= **0,80**, (LIASI et al. 1994).

5.3.3.5 Vazão Mínima Natural para 95% de Permanência

A vazão q₉₅, para 95% de permanência, é obtida pela Equação 15.

Q_{95%} = Q_M * q₉₅

Equação 15

Em que:

q₉₅ - parâmetro probabilístico regional = **0,363** (LIASI et al. 1994).

5.3.3.6 Valores das Vazões médias e mínimas para os pontos amostrados

CRITÉRIOS:

- Região hidrográfica G: a = -26,23; b = 0,0278; A = 0,4089; B = 0,0332; X₁₀ = 0,632;
- Região hidrográfica para o parâmetro C_{7,10}: Y (0,80);
- Precipitação Média Anual = 1.276,30 mm.ano⁻¹.

Tabela 5.15. Vazões médias e mínimas estimadas pela regionalização hidrográfica/SP, proposta por Liase et. Ali (1994).

Bacia	AD	Q _M		Q _{1,10}		Q _{7,10}	
Hidrográfica	(km ²)	m ³ .s ⁻¹	m ³ .h ⁻¹	m ³ .s ⁻¹	m ³ .h ⁻¹	m ³ .s ⁻¹	m ³ .h ⁻¹
1.Capim Fino	17,49	0,16	582,35	0,045	162,71	0,036	130,17
2. Cor. Da Pinga	28,29	0,26	942,16	0,073	263,25	0,058	210,60
3. Cor. Das Flores	5,86	0,05	195,27	0,015	54,56	0,012	43,65
4. Cor. Do Ceveiro	21,41	0,20	712,88	0,055	199,18	0,044	159,35
5. Cor. Do Tanque	15,42	0,14	513,59	0,040	143,50	0,032	114,80
6. Cor. Do Godinho	22,37	0,21	745,16	0,058	208,20	0,046	166,56
7. Cor. Tamandupá	13,79	0,13	459,30	0,036	128,33	0,029	102,67
8. Rib. Anhumas	75,08	0,69	2.500,50	0,194	698,66	0,155	558,93
9. Rib. da Cachoeira	13,01	0,12	433,31	0,034	121,07	0,027	96,86
10. Cachoeira + Paramirim	119,52	1,11	3.980,49	0,309	1.112,18	0,247	889,74
11. Rib. Claro	32,71	0,30	1.089,35	0,085	304,37	0,068	243,50
12. Rib. Congonhal	91,99	0,85	3.063,77	0,238	856,04	0,190	684,83
13. Rib. da Estiva	27,94	0,26	930,43	0,072	259,97	0,058	207,97
14. Rib. da Jibóia	105,06	0,97	3.498,96	0,272	977,63	0,217	782,11
15. Rib. da Vçoroca	25,78	0,24	858,52	0,067	239,88	0,053	191,90
16. Rib. das Palmeiras	26,30	0,24	875,75	0,068	244,69	0,054	195,75
17. Rib. do Enxofre	15,56	0,14	518,38	0,040	144,84	0,032	115,87
18. Rib. do Matão	27,28	0,25	908,45	0,071	253,83	0,056	203,06
19. Rib. Paredão Vermelho	50,22	0,46	1.672,58	0,130	467,33	0,104	373,86
20. Rib. Pau D'Alho	36,71	0,34	1.222,72	0,095	341,64	0,076	273,31
21. Rib. Dois Córregos	27,62	0,26	919,92	0,071	257,03	0,057	205,63
22. Rib. dos Marinis	58,92	0,55	1.962,32	0,152	548,29	0,122	438,63
23. Rib. dos Patos	53,21	0,49	1.772,18	0,138	495,16	0,110	396,13
24. Rib. dos Pintos	36,43	0,34	1.213,14	0,094	338,96	0,075	271,17
25. Rib. dos Ponces	19,01	0,18	633,15	0,049	176,91	0,039	141,52
26. Rib. Granal	10,42	0,10	347,16	0,027	97,00	0,022	77,60
27. Rib. Guamiun	70,28	0,65	2.340,64	0,182	653,99	0,145	523,19
28. Rib. Itapeva	7,42	0,07	247,26	0,019	69,09	0,015	55,27
29. Rib. do Limoeiro	37,66	0,35	1.254,15	0,097	350,42	0,078	280,33
30. Rib. Pau D'Alinho	15,10	0,14	502,80	0,039	140,48	0,031	112,39
31. Rib. Pederneiras	49,66	0,46	1.654,02	0,128	462,15	0,103	369,72
32. Rib. Piracicamirim	131,72	1,22	4.386,98	0,340	1.225,75	0,272	980,60
33. Rib. Tijucu Preto	92,31	0,85	3.074,15	0,239	858,94	0,191	687,15

Tabela 5.16: Vazões de permanência (m³.s-1) para as bacias no município de Piracicaba/SP.

Bacia	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1.Capim Fino	0,39	0,55	0,5	0,4	0,35	0,31	0,26	0,22	0,2	0,17	0,15	0,14	0,13	0,39	0,55	0,46
2. Cor. Da Pinga	0,63	1,24	2,1	2,96	3,74	4,2	3,87	3,06	2,1	1,23	0,87	0,34	0,16	0,63	1,24	2,07
3. Cor. Das Flores	0,13	0,26	0,4	0,62	0,78	0,87	0,8	0,63	0,4	0,29	0,14	0,07	0,03	0,13	0,26	0,43
4. Cor. Do Ceveiro	0,47	0,94	1,6	2,26	2,83	3,18	2,93	2,31	1,6	0,93	0,51	0,26	0,12	0,47	0,94	1,57
5. Cor. Do Tanque	0,34	0,68	1,1	1,63	2,04	2,29	2,11	1,67	1,1	0,67	0,37	0,19	0,09	0,34	0,68	1,13
6. Cor. Do Godinho	0,5	0,98	1,6	2,36	2,96	3,32	3,06	2,42	1,6	0,97	0,53	0,27	0,13	0,5	0,98	1,64
7. Cor. Tamandupá	0,31	0,61	1	1,45	1,83	2,05	1,89	1,49	1	0,6	0,33	0,17	0,08	0,31	0,61	1,01
8. Rib. Anhumas	1,66	3,3	5,5	7,92	9,94	11,14	10,28	8,11	5,5	3,26	1,78	0,9	0,42	1,68	3,3	5,49



# Bacia Hidrográfica	AD	L _{AC}	S _{EQ}	Tempo de Concentração (t _c)	
	(km²)	(m)	m.km ⁻¹	min	horas
5. Cor. Do Tanque	15,42	7,4	10,03	110	1,8
6. Cor. Do Godinho	22,37	10,2	12,65	130	2,2
7. Cor. Tamandupá	13,79	6,5	11,08	95	1,6
8. Rib. Anhumas	75,08	20,3	2,57	400	6,7
9. Rib. da Cachoeira	13,01	8,7	6,78	145	2,4
10. Cachoeira + Paramirim	119,52	26,7	4,82	391	6,5
11. Rib. Claro	32,71	9,8	5,42	175	2,9
12. Rib. Congonhal	91,99	22,7	2,78	425	7,1
13. Rib. da Estiva	27,94	10,9	4,54	200	3,3
14. Rib. da Jibdia	105,06	32,6	1,69	680	11,3
15. Rib. da Vovoroca	25,78	9,7	6,35	160	2,7
16. Rib. das Palmeiras	26,30	13,2	8,03	185	3,1
17. Rib. do Enxofre	15,56	7,3	9,39	110	1,8
18. Rib. do Matão	27,28	10,7	8,57	155	2,6
19. Rib. Paredão Vermelho	50,22	12,2	4,32	220	3,7
20. Rib. Pau D'Alho	36,71	16,5	3,92	290	4,8
21. Rib. Dois Córregos	27,62	10,3	8,87	150	2,5
22. Rib. dos Marins	58,92	9,6	3,99	340	5,7
23. Rib. dos Patos	53,21	14,9	4,78	250	4,2
24. Rib. dos Pintos	36,43	10,1	6,05	170	2,8
25. Rib. dos Ponces	19,01	8,0	4,44	160	2,7
26. Rib. Granal	10,42	5,9	6,55	110	1,8
27. Rib. Guamium	70,28	23,8	4,74	360	6
28. Rib. Itapeva	7,42	5,4	10,93	85	1,4
29. Rib. do Limoeiro	37,66	13,9	4,00	255	4,3
30. Rib. Pau D'Alinho	15,10	8,7	6,69	150	2,5
31. Rib. Pedrneiras	49,66	8,5	4,91	160	2,7
32. Rib. Piracicamirim	131,72	30,6	3,20	507	8,5
33. Rib. Tijuco Preto	92,31	23,1	3,97	375	6,3

5.4.1.2 Tempo de Retorno da Precipitação

As simulações hidrológicas foram realizadas para chuvas com tempo de retorno de 10, 25, 50 e 100 anos, visando avaliar as diferentes magnitudes dos eventos extremos.

5.4.1.3 Equação de Chuva Para a Região em Estudo

Para esse estudo foram utilizadas as equações de intensidade-duração-frequência da chuva para Piracicaba/SP (Equação 18 e Equação 19), apresentada por Vieira (1981) e Martinez Jr. & Magni (1999).

Para t_c < 60 min – Vieira (1981)

$$i_{h,Tr} = (t_c + 20)^{-0,988} * [43,20 + 11,67 * \ln(T_R - 0,5)]$$

Equação 18

Para t_c >= 60 min – DAEE (1999)

$$i_{h,Tr} = 47,8273(t_c + 30)^{-0,911} + 19,2043(t_c + 30)^{-0,9298} * \left\{ -0,482 - 0,9273 * \ln \left[\ln \left(\frac{T_R}{T_R - 1} \right) \right] \right\}$$

Equação 19

Em que:
i_{h,Tr} - intensidade de chuva (mm.min⁻¹), para duração igual à t_c (minutos) e período de retorno T_R (anos).

Tabela 5.18: Estimativa das intensidades de chuvas (mm.hora-1) para a cidade de Piracicaba-SP.

Duração (minutos)	Tempo de Retorno – T _R (anos)									
	2	5	10	15	20	25	50	100	200	
5	119,57	151,55	173,3	185,61	194,23	200,88	221,35	241,68	261,93	
10	99,86	126,57	144,73	155,01	162,22	167,77	184,87	201,84	218,75	
15	85,75	108,69	124,29	133,12	139,3	144,07	158,75	173,33	187,85	
20	75,15	95,25	108,93	116,66	122,08	126,26	139,13	151,9	164,63	
25	66,90	84,79	96,96	103,85	108,67	112,39	123,84	135,22	146,55	
30	60,28	76,41	87,37	93,58	97,93	101,28	111,6	121,85	132,06	
60	38,20	48,41	55,36	59,29	62,04	64,17	70,71	77,20	83,66	
120	28,3	40,0	47,8	52,2	55,2	57,6	64,9	72,1	79,3	
150	24,0	33,9	40,4	44,1	46,7	48,7	54,9	61,0	67,0	
240	16,6	23,4	27,9	30,4	32,2	33,6	37,8	42,0	46,2	

Fonte: Martinez Júnior & Magni (1999) em Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo.

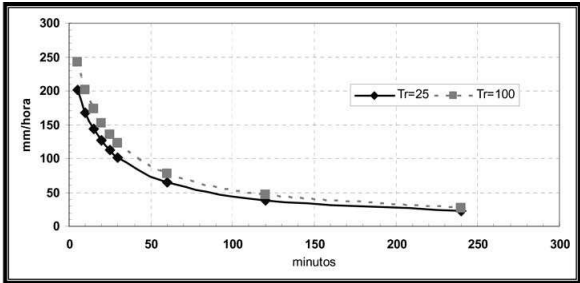


Figura 5.13. Curvas I-D-F em função do tempo de retorno (TR) para Piracicaba-SP.

5.4.1.4 Distribuição Espacial da Chuva de Projeto – Elaboração dos Hietogramas de Projeto

Para elaboração da distribuição temporal da chuva máxima foi empregado o modelo de blocos alternados, descrito em Tucci et al. (1995), considerando:

- I - Tempo de duração da chuva de projeto igual ao tempo de concentração da bacia, recomendado pelo SCS;
 - II - O tempo de concentração da chuva de projeto foi dividido em intervalos de tempo de um décimo do total (0,1*t_c), totalizando 10 intervalos;
 - III - Equação intensidade-duração-frequência da chuva de Piracicaba
- No anexo deste relatório são apresentadas a distribuição das alturas de chuva para diferentes tempos de retorno, calculadas com a equação de Piracicaba, nas bacias estudadas.

CHUVA EXCEDENTE – Elaboração do Hietograma da Chuva Excedente
Devido inexistência de dados de chuva excedente para a localidade em estudo, utilizou-se o método do SCS, para determinação do excedente acumulado por meio da Equação 20.

$$EXC = \frac{(CHt - 0,2 * S)^2}{CHt + 0,8 * S}$$

Equação 20

Em que:

EXC - excedente da chuva acumulado (mm);

CHt - altura do incremento de chuva acumulado, calculado pelo método descrito no item anterior (mm);

S - retenção potencial de água do solo ou infiltração (mm), estimado pela Equação 21.

$$S = 254 * \left(\frac{100 - CN}{CN} \right)$$

Equação 21

Em que:

CN – “Curve Number”, adimensional elaborado pelo SCS, que correlaciona a retenção potencial de água no solo e suas características são:

0≤CN≤100;

para áreas, totalmente, impermeáveis CN=100;

para outras superfícies CN<100.

O índice CN depende: (i) uso e ocupação; (ii) umidade antecedente, (ii) classificação do solo e (iii) estado de conservação da superfície. Os valores desse adimensional são tabelados, conforme apresenta Riquetto et al. (1998) e Setzer & Porto 1979, atualizado por Sartori et alli (2004).

Observa-se que a equação é válida quando a altura pluviométrica acumulada (CH for maior que as perdas iniciais (estimada como sendo 0,2”S). Quando CHt < 0,2”S admite-se que não ocorre deflúvio superficial e portanto o excedente de chuva (EXC) é igual a '0' (zero).

5.4.1.5 Distribuição das Classes de Solos nas Bacias Hidrográficas de Piracicaba e Definição do Grupo Hidrológico

À partir do mapa temático pedológico, utilizando técnicas de geoprocessamento, foram levantadas as principais classes de solos que ocorrem em cada bacia hidrográfica de Piracicaba.

Solos com horizonte BT (texturais) e caráter abrupto são os predominantes nas áreas das bacias hidrográficas em Piracicaba, sendo que os argissolos, perfazem 48,15% da área. Esses solos apresentam intermediária à ruim capacidade de infiltração e, portanto, mediana capacidade de drenagem interna, o que pode intensificar o escoamento superficial. Essa característica classifica esses solos quanto ao GRUPO HIDROLÓGICO, como “B” ou “C”, segundo classificação de Sartori et alli. (2005).

As principais características das classes de solos nas bacias hidrográficas em estudo estão apresentadas na Tabela 5.19. Na Figura 5.14 está apresentado o mapa de solos utilizado neste trabalho.

Tabela 5.19. Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba.

ID	Principais Classes de Solo	Grupo Hidrológico	Distribuição das Classes de Solo na Bacia	
		(SCS-TR55)	(ha)	(%)
1	CHERNOSSOLO EBÂNICO	D	182,5	0,17
2	CAMBISSOLO HÁPLICO	C	314,5	0,30
3	GLEISSOLO HÁPLICO	D	1.422,1	1,33
4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	B	4.875,6	4,58
5	LATOSSOLO VERMELHO	A	11.427,5	10,72
6	LATOSSOLOS ROXOS	A	3.355,4	3,15
7	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	B	12.872,9	12,08
8	NEOSSOLO LÍTOLICO	D	16.963,6	15,92
9	NEOSSOLO FLÚVICO	C	2,6	0,00
10	ARGISSOLO AMARELO	C	169,2	0,16
11	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	B	49.862,5	46,79
12	ARGISSOLO VERMELHO	B	1.284,7	1,21
13	PODZOL	C	38,3	0,04
14	PLANOSSOLOS	C	133,4	0,13
15	NITOSSOLO HÁPLICO	B	8,4	0,01
16	NITOSSOLO VERMELHO	B	3.341,2	3,14
17	ALISSOLO CRÔMICO	D	313,7	0,29
TOTAL:			106.568,3 ha	100,0 %

5.4.1.6 Uso e Ocupação Atual da Superfície das Bacias Hidrográficas

O uso e ocupação atual do solo (Figura 5.15), espacializa as principais áreas urbanizadas, vias de acesso, pastagens e vegetação nativa presentes nas bacias. Na área rural predominam a monocultura da cana-de-açúcar, seguido pelas pastagens artificiais.

As principais vias de acesso existentes na área de estudo são: rodovia SP 304 – Luiz de Queiroz, que liga Piracicaba à Rodovia Anhanguera, SP 147 Rod. Deputado Laércio Corte – Piracicaba Limeira; SP 127 Rod. Fausto Santomauro- Piracicaba à Rio Claro; SP

304 Rod. Gerado de Barros – Piracicaba São Pedro; SP 307 Rod. Do Açúcar/Comendador Mário Dedini e a SP 127 Rod Cornélio Pires – Piracicaba Tietê.

O intenso uso das terras, nos moldes da agricultura atual, bem como a urbanização das bacias hidrográficas com ocupação nas planícies de inundações, trouxe às bacias do município, grandes problemas ambientais, abaixo relacionados:

- Desmatamento da região para a produção agropecuária (cana e pecuária), ocasionando o baixo índice de cobertura florestal;
- Erosão, por sulcos e vovorocas na área, devido à super utilização da terra, ao manejo inadequado e à não utilização de práticas conservacionistas, com conseqüente perda do solo fértil e assoreamento dos corpos d’água.
- Inundações dos trechos urbanizados dos mananciais, destacando-se o córrego Itapeva (Trecho da Avenida 31 de Março, seguido pela Av. Armando Salles) e o Ribeirão Piracicamirim. As inundações são o resultado da expansão da infra-estrutura urbana sem planejamento a qual permite retificação e canalização dos mananciais, ocupação de zonas suscetíveis à inundação (planícies naturais de inundação) e a substituição de grandes extensões da superfície antes permeável sem adoção de técnicas atuais de desenvolvimento de baixo impacto, quanto aos aspectos da drenagem urbana.

Tabela 5.20: Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba.

ID	Tipo de Uso e Ocupação	Distribuição dos Usos do Solo nas Bacias	
	Da Superfície das Bacias Hidrográficas		
	no Município de Piracicaba	(ha)	(%)
1	Floresta Remanescente	16.554,2	15,45
2	Áreas em Regeneração Natural	4.791,5	4,47
3	Reflorestamento	662,6	0,62
4	Cana-de-açúcar	46.164,3	43,08
5	Pastagem	31.920,1	29,79
6	Cultura Annual	18,6	0,02
7	Cultura Perene	707,9	0,66
8	Mancha Urbana	5.038,3	4,70
9	Hidrografia	317,4	0,30
10	Estradas e Rodovias	975,9	0,91
	Total:	107.150,8 ha	100,0 %

5.4.1.7 Grupo Hidrológico dos Solos em função do Uso e Ocupação

À partir dos mapas de solos e de ocupação das bacias, foram quantificados o uso do solo em cada tipo de solo por sub-bacia estudada. Esta quantificação foi feita utilizando um software de Geoprocessamento através do módulo CROSSTAB. A Tabela 5.21 apresenta os valores do coeficiente CN adotados para cada tipo de ocupação e grupo hidrológico do solo. Na Tabela 5.22 estão apresentados os índices CN finais para cada bacia estudada.

Tabela 5.21. Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba.

#	Principais Classes de Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
	Solo	A	B	C	D
1	Floresta Remanescente	35	55	65	70
2	Áreas em Regeneração Natural	35	55	65	70
3	Reflorestamento	40	55	65	70
4	Cana-de-açúcar	65	72	80	85
5	Pastagem	75	80	85	90
6	Cultura Annual	70	70	75	77
7	Cultura Perene	60	65	70	72
8	Mancha Urbana	98	98	98	98
9	Hidrografia	100	100	100	100
10	Estradas e Rodovias	98	98	98	98

Fonte: Sartori et alli (2004); Riquetto et al. (1998) e Setzer & Porto 1979.

5.4.1.8 Determinação da Chuva Efetiva para as bacias hidrográficas do município de Piracicaba

À partir dos critérios e informações detalhadas nos itens anteriores, foram estimados as precipitações totais e efetivas para eventos extremos para os diferentes tempos de retorno, cujos resultados estão sumarizados pela Tabela 5.22.

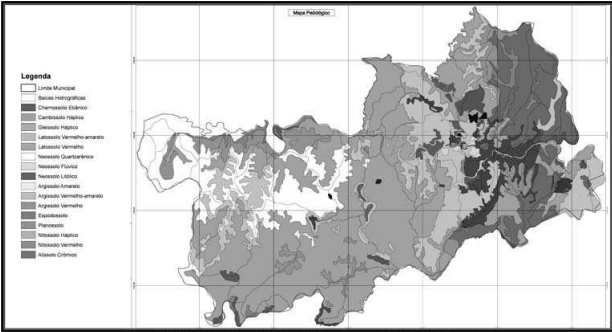


Figura 5.14. Mapa de Solos das Bacias Hidrográficas no Município de Piracicaba.

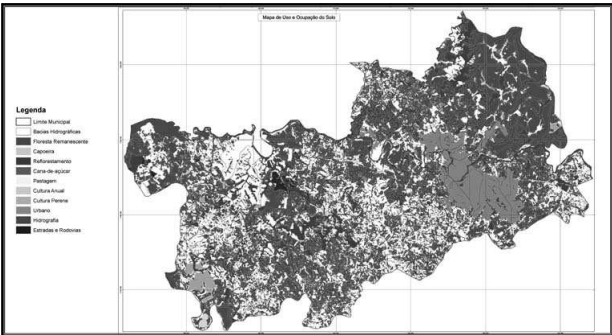


Figura 5.15. Mapa de Uso e Ocupação do solo das Bacias Hidrográficas no Município de Piracicaba.



Tabela 5.22. Determinação da precipitação efetiva em função do índice CN, tempo de concentração e do tempo de retorno.

#Bacia Hidrográfica	t _c ⁽¹⁾ (min)	Grupo Solo ⁽²⁾	CN	T _R =10 anos		T _R =25 anos		T _R =50 anos		T _R =100anos ⁽³⁾	
				P _g ⁽³⁾	P _{EF} ⁽⁴⁾	P _g ⁽³⁾	P _{EF} ⁽⁴⁾	P _g ⁽³⁾	P _{EF} ⁽⁴⁾	P _g ⁽³⁾	P _{EF} ⁽⁴⁾
1.Capim Fino	185	A	65,4	72,1	11,04	83,59	16,38	92,11	20,82	100,6	25,52
2. Cor. Da Pinga	105	B	73,5	63,8	21,49	73,97	21,66	81,5	26,5	88,99	31,56
3. Cor. Das Flores	65	B	71,3	56,6	9,2	65,6	13,54	72,28	17,09	78,92	20,89
4. Cor. Do Ceveiro	165	C	77,3	70,5	23,3	81,65	31,06	89,97	37,14	98,23	43,4
5. Cor. Do Tanque	110	B	66	64,5	8,69	74,76	13,15	82,38	16,89	89,95	20,9
6. Cor. Do Godinho	130	B	71,5	67	15,27	77,61	21,37	85,52	26,29	93,37	31,43
7. Cor. Tamandupá	95	C	76,2	62,3	16,94	62,33	16,94	79,6	28,11	86,91	33,24
8. Rib. Anhumas	400	B	69,9	83,5	22,31	96,74	30,56	106,6	37,15	116,4	43,99
9. Rib. da Cachoeira	145	B	71,2	68,6	15,08	79,47	21,22	87,56	26,17	95,6	31,37
10. Cachoeira + Paramirim	391	A	62,6	83,1	14,02	96,34	20,51	106,2	25,84	115,9	31,43
11. Rib. Claro	175	B	71,5	71,3	17,68	82,65	24,47	91,07	29,9	99,43	35,57
12. Rib. Congonhal	425	B	73,1	84,4	26,95	97,79	36,09	107,8	43,27	117,7	50,69
13. Rib. da Estiva	200	C	79,5	73,3	29,56	84,9	38,41	93,56	45,28	102,2	52,3
14. Rib. da Jibóia	680	B	70,2	91,6	27,28	106,2	36,85	117	44,4	127,7	52,24
15. Rib. da Voçoroca	160	B	71,8	70	16,95	81,13	23,52	89,4	28,8	97,61	34,32
16. Rib. Das Palmeiras	185	A	62,6	72,1	9,34	83,59	14,24	92,11	18,35	100,6	22,75
17. Rib. do Enxofre	110	C	87,9	64,5	35,95	74,76	44,89	82,38	51,7	89,95	58,58
18. Rib. do Matão	155	C	76,2	69,5	21,41	80,6	28,78	88,81	34,62	96,96	40,64
19. Rib. Paredão Vermelho	220	B	68,2	74,6	15,12	86,52	21,52	95,33	26,71	104,1	32,18
20. Rib. Pau D'Alho	290	B	71,4	78,7	20,76	91,21	28,49	100,5	34,66	109,7	41,07
21. Rib. Dois Córregos	150	B	77,2	69,1	22,37	80,04	29,89	88,2	35,82	96,29	41,93
22. Rib. Dos Marins	340	C	80,3	81	35,43	93,93	45,6	103,5	53,42	113	61,43
23. Rib. Dos Patos	250	C	77,4	76,5	27,44	88,68	36,18	97,72	43,01	106,7	50,04
24. Rib. dos Pintos	170	B	72,1	70,9	17,43	82,16	24,15	90,53	29,55	98,24	35,16
25. Rib. dos Ponces	160	B	71,8	70	16,95	81,13	23,52	89,4	28,8	97,61	34,32
26. Rib. Granal	110	C	79,1	64,5	21,95	74,76	29,13	82,38	34,78	89,95	40,6
27. Rib. Guamium	360	B	73,8	81,9	26,76	94,91	35,69	104,6	42,76	114,2	50
28. Rib. Itapeva	65	C	97,8	60,7	54,85	70,31	64,45	77,48	71,59	84,59	78,68
29. Rib. do Limoeiro	255	B	70,4	76,8	18,47	89,02	25,68	98,09	31,45	107,1	37,5
30. Rib. Pau D'Alinhho	150	C	80,7	69,1	27,96	80,04	36,33	88,2	42,83	96,29	49,46
31. Rib. Pederneiras	160	B	72	70	16,95	81,13	23,52	89,4	28,8	97,61	34,32
32. Rib. Piracicamirim	507	B	80,7	87,1	41,96	101	53,38	111,3	62,12	121,5	70,98
33. Rib. Tijucu Preto	375	C	78,8	82,5	34,87	95,62	45,06	105,4	52,95	115	60,99

⁽¹⁾ t_c – tempo de concentração; ⁽²⁾ Grupo de Solo – classificação hidrológica considerada como representativa da bacia hidrográfica; ⁽³⁾ P_g – Precipitação de projeto estimada em função do tempo de retorno (T_R) e pela equação de chuva de Piracicaba; ⁽⁴⁾ P_{EF}

5.4.1.9 Hidrograma de Escoamento Superficial Direto

Foi utilizado o método do Hidrograma Unitário Adimensional do SCS para transformação dos incrementos de escoamento superficial direto em vazões afluentes no exutório de cada bacia estudada. O hidrograma adimensional do SCS é um hidrograma unitário sintético, onde a vazão – Q(t) é expressa como fração da vazão de pico (Q_p) e o tempo (t) como fração do tempo de ascensão do hidrograma unitário ou tempo de pico (t_p). Dadas a vazão de pico e o tempo de resposta (Lag-Time) para a duração da chuva excedente, o hidrograma unitário pode ser estimado a partir do hidrograma-adimensional sintético para uma dada bacia.

Para elaboração do hidrograma de escoamento superficial empregou-se o processo de covolução. Nesse processo o valor de vazão unitária, obtido do hidrograma unitário é multiplicado pela chuva excedente, para cada incremento de tempo (D). Essa metodologia é descrita em detalhes em Tomaz, 2002, capítulo 15.

Para elaboração dos hidrogramas unitários do Soil Conservation Service (SCS) de 1976, cujos tempos de pico (t_p) e de base (t_b) são definidos a partir das características geométricas da bacia. A vazão máxima ou vazão de pico unitária é determinada pela Equação 22.

$$Q_{p_u} = 2,08 \cdot A_o / t_p \quad \text{Equação 22}$$

Em que :

Q_{p...u} - vazão de pico adimensional do hidrograma unitário triangular para 1 cm de chuva excedente (m³.s⁻¹.1cm⁻¹);

t_p - tempo de pico (horas), estimado pela Equação 23:

$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6 \cdot t_c \quad \text{Equação 23}$$

Em que:

D - duração da precipitação do hidrograma unitário (min);

t_c – tempo de concentração da bacia (min).

O tempo de base (t_b) do hidrograma sintético sintético do SCS, é estimado multiplicando-se o tempo de pico (tp) por 2,67.

A vazão máxima, para o período de retorno considerado, é a somatória da vazão superficial (Q_{sup}), oriundo do evento chuva, e da vazão de base do rio (Q_b). Devido à dificuldade de estimar a vazão de base, considerou-se a mesma como sendo de 8 % da vazão superficial.

5.4.1.10 Amortecimento do Hidrograma Afluente

O amortecimento do hidrograma de cheia, devido ao armazenamento “temporário” em rios, canais e nas planícies naturais de inundação (várzeas) é considerado por meio da utilização do modelo de Muskingum.

Esse modelo hidrológico considera o armazenamento parcial do volume do hidrograma e pressupõe que há uma relação linear entre os volumes armazenados em um trecho de rio e as vazões de entrada e de saída nesse trecho.

O valor de X=0 proporciona o maior amortecimento possível do hidrograma no trecho de canal, correspondendo a uma condição “de reservatório”, por outro lado para valores de X=0,5 não se observa amortecimento, mas apenas translação do hidrograma de enchente de um tempo K. Rios naturais apresentam valores da constante X entre 0,1 a 0,35.

Nas simulações hidrológicas realizadas considerou-se que o coeficiente do método de Muskingum X= 0,2.

O modelo de amortecimento do hidrograma de enchente na calha será considerado no próximo relatório, quando estarão prontas informações mais detalhadas quanto existência das planícies naturais de amortecimento (extensão das várzeas) e respectivas informações topográficas das mesmas.

5.4.1.11 Formulação de Cenários de Uso e Ocupação da Bacia

Para o estudo dos eventos extremos nas bacias hidrográficas estudadas bem como os impactos das inundações nas áreas urbanas instaladas serão elaborados cenários de uso e ocupação atual e futuro nessas bacias.

Inicialmente serão elaboradas as análises hidrológicas e averiguação dos pontos de inundação para a condição recente dessas bacias. A partir desses resultados serão diagnosticadas as principais causas e “estrangulamentos” do sistema de drenagem existente. Por meio desses dados serão propostos cenários de uso e ocupação futura bem como implantação de alternativas estruturais e não-estruturais para controle das cheias nessa bacia. Para esses cenários serão elaboradas as análises hidrológicas considerando possíveis mudanças no padrão de distribuição de chuvas intensas em Piracicaba.

Abaixo estão descritos os cenários que serão elaborados:

Cenário 1 - Atual: Impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. Esse cenário será utilizado para elaboração do diagnóstico dos eventos extremos nas bacias estudadas.

Cenário 2 – Urbanização Tendenciosa com poucas restrições no Uso e Ocupação Futura: Impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário

representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando a expansão da mancha urbana com a implantação de poucas medidas de restrição à expansão da urbanização.

Em situações de urbanização completa, projeta-se taxa de impermeabilização de 85% da área da bacia, o que conforme proposto por McCuen (1982) e Genovez (1993), corresponderá a áreas comerciais.

Nesse cenário será considerado que as áreas atualmente ocupadas por pastagens (Áreas Sem Restrição) serão convertidas ou em áreas urbanas, comerciais ou empregadas para expansão da cultura de cana-de-açúcar até atingir máximo entre 60% à 75% da sub-bacia, desconsiderando as áreas com restrições à expansão urbana.

A expansão da infra-estrutura urbana de Piracicaba considerará: (i) a legislação vigente sobre Zoneamento Urbano do Município e (ii) os vetores de expansão urbana do município.

Nesse cenário serão alterados especialmente os coeficientes CN que passarão a ser entre 75 e 85 para os grupos hidrológicos de solos B e C.

Abaixo estão as definições adotadas para o uso e ocupação futura dos cenários simulados:

- **Áreas Sem Restrição:** Total relativo de áreas atualmente ocupadas por pastagens sendo convertidas, futuramente, para expansão urbana;
- **Urbanização Futura:** Porcentual da sub-bacia que será urbanizada futuramente;
- **Áreas de Proteção Vegetal:** Áreas atualmente ocupadas por pastagens sendo proposta a ocupação futura por áreas permeáveis visando recomposição, repovoamento vegetal e demais técnicas de proteção ambiental dos mananciais;

Considerará como áreas com restrição à expansão da urbanização: (i) APP's; (ii) Matas nativas, repovoamento vegetal existentes; (iii) áreas de várzeas e (iv) áreas com declividade acentuada e de solos rasos.

Nessas áreas é proposta manutenção e implantação de áreas permeáveis por meio de: (i) criação de parques e áreas públicas de lazer, (ii) recomposição e enriquecimento das áreas de mata nativa, bem como nas faixas de APP. Para esses tipos de uso e ocupação futura adotará coeficientes CN entre 55 e 65.

Cenários Alternativo 3 – Planejamento da urbanização futura sobre o sistema de drenagem representando os efeitos das alternativas de controle simuladas. Este cenário permitirá a expansão da mancha urbana com a implantação de algumas medidas de restrição. Nesse cenário será considerado que as áreas atualmente ocupadas por pastagens (Áreas Sem Restrição) serão convertidas de forma diferenciada por sub-bacia, desconsiderando as áreas com restrições à expansão urbana.

Será considerada a preservação e recuperação ambiental dos ambientes brejosos e de várzeas, que são “reservatórios naturais de amortecimento dos hidrogramas de enchentes”, onde a expansão urbana, bem como a atividade canavieira deverá ser restringida. Esse critério estará em desacordo com o zoneamento urbano do município que permite expansão da área residencial nestas sub-bacias. Nesse cenário será considerado que as áreas de APP e nos entornos dos grandes reservatórios deverão serão considerados programas de recomposição e repovoamento florestal.

Cenários Alternativo 4 - Planejamento da urbanização futura sobre o sistema de drenagem representando os efeitos das alternativas de controle simuladas. Este cenário permitirá a expansão da mancha urbana com a implantação de medidas de restrição, controlando, inclusive, a taxa de impermeabilização das áreas residenciais e industriais;

Nesse cenário foi considerado que áreas ocupadas por pastagens (Áreas Sem Restrição) serão convertidas a áreas urbanas e comerciais de forma diferenciada por sub-bacia. Nessa simulação considerou-se maior restrição da impermeabilização das bacias hidrográficas, comparado aos do Cenário 3. Considerou-se que controlando a expansão da urbanização, seria controlada a “qualidade da impermeabilização”. Para tanto considerou-se os novos loteamentos e empreendimentos apresentariam máxima impermeabilização de 65% da área (CN=90) permanecendo os demais 35% permeáveis. (áreas verdes do empreendimento/ loteamento).

5.4.2 Análise Hidrológica – Resultados das Simulações

Na Tabela 5.23 são apresentadas as vazões de projeto das bacias hidrográficas do Cenário – 1, que é a condição atual de urbanização das bacias hidrográficas em Piracicaba.

Pela Tabela 5.23 a média dos valores de vazão máxima específica nessas bacias estão entre 2,371 à 4,506 m³.s⁻¹.km⁻², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos, respectivamente.

Conforme estudo do uso e ocupação, das 33 bacias estudadas, 18 não apresentam urbanização significativa, ou seja, 55% das bacias apresentam taxa de urbanização inferior à 2%. Nessas bacias foram obtidos valores de vazão máxima específica entre 1,91 à 3,87 m³.s⁻¹.km⁻², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos. Nessas bacias predomina a ocupação cana-de-açúcar e por pastagens, sem controle da erosão e do escoamento superficial.

De forma semelhante foram avaliados os coeficientes da vazão máxima específica nas bacias com taxa de urbanização acima de 2%. Conforme Tabela 5.23, foram obtidos valores entre 3,38 à 5,87 m³.s⁻¹.km⁻², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos.

Dessas bacias destaca-se ao do Ribeirão Itapeva que foi, ao longo de todo o traçado, canalizado e retificado. Para este manancial são esperadas vazões máximas específicas entre 11,85 à 17,401 m³.s⁻¹.km⁻², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos.

A luz da discussão acima conclui-se que a expansão da área urbana por meio da substituição das áreas permeáveis elevará as vazões de enchentes nas bacias hidrográficas do Município de Piracicaba. Entretanto, devido às condições de: (i) solos propícios à produção de escoamento superficial e (ii) ausência de técnicas de conservação do solo e controle de erosão nas áreas de pastagem, o cenário 1 (atual) já propicia elevadas vazões máximas de enchente.

Na análise hidrológica dos cenários alternativos serão propostas medidas de controle à inundação visando, pelo menos, manter os níveis atuais de inundação nas bacias. Além de planejar e restringir a expansão urbana será necessário impor controle, inclusive, no padrão e nas taxas de impermeabilização das áreas residenciais e industriais dos novos empreendimentos.

Tabela 5.23. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacia – Cenário 1 (Atual).

#Bacia Hidrográfica	T _R 10		T _R 25		T _R 50		T _R 100	
	m³.s⁻¹	m³.s⁻¹.km²	m³.s⁻¹	m³.s⁻¹.km²	m³.s⁻¹	m³.s⁻¹.km²	m³.s⁻¹	m³.s⁻¹.km²
1.Capim Fino	18,31	1,047	27,43	1,569	35,11	2,008	43,33	2,478
2. Cor. Da Pinga	108,71	3,843	109,41	3,868	136,36	4,82	165,31	5,844
3. Cor. Das Flores	15,41	2,628	21,31	3,635	27,08	4,619	33,31	5,681
4. Cor. Do Ceveiro	54,85	2,562	74,16	3,465	89,62	4,187	105,84	4,945
5. Cor. Do Tanque	21,29	1,381	32,63	2,116	42,27	2,741	52,79	3,423
6. Cor. Do Godinho	47,20	2,11	67,13	3	83,58	3,736	101,15	4,521
7. Cor. Tamandupá	44,00	3,19	44,00	3,19	74,80	5,424	89,33	6,477
8. Rib. Anhumas	76,95	1,025	107,67	1,434	133,54	1,779	161,29	2,148
9. Rib. da Cachoeira	23,92	1,838	33,97	2,611	42,18	3,242	50,90	3,912
10. Cach. + Paramirim	78,63	0,658	118,22	0,989	152,17	1,273	189,65	1,587
11. Rib. Claro	60,00	1,834	84,58	2,586	104,81	3,204	126,45	3,866
12. Rib. Congonhal	109,78	1,193	151,70	1,649	186,18	2,024	223,16	2,426
13. Rib. Da Estiva	76,08	2,723	100,60	3,601	120,40	4,31	141,17	5,053
14. Rib. Da Jibóia	77,82	0,741	107,86	1,027	132,41	1,26	158,72	1,511
15. Rib. Da Voçoroca	49,21	1,909	69,37	2,691	85,95	3,334	103,67	4,022

#Bacia	T _R 10		T _R 25		T _R 50		T _R 100	
16. Rib. das Palmeiras	23,34	0,888	36,04	1,371	46,90	1,784	58,68	2,232
17. Rib. Do Enxofre	94,48	6,07	119,92	7,704	140,03	8,996	160,80	10,31
18. Rib. Do Matão	68,94	2,527	94,37	3,46	115,07	4,219	136,94	5,02
19. Rib. Par. Vermelho	62,75	1,249	91,18	1,816	115,02	2,29	140,90	2,806
20. Rib. Pau D'Alho	47,33	1,289	65,88	1,794	81,01	2,207	97,13	2,646
21. Rib. Dois Córregos	75,76	2,743	103,19	3,736	125,42	4,541	148,91	5,391
22. Rib. dos Marins	117,22	1,989	154,98	2,63	185,19	3,143	217,09	3,684
23. Rib. dos Patos	109,94	2,066	148,72	2,795	180,66	3,395	214,76	4,036
24. Rib. dos Pintos	68,24	1,873	96,49	2,649	119,92	3,292	144,97	3,98
25. Rib. dos Ponces	35,94	1,89	50,48	2,655	62,37	3,281	75,01	3,946
26. Rib. Granal	37,18	3,567	49,82	4,779	59,90	5,746	70,42	6,756
27. Rib. Guamium	97,45	1,387	133,68	1,902	163,57	2,327	195,29	2,779
28. Rib. Itapeva	87,98	11,85	104,36	14,05	116,72	15,72	129,19	17,40
29. Rib. Do Limoeiro	49,17	1,306	69,40	1,843	86,02	2,284	103,82	2,757
30. Rib. Pau D'Alinhho	50,94	3,374	66,92	4,433	79,56	5,27	92,68	6,139
31. Rib. Pederneiras	98,01	1,973	139,84	2,816	174,87	3,521	212,92	4,282
32. Rib. Piracicamirim	221,51	1,682	293,14	2,225	351,06	2,665	412,55	3,137
33. Rib. Tijucu Preto	168,97	1,831	226,35	2,452	273,05	2,958	322,65	3,495

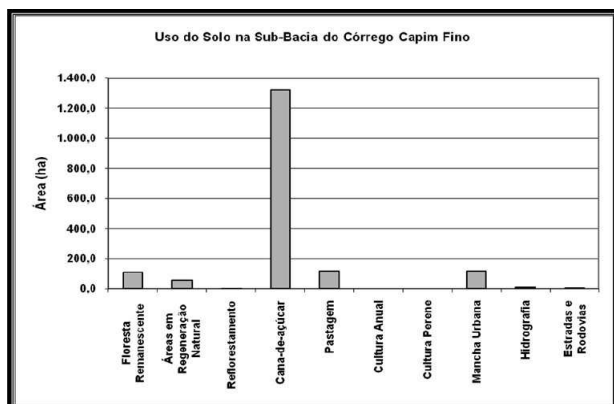


Figura 5.16. Uso do solo na Bacia do Córrego Capim Fino.

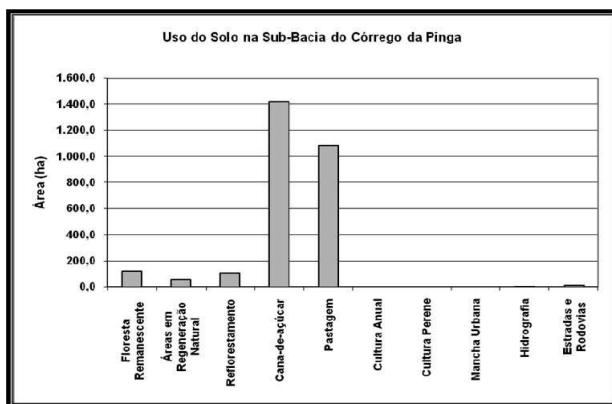


Figura 5.20. Uso do solo na Bacia do Córrego da Pinga.

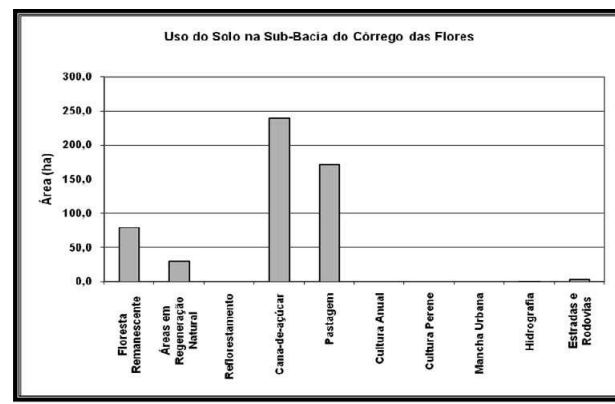


Figura 5.24. Uso do solo na Bacia do Córrego das Flores.

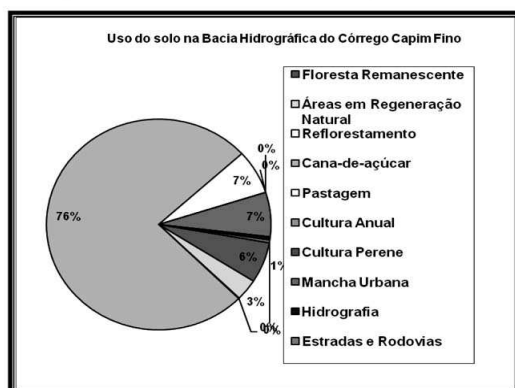


Figura 5.17. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Capim Fino.

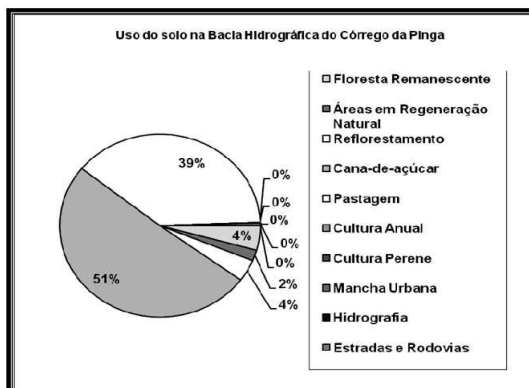


Figura 5.21. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego da Pinga.

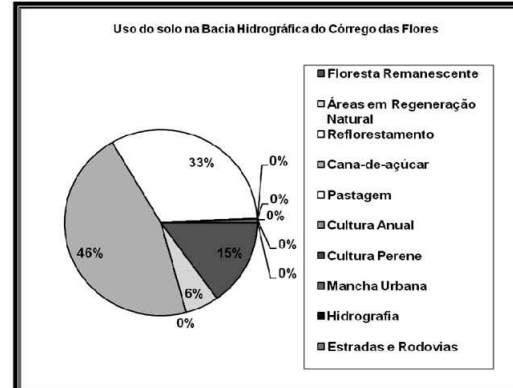


Figura 5.25. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego das Flores.

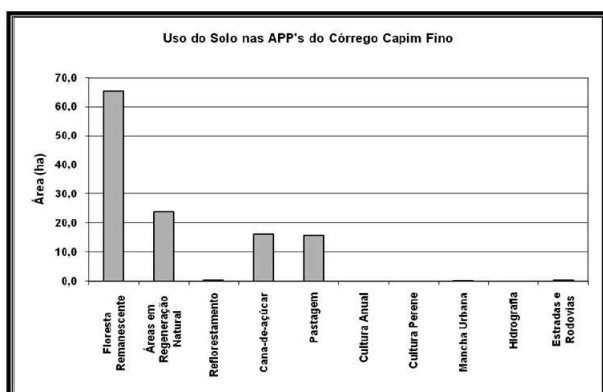


Figura 5.18. Uso do solo nas APP's do Córrego Capim Fino.

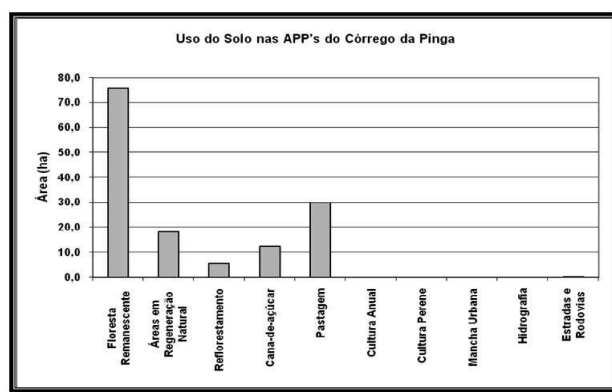


Figura 5.22. Uso do solo nas APP's do Córrego da Pinga.

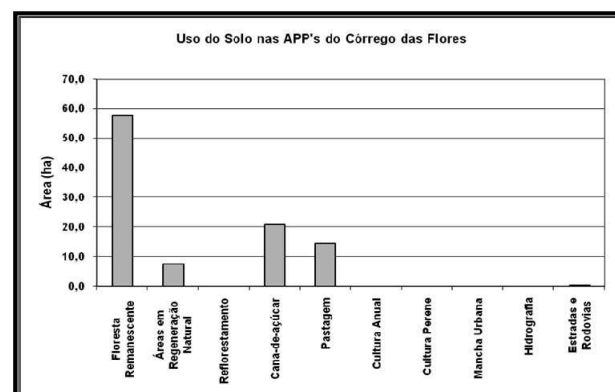


Figura 5.26. Uso do solo nas APP's do Córrego das Flores.

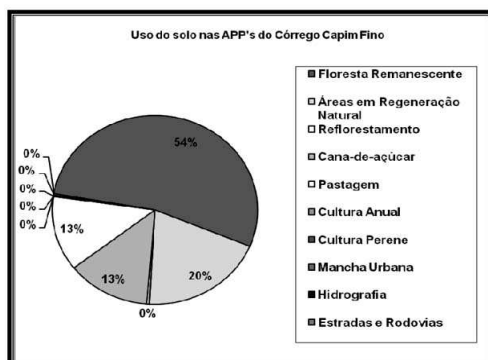


Figura 5.19. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Capim Fino.

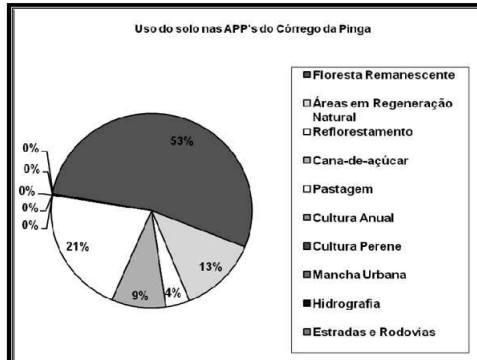


Figura 5.23. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego da Pinga.

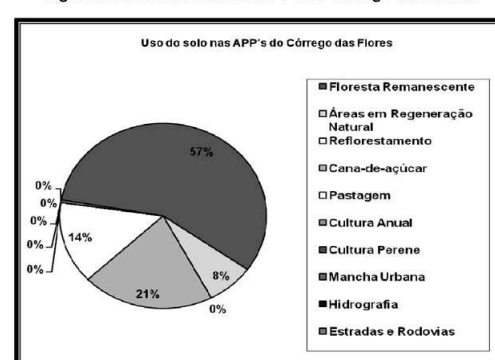


Figura 5.27. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego das Flores.

5.5.2 Córrego da Pinga

A Bacia Hidrográfica do Córrego da Pinga se situa no extremo oeste do município (divisa com Anhembí) e é um afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 5.26 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.26. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego da Pinga.

Sub-bacia	Córrego da Pinga			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	2.808,4		142,1	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	121,5	4,33%	75,8	53,31%
Áreas em Regeneração Natural	53,7	1,91%	18,2	12,78%
Reflorestamento	108,8	3,87%	5,5	3,87%
Cana-de-açúcar	1.422,6	50,65%	12,4	8,73%
Pastagem	1.085,6	38,65%	30,0	21,10%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Hidrografia	2,7	0,10%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	13,5	0,48%	0,3	0,21%
Total	2.808,4	100,00%	142,1	100,00%

Como se nota na Tabela 5.26, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 51% de toda a área, seguido pela pastagem com 39%. O percentual de mata remanescente é muito baixo, com apenas 4,33% da área total.

Já em relação as APP's, cerca de 53% se encontra preservada, além de cerca de 13% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). Ainda existem pequenas áreas de APP's ocupada por cana-de-açúcar e pastagens.

Esta bacia hidrográfica apresenta uma relação APP/Área Total de apenas 5,06%, justificada pela baixa densidade de drenagem da Bacia, decorrente do solo extremamente arenoso (oriundos dos Arenitos Botucatu e Pirambóia).

A Figura 5.20 e a Figura 5.21 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.22 e a Figura 5.23 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.3

5.5.4 Córrego das Flores

A Bacia Hidrográfica do Córrego das Flores é uma pequena bacia, afluente do Rio Tietê. Se situa no sudoeste do município (divisa com Conchas). A Tabela 5.27 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.27. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego das Flores.

Sub-bacia	Córrego das Flores			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	524,3		101,1	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	79,2	15,11%	57,7	57,05%
Áreas em Regeneração Natural	29,7	5,66%	7,6	7,48%
Reflorestamento	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	240,2	45,81%	20,9	20,66%
Pastagem	171,5	32,70%	14,5	14,34%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Hidrografia	0,7	0,13%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	3,1	0,58%	0,5	0,47%
Total	524,3	100,00%	101,1	100,00%

Como se nota na Tabela 5.27, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 46% de toda a área, seguido pela pastagem com 33%. O percentual de mata remanescente é considerável, com cerca de 15% da área total.

Já em relação as APP's, cerca de 57% se encontra preservada, além de cerca de 7% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 35% das APP's.

A Figura 5.24 e a Figura 5.25 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.26 e a Figura 5.27 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.5 Córrego do Ceveiro

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Ceveiro se situa na região central do município. É afluente da margem direita do Rio Piracicaba. A Tabela 5.28 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.28. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Ceveiro.

Sub-bacia	Córrego do Ceveiro			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	2.140,5		489,7	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	419,0	19,58%	267,5	54,62%
Áreas em Regeneração Natural	145,7	6,81%	60,0	12,25%
Reflorestamento	0,8	0,04%	0,2	0,04%
Cana-de-açúcar	1.203,3	56,22%	98,4	20,09%
Pastagem	301,8	14,10%	56,3	11,50%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	33,3	1,55%	1,7	0,35%
Hidrografia	4,5	0,21%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	32,1	1,50%	5,7	1,16%
Total	2.140,5	100,00%	489,7	100,00%

Como se nota na Tabela 5.28, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 56% de toda a área, seguido pela mata remanescente, com cerca de 20% da área total.

Já em relação as APP's, cerca de 55% se encontra preservada, além de cerca de 12% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 31% das APP's.

A Figura 5.28 e a Figura 5.29 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.30 e a Figura 5.31 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

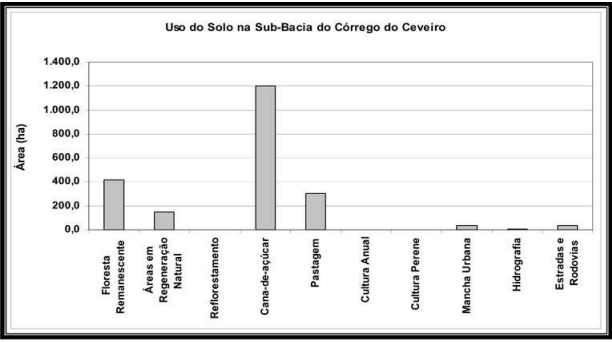


Figura 5.28. Uso do solo na Bacia do Córrego do Ceuveiro.

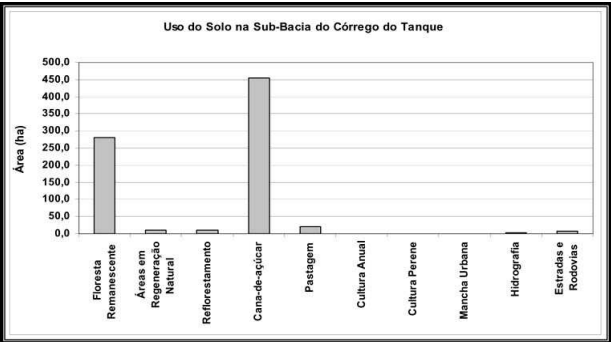


Figura 5.32. Uso do solo na Bacia do Córrego do Tanque.

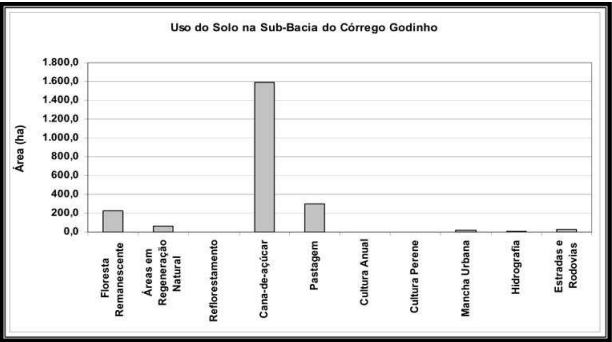


Figura 5.36. Uso do solo na Bacia do Córrego Godinho.

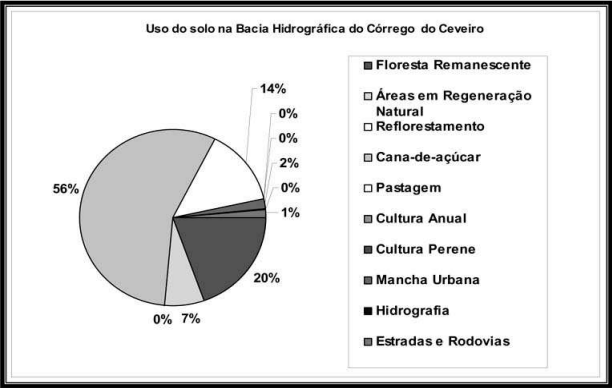


Figura 5.29. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego do Ceuveiro.

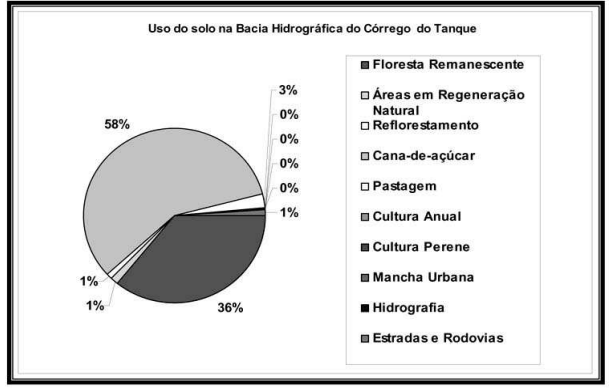


Figura 5.33. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego do Tanque.

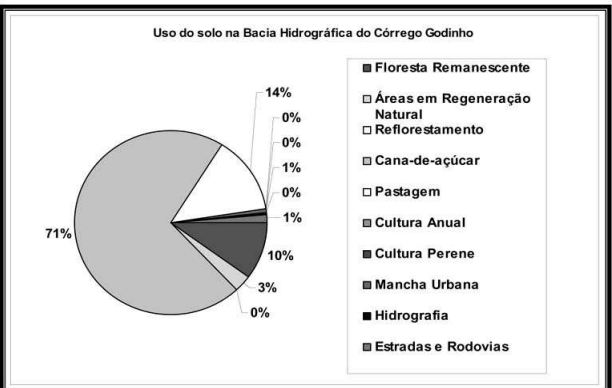


Figura 5.37. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Godinho.

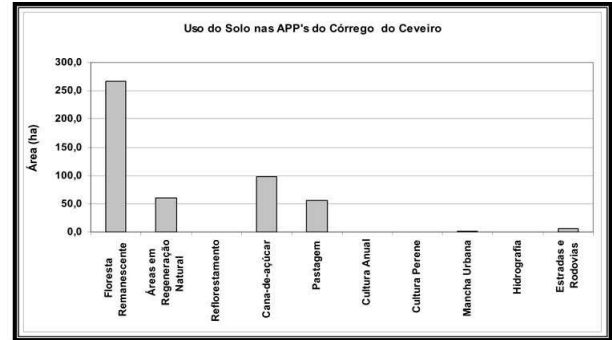


Figura 5.30. Uso do solo nas APP's do Córrego do Ceuveiro.

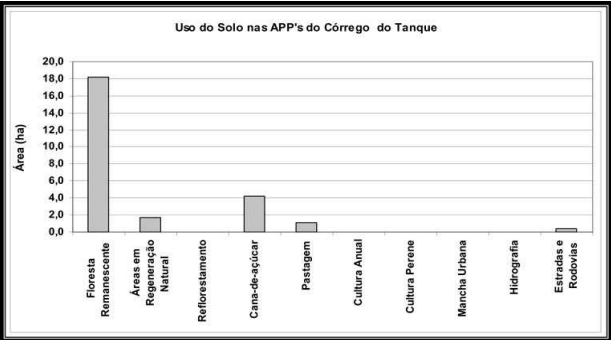


Figura 5.34. Uso do solo nas APP's do Córrego do Tanque.

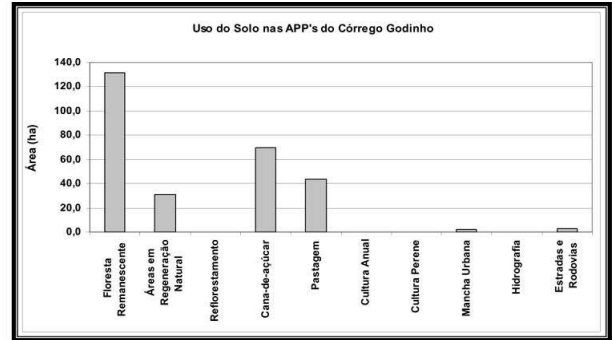


Figura 5.38. Uso do solo nas APP's do Córrego Godinho.

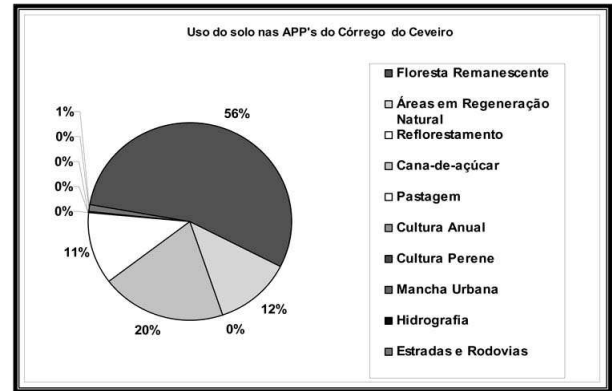


Figura 5.31. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego do Ceuveiro.

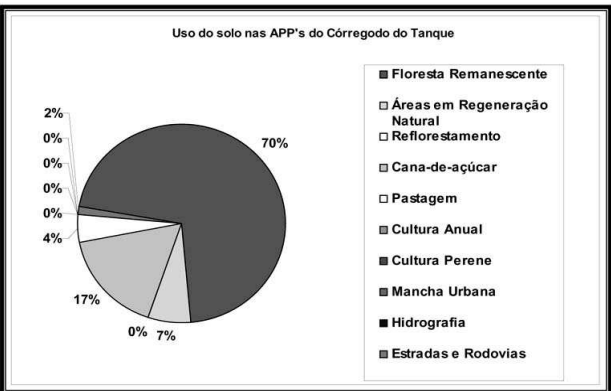


Figura 5.35. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego do Tanque.

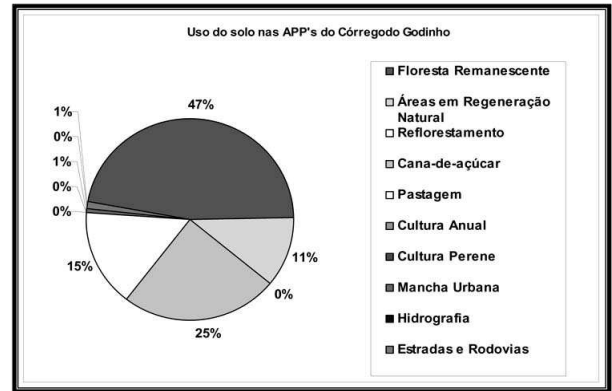


Figura 5.39. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Godinho.

5.5.6 Córrego do Tanque

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Tanque se situa No extremo oeste do município, se constituindo do último afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba, em território Piracicabano.. A Tabela 5.29 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.29. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tanque.

Sub-bacia	Córrego do Tanque			
Área total ou APP	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	786,5		25,6	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	281,4	35,78%	18,1	70,91%
Áreas em Regeneração Natural	11,1	1,41%	1,7	6,58%
Reflorestamento	8,9	1,14%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	454,8	57,82%	4,2	16,60%
Pastagem	20,2	2,56%	1,1	4,39%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Hidrografia	2,4	0,30%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	7,7	0,98%	0,4	1,52%
Total	786,5	100,00%	25,6	100,00%

Como se nota na Tabela 5.29, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 58% de toda a área, seguido pela mata remanescente, com cerca de 36% da área total.

Já em relação as APP's, a bacia apresenta uma certa conservação (em comparação com as demais bacias do município), com cerca de 71% de remanescente florestal.

A Figura 5.32 e a Figura 5.33 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.34 e a Figura 5.35 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.7 Córrego Godinho

A Bacia Hidrográfica do Córrego Godinho se situa na região centro-norte do município. É afluente da margem esquerda do Rio Corumbataí. A Tabela 5.30 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.30. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Godinho.

Sub-bacia	Córrego Godinho			
Área total ou APP	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	2.237,4		279,9	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	224,0	10,01%	131,3	46,89%
Áreas em Regeneração Natural	65,3	2,92%	31,0	11,06%
Reflorestamento	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	1.589,8	71,05%	69,7	24,89%
Pastagem	302,1	13,50%	43,4	15,49%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	18,7	0,84%	1,9	0,69%
Hidrografia	5,9	0,26%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	31,6	1,41%	2,7	0,98%
Total	2.237,4	100,00%	279,9	100,00%

Como se nota na Tabela 5.30, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 71% de toda a área, seguido pela pastagem com 14%. O percentual de mata remanescente é baixo, com cerca de 10% da área total.

Já em relação as APP's, cerca de 47% se encontra preservada, além de cerca de 11% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 40% das APP's.

A Figura 5.36 e a Figura 5.37 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.38 e a Figura 5.39 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.8 Córrego Tamandupá

A Bacia Hidrográfica do Córrego Tamandupá se situa na região Norte do município. É afluente da margem esquerda do Rio Corumbataí. A Tabela 5.31 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.31. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Tamandupá.

Sub-bacia	Córrego Tamandupá			
Área total ou APP	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	1.379,1		200,0	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	493,2	35,76%	148,4	74,22%
Áreas em Regeneração Natural	10,7	0,78%	2,4	1,19%
Reflorestamento	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	455,2	33,01%	10,1	5,03%
Pastagem	407,6	29,55%	38,3	19,13%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Hidrografia	1,6	0,12%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	10,8	0,79%	0,8	0,42%
Total	1.379,1	100,00%	200,0	100,00%

Como se nota na Tabela 5.31, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação natural com cerca de 36% de toda a área, seguido pela cana-de-açúcar com 33%.

Já em relação as APP's, o estágio de conservação é considerável, com cerca de 75% se encontra preservada. O restante das APP é praticamente ocupado por pastagens.

A Figura 5.40 e a Figura 5.41 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.42 e a Figura 5.43 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

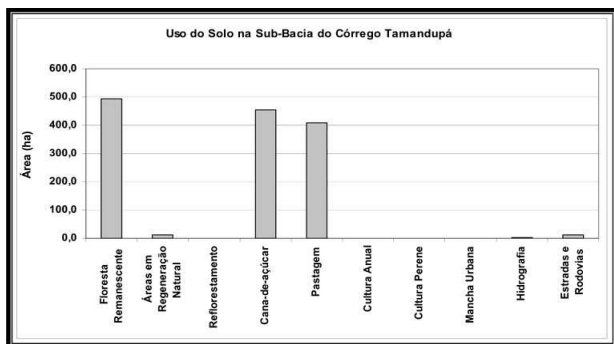


Figura 5.40. Uso do solo na Bacia do Córrego Tamandupá.

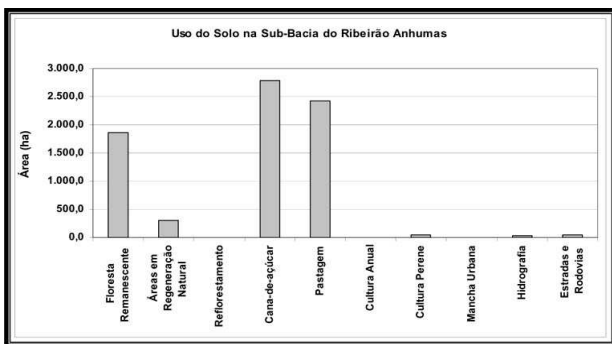


Figura 5.44. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Anhumas.

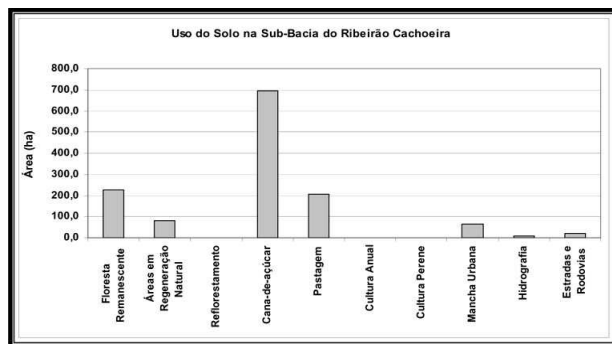


Figura 5.48. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira.

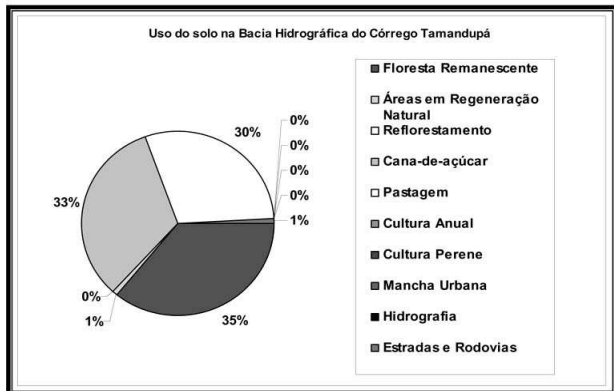


Figura 5.41. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Córrego Tamandupá.

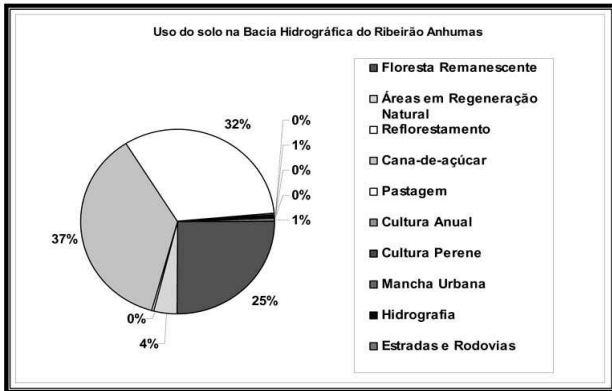


Figura 5.45. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Anhumas.

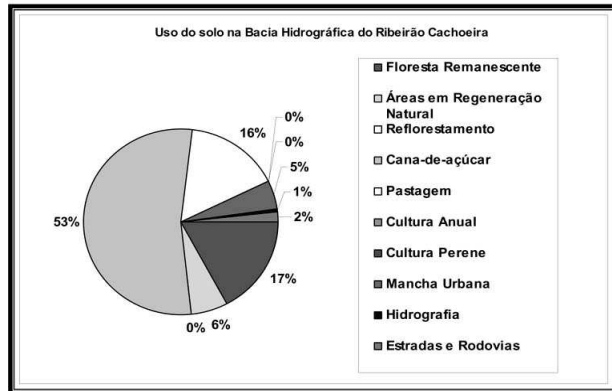


Figura 5.49. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Cachoeira.

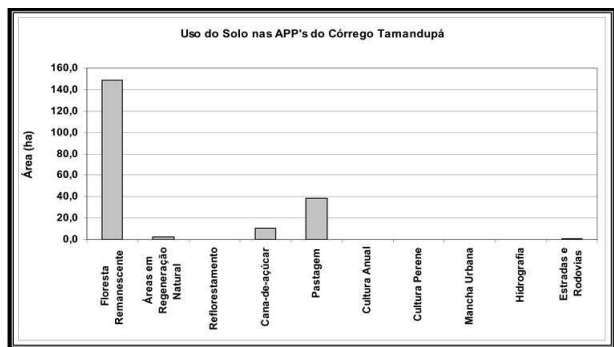


Figura 5.42. Uso do solo nas APP's do Córrego Tamandupá.

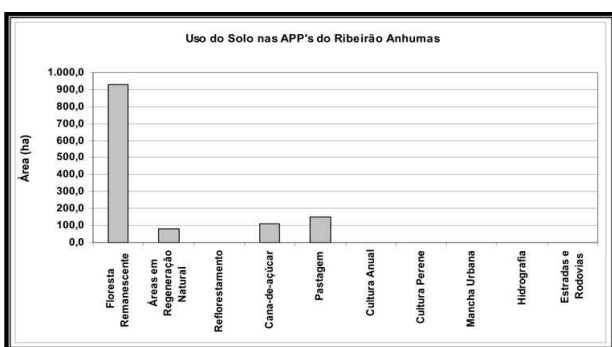


Figura 5.46. Uso do solo nas APP's do Ribeirão Anhumas.

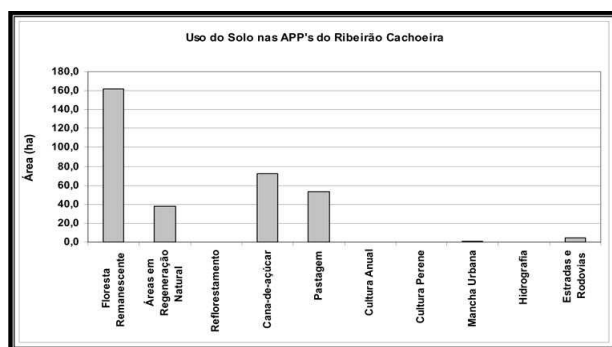


Figura 5.50. Uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira.

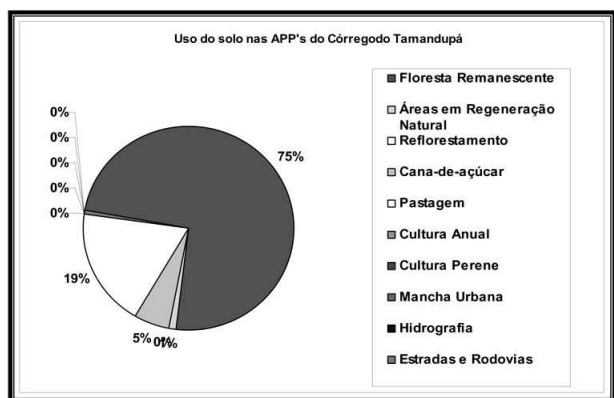


Figura 5.43. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Córrego Tamandupá.

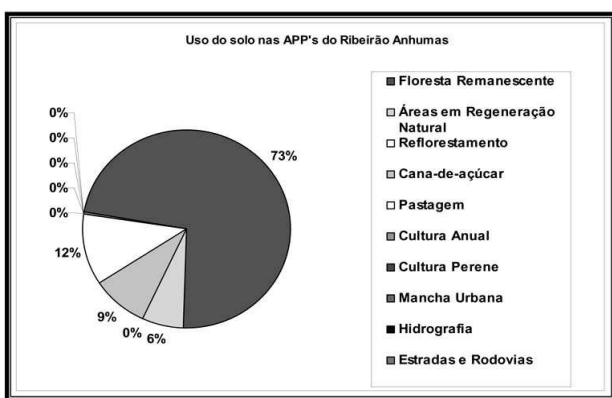


Figura 5.47. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Anhumas.

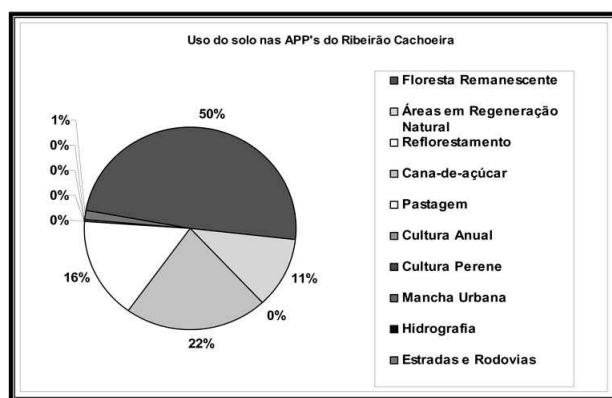


Figura 5.51. Distribuição relativa do uso do solo nas APP's do Ribeirão Cachoeira.

5.5.9 Ribeirão Anhumas

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anhumas se situa na região sudoeste do município. É afluente da margem direita do Rio Tietê. A **Tabela 5.32** apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.32. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anhumas.

Sub-bacia	Ribeirão Anhumas			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	7.508,1		1.276,9	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	1.868,8	24,89%	930,5	72,88%
Áreas em Regeneração Natural	310,0	4,13%	81,4	6,38%
Reflorestamento	1,8	0,02%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	2.790,1	37,16%	111,9	8,76%
Pastagem	2.425,7	32,31%	150,9	11,82%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	38,5	0,51%	0,1	0,01%
Mancha Urbana	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Hidrografia	34,0	0,45%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	39,1	0,52%	2,0	0,16%
Total	7.508,1	100,00%	1.276,9	100,00%

Como se nota na **Tabela 5.32**, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é dividida entre a cana-de-açúcar com 37%, pastagens com 32% e vegetação natural (25%).

Já em relação as APP's, cerca de 73% se encontra preservada, além de cerca de 7% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 20% das APP's.

A Figura 5.44 e a Figura 5.45 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.46 e a Figura 5.47 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.10 Ribeirão Cachoeira

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira se situa na região central do município. É afluente da margem direita do Rio Piraicabá. A **Tabela 5.33** apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.33. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira.

Sub-bacia	Ribeirão Cachoeira			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	1.301,1		330,0	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	225,6	17,34%	161,5	48,95%
Áreas em Regeneração Natural	79,3	6,10%	37,6	11,39%
Reflorestamento	0,0	0,00%	0,0	0,01%
Cana-de-açúcar	695,3	53,44%	72,2	21,87%
Pastagem	207,5	15,95%	53,4	16,19%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	65,4	5,03%	0,5	0,15%
Hidrografia	6,7	0,51%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	21,2	1,63%	4,7	1,43%
Total	1.301,1	100,00%	330,0	100,00%

Como se nota na **Tabela 5.33**, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 55% de toda a área, seguido pela floresta remanescente com 18%. A mancha urbana do município ocupa 5% da área desta bacia hidrográfica.

Já em relação as APP's, cerca de 49% se encontra preservada, além de cerca de 12% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 39% das APP's.

A Figura 5.48 e a Figura 5.49 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.50 e a Figura 5.51 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

5.5.11 Ribeirão Cachoeira e Paramirim

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira e Paramirim se situa no extremo Nordeste do município. É afluente da margem direita do Rio Piraicabá. A **Tabela 5.34** apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica e nas APP's.

Tabela 5.34. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira e Paramirim.

Sub-bacia	Ribeirão Cachoeira e Paramirim			
	Área Total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	4.746,9		320,7	
Uso	ha	%	ha	%
Floresta Remanescente	483,3	10,18%	193,6	60,37%
Áreas em Regeneração Natural	79,9	1,68%	24,3	7,59%
Reflorestamento	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cana-de-açúcar	3.843,7	80,97%	38,4	11,96%
Pastagem	244,3	5,15%	61,9	19,30%
Cultura Anual	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Cultura Perene	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Mancha Urbana	1,3	0,03%	0,0	0,00%
Hidrografia	46,9	0,99%	0,0	0,00%
Estradas e Rodovias	47,4	1,00%	2,5	0,78%
Total	4.746,9	100,00%	320,7	100,00%

Como se nota na **Tabela 5.34**, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com cerca de 81% de toda a área, seguido pela vegetação natural com 10%.

Já em relação as APP's, cerca de 60% se encontra preservada, além de cerca de 8% que se encontra em regeneração natural (áreas sem uso antrópico). As áreas de cana-de-açúcar e pastagem somam 30% das APP's.

A Figura 5.52 e a Figura 5.53 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Já a Figura 5.54 e a Figura 5.55 apresentam o uso do solo nas áreas de preservação permanente.