UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

ROBSON LEITE

**ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA PLANÍCIE FLUVIAL DO BAIXO
RIO COTIA, SP.**

(Versão corrigida)

SÃO PAULO

2013

ROBSON LEITE

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA PLANÍCIE FLUVIAL DO BAIXO RIO COTIA, SP.

(Versão corrigida, conforme a Resolução CoPGr 6018, de 18 de outubro de 2011)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, para obtenção de título de mestre em Geografia Física.

Orientadora: Prof^a Dr^a Déborah de Oliveira

SÃO PAULO

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

*Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo*

Leite, Robson

*L533a Aspectos geomorfológicos da planície fluvial do baixo rio
Cotia, SP / Robson Leite; orientadora Déborah de Oliveira. - São
Paulo, 2013.
94 f.*

*Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de
Geografia. Área de concentração: Geografia Física.*

*1. Geomorfologia Fluvial. 2. Planície Fluvial. 3. Inundação. 4.
Legislação Ambiental. I. Oliveira, Déborah de, orient. II. Título.*

LEITE, Robson. Aspectos geomorfológicos da planície fluvial do baixo rio Cotia, SP. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, para obtenção de título de mestre em Geografia Física.

Aprovado em:

Banca examinadora

Titulares

Prof^a Dr^a Déborah de Oliveira
Julgamento: _____

Instituição: USP – FFLCH
Assinatura: _____

Prof^o Dr^o Marcos Norberto Boin
Julgamento: _____

Instituição: UOP
Assinatura: _____

Prof^a Dr^a Marisa de Souto M. Fierz
Julgamento: _____

Instituição: USP – FFLCH
Assinatura: _____

Suplentes

Prof^a Dr^a Cleide Rodrigues
Julgamento: _____

Instituição: USP – FFLCH
Assinatura: _____

Prof^o Dr^o Paulo Cesar Rocha
Julgamento: _____

Instituição: FCT - UNESP
Assinatura: _____

*Para as pequeninas
Rayssa, Rafaela, Rebeca e Sophia.*

Agradecimentos

À professora doutora Déborah de Oliveira pela orientação e constante incentivo. Obrigado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-graduação em Geografia Física pela bolsa concedida.

Às professoras Marisa de Souto Matos Fierz e Rosely Pacheco Dias Ferreira pelas contribuições no exame de qualificação.

Às professoras Hiroko Tsuchiya e Conceição Guilherme dos Santos, Escola Estadual Dona Amélia de Araújo, pelos livros e pela paciência que tiveram durante esse período.

Aos professores, funcionários e alunos da Escola Estadual Dona Amélia de Araújo pelos momentos de alegria plena.

Aos professores, funcionários e alunos da Escola Municipal Professor Gilmar Taccola pelo apoio.

À Anna Luísa de Araújo pelo computador e por ter mostrado o caminho da coerência.

Aos amigos e professores Claudio Roberto Martins “Mora”, Diego Elias Santana Duarte “Diegão” e doutor Marcos Norberto Boin pelo exemplo. Massa! O bicho pega!

Ao Gabriel Gonçalves “Judeu”, Rodolfo Abib e Priscila Helena por momentos de liberdade. Vocês merecem um (não)agradecimento muito agradável! Brigadão!

Ao doutorando Estêvão José Barbosa “Esteban!” pelas dicas e conversas. Valeu mano!

Aos meus pais, Abigail e José; meus irmãos Nicéia, Anderson e Tairine; aos familiares Takatu, Angélica e Tiago.

RESUMO

LEITE, Robson. Aspectos geomorfológicos da planície fluvial do baixo rio Cotia, SP. XX f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

No presente trabalho analisam-se os aspectos geomorfológicos de três setores da bacia hidrográfica do rio Cotia, localizada a oeste da Região Metropolitana de São Paulo. Foram elaborados mapas com esboço geomorfológicos de cada setor a partir de base cartográfica na escala 1:25.000, imagens de satélite e fotografias aéreas. A análise das fotografias aéreas e imagens de satélite, juntamente com a revisão bibliográfica da área de estudo, permitem a identificação e caracterização das feições geomorfológicas, bem como a sua dinâmica no intervalo de 40 anos (1962-2002).

A planície fluvial é entendida como um sistema que reflete as mudanças ocorridas na bacia hidrográfica. As feições geomorfológicas estão localizadas na planície de inundação. Considera-se a planície fluvial como leito regular (leito maior). Essa delimitação estabelece o critério para aplicação de Área de preservação Permanente (APP).

Os setores (A,B e C) estudados apresentam características geomorfológicas semelhantes. A expansão urbana sobre a planície fluvial dos setores é crescente. Faz-se necessário o estabelecimento de áreas de proteção na planície. A dinâmica fluvial estabelece os limites de expansão da urbanização.

Palavras-chave: Rio Cotia, Planície Fluvial, Feições Geomorfológicas, Área de Preservação Permanente - APP.

ABSTRACT

LEITE, Robson. Aspectos geomorfológicos da planície fluvial do baixo rio Cotia, SP. XX f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

This paper analyses the geomorphological features from three sectors in the Cotia River's basin, located in the western part of the metropolitan area of Sao Paulo. Some Maps have even been drawn starting from a cartographic base on the scale of 1:25.000, satellite images and aerial photographs. The scan of the aerial photographs and satellite images, with a bibliographic review in this study area, allow the identification and characterization of the geomorphological features, as well as their dynamic during 40 years (1962 – 2002).

The fluvial plain is understood how a system that reflects the changes occurring in the basin. The geomorphological features are located at the flood plain. The fluvial plain is considered like a regular riverbed (flood prone width). This delimitation provides criteria to the application of a Permanent Preservation Area (APP).

The sectors (A, B and C) were studied contains similar geomorphological characteristics. The urban sprawl on the fluvial plain in the sectors is increase. It is necessary the establishment of protection areas at the plain. The fluvial dynamic establishes the urban sprawl limits.

Keywords: Cotia River, Fluvial Plain, Geomorphological Features, Permanent Preservation Area - APP.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	3
2.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	3
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	6
3.1 BASE E DADOS CARTOGRÁFICOS.....	7
3.2 CHAVES DE CLASSIFICAÇÃO	9
3.3 TRABALHOS DE CAMPO	11
4 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	12
4.1 ABORDAGEM SISTÊMICA	13
4.2 BACIA HIDROGRÁFICA.....	16
4.3 PLANÍCIE FLUVIAL	18
4.3.1 Planície de inundação	23
4.3.2 Vasta nomenclatura à planície inundável.....	27
5 ÁREA DE ESTUDO	36
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	38
5.2 HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO	51
5.1.2 Legislação.....	54
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
6.1 ALTERAÇÕES NA PLANÍCIE FLUVIAL DO BAIXO DO RIO COTIA	57
6.2 SETOR A.....	67
6.3 SETOR B.....	71
6.4 SETOR C.....	74
6.5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE APP	77
6.5.1 APP no Setor A.....	78
6.5.2 APP no Setor B.....	80
6.5.3 APP no Setor C.....	82
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
BIBLIOGRAFIA	87
REFERÊNCIAS DA INTERNET.....	92

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da área e dos setores morfológicos estudados (A, B e C).....	5
Figura 2 - Procedimentos de pesquisa.	6
Figura 3 - Espacialização da base cartográfica	8
Figura 4 – Quadro-resumo da classificação de unidades da paisagem.....	15
Figura 5 – Definição teórica de geossistema.....	16
Figura 6 – Delimitação de duas bacias hidrográficas.....	18
Figura 7 – Configuração espacial de padrões de drenagem.....	19
Figura 8 – Trabalho realizado pelos rios em proposta de modelo..	20
Figura 9 - Os tipos de leitos fluviais por Tricart	22
Figura 10 – Exemplo de um setor (Setor B) na planície fluvial do baixo rio Cotia.....	23
Figura 11 - Típica planície de inundação em rio meandrante..	25
Figura 12 – Formação dos principais elementos topográficos.....	26
Figura 13 – Vegetação típica de planície de inundação.	30
Figura 14 – Silhueta da planície fluvial.	31
Figura 15 – Restauração do rio Cheonggyecheon.....	36
Figura 16 – Comitê Alto Tietê e os sub-comitês.	38
Figura 17 – A transição entre os planaltos.....	41
Figura 18 - Geologia do baixo rio Cotia..	43
Figura 19 – Unidades de relevo do Sistema Baixo Cotia.....	46
Figura 20 – Perfis esquemáticos dos quatro tipos de solos.....	49
Figura 21 – Ocorrência dos principais tipos de solos.....	50
Figura 22 – Expansão urbana em 18 anos (1984-2002).....	58
Figura 23 – Avanço da ocupação da planície do rio Cotia.....	60
Figura 24 – Silhueta e largura da planície fluvial do baixo rio Cotia.....	61
Figura 25 – Hipótese de formação de alvéolos e feições geomorfológicas	62
Figura 26 – Planície de inundação no baixo rio Cotia.....	64
Figura 27 – Feições topográficas da planície fluvial do baixo rio Cotia.....	66
Figura 28 - Alteração do leito e na extensão do rio no Setor A.....	67
Figura 29 – Esboço geomorfológico do Setor A da planície do Baixo rio Cotia.	68
Figura 30 - Alteração na planície fluvial do Baixo rio Cotia (1962-2002).	69
Figura 31 - Lagoas e pesqueiros compõem a atual paisagem.....	70
Figura 32 – Esboço geomorfológico do Setor B.....	72
Figura 33 – Instalação de campo de golfe em planície fluvial.....	73
Figura 34 – Alteração das feições geomorfológica Setor B	74
Figura 35 – Esboço geomorfológico do Setor C.	75
Figura 36 – Detalhe do Setor C. Banco de areia próximo ao dique marginal..	76
Figura 37 – Delimitação de APP em planície fluvial.....	79
Figura 38 – APP como proteção a expansão urbana..	81
Figura 39 – APP em setor estratégico para tratamento de água	83

Lista de Quadros

Quadro 1 - Chaves de classificação de feições da planície fluvial.....	11
Quadro 2 – Escala de grandeza no estudo geomorfológico.	14
Quadro 3 – Quadro-resumo dos trabalhos e pesquisas.	36
Quadro 4 – Artigos da legislação analisados.....	54

Lista de Tabelas

Tabela 2 – Emancipação dos municípios na Bacia do rio Cotia.	52
Tabela 3 - Crescimento populacional dos municípios integrantes da bacia.....	53
Tabela 4 – Principais classes de uso e cobertura da terra	59

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Média mensal de temperatura e pluviosidade.	47
Gráfico 2 – Vazão do rio Cotia.	48

Lista de Fotos

Foto 1 – Planície do rio Cotia com típica vegetação aquática e de transição.	34
Foto 2 – Sítio do Padre Inácio.....	52
Foto 3 - Sítio do Mandu.....	52

Lista de Perfis

Perfil 1 – Perfil longitudinal do rio Cotia do Sistema Baixo Cotia..	39
Perfil 2 – Perfil transversal do setor central do baixo rio Cotia.	46

Lista de Siglas

AFA – Arquivo de Fotografias Aéreas

APP – Área de Preservação Permanente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico Arqueológico, Artístico e Turístico

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LASERE - Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto

RFMG – Reserva Florestal do Morro Grande

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo

USP – Universidade de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

O uso e ocupação de planícies fluviais é, sem dúvida alguma, um dos maiores problemas socioambientais do Brasil. As regiões metropolitanas localizadas em países em desenvolvimento apresentam inúmeros problemas estruturais, que afetam diretamente o meio físico e sua população.

O intenso crescimento urbano na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é capitaneado pela cidade de São Paulo, que concentra vários sistemas produtivos. Localizada sobre o Planalto Atlântico, na bacia hidrográfica do Alto Tietê, a RMSP é uma das maiores regiões metropolitanas do Planeta, com extensão de 7.947,28 km². Essa grande “mancha urbana” se estende por 39 municípios, onde residem aproximadamente 21 milhões de habitantes de acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹. Parte dessa população urbana ocupa as planícies da bacia hidrográfica do rio Cotia, afluente do rio Tietê.

Para a presente pesquisa foram selecionados três setores da planície fluvial na bacia hidrográfica do baixo rio Cotia. Estes setores exibem feições geomorfológicas marcantes na paisagem e que estão sendo modificadas pela ação antrópica e que devem ser preservadas. Muitos setores dessa planície apresentam problemas socioambientais vinculados à ocupação sem planejamento (SABESP, 1994; ZUFFO, 1998; SILVA, 2000; EMPLASA, 2006; IPT, 2007; BEU, 2008).

É sabido que os rios são um dos principais agentes modeladores do relevo terrestre. Ao longo do trajeto fluvial, da nascente até a foz, a configuração topográfica que facilita o acesso à água e alimentos são os principais atrativos de seu uso e ocupação. Exemplo clássico de ocupação humana, desde a Antiguidade, pode ser visto nas margens dos rios Nilo, Eufrates, Tigre e Ganges. As atividades humanas dependem dos recursos hídricos seja para o consumo de água, irrigação, geração de energia ou via de transporte.

Contudo, muitos rios tornaram-se obstáculos no processo de urbanização das cidades e foram sendo modificados por retificação, canalização e outros meios, ou até mesmo suprimidos². Tal modificação alterou a paisagem das planícies fluviais,

¹ Censo Demográfico – dados da população ano base de 2010. IBGE. Dados disponíveis em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>.

² Ver artigo “O desaparecimento de pequenos rios brasileiros” (FARIA e MARQUES, 1999). In. Ciência Hoje, v. 25, n. 145, jan/fev. 1999. P. 56-61.

intensificando os processos de cheias e inundações, que se tornaram um dos principais problemas socioambientais. A ocupação dos setores selecionados na planície fluvial do baixo rio Cotia deve ser orientada pela dinâmica da natureza.

A planície fluvial com suas inúmeras denominações (várzea, zona úmida, área úmida, terra inundável, brejo) exerce forte influência em toda a bacia hidrográfica. É na planície fluvial que os processos de toda a bacia hidrográfica refletem: inundações periódicas, transporte e deposição de material erodido, represamentos de água. A Geomorfologia fluvial ressalta os fundamentos para o entendimento das planícies fluviais, que dão base aos estudos e instrumentos legais e normativos (Legislação). A identificação de feições geomorfológicas localizadas na planície fluvial é o primeiro passo a delimitação de áreas destinadas ao uso ou a aplicabilidade das Áreas de Preservação Permanente (APP's).

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Embora bastante estudada, a planície fluvial ainda suscita ampla discussão científica. Ao longo de cada ano alguns meios de comunicação revelam a planície fluvial de uma maneira muito negativa, apresentando informações sobre inundação, enchentes, escorregamentos que afetou um bairro, uma cidade. O uso e ocupação de planície fluvial e costeira datam de muito tempo. Do ponto de vista científico, a planície é um relevo dinâmico, um geossistema complexo, que reflete as ações da natureza e deve conduzir a ação antrópica, não o contrário. Em algumas localidades deve-se melhor direcionar ou até mesmo restringir sua utilização.

A relação da planície fluvial com as atividades socioeconômicas pode trazer à tona algumas discussões: uso e ocupação de planícies inundáveis; aplicabilidade da legislação de Área de Preservação Permanente (APP); áreas de procriação de fauna e flora; tratamento natural das águas (sistema *wetland* natural); parques lineares; corredores ecológicos.

Não foram encontrados trabalhos específicos da geomorfologia fluvial que versam sobre área de estudo. Os trabalhos de Ruffo (1998) e de Silva (2000) aproximam-se mais da ecologia da paisagem, os quais tem diferentes propostas de planejamento ecológico vinculado com as áreas alagadas e ao tratamento e qualidade da água. No mapeamento das várzeas no Estado de São Paulo (IVANCKO *et al.*, 1985) há duas áreas localizadas no baixo rio Cotia que coincidem com os setores estudados.

A planície fluvial do baixo rio Cotia (figura 1) apresenta setores modificados pela ação antrópica e setores com feições geomorfológicas preservadas, como canal meandrante, planície com alvéolos, bacias de inundação e meandros abandonados. Características estas encontradas nos três setores selecionados na planície.

2.1 Objetivo geral e objetivos específicos

O objetivo principal dessa pesquisa é caracterizar aspectos geomorfológicos de três setores da planície fluvial do baixo rio Cotia, no sentido de apontar alternativas à aplicação de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Os objetivos específicos são: elaboração de documentação cartográfica contendo o esboço geomorfológico dos três setores; identificação e discussão das alterações na paisagem no período de 40 anos (1962-2002); e apresentação de uma proposta de aplicação de APP.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Elaborou-se um quadro-síntese dos procedimentos de pesquisa (figura 2).

Figura 2 - Procedimentos de pesquisa. Org. Robson Leite, 2013.

Foram selecionados três setores (A, B e C) na planície fluvial do baixo rio Cotia como área de estudo. O critério de escolha dos setores levou em consideração as seguintes características: largura da planície, leito vazante com meandros, quantidade de lagoas e represas, bacias de inundação com vegetação aquática.

A partir dessa seleção, foram reunidos materiais cartográficos, revisão bibliográfica de estudos específicos, revisão de legislação e aplicabilidade em Sistema de informações Geográficas.

3.1 Base e dados cartográficos

As bases cartográficas foram adquiridas e/ou consultadas nos acervos digitais do IBGE, da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA)³ e do Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto (LASERE) do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP). A maior parte dos mapas elaborados nessa pesquisa tem com fonte a base digital da EMPLASA, cujos dados de hidrografia, curvas de nível e de pontos cotados, na escala 1:25.000, foram disponibilizados pelo LASERE. Estes dados e outras bases foram digitalizados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcMap 10.

Os SIG's e outras ferramentas da tecnologia de informática contribuem amplamente nas pesquisas em Geomorfologia, pois possibilita a sobreposição de dados e informações facilitando a análise integrada da paisagem e de sua evolução no espaço ao longo do tempo.

Para a delimitação da bacia do baixo rio Cotia utilizou-se o método de delimitação manual (divisores d'água), auxiliado pela cartografia da 16ª UGRHI do Estado de São Paulo (Alto Tietê) e da SABESP (1994). Os limites da bacia hidrográfica foram traçados, manual e digitalmente, a partir de carta topográfica 1:50.000 do IBGE (1984) no programa ArcMap 10.

Os produtos cartográficos elaborados para caracterização da área de estudo tiveram como base:

- Mapa de Geologia: digitalizado a partir do Mapa Geológico 1:50.000, da EMPLASA (1984), folha Osasco;
- Hipsométrico: gerado de base digital em Modelo Numérico de Terreno (MNT) no SIG ArcMap 10, a partir das curvas de nível (25 m) vetorizadas (EMPLASA);
- Mapa de Unidades de relevo: a partir do mapa hipsométrico e dos mapas Geomorfológicos do IPT (1981b) e Ross e Moroz (1997).
- Mapa de Solos: digitalizado a partir do Mapa de Solos do Estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al*, 1999);
- Mapa de expansão urbana: foram elaboradas duas camadas (*layers*) para demonstrar a expansão urbana em 18 anos (1984-2002). Comparou-se a carta

³ Disponibilidade de bases cartográficas digitalizadas a partir dos originais. Disponível em: http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/cartografia/mapeamentos_basicos_digitaais.asp.

topográfica 1:50.000, folha Osasco (IBGE, 1984) e a Imagem de satélite IKONOS (2002);

- Mapa dos setores A, B e C: foram elaboradas duas camadas para apresentar as modificações na planície fluvial no período de 40 anos (1962-2002). Foram comparadas as fotografias aéreas (1962) com as imagens de satélite IKONOS (2002).

Os mapas da caracterização do meio físico e da expansão urbana estão no tópico Área de estudo nesse trabalho.

Figura 3 - Espacialização da carta topográfica, das aerofotografias e das imagens de satélite utilizadas na pesquisa. A planície fluvial foi elaborada a partir de estereoscopia sobre as aerofotografias. Org. Robson Leite, 2013.

As imagens de satélite foram disponibilizadas pelo LASERE e as fotografias aéreas disponibilizadas pelo Arquivo de Fotografias Aéreas (AFA), Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (DG/USP). As fotografias foram digitalizadas no SIG.

Para delimitar a planície fluvial utilizou-se estereoscópio de espelho e de bolso sobre as fotografias aéreas (RICCI e PETRI, 1965, p. 36). Por meio da fotointerpretação foi possível caracterizar as diferentes morfologias na planície de

inundação, tais como leito vazante, diques marginais, bacias de inundação, meandros abandonados, lagoas naturais e represas (pesqueiros). Após a fotointerpretação, as informações extraídas do *overlay* da planície foram digitalizadas e reproduzidas em *layers* (camadas) no SIG.

Os *layers* elaborados no SIG sobrepostos permitiram melhor análise dos setores selecionados para esse trabalho.

Quando uma camada (*layer*) de dados é estudada, fala-se frequentemente de análise “horizontal”, visto que as relações laterais (vizinhanças) estão em primeiro plano. Análise “vertical”, ao contrário, designa todos os métodos de análise, ou seja, são sobrepostas, combinadas e entrecortadas. A análise espacial apoiada em SIG objetiva fundamentalmente gerar novas informações, o que se dá por meio da manipulação e integração com camadas de dados já existentes (LANG e BLASCHKE, 2009, p. 63).

A partir da combinação (sobreposição) da modelagem MNT, dos mapas temáticos com o *overlay* vetorizado da estereoscopia foi possível reconhecer e delimitar os fatos geomorfológicos do relevo, representados por topos (divisores) e drenagens, facilitando a identificação de feições geomorfológicas da planície fluvial do rio Cotia.

Foram elaborados dois perfis: um perfil transversal entre os setores A e B; e um perfil longitudinal do baixo rio Cotia. Utilizou-se ferramenta digital do ArcMap 10 e ferramenta do Google Earth (elevação de perfil).

O mapeamento geomorfológico é umas das principais ferramentas da Geografia. Foram utilizadas as convenções e a legenda do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) e de Argento (2009) para a finalização dos esboços geomorfológicos dos setores selecionados (A, B e C).

3.2 Chaves de classificação

Após a digitalização e geoprocessamento das bases cartográficas, das fotografias aéreas e imagens de satélite, iniciou-se o procedimento de classificação das feições geomorfológicas dos setores selecionados na planície do baixo Rio Cotia.

Preferiu-se a classificação manual à classificação automática feita diretamente no SIG ArcMap 10.

Foram elaborados dois *layers* para delimitar as feições geomorfológicas da planície fluvial: por meio de estereoscopia (aerofotografias) e por meio de geoprocessamento (imagens de satélite). A partir da análise das imagens de satélite e trabalho de campo verificou-se que determinados setores da planície fluvial permanecem úmidos durante todo o ano.

Estabeleceram-se chaves de classificação para a identificação e delimitação das feições geomorfológicas utilizadas no mapeamento. Foram elaborados *layers* para cada chave de classificação, a partir das imagens e aerofotografias, previamente georreferenciadas e corrigidas. Preferiu-se utilizar cinco chaves de classificação, identificando apenas características da planície fluvial (quadro 1):

- Meandros: canal (leito vazante) sinuoso;
- Meandro abandonado: formado a partir do rompimento (*cutoff*) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou chifre de boi (*oxbow lake*);
- Bacia de inundação: formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática; processo inicial de colmatagem.
- Lagoas: formadas a partir do extravasamento do leito vazante durante períodos de vazão;
- Represas: represamento das águas do leito vazante ou de nascentes; pesqueiros.

O modelo utilizado como chave de classificação foi uma adaptação da metodologia de classificação dos tipos de solos elaborada por Pereira, Kurkdjian e Foresti (1989).

A proposta de delimitação das APPs segue as normas e definições da legislação, tendo como base o referencial teórico apresentado nesse trabalho.

Quadro 1 - Chaves de classificação de feições da planície fluvial do baixo rio Cotia.

Tipo	Forma	Textura	Cor (tonalidade)		Alvo (aerofotografia)	Alvo (satélite)
			aerofoto (cinza)	satélite (RGB)		
Meandros	Contorno regular e irregular (sinuoso)	Lisa	cinza médio	Azul escuro
Meandro abandonado ou lagoa em meia lua	Contorno regular curvilíneo	Lisa	cinza escuro	Tonalidades de verde escuro
Bacia de inundação	Contornos irregulares	Lisa e rugosa	cinza médio	Tonalidades de verde escuro
Lagoas	Contornos irregulares	Lisa	Cinza claro e branco	Azul escuro

Fonte: Pereira, Kurkdjian e Foresti (1989). Org. e adaptação: Robson Leite, 2013.

3.3 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo tiveram como objetivos: observar os aspectos do meio físico e as características do quadro social da bacia do baixo rio Cotia (área de estudo), no sentido de validar as informações e dados compilados em gabinete.

Esse procedimento permite também estabelecer uma ligação entre produtos digitais e a realidade e, assim, confirmar sua aplicabilidade.

Ao longo dos quilômetros percorridos, realizou-se registro fotográfico, controle de campo e anotações da descrição da paisagem. Para tanto, foram utilizados os seguintes equipamentos: celular com dispositivo fotográfico digital, 2 *megapixel*, sem *zoom* ótico; caderneta de papel, lápis e caneta; aparelho *GPS* Garmin.

As fotos foram utilizadas nesse trabalho e estão disponíveis em arquivo pessoal.

4 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Considerar o espaço geográfico a partir de seu dinamismo é, sem dúvida alguma, um dos maiores desafios da Geografia e outras ciências. A complexidade do meio físico pode ser traduzida em estudos que trazem à tona descobertas e inovações para a sociedade. Os estudos de Geomorfologia, em especial, estudam as formas e os processos do relevo, no sentido de compreender seus aspectos morfológicos, históricos e dinâmicos (SUMMERFIELD, 1991). Esses aspectos quando aplicados à análise dos espaços ocupados pela ação antrópica permitem melhor compreensão da dinâmica entre sociedade e meio físico.

Para Gregoriev (1993), a Geografia Física se preocupa em descrever e explicar os fenômenos do estrato geográfico, desde o limite da baixa atmosfera até a parte superior da crosta terrestre. Cabe a Geografia, portanto, descrever e relacionar informações para compreensão do espaço geográfico.

A planície fluvial, especificamente, é um dos ambientes mais estudados em Geomorfologia e em outras áreas do conhecimento, principalmente em Geologia, Sedimentologia, Limnologia, Mineralogia, Petrografia, Ecologia, Hidrologia. Em Geomorfologia os primeiros trabalhos seguiam a corrente fluvialista, salientando o papel dos rios na esculturação do relevo, com destaque para Surré, J. W. Powell, G. K. Gilbert e W. M. Davis. Também devem ser destacadas as contribuições fundamentais de R. E. Horton, A. N. Strahler, S.A. Schumm, R. J. Chorley, M. G. Wolman, L. B. Leopold, J. P. Miller, J. Tricart, Natan, Chitale, Lobeck, A. Ab'Sáber, J. Bigarella, A. Christofoletti, C. Tucci, S. B. Cunha e ANA (Agência Nacional de Águas), dentre outros, na configuração teórica e metodológica da Geomorfologia.

A Geografia sempre esteve no rol das ciências responsáveis por descrever as mudanças na paisagem. No entanto, a Geografia enquanto ciência se destaca, sobretudo, por apresentar referenciais teóricos e metodológicos que vinculam e relacionam a sociedade com a natureza.

4.1 Abordagem sistêmica

A descrição científica da paisagem e de seus elementos é um dos fios condutores da pesquisa geográfica, seja na leitura de relevos e solos, seja na identificação de fenômenos econômicos em centros urbanos. A paisagem pode ser entendida como uma entidade espacial correspondente à interação do suporte físico com a cobertura e ocupação da superfície terrestre (DELPOUX, 1974, p. 5).

Em face das ações humanas na superfície terrestre, a Geografia, através de pesquisas, explica a relação da sociedade com o ambiente físico, e pode apontar alternativas para um melhor uso da terra e dos recursos naturais. A Geomorfologia fluvial, especificamente, expõe uma gama de estudos acerca das características e da ocupação das planícies fluviais. Tais estudos tornaram-se cada vez mais complexos com o crescimento das especialidades científicas.

A abordagem sistêmica exerce papel importante nos estudos de bacias hidrográficas. Os fenômenos que ocorrem na superfície do Planeta Terra são dinâmicos e resultam de inúmeros processos, de maneira complexa e contínua, como por exemplo, a relação de um modelado de relevo ao tipo de rocha e a ação do clima. E nesse sentido a teoria geossistêmica ajuda a interpretar eventos que relacionam fluxos de energia e matéria. Essa teoria complementa e define o conceito de paisagem.

Ao longo dos anos a teoria geossistêmica e a concepção de paisagem foram se tornando mais próximos e interdependentes, tendo muitos autores da Geografia lançado bases conceituais.

A própria noção de paisagem em Geografia Física, apesar de ter sofrido inúmeras remodelações e adquirido diversas concepções, tem como suporte lógico a teoria geral dos sistemas. A abordagem ecodinâmica de Tricart (1977), ou os próprios esquemas de classificação propostos por Sotchava (1977, 1978) e por Bertrand (1972), inclui-se nessa lista, assim como os preceitos de Hack (1960) na Geomorfologia, quando aprofunda a ideia de equilíbrio na natureza e da existência de ajustes recíprocos entre sistemas, subsistemas e entre suas variáveis (RODRIGUES, 2001, p. 72).

No desenvolvimento da Geografia enquanto ciência, passando por suas diversas escolas, observou-se que o conceito de paisagem foi se complementando a

outros conceitos, tendo seu ponto máximo a abordagem sistêmica, baseando na proposta da Teoria Geral dos Sistemas, publicada em 1948 por Ludwig von Bertalanffy (GUERRA e MARÇAL, 2012, p. 107). O reflexo dessa obra influenciou fortemente os trabalhos de Geografia, principalmente após os anos de 1960. Posteriormente, surgem propostas metodológicas de análise sistêmica da paisagem. Destacam-se os trabalhos de J. Tricart (1965 *apud* GUERRA e MARÇAL, 2012) e de G. Bertrand (1971). Ambas as publicações sugerem propostas metodológicas para o estudo da paisagem.

Quadro 2 – Escala de grandeza no estudo geomorfológico.

Nível de grandeza	Caracterização	Dimensão
1ª Ordem de Grandeza (ou Escala Global)	Considera as formas da Terra como um todo e a sua maior divisão em terras e águas.	Milhões de quilômetros quadrados.
2ª Ordem de Grandeza	Definida pelas unidades estruturais, que caracterizam as subdivisões das grandes zonas morfoclimáticas do globo.	Milhões de quilômetros quadrados.
3ª Ordem de Grandeza	A paisagem é estudada do ponto de vista de sua evolução, como ênfase nos estágios de desnudação. As pequenas unidades estruturais são focalizadas nesse tipo de abordagem.	Dezenas de milhares de quilômetros quadrados.
4ª Ordem de Grandeza	São ainda analisadas do ponto de vista estrutural. Trata-se de pequenas unidades estruturais dentro das unidades maiores.	Centenas de quilômetros quadrados.
5ª Ordem de Grandeza	São relevos que se estudam bem em mapas na escala 1:20.000. A erosão desempenha aqui papel principal; pequenas formas esculturais.	Alguns quilômetros quadrados.
6ª Ordem de Grandeza	O modelado se individualiza principalmente pelos processos erosivos e por condições variadas criadas pela litologia.	Centenas de metros quadrados.
7ª Ordem de Grandeza	São as microformas. Relação muito estreita com os processos de esculturação ou de deposição.	Do decímetro ao metro.
8ª Ordem de Grandeza	As observações são feitas com aparelhos. Essa escala corresponde ao limite da geomorfologia. Trata-se de objetos da sedimentologia e pedologia.	Do milímetro ao micron.

Fonte: Penteado (1978) e Guerra e Marçal (2012). Org. Robson Leite, 2012.

Na obra *Principes et Méthodes de la Geomorphologie*, J. Tricart (1965 *apud* Bertrand, 2004) há uma classificação para o globo terrestre em oito grandezas espaciais, desde a Primeira Ordem de Grandeza (escala global) à Oitava Ordem de Grandeza (escala milimétrica), conforme quadro simplificado (quadro 2).

Esta classificação elaborada define categorias espaciais que ajudam subdividir a paisagem terrestre. Cabe aqui destacar que as 4ª, 5ª e 6ª ordens de grandeza

podem ser identificadas no presente trabalho. As características gerais da bacia hidrográfica do rio Cotia e seu entorno, a planície fluvial do sistema baixo rio Cotia e as feições geomorfológicas podem ser analisadas como unidades da paisagem a partir de ordens de grandeza.

Outra proposta metodológica acerca das unidades da paisagem muito utilizada na Geografia Física é a de Bertrand ([1968] 2004). O autor estabeleceu uma classificação em escalas espaço-temporais, dividida em seis níveis de dimensão escalar (figura 4).

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILLEUX J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADES ELEMENTARES				
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM (3)
ZONA	G I grandeza G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III-IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. IV-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faia higrófila a <i>Asperula odorata</i> em “terra fúscula”)	Unidade estrutural	local		Zona equipotencial	
GEOFÁCIES	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G. VII	“Lapiés” de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótopo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

NOTA: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente a título de exemplo.
1 - conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2 - conforme M. Sorre; 3 - conforme R. Brunet.

Figura 4 – Quadro-resumo da classificação de unidades da paisagem. Fonte: Bertrand (2004, p. 145). Adaptado por Robson Leite, 2013.

As unidades superiores (Zona, Domínio, Região) correspondem às grandezas de 1ª a 4ª ordem ou elementos estruturais e climáticos; e as unidades inferiores (Geossistema, Geofácies, Geótopo) correspondem às grandezas de 5ª a 8ª ordem ou elementos biogeográficos e antrópicos (GUERRA & MARÇAL, 2012, p. 119).

Bertrand ([1968] 2004) define paisagem como sendo “uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”.

Levando em consideração a análise sistêmica da paisagem, Bertrand define o geossistema como o resultado da combinação de fatores (sistema de declive, clima,

rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (geomorfogênese, pedogênese, degradação antrópica da vegetação), como observado na figura 5.

Figura 5 – Definição teórica de geossistema. Fonte: Bertrand ([1968] 2004, p. 146).

Utilizou-se a definição de geossistema para o estudo da bacia hidrográfica como unidade de análise, considerando-a como “uma boa base para os estudos de organização do espaço compatível com a escala humana” (BERTRAND, 2004, p. 146). O termo geossistema foi introduzido pelo geógrafo soviético Sotchava em 1962, com o objetivo de estabelecer uma tipologia aos fenômenos geográficos, enfocando a relação sociedade-natureza (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42), o que possibilita o entendimento de elementos de outras escalas e, assim, poder analisa-las conjuntamente.

4.2 Bacia hidrográfica

A Geomorfologia fluvial estuda os “processos e formas relacionadas com o escoamento dos rios” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 65). A descrição dos elementos fluviais deve estar associada primeiramente à escala de análise e, aqui no caso, se adotou a bacia hidrográfica como recorte espacial (RODRIGUES e ADAMI, 2011).

Compreender a dinâmica da planície fluvial a partir da análise sistêmica é de fundamental importância, considerando os vários fatores condicionantes inter-relacionados (aspectos físicos e aspectos sociais). Tanto a planície fluvial como a própria bacia hidrográfica são considerados um sistema não-isolado e aberto, ou seja, a entrada e saída de energia relacionam-se com outros sistemas (retroalimentação) numa perspectiva espaço-tempo determinada (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 15).

A bacia hidrográfica é aqui entendida como um sistema cuja energia principal se dá pelo fluxo de água (regime hidrológico) refletida sobre sua área. A bacia hidrográfica pode ser considerada, ainda, como um sistema de processos-respostas que surge da “[...] combinação de sistemas morfológicos (formas) e em sequência (fluxo e transformação), assinalando o entrosamento entre as estruturas morfológicas e as transferências de matéria e energia” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 54).

Na literatura consultada, verificou-se que o termo bacia hidrográfica pode ser utilizado como sinônimo de bacia de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO e BIGARELLA, 1990; RICCOMINI *et al*, 2009) ou bacia fluvial (GUERRA e GUERRA, 2006).

A bacia hidrográfica é adotada como uma das principais unidades geográficas de referência territorial, conforme define a Portaria Ibama 145-N/1998 (NARVAES, 2011, p. 624) e a Lei Estadual de São Paulo nº 7.663/91, artigo 3º, que adota a bacia como unidade físico-territorial. Richard J. Chorley (1969) apresenta a bacia de drenagem (*drainage basin*) como unidade geomorfológica fundamental. Neste trabalho o autor demonstra cinco aspectos que devem ser analisados para a delimitação de uma bacia hidrográfica: 1) aspecto morfométrico; 2) aspecto linear; 3) aspecto areal; 4) aspecto do relevo; e, 5) escala de análise.

Para Guerra e Guerra (2006) a bacia hidrográfica é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (figura 6), o que pode ser entendido como uma unidade de paisagem. Uma bacia hidrográfica pode ser classificada a partir do tipo de escoamento. O escoamento dos cursos fluviais tende a seguir um arranjo espacial da drenagem a partir de três classificações: padrão de escoamento, gênese ou geometria do padrão (SUGUIO e BIGARELLA, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1980).

O escoamento global de uma bacia pode ser do tipo exorreica (escoamento contínuo até o mar); endorreica (escoamento até lagos ou desertos); arreica (área desértica); ou, criptorreica (subterrânea).

Figura 6 – Delimitação de duas bacias hidrográficas. Org. Robson Leite, 2013.

A classificação genética dos rios se refere à posição das camadas rochosas e podem ser do tipo consequente (curso foi determinado pela declividade do terreno, coincidindo com o mergulho das camadas geológicas); subsequente (controlada pela estrutura, corre perpendicular à inclinação principal); obsequente (fluxo no sentido oposto à inclinação); ressequente (mesma direção dos rios consequentes, mas nascem em nível mais baixo da vertente); insequente (não apresentam controle geológico) (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

A disposição e composição das camadas rochosas orientam a classificação geométrica dos padrões de drenagem (figura 7). Observa-se, neste sentido, que algumas planícies fluviais estreitam-se ou alargam-se, orientadas principalmente pela estrutura do relevo.

4.3 Planície fluvial

O modelado da superfície terrestre pode ser identificado e descrito a partir da sua feição, com base em suas principais compartimentos: planaltos, depressões e planícies. Sabe-se, no entanto, que cada um destes compartimentos apresenta especificidades que devem ser analisadas em seu conjunto.

Embora a definição de planície esteja associada a local de superfície monótona (GUERRA e GUERRA, 2006, p. 493), o seu dinamismo reflete os inúmeros fatores recorrentes na bacia hidrográfica.

Figura 7 – Configuração espacial de padrões de drenagem. Org. Robson Leite, 2013.

Para a compreensão da planície fluvial faz-se necessário, primeiramente, compreender o trabalho dos rios sobre a superfície. Os rios são canais de escoamento de água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Na literatura são encontradas outras palavras utilizadas como sinônimos, mas que devem ser utilizadas conforme a ordem do rio: curso d'água, arroio, riacho, ribeirão, corrente, afluente. Portanto, os rios são um dos principais agentes modeladores do relevo.

O trabalho realizado pelos rios pode ser dividido em três tipos: transporte (sedimentos carregados em solução, suspensão e/ou saltação); erosão (desgaste por corrosão, corrasão e/ou cavitação); e, deposição (carga de sedimentos). Schumm (1977 apud CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 92), por sua vez, demonstra um modelo para descrever esses processos em três zonas: produção, transferência e deposição (figura 8).

Figura 8 – Trabalho realizado pelos rios em proposta de modelo.Org. Robson Leite, 2013.

Tanto a proposta de trabalho realizado pelos rios e quanto a modelagem, têm como base conceitual o trabalho de Surrel, conforme salienta Abreu (1980, p. 9).

Não se pode deixar de lembrar que a clássica divisão das bacias fluviais em alto, médio e baixo curso, nada mais é do que a transposição para os rios dos três diferentes seguimentos reconhecidos por Surrel (1841) nas torrentes alpinas: o alto curso corresponde a bacia de captação, onde a ação predominante é a erosão; o médio curso identificando-se com o canal de escoamento, no qual se registra principalmente o transporte dos materiais; e o baixo curso, onde, à semelhança do cone de dejectão de uma torrente, predomina a sedimentação, sob a forma de aluvionamento.

A planície fluvial (ou aluvial) representa um compartimento de relevo formado pela acumulação de material erodido ao longo da bacia hidrográfica. O material aluvionar, composto principalmente por areia, silte e argila, é transportado e depositado nas planícies e condicionam a geomorfologia delas, resultando em aspectos geomorfológicos distintos.

Leopold, Wolman e Miller (1964, p. 317) consideram a planície fluvial uma faixa de terra plana que margeia um rio que periodicamente inunda. Goudie (2004, p. 381) declara que a planície é um terreno plano que sofre influência direta das descargas fluviais e onde se localiza o material aluvionar. O termo *floodplain* ou planície de inundação utilizado por estes autores é referido por Christofolletti (1980, p. 73) como a forma mais comum de sedimentação fluvial, formada por aluviões.

As formas topográficas resultam da interação entre o fluxo de água e a movimentação de sedimentos. Dentre as formas topográficas da planície fluvial, destacam-se a planície de inundação e os leitos fluviais.

Para a Geomorfologia os leitos fluviais resultam da dinâmica fluvial e do regime hidrológico, além de fatores secundários, como a vegetação e/ou a meteorização que, ao longo do tempo, modificam a planície de inundação. A tectônica e a litologia podem orientar a configuração dos leitos fluviais (TRICART, 1966, p. 49).

Os tipos de leitos fluviais (vazante, menor, maior sazonal e maior excepcional) representam o “transbordamento da água do canal fluvial para a planície de inundação”.

Jean Tricart (1966) relata o detalhe de cada tipo de leito:

- 1) leito vazante: que está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas;
- 2) leito menor: é bem delimitado, encaixado entre margens geralmente bem definidas, sendo que o escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação;
- 3) leito maior periódico ou sazonal: regularmente ocupado pelas cheias, pelo menos uma vez cada ano; e,
- 4) leito maior excepcional: por onde correm as cheias mais elevadas, as enchentes, cuja ocorrência e intensidade são variáveis ao longo do tempo, podendo ocorrer esporadicamente (figura 9).

Figura 9 - Os tipos de leitos fluviais por Tricart (1966 apud CHRISTOFOLETTI, 1980).
Org. Robson Leite, 2011.

Os limites de cada tipo de leito estão associados à distribuição da precipitação em uma bacia hidrográfica. Tal distribuição relaciona-se à localização geográfica, duração das chuvas, intensidade e frequência. O escoamento superficial e subsuperficial refletem em diferentes dados de vazão (volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso d'água), que por sua vez, pode chegar aos pontos extremos da planície fluvial, o que Tricart (1966) chamou de leito maior excepcional. As inundações ocorrem sazonalmente, mas existem intervalos irregulares.

Os rios inundam regularmente, alguns em intervalos irregulares, outros, quase todos os anos. Algumas inundações são grandes, mantendo os níveis da água muito altos, durante vários dias. No outro extremo, estão as inundações menores que, logo ao extravasar o canal, já recuam. As inundações pequenas são mais frequentes, ocorrendo, em média, a cada 2 ou 3 anos. As grandes inundações são, em geral, menos frequentes, ocorrendo, comumente, a cada 10, 20 ou 30 anos (PRESS et al, p. 352)

Muitas inundações em centros urbanos podem ocorrer em intervalo de tempo menor e com maior intensidade, devido principalmente ao tipo de uso da terra, com a impermeabilização do solo e canalização de córregos e rios (CARVALHO, MACEDO e OGURA, 2007; TUCCI, 2004).

Dessa maneira, a definição de leito fluvial (TRICART, 1966) pode ser utilizada como parâmetro à aplicação de APP, no sentido de proteger as planícies fluviais. A combinação de alguns conceitos da Geomorfologia fluvial com a atual Legislação brasileira pode resultar em trabalhos coerentes, principalmente aqueles voltados ao planejamento socioespacial.

A título de exemplo, no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012 e Lei nº 12.727/2012), o artigo 4º indica a aplicação da APP a partir do “leito regular”, diferentemente do texto anterior do Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), artigo 2º, que utilizava o termo “leito maior”. Será que o termo “leito regular” é diferente do termo “leito maior”? Optou-se, nesse caso, utilizar o termo “leito regular” como sinônimo de planície fluvial, ou seja, aquele que é regulado periodicamente pelos processos fluviais.

4.3.1 Planície de inundação

A planície de inundação está inserida na planície fluvial (figura 10), cujas características principais estão associadas aos períodos de cheias (RICCOMINI *et al*, 2009, p. 328). Para uma melhor definição e entendimento da planície de inundação, outros trabalhos foram consultados⁴, dentre os quais: Leopold, Wolman e Miller (1964); Christofolletti (1980); Suguio e Bigarella (1990); Goudie (2004); Guerra & Guerra (2006), Press *et al* (2006) Cunha (2009); e, Riccomini *et al* (2009).

Figura 10 – Exemplo de um setor (Setor B) na planície fluvial do baixo rio Cotia; expansão urbana - ocupação por condomínio de alto padrão. Fonte: Google Earth. Org. Robson Leite, 2012.

⁴ Material digital consultado: Glossário de Geociências do Laboratório de Geomorfologia e Solos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAGESOLOS/UFRJ): Disponível em: <http://www.lagesolos.ufrj.br/?op=glossario>.

A planície de inundação resulta da dinâmica do canal fluvial, especialmente aos períodos de enchentes e inundações. “Com as cheias, há elevação do nível das águas que, transbordando por sobre as margens, inundam as áreas baixas marginais” (CHRISTOFOLETTI, 1980). A enchente ou cheia é a elevação temporária do nível d’água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga; enquanto inundação é o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio (CARVALHO, MACEDO e OGURA, 2007).

A planície de inundação é uma forma de sedimentação fluvial encontrada nos rios de quase todas as grandezas. É denominada, muitas vezes, de planície fluvial, planície aluvial, área úmida, terra úmida (*wetland*), área palustre, brejo, pântano, área lacustre, várzea, dentre outros nomes regionais e/ou locais.

A planície de inundação é formada pelos aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte de carga detrítica com o progressivo abaixamento do nível das águas. Ao contrário, com as cheias, há elevação do nível das águas que, muitas vezes transbordando por sobre as margens, inundam as áreas baixas marginais (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 75).

A planície de inundação (*floodplain*) é uma faixa de terra relativamente suave entre o leito vazante e a vertente, que tem algumas morfologias: canal do rio; meandros abandonados (*oxbow lakes*); lagoas marginais; bancos e barras arenosas na parte interna das curvas (*point bars*); diques marginais (*natural levees*); bacias de inundação (*backswamps*) (LEOPOLD, WOLMAN e MILLER, 1964). A figura a seguir ilustra tais morfologias (Figura 11).

Figura 11 - Típica planície de inundação em rio meandrante. Org. Robson Leite, 2013.

As formas encontradas na planície de inundação resultam do fluxo das águas e da deposição de sedimentos (GOUDIE, 2004, p. 382), sendo: 1) o extravasamento do leito vazante em períodos de cheias, quando essa área recebe água e sedimentos finos (silte e argila); 2) a presença na vertente de algum lençol, que pode fornecer água a essa área; e, 3) funciona como “cisterna”, armazenando água da chuva (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O sistema planície de inundação está relacionado à dinâmica do canal, principalmente dos canais meândricos. Estes canais caracterizam-se pelas curvas sinuosas, largas e semelhantes, que fluem em declives suaves, onde as águas cortam sedimentos inconsolidados (PRESS *et. al.*, 2006; CHRISTOFOLETTI, *op. cit.*).

Como dito anteriormente, a planície de inundação têm alguns elementos topográficos específicos que resultam da ação fluvial, e isso fica mais evidente em um rio meandrante. Essas feições geomorfológicas da planície resultam da acresção

lateral (barra de meandros, barra de canais, ilhas aluviais) e da acresção vertical (diques marginais, rompimentos, *backswamps*), que ocorrem durante o transbordamento do leito vazante (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Figura 12 – Formação dos principais elementos topográficos da planície de inundação. Org. Robson Leite, 2013.

Em relação ao extravasamento periódico, destaca-se que as partículas transportadas do leito vazante além do dique marginal precipitam nos espaços das bacias de inundação. Para Ab'Sáber (2001b, p. 15) os diques marginais servem “[...] para encarcerar os terrenos pantanosos ou semi-pantanosos, que se estendem desde o reverso do dique (*backswamp*) até as vertentes de terraços, colinas ou morros”. Isso não quer dizer que a bacia de inundação somente ocorrerá em planícies, como também pode ocorrer em trechos isolados de vertentes e sobre terraços.

A largura da planície de inundação e suas formas de relevo são formadas por eventos frequentes e recorrentes e não por cheias excepcionais. Wolman e Leopold (1956⁵ *apud* WOLMAN e MILLER, 1974, p. 24) indicam que o estágio de margens plenas (leito maior) de um rio pode acontecer “uma vez a cada ano ou uma vez em cada dois anos” e,

⁵ WOLMAN, M. G. e LEOPOLD, L. B. River flood plains some observations on their formation. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 282-c, 1956 (p. 87-109).

[...] essa frequência uniforme das cheias sugere que, se o regime do rio permanece constante, nenhuma modificação acontecerá na elevação relativa da superfície da planície de inundação e na do leito do rio. A constância da relação indica que a deposição progressiva dos fluxos de transbordamento não é responsável pela formação da planície de inundação. Em vez disso, o mecanismo principal parece ser o movimento lateral do canal e a deposição dos ‘*point bars*’ (depósito de areias) ou depósitos de acréscimo lateral (WOLMAN e MILLER, 1974).

A migração dos meandros registra na paisagem de planície de inundação seu antigo “traçado” e a largura da planície funciona como uma espécie de “regulador” de cheias. Tucci (2004, p. 649), ressalta que a “variação do nível ou de vazão de um rio depende das características climatológicas e físicas da bacia hidrográfica” e o avanço do “desmatamento e a urbanização produzem um aumento da frequência da inundação nas cheias pequenas e médias, e nas grandes cheias o efeito final é menor”.

A identificação e classificação de planície de inundação dependem do critério a ser utilizado, mas que, muitas vezes, “esbarra” na grande quantidade de termos e definições do mesmo objeto. “Não há definição completamente correta devido a diversidade de áreas alagadas e porque a demarcação entre as áreas secas e alagadas é difícil”, afirmam Tundisi e Tundisi (2008, p. 418). É sabido, entretanto, que cada ciência tem a autonomia de conceituar seu objeto, mas quando se fala de planejamento e este está associado a uma legislação, deve-se ponderar e determinar os critérios de classificação.

4.3.2 Nomenclatura relativa à planície fluvial

Há uma vasta nomenclatura utilizada para identificar a planície fluvial, principalmente seus elementos topográficos vinculados à planície de inundação. Dentre os termos mais utilizados, destacam-se várzea, zona úmida, área úmida, zona ripária, terra úmida (*wetland*). O objetivo desse tópico é apresentar uma breve revisão bibliográfica acerca destes termos e seus sinônimos para a identificação e delimitação de planície de inundação.

Nos últimos anos a Geografia tem apresentado inúmeros trabalhos que envolvem planícies de inundação e sua importância para a sociedade, seja em pesquisas acadêmicas, seja em propostas para orientar planejadores. E uma

diversidade de termos utilizados como sinônimos de planície de inundação podem ser encontrados na bibliografia da Climatologia, Geomorfologia, Ecologia, Limnologia, Hidrologia, Engenharias, Sedimentologia. Preferiu-se, nesse trabalho, tentar reunir um número suficiente de termos que possam ser revistos e condicionados aos conceitos geográficos, principalmente àqueles da Geografia Física.

Muitas toponímias, tais como várzea e pântano, estão associadas à planície de inundação. Na revisão⁶ da nomenclatura, observaram-se muitos sinônimos e designações regionais e locais, como:

- Alagado (ou alagadiço): terreno que facilmente se inunda ou alaga; pantanoso;
- Banhado: atoleiro, lamaçal, pântano; terreno baixo e alagadiço;
- Brejo: pântano; terreno pantanoso ou alagadiço; terreno onde os rios se conservam mais ou menos permanentes;
- Charco: terreno coberto de água estagnada, pouco profunda, lamacenta. Atoleiro, paul, lodoçal;
- Corixo ou Corixa: curso d'água mais ou menos longo. Canal de escoamento de lagos ou brejos, que leva a um rio;
- Igapó: parte de uma floresta, submersa pelas águas, em épocas de enchente. Pântano dentro da mata. Mato cercado de águas;
- Lagoa: pequeno lago de águas vertentes. Massa de águas estagnadas ou pantanosas. Mesmo que lameiro ou charco;
- Lacustre: que pertence ou se refere a um lago; que vive ou cresce nos lagos ou lagoas, ou à beira deles.
- Pântano: terras baixas e alagadiças; paul, brejo, charco, tremedal (terreno cheio de lama que, em camadas espessas, é capaz de tragar um animal ou pessoa);
- Palustre: diz-se da sedimentação em terrenos pantanosos; relativo a pântano; febre, denominação antiga da malária;
- Sanga: profunda escavação feita pela ação erosiva de águas pluviais ou por correntes subterrâneas, que solaparam o terreno. Arroio profundo e estreito que corre entre margens altas e escarpadas;
- Turfeira: terreno úmido e pantanoso onde se encontra um depósito de turfa;

⁶ O trabalho de Penteadó (2011) apresenta uma revisão mais detalhada de nomenclaturas e definições, principalmente aos termos “*wetland*” e “terras inundáveis”.

- Várzea: planície de grande fertilidade; terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens dos rios.

Países como Canadá, Austrália e Estados Unidos classificam algumas de suas planícies de inundação de sistema natural “*wetland*”; que, numa tradução direta do inglês, significa “terra úmida” (*wet* = molhado, úmido; *land* = terra, terreno). O termo *wetland* é utilizado para caracterizar vários ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano e também se refere a alagadiços construídos com o objetivo de depuração da água (PHILIPPI, 2004, p. 14).

Penteado (2011) defendeu o termo “terras inundáveis” para classificar os chamados banhados no Estado do Rio Grande Sul. O termo “terras inundáveis” pode ser associado ao termo “terras úmidas”, proposto como uma das chaves de classificação do uso da terra.

Terras úmidas são aquelas áreas onde o lençol d’água se encontra na superfície ou está próximo, ou acima da superfície da terra durante uma boa parte da maioria dos anos. O regime hídrico é tal que geralmente se estabelece uma vegetação aquática ou hidrofítica, embora os planos aluviais e de marés possam se apresentar sem vegetação. As terras úmidas, com frequência, encontram-se associadas com as depressões topográficas, mesmo nas regiões montanhosas. Os exemplos de terras úmidas compreendem brejos, lodaçais e pântanos, situados nas margens rasas de baías, lagos, lagoas, cursos d’água e represamentos feitos pelo homem como os reservatórios [...] (ANDERSON, J. R. *et al.*, 1979, p.56).

Há outros termos da língua inglesa vinculado principalmente com a cobertura vegetal e que podem ser utilizados como identificação (figura 13) e caracterização da planície: 1) *Grasses* (gramíneas); 2) *Rushes* (junco); 3) *Pondweed* (espiga-d’água); 4) *Waterfly* (vegetação flutuante); 5) *Mudflats* (lamoso, alagadiço); 6) *Bulrush* (junco, papiro); 7) *Cattail* (taboa); 8) *Sedges* (junco); 9) *Bog* (turfeira, pântano, brejo, lamaçal); 10) *Fen* (pântano, charco, lagoa, brejo); 11) *Mire* (lodo, lama, atoleiro); 12) *Moor* (pântano, charco, paul, brejo); 12) *Slough* (brejo, lamaçal, pantanal); 13) *Marshes* (campo inundável, sapais) e 14) *Swamp* (pântano). Nota-se que grande parte dos termos pode ser resumida ou substituída por brejo, pântano ou alagado.

Figura 13 – Vegetação típica de planície de inundação. Ambiente migração de pássaros, peixes e anfíbios. Fotos a) e b) por Robson Leite; Fotos c) e d) por Google Imagens. Org. Robson Leite, 2013.

No Brasil o termo várzea é o mais utilizado como sinônimo de planície fluvial ou planície de inundação. Dois trabalhos no Estado de São Paulo utilizam esse termo para caracterizar as planícies. O primeiro se refere ao Projeto Várzeas do Tietê⁷, que visa proteger a planície do rio Tietê ao longo do seu trecho metropolitano. O segundo é o trabalho de Ivancko et. al. (1985), no qual os autores mapearam as várzeas do Estado de São Paulo, tendo como critério de escolha as áreas maiores de 20 hectares e com mais de 50 metros de largura. Dentre as áreas escolhidas, o rio Cotia tem duas áreas com tais características (Figura 14).

⁷ Projeto Várzeas do Tietê. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=565:parque-varzeas-do-tiete-o-maior-parque-linear-do-mundo&catid=48:noticias&Itemid=53. Acesso em: Jan. 2013.

Devido ao grande número de propriedades que utilizam as várzeas para cultivo, o Estado de São Paulo, através do Decreto nº 39.473, de 07/11/1994, estabeleceu normas de manejo.

Art. 1º - A exploração das áreas de várzeas, ocupadas ou incultas, fica condicionada a autorização de uso especial expedido pela secretaria do Meio Ambiente, à vista de pareceres técnicos emitidos previamente pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento, por meio do CATI (SÃO PAULO, 1994).

Isso também é válido para a instalação de pesqueiros ao longo da planície fluvial.

Figura 14 – Silhueta da planície fluvial. Foram selecionadas no trabalho de Ivancko et al (1985) as áreas de número 135 e 136 localizadas na planície do baixo rio Cotia. Org. Robson Leite, 2013.

Em algumas ferramentas digitais⁸ de tradução o termo várzea é traduzido para “*floodplain*”, enquanto o termo planície de inundação é traduzido para “*flood plain*”, com a diferença apenas no espaçamento entre as palavras.

Na escala global há uma difusão dos termos zona úmida ou área úmida que tem como marco inicial a Convenção de Ramsar (1971). Na convenção foram apresentadas as principais zonas úmidas mundiais com objetivo fundamental de proteger tais planícies destinadas à vida de aves migratórias. De acordo com artigo 1º, as zonas úmidas são:

1) áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa [...]; 2) As zonas úmidas devem ser selecionadas, fundamentando-se a sua seleção na sua importância internacional em termos ecológicos, botânicos, zoológicos, imunológicos ou hidrológicos [...] (BRASIL, 1996).

Em 1996 o Brasil oficializou a assinatura da convenção de Ramsar. O Pantanal tornou-se uma das zonas úmidas de importância internacional.

A zona ou área úmida está vinculada a dois fatores predominantes: a dinâmica fluvial e a dinâmica pluviométrica condicionada pela sazonalidade climática. No entanto, esses fatores são, de maneira geral, interdependentes, pois fazem parte do mesmo ciclo hidrográfico na bacia hidrográfica.

Esses espaços apresentam características ecológicas especiais, principalmente aqueles vinculados com a ação humana, conforme relatam Rolon e Maltchik (2006) sobre a importância das áreas úmidas no Estado do Rio Grande do Sul.

As áreas úmidas são ecossistemas prioritários para a conservação, pois contêm alta biodiversidade e oferecem diversos benefícios à sociedade (recarga de aquíferos, armazenamento e purificação da água, lazer e controle de inundação). Além disso, são fontes de água, alimentos (peixes, arroz etc.) e energia (lenha, turfa e combustíveis fósseis).

Rolon e Maltchik (op cit) propuseram uma classificação em níveis hierárquicos de 146 áreas palustres distribuídas pelo Estado do Rio Grande do Sul. Esse estudo

⁸ Verificar exemplos utilizando a ferramenta de tradução simultânea Google Tradutor. Disponível em: <http://www.translate.google.com.br>.

teve como base metodológica a análise sistêmica, cujos critérios específicos inscrevem-se num sistema ordenado e elaborado “[...] com base em características como hidrologia, geomorfologia, tipo de solo e vegetação; enquanto o inventário determina sua quantidade, extensão e distribuição” (ROLON e MALTCHIK, 2006, p. 67).

É muito importante a análise do comportamento fluvial como um sistema integrado, que compreenda as diversas variáveis que influenciam a dinâmica das áreas úmidas na perspectiva dos processos geomorfológicos de canal e de planície de inundação. “São áreas com saturação hídrica temporária ou permanente encontradas tanto ao longo das margens da rede de drenagem, quanto em pontos mais altos da encosta [...]”, salientam Attanasio *et al.* (2006, p. 132). Isso, portanto, define o tipo de vegetação local.

A vegetação ripária (matas ciliares, florestas de galeria, etc.) constitui uma manifestação fantástica em termos de composição florística, biodiversidade, estrutura e funcionalidade, de interação com os processos geomorfológicos fluviais que propiciam o suporte ecológico para o seu desenvolvimento. A variabilidade na composição de espécies arbóreas e arbustivas segue a função da interação complexa de vários fatores, mas a literatura sugere que a hidrologia, principalmente sua interação com a geologia local, é o fator preponderante, principalmente na escala da bacia hidrográfica (LIMA, 2002, p. 3).

As planícies de inundação refletem a sazonalidade local e, em regiões áridas e semi-áridas, podem surgir apenas periodicamente. A quantidade de água presente ajuda a determinar suas características e seu papel no meio físico. A combinação da flutuação de água e solos específicos faz com que ocorra a presença de plantas típicas (espécies herbáceas de comportamento higrófilo), numa variedade de cobertura vegetal especial.

Quando se observa uma planície de inundação se observa que há uma variação topográfica, acompanhada de uma variação vegetacional: “o gradiente topográfico típico da condição ribeirinha que define um gradiente de umidade, de fertilidade, de composição física do solo, como uma das causas da heterogeneidade vegetacional” (RODRIGUES, 2001, p. 91). A vegetação localizada na planície de inundação é denominada como mata ciliar, ou ainda, mata galeria, floresta aluvial, veredas, igapó, floresta paludosa, floresta beiradeira, floresta ripária.

Ao longo dos anos, observou-se que as planícies de inundação e sua vegetação foram devastadas o que afetou todo o equilíbrio energético desse ambiente. A vegetação de planícies foi substituída por plantações exóticas destinadas à agricultura, além de pastagens e da expansão de cidades sem planejamento adequado ao uso da terra.

Foto 1 – Planície do rio Cotia com típica vegetação aquática e de transição. Foto. Robson Leite, 2012

Uma pesquisa feita em São Luis do Paraitinga, interior de São Paulo, demonstrou a relação da redução dos ambientes naturais com a diminuição do número de anfíbios que se reproduzem em planícies de inundação na Mata Atlântica e outros biomas. “Os autores desse trabalho chamaram esse fenômeno de desconexão de hábitat” e enfatizam a “recuperação das matas ciliares” e a “criação de corredores de florestas reconectando os ambientes terrestres e aquáticos” (ZORZETTO e GUIMARÃES, 2008)⁹.

Piovesan *et al* (2005) estudando a população remanescente de cervos do Pantanal (*Blastocerns dichotomus*) na região da bacia do rio Paraná, demonstraram

⁹ Consultar também reportagem da Agência Fapesp: “Refúgios ameaçados”, 13/06/2011. Disponível em <http://www.jornaldaciencia.org.br/imprimir.jsp?id=77911>. Acesso em: jul. 2011.

a relação e a dependência desses animais com a planície de inundação: “[...] a dieta do cervo é composta principalmente de plantas aquáticas e plantas que crescem em habitats úmidos e/ou temporariamente alagados”.

As planícies estão localizadas num ambiente transitório e de grande tensão ecológica. Na maioria dos centros urbanos estas áreas são consideradas áreas de risco (TUCCI, 2004, p. 621) e menos valorizadas pelo mercado, o que poderia ser revertido se no passado estas áreas tivessem sido estudadas do ponto de vista geomorfológico, respeitando suas dimensões e flutuações periódicas de vazão.

Todos os anos são registrados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) inúmeros problemas relacionados com enchentes. Uma das “saídas” encontradas pelo poder público na tentativa de minimizar os problemas com enchentes foi a construção de “Piscinões”¹⁰ – uma espécie de “planície de inundação construída”. Os Piscinões tem a função de reter, temporariamente, a água que extravasa dos rios em períodos chuvosos. Inúmeros rios foram canalizados, retificados e/ou transformados em vias de circulação. Muitas avenidas dessa Região Metropolitana foram construídas sobre planícies de inundação.

Em países alguns como a Alemanha, Austrália, Estados Unidos e outros países europeus, há uma crescente produção teórica acerca da recuperação de rios e planícies fluviais (figura 15). A recuperação fluvial¹¹ (ou restauração, reabilitação, preservação, mitigação, naturalização, criação, melhoria) ainda é um conceito em construção, mas que pode ser definido com “um mecanismo de gestão hidrográfica fundamentado nas teorias ecossistêmicas, onde o objetivo principal é a recuperação das funções ecológicas e hidro-geomorfológicas que controlam os ecossistemas fluviais” (MEURER, 2003, p. 127).

¹⁰ Segunda DAEE, a RMSP tem 53 piscinões, que “suprem papel das várzeas ocupadas desordenadamente”. Disponível em:

http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view. Acesso em: mar. 2013.

¹¹ Ver Brierley & Fryirs (2005).

Figura 15 – Restauração do rio Cheonggyecheon, Coréia do Sul. Em alguns modelos de restauração fluvial devem-se levar em consideração as especificidades de cada bacia hidrográfica, Fonte: Great Ecology. Disponível em: <http://greatecology.com/watershed-era-urban-river-restoration/>. Org. Robson Leite, 2013.

Observa-se que existe um grande movimento dos gestores preocupados em recuperar o meio físico, mas que, no Brasil principalmente, precisa ser ampliado e executado. Por exemplo, a legislação brasileira voltada ao meio físico apresenta-se avançada, mas entra em conflito com outras questões fundamentais acerca do território, principalmente a questão habitacional (leia-se reforma agrária e política de habitação).

5 ÁREA DE ESTUDO

Embora a bacia do rio Cotia esteja inserida na RMSP, o número de estudos específicos em geomorfologia fluvial não é expressivo. A revisão bibliográfica demonstrou que a produção científica acerca da área de estudo é crescente, principalmente a partir da década de 2000. Não foram computados no resumo (quadro 3) os trabalhos que tratam do Sistema Alto Cotia e da Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), com exceção dos trabalhos de Luz (2007) e Sousa-Silva e Oliveira (2009).

Quadro 3 – Quadro-resumo dos trabalhos e pesquisas do Sistema Baixo rio Cotia.

Autor	Título	Data	Tema	Local/ Escala
COSTA, E. V.	Cotia e Itapecerica da Serra, subúrbios agrícolas.	1958	Uso da terra	Municípios

LEMOS, A. I. G.	Cotia e sua participação no conjunto da faixa periférica da metrópole paulista.	1972	Uso da terra	Município de Cotia
EMPLASA	Controle e prevenção de inundações na bacia do Ribeirão Carapicuíba	1986	Uso da terra	Sub-bacia do Ribeirão Carapicuíba
SABESP	Sistema Alto e Baixo Cotia.	1994	Tratamento de água	Bacia do rio Cotia
ZUFFO, A. C.	Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos	1998	Planejamento Ambiental	Bacia do rio Cotia
GOUVEIA, J. M. C.	Análise ambiental urbana: sub-bacias do Córrego Marmeleiro e Alto do Ribeirão Moinho Velho Cotia/Embu	2000	Análise ambiental	Sub-bacia do Marmeleiro
SILVA, O. F.	Planejamento ambiental e ecologia da paisagem na avaliação de áreas alagadas e qualidade da água	2000	Ecologia da paisagem	Bacia do rio Cotia
MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.	Jardim Colibri - análise geográfica como subsídios para o planejamento ambiental territorial	2002	Planejamento Ambiental	Bairro
EMPLASA	Atlas de uso e ocupação do solo do município de Cotia, Barueri, Jandira, Carapicuíba.	2006	Uso da terra	Municípios
IG-CEDEC	Mapeamento de áreas de riscos associados a escorregamentos e inundações: relatório técnico município de Cotia	2006	Áreas de risco	Município de Cotia
TRIVELATO, A. C.	Granja Viana: a produção (ideo)lógica do espaço	2006	Espaço	Bairro
SAVIOLI, M.	A cidade e a estrada: as transformações urbanas do município de Cotia ao longo da rodovia Raposo Tavares	2007	Uso	Município
KRAUSE, V. S.	Influência e representação espacial de alguns parâmetros ambientais relacionados ao perigo de contaminação de curso d'água	2007	Recursos hídricos	Bacia do rio Cotia
IPT	Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da sub-bacia do rio Cotia.	2007	Planejamento Ambiental	Bacia do rio Cotia
LUZ	Os solos do setor nordeste da Reserva Florestal do Morro Grande	2007	Solos	Reserva Morro Grande
ALVES, F. M.	Tectônica rúptil aplicada ao estudo de aquíferos em rochas cristalinas fraturadas na região de Cotia	2008	Rochas cristalinas	Reserva Morro Grande
BEU, S. E.	Caminhos do rio Cotia.	2008	Gestão	Bacia do rio Cotia
BREGA Fº, D.	Reabilitação, expansão e conservação do manancial baixo Cotia na RMSP.	2008	Tratamento de água	Bacia do rio Cotia
CARLOS, A. F. A.	A (Re) produção do espaço urbano. O caso de Cotia	2008	Uso da terra	Município de Cotia

SOUSA-SILVA e OLIVEIRA	Mapeamento das anomalias de drenagem	2009	Geomorfologia	Reserva Morro Grande
MIRANDA, I. M.	A questão habitacional e ambiental em Cotia no limiar do século XXI.	2009	Habitação	Bairros
VOLOCHKO, D.	Novos espaços e cotidiano desigual nas periferias da metrópole.	2011	Uso da terra	Residencial Valle Verde
FONTANA & SILVA	Mapeamento da suscetibilidade a inundações da bacia do rio Cotia.	2012	Inundações	Bacia do rio Cotia

5.1 Caracterização do meio físico

A área de estudo se localiza no oeste da Região Metropolitana de São Paulo, entre as latitudes 23°30' e 23°39' S e as longitudes 46°49' e 46°59' W, na transição entre o Planalto Paulistano e o Planalto de Ibiúna. O rio Cotia deságua na margem esquerda do rio Tietê e pertence ao Sistema Alto Tietê (figura 16).

Figura 16 – Comitê Alto Tietê e os sub-comitês. O Sistema Alto Cotia localiza-se no sub-comitê Cotia-Guarapiranga; e o Sistema Baixo Cotia localiza-se parte no sub-comitê Cotia-Guarapiranga e parte no sub-comitê Pinheiros-Pirapora. Fonte: Ross (2006). Org. Robson Leite, 2012.

O rio Cotia é um dos afluentes da margem esquerda do rio Tietê. Nasce na Serra de Paranapiacaba, aproximadamente de 1.000 metros de altitude, e deságua no rio Tietê, a 720 metros de altitude. O rio Cotia direciona-se no sentido N-S, da Serra de Paranapiacaba até Cachoeira da Graça, altera seu curso no sentido SO-NE, do bairro Jardim Sandra até o quilômetro 29 da rodovia Raposo Tavares, e, por fim, no sentido S-N da rodovia Raposo Tavares até a foz no rio Tietê (perfil 1).

Perfil 1 – Perfil longitudinal do rio Cotia do Sistema Baixo Cotia. Org. Robson Leite, 2012.

A bacia drena parcialmente os municípios de Barueri, Carapicuíba, Cotia, Embu das Artes¹², Jandira e Vargem Grande Paulista. Compreende uma extensão total de 257 km², divididos em Sistema Alto Cotia (106 km²), localizado na Reserva Florestal do Morro Grande¹³ (RFMG); e o Sistema Baixo Cotia (151 km²).

Os três setores selecionados como área de estudo estão localizados no Baixo rio Cotia, especificamente na planície fluvial do rio Cotia. Esses setores apresentam feições geomorfológicas associadas à planície de inundação, cuja largura e extensão se destacam na paisagem. Os depósitos aluvionares da planície fluvial resultam da erosão de rochas graníticas que formam a bacia.

A Região Metropolitana de São Paulo está assentada sobre rochas de grande complexidade litológica e estrutural, de formação orogênica antiga, denominado

¹² Embu passou a denominar-se Embu das Artes, pela Lei Estadual Nº 14.537, 06/09/2011. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/imp/documentos/Municipios>. Acesso em: Jul. 2012.

¹³ Reserva criada em 1979 (Lei 19.490, de 04/04/70; e Lei Estadual nº 1.949, 04/04/1979). Em 1994 a UNESCO, conforme o Programa “The Man and the Biosphere – MaB”, criou a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCVSP) que inclui a Reserva Florestal do Morro Grande. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/rbcv/ar_proteg.asp. Acesso em: Fev. 2011.

cinturão orogênico do Atlântico ou Planalto Atlântico. É constituído por rochas graníticas e metamórficas de idade pré-cambriana, formadas por quartzitos, granitos, migmatitos, gnaisses, micaxistos e filitos (HASUI e SADOWSKI, 1976).

Conforme divisão geomorfológica do Estado de São Paulo (ALMEIDA, 1964) todo o Sistema Alto Cotia localiza-se no Planalto de Ibiúna, enquanto o Sistema Baixo Cotia localiza-se sobre o Planalto Paulistano. O Planalto de Ibiúna é um planalto cristalino fortemente dissecado com altitude variando entre 850 e 1.200 m.

O rio Cotia e seus dois principais afluentes, Capivari e Peixe, nascem no limite sul, junto à Serra de Paranapiacaba, e formam o reservatório Pedro Beicht. O rio principal continua seu trajeto até atingir um nítido degrau, extremamente festonado, na transição para o Planalto Paulistano (op cit, 1964, p. 217). No limite dessa transição entre os planaltos parte das águas do rio Cotia passa pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da represa do Morro Grande para depois formar a Cachoeira da Graça ou Cachoeira do Morro Grande (Figura 17).

Figura 17 – A transição entre os planaltos tem como “degrau” a Cachoeira do Morro Grande. Esta queda d’água marca o início do nível de erosão do rio Cotia até atingir o rio Tietê. Org. Robson Leite, 2013.

O Planalto Atlântico localiza-se na borda leste da Plataforma sul-americana de unidade Pré-cambriana, inserido na Província Mantiqueira. O sistema orogênio¹⁴ Mantiqueira é subdividido em três segmentos, dentre os quais se destaca a subdivisão Ribeira ou faixa orógena Ribeira, datados de 580 a 520 M.a. Na faixa Ribeira encontram-se os terrenos Apiaí, São Roque e Embu (HEIBRON *et al*, 2004).

No terreno Embu (Conjunto Paranapiacaba), por exemplo, as atividades tectônicas geraram os falhamentos transcorrentes Cubatão, Caucaia (ao Sul) e

¹⁴ Orogênio ou Orógeno: “No sentido geotectônico, é um produto da interação convergente de placas litosféricas [...] Os orógenos colisionais resultam da interação convergente (a colisão) de continente com continente [...]” (HEIBRON *et al*, 2004, p. 205).

Taxaquara (ao Norte). O bloco Cotia é constituído de rochas metassedimentares e metabásicas e corpos graníticos e gnáissicos circunscritos (COUTINHO, 1972, p. 23).

O baixo rio Cotia ao percorrer o Planalto Paulistano de orientação N-NE e S-N até o rio Tietê. Parte da rede hidrográfica é orientada pelo terreno cristalino, com trechos de canais fluviais com inflexões abruptas. A orientação acompanha os falhamentos e os contatos geológicos.

Figura 18 - Geologia do baixo rio Cotia. Setores selecionados. Org. Robson Leite, 2013.

Segundo a Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo (EMPLASA, 1984), a bacia do rio Cotia apresenta o domínio de material Pré-cambriano, com destaque para os granitos gnáissicos (Cachoeira da Graça e setor oeste da bacia) e migmatitos e gnaisses graníticos em zonas de movimentação tectônica (alto e baixo rio Cotia). Ao longo dos rios e planícies e terraços há o domínio de argilas, areias e cascalhos, datados do Terciário; enquanto nas planícies fluviais ocorrem aluviões fluviais compostos por areia e argila datados do Quaternário (Cenozóico).

Deve-se ressaltar que os sedimentos da planície do baixo rio Cotia tem origem também nos processos erosivos que resultam do uso e ocupação da terra, pela geração de material proveniente de erosão superficial e material tecnogênico. A drenagem do Alto Cotia, ao contrário, está totalmente localizada na Floresta do Morro Grande, cuja densa cobertura vegetal a protege.

A forma do relevo esculpido no Planalto Atlântico resulta da ação direta do clima tropical úmido sobre a estrutura do terreno. No Planalto Paulistano/Alto Tietê há o predomínio de morros altos e médios com topos convexos (altitude predominante de 800-1.000m) e declividades de 10 a 20% (ROSS e MOROZ, 1997). Os índices de dissecação do relevo e densidade de drenagem demonstram a complexidade de análise do relevo de “mares de morros”

A região de Cotia, do ponto de vista das condições gerais de seu relevo, constituiu-se em um setor daquilo que se convencionou chamar de domínios dos mares morros, no Brasil de Sudeste. De um modo geral, no Planalto Atlântico paulista, na região de Cotia, existem algumas faixas de morros de baixa e média altura, intercaladas por pequenos maciços graníticos ou granítico-gnáissicos, superficialmente sujeitos a uma profunda e generalizada decomposição de rochas. Tal topografia, situada entre 750 a 1000 m de altitude média, possui todas as características que elegeram o domínio dos mares de morros como uma das áreas de meio natural mais difíceis em relação a construções de estradas, aeroportos e barragens no conjunto do território brasileiro (AB´SÁBER, 1975, p. 7).

A bacia do baixo rio Cotia foi classificada em quatro unidades de relevo principais por dois modelados de relevo, o de dissecação e o de acumulação. O

modelado de dissecação configura os morros altos e médios, com predomínio de transporte de material e densidade de drenagem dendrítica. O modelado configura morros muito altos, com altitudes entre 900 e 1000 m; morros altos, com altitudes entre 800 e 900 m; morros médios, com altitude entre 700 e 800 m. A planície do rio Cotia e de alguns de seus principais afluentes foram classificadas como modelado de acumulação, com amplas planícies de inundação, declividade de 5% e altitudes entre 850 e 720 m.

O mapa de unidades de relevos (figura 19) foi elaborado a partir da leitura de outros trabalhos em escalas reduzidas (IPT, 1981b; ROSS e MOROZ, 1997; RODRIGUES, 2005).

Ao analisar o perfil transversal da bacia (perfil 2), entre os setor A e setores B e C do baixo Cotia, nota-se um relevo fortemente ondulado, com alto grau de dissecação. O rio Cotia apresenta a planície fluvial mais larga e extensa. Há uma diferença altimétrica entre 110 e 150 m entre os divisores direito (ONO) e esquerdo (ESE) da bacia e o vale do rio Cotia.

A relação entre o embasamento cristalino e o clima úmido da região Sudeste resulta nesse modelado de relevo com predomínio de morros altos, intercalado por vales encaixados, com inúmeros rios e afluentes, além de algumas largas planícies (PENTEADO, 1980). Os três setores estudados neste trabalho localizam-se totalmente na planície fluvial do baixo rio Cotia. Esta planície tem trechos largos em formato de alvéolo¹⁵ e outros trechos estreitos, o que, de certa forma, foi um dos critérios à escolha dos setores (A, B e C).

¹⁵ Tratando-se de erosão fluvial, o vocábulo alvéolo se refere às secções alargadas de um vale, geralmente entulhadas de sedimentos. Este compartimento maior é produzido pela existência de barras resistentes, ocasionando estrangulamentos (GUERRA e GUERRA, 2006, p. 39).

Figura 19 – Unidades de relevo do Sistema Baixo Cotia. Predomínio de morros médios. Org. Robson Leite, 2013.

Perfil 2 – Perfil transversal do setor central do baixo rio Cotia. Predomínio de morros altos e médios. Org. Robson Leite, 2013.

Sobre o relevo do Planalto Atlântico, da borda leste do Brasil, predomina o clima tropical úmido. E a Região Metropolitana de São Paulo localiza-se numa zona de transição climática, com forte influência das massas tropicais e/ou polares (MONTEIRO, 1973).

Gráfico 1 – Média mensal de temperatura e pluviosidade (Cotia, SP). Fonte: Dados de temperatura e pluviosidade do CEPAGRI e SIGRH/DAEE. Org. Robson Leite, 2012.

O clima da região também é denominado subtropical de altitude, com média pluviométrica de 1.400 mm/ano e temperatura média de 23°C. As estações do ano são marcadas por inverno frio e seco e, verão quente e úmido.

O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e março, quando há o aumento da média pluviométrica mensal, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso. Entre os meses de abril e setembro ocorre o período de estiagem, com declínio das chuvas e das temperaturas.

Durante a primavera e o verão, no período de chuvas mais intensas, ocasiona também maior vazão dos rios (Gráfico 2). Há o aumento da vazão entre os meses de outubro e fevereiro, sendo este o mês de acúmulo.

Gráfico 2 – Vazão do rio Cotia. Fonte: Dados interpolados do SIGRH/DAEE, série histórica de 1965 a 1987), posto 3.00E-68 Baixo Cotia-Sabesp, localização 23°32'18" e 46°51'40". Org. Robson Leite, 2012.

O rio Cotia é um rio perene, com vazão média anual de 2 m³/s, sendo com vazões maiores no verão (3,50 m³/s). A vazão do rio Cotia, no entanto, pode ter sido alterada devido a captação de suas águas para o abastecimento público. No Sistema Alto Cotia, formada pela represa Pedro Beicht, represa da Graça e Estação de Tratamento Morro Grande, a produção de 1,1 mil litros de água por segundo abastece cerca de 409 mil habitantes dos municípios de Cotia, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu e Vargem Grande. Enquanto no Sistema Baixo Cotia, a produção de 840 litros por segundos é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 361 mil moradores¹⁶ de Barueri, Carapicuíba, Itapevi e Jandira (SABESP, 1994, p. XVIII).

O clima, o relevo e a rede de drenagem condicionam a distribuição e as características dos tipos de solos, que ainda podem ser identificados apesar das modificações do quadro físico ocasionadas pelo uso e ocupação da terra ao longo tempo.

No relevo dissecado da bacia são encontrados solos Latossolos vermelho-amarelos (LVA), Cambissolos háplicos (CX), Argissolos vermelho-amarelos (PVA) e material aluvionar e Gleissolos (G) com a presença constante ou de água sobre as planícies (IPT, 2007).

No mapa pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al*, 1999), o Argissolo compreende o setor L-SO à jusante da bacia, vinculado aos morros altos e muito altos sobre base granítica. No setor S-SSE da bacia ocorre o Cambissolo háplico, sobre migmatitos. No setor NO-N-NE predomina o latossolo sobre morros

¹⁶ Sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo: Bacia do Rio cotia (SABESP). Disponível em Fonte: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=36>. Acesso em Fev. de 2011.

médios. Especula-se que nas planícies do rio Cotia e seus principais afluentes ocorram solos hidromórficos (Gleissolos e Organossolos).

Figura 20 – Perfis esquemáticos dos quatro tipos de solos encontrados na bacia do Baixo rio Cotia. Fonte: Lepsch (2011). Org. Robson Leite, 2013.

Latossolos são solos muito intemperizados, desenvolvidos em ambientes tropicais quentes e úmidos (LEPSCH, 2011). Os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA17) são distróficos em relevo ondulado associado a Cambissolos Háplicos distróficos, em relevo ondulado e forte ondulado, ambos com o horizonte A moderado com textura argilosa (IPT, 2007).

Argissolos apresentam aumento de argila em profundidade. Na bacia são encontrados dois subtipos de Argissolos, sendo: Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA19) distróficos com o horizonte A moderado, e textura média/argilosa; e Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA37) distróficos com textura argilosa, associados a Cambissolos Háplicos distróficos também com textura argilosa e ambos com o horizonte A moderado (IPT, 2007).

Cambissolos são solos embriônicos, com poucas características diagnósticas; possuem um horizonte B incipiente (LEPSCH, 2011, p. 335). Na bacia encontram-se

os Cambissolos Háplicos (CX1) distróficos, com o horizonte A moderado, de textura argilosa em relevo forte ondulado.

Figura 21 – Ocorrência dos principais tipos de solos na bacia do baixo rio Cotia. Solos arenosos formados a partir de granitos e gnaisses. Org. Robson Leite, 2013.

As planícies aluviais correspondem a terrenos baixos e planos com declividades geralmente inferiores a 5%. Os solos da planície associam-se aos processos erosivos à montante, com acúmulo de sedimentos à jusante. Podem ser localizados nestas áreas Gleissolos. “A grande maioria dos Gleissolos situa-se em

várzeas que permanecem encharcadas de água na maior parte do ano e tem lençol freático elevado” (LEPSCH, 2011, p. 338).

5.2 Histórico de uso e ocupação

O oeste da região metropolitana é a linha de “transição” entre a capital paulista, o oeste paulista e o Estado do Paraná. A paisagem é marcada por assentamentos urbanos, no entorno dos quais se encontram espaços semi-urbanos e rurais caracterizados por chácaras e sítios, principalmente nos municípios de Cotia, Embu e Vargem Grande Paulista. A cobertura vegetal de domínio da Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa) foi quase totalmente modificada pela ação antrópica, restando apenas fragmentos de matas secundárias e vegetação de planícies de inundação. Após a década de 1960, os municípios da bacia do rio Cotia se tornaram o palco da expansão urbana exercida pela capital, distante cerca de 20 km. A rodovia Raposo Tavares é o principal eixo de ligação entre a capital e o município de Cotia.

Quando analisamos os municípios que compõem a bacia do rio Cotia, nota-se que seus respectivos nomes remetem à História deles.

A toponímia portuguesa tem significância sim, embora muito pequena, se comparada com a dos indígenas. Afinal, enquanto os nativos davam nomes para todas as árvores, morros, serras, rios e riachos, como ainda podemos observar nos mapas e cartas topográficas de quase todo o Brasil, os portugueses gostavam mesmo era de dar nomes de santos aos lugares. Vila dos Santos, São Vicente, Baía de Todos os Santos, São Paulo e assim por diante. E essa nomenclatura não tem significância paisagística alguma, não tem a significância ecológica que as palavras tupis possuem (AB’SÁBER, 2004, p. 34).

Essa ideia é observada nos nomes dos seis municípios da bacia do rio Cotia: Barueri (deriva da mistura da palavra francesa “*barreire*” com o vocábulo indígena “*mbaruery*”, que significa rio encachoeirado), Carapicuíba (se refere ao peixe “*acarú*”, comprido e ruim), Cotia (aldeamento indígena “*Aku’ti*”; caminho do mamífero Cotia), Embu (versão aportuguesada de M’Boy, que significa “agrupamentos de montes, grande cobra”), Jandira (do tupi “*îandaíra*”, espécie de abelha produtora de mel) e Vargem Grande Paulista (localizada num terreno plano e extenso). Deve-se ressaltar que a toponímia foi sendo modificada com a chegada dos Bandeirantes e colonos.

Os municípios de Cotia, Carapicuíba e Embu são os mais antigos, cuja ocupação aconteceu durante o século XVI e XVII, com fundação de núcleos de catequese e, posteriormente, Paróquias e Vilas. Dois exemplos de ocupação bandeirista, de construções feitas em taipa de pilão, podem ser observados no município de Cotia. A sede do Sítio do Padre Inácio, localizada próximo a Reserva Florestal do Morro Grande, tem sua construção datada do final século XVII. Enquanto a sede do Sítio do Mandu, localizada as margens do rio das Pedras, data do início do século XVIII (Foto 2 e Foto 3).

Foto 2 – Sítio do Padre Inácio (foto da esquerda) e Foto 3 - Sítio do Mandu. Marcos históricos localizados na Bacia do rio Cotia, ambos tombados pelo CONDEPHAAT. Fotos: Robson Leite, 2012.

Ao longo do século XIX muitas aldeias tornaram-se vilas e, conseqüentemente, distritos e municípios. Com o crescimento da capital paulista e maior procura por terrenos à expansão, os municípios foram se fragmentando cada vez mais, chegando atualmente ao número de 39 municípios na RMSP.

Tabela 1 – Emancipação dos municípios na Bacia do rio Cotia.

Município	Emancipação	Origem
Barueri	1953	Santana de Parnaíba
Carapicuíba	1964	Cotia e Osasco
Cotia	1856	São Paulo
Embu	1959	Cotia e Itapecerica
Jandira	1964	Cotia
Vargem Grande Pta.	1981	Cotia

Fonte: IGC (1995). Org. Robson Leite, 2012.

A rodovia Raposo Tavares se tornou um eixo de desenvolvimento e importante via de circulação de mercadorias e pessoas. Em 1921 as obras da rodovia foram

iniciadas e entre 1949 e 1951 seu trecho foi duplicado e asfaltado até Sorocaba (SAVIOLI, 2007). Isso marca a intensa ocupação a partir da década de 1930-1960, principalmente por numerosos sítios de recreio (COSTA, 1958, p. 127). Entre esse período e os dias atuais, nota-se que a paisagem da bacia foi bastante modificada: bairros residenciais de alto padrão (condomínio), bairros residenciais de médio e baixo padrão, indústrias (cimento, galvanoplástica, química, alimentícia), empresas, além de estradas e avenidas que interligam todos os locais.

Observa-se que ocorreu crescimento populacional em todos os municípios da bacia entre os anos de 1991 e 2010 (Tabela 3).

Tabela 2 - Crescimento populacional dos municípios integrantes da bacia (1991-2010).

Fonte: IBGE (2012). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/senso2010>. Acesso em Jan. 2012.

Em inúmeros municípios brasileiros a expansão urbana ocorre sem planejamento adequado, criando-se assim, bairros sem infraestrutura adequada, o que possibilita a criação de bairros em locais inapropriados ao uso e ocupação, como por exemplo, topos íngremes e planícies fluviais.

Tal crescimento vincula-se também aos componentes da estrutura econômica da bacia, marcada principalmente pela horticultura, piscicultura, comércio e indústria. A paisagem urbana é marcada pela expansão de bairros de alto, médio e baixo¹⁷ padrão. Destaca-se presença marcante e crescente de condomínios horizontais (VOLOCHKO, 2011; MIRANDA, 2009; TRIVELATO, 2006) e condomínios empresariais. Acerca do uso e ocupação da terra consultar os trabalhos de Zuffo (1998), Silva (2000), EMPLASA (2006), IPT (2007), Krause (2007) e Carlos (2008).

¹⁷ Ocupação de baixo padrão ou autoconstrução: “[...] construção da casa, através de um processo longo e penoso, calcado na cooperação entre amigos e vizinhos ou apenas na unidade familiar”. (RODRIGUES, A. M., 1994, p. 29).

5.1.2 LEGISLAÇÃO

Os textos da legislação brasileira destinados ao meio ambiente (meio físico) têm como objetivo principal disciplinar a proteção e o uso da terra. No entanto, observa-se que há certo “desencontro” entre os instrumentos legais e sua aplicabilidade, sobretudo na escala municipal. Por exemplo, um dos maiores problemas em relação à aplicabilidade legal de preservação de planícies fluviais é a questão habitacional do próprio país (RODRIGUES, 1994).

Diante disso, buscou-se reunir alguns pontos da legislação brasileira (federal, estadual e municipal) que possam ajudar na aplicação de APP a partir dos conceitos da Geomorfologia Fluvial, conforme revisão teórica deste trabalho.

Os principais artigos das leis federais, estaduais e municipais que versam sobre o meio físico, em especial os recursos hídricos, tem por base os artigos 20º e 21º da Constituição Federal.

De acordo com o artigo 20º, inciso III, lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio pertencem à União. E compete à União, conforme artigo 21º, inciso XVII, planejar e promover a defesa contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações (BRASIL, 1988). Essa abrangência do texto da Constituição Federal vai tomando novas roupagens conforme as especificidades do território brasileiro, diluído em outras leis, resoluções e decretos (Quadro 4).

Quadro 4 – Artigos da legislação analisados.

Escala	Lei	Data	Tema	Artigos analisados
Federal	Lei nº 12.651 - Código Florestal	25/05/2012	APP	2º ao 5º; 64º
	Lei nº 12.727 - Código Florestal	17/10/2012	APP	4º
	Resolução CONAMA nº 302	20/03/2002	APP	1º ao 3º
	Resolução CONAMA nº 303	20/03/2002	APP	1º ao 3º
	Resolução CONAMA nº 369	28/03/2006	APP	1º ao 4º; 11º
	Lei nº 9.433	8/1/1997	Recursos Hídricos	1º e 20º
	Lei nº 7.663	30/12/1991	Recursos Hídricos	3º, 4º, 7º e 8º
	Lei complementar nº 140	8/12/2011	Meio ambiente	1º ao 22º
Estadual	Decreto nº 39.473	7/11/1994	Várzeas	1º
Municipal	Lei complementar nº 72 - Cotia	2/1/2007	Plano Diretor	4º, 7º, 27º ao 29º, 36º, 54º e 55º, 60º

Org. Robson Leite. 2013.

Considera-se que uma das principais leis brasileiras seja o Código Florestal (Lei nº 12.651 e Lei nº 12.727), pois apresenta os princípios jurídicos que orientam o

uso e ocupação dos espaços florestados no território nacional. O “novo” Código Florestal, substituindo o “antigo” Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), foi amplamente discutido pela comunidade (SBPC/ABC, 2011), principalmente os artigos que tratam das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e reserva legal.

Do Código Florestal destacam-se os artigos 2º, 3º e 4º que versam sobre a delimitação de APP. A redação do artigo 4º dessa lei (Lei nº 12.651, de 25/05/2012), foi alterada pela lei nº 12.727, de 17/10/2012, sendo:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

[...]

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (BRASIL, 2012a)

A redação do Inciso I, onde se lê “as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular [...]”, substituiu a frase “ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água

desde o seu nível mais alto em faixa marginal [...]” do artigo 2º do Código Florestal anterior (Lei nº 4.771/1965). Nota-se que tanto o termo “borda da calha do leito regular”, quanto o termo “nível mais alto”, indicam a proteção imediata das planícies fluviais. Entende-se por “borda da calha do leito regular” o local de transição entre a planície e a sopé da vertente. Nesse sentido, defende-se a aplicação de APP a partir da planície fluvial.

As Resoluções CONAMA nº 302 e 303, de 20/03/2002, estabelecem os parâmetros, definições e limites referentes a aplicação de APPs. A Resolução CONAMA nº 369, de 28/03/2006, dispõe sobre os casos excepcionais de utilização pública e social de baixo impacto, que possibilite a intervenção em APP, conforme artigo 2º, Inciso I, item g:

[...] implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos aos critérios e requisitos previstos nos incisos I e XI do artigo 11:

I – abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessário à travessia de um curso d’água;

XI – outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventual ou de baixo impacto ambiental pelo conselho Estadual de Meio Ambiente (CONAMA, 2006c).

No entanto, observou-se que na bacia do baixo rio Cotia inúmeros bairros se consolidaram ou está em processo de consolidação, sobre as planícies fluviais, o que acaba sendo contraditório. Nesse caso, cabe ao Poder Público prontificar-se dos problemas de ocupação da terra e aplicar definitivamente a legislação, no sentido de prevenir eventuais perdas materiais e vidas humanas.

A colaboração e parceria entre os poderes públicos¹⁸ (União, Estados e Municípios) e comunidade ainda é bastante incipiente diante os inúmeros problemas associados a desastres, principalmente enchentes e escorregamentos. Instrumentos como Plano Diretor Municipal, Comitês de Bacias e entidades como Ministério

¹⁸ A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) possui o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo. “O Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo é composto, de forma paritária, por 58 integrantes (17 do Estado, 2 da Assembleia Legislativa e 39 dos municípios), e tem a função de promover a cooperação articulada e integrada entre diferentes níveis de governo, para garantir melhor aproveitamento dos recursos públicos, a utilização racional do território, dos recursos naturais, culturais, a proteção do meio ambiente e a redução das desigualdades regionais. Disponível em: <http://www.emplasageo.sp.gov.br/uits/INDEX.ASP>. Acesso em maio de 2013.

Público e Universidades, podem contribuir na gestão dos recursos públicos (PHILIPPI JR. *et al*, 1999; BUENO, 2007), bem como da proteção do meio físico.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão divididos em cinco partes principais, sendo: a primeira, o quadro geral da planície fluvial do Baixo rio Cotia; a segunda, as modificações e o esboço geomorfológico do Setor A; a terceira, as modificações e o esboço geomorfológico do Setor B; a quarta, as modificações e o esboço geomorfológico do Setor C; e, a quinta, a proposta de aplicação da APP.

Os três setores analisados neste trabalho tem características semelhantes de uso e ocupação da terra. Do ponto de vista geomorfológico, os três setores apresentam certa homogeneidade. No comparativo histórico de cada setor entre os anos de 1962 e 2002, a paisagem foi bastante alterada, principalmente as feições geomorfológicas da planície fluvial.

Considerou-se a bacia hidrográfica do sistema baixo rio Cotia como um geossistema e as características da planície fluvial como geofácies. Estas unidades ajudam a melhor compreender a relação entre sociedade e a natureza e, assim, traçar cenários em diferentes escalas conjuntamente.

6.1 Alterações na planície fluvial do baixo do rio cotia

A bacia hidrográfica do baixo rio Cotia tem 151 km² de área total, delimitada pela sub-bacia do rio Embu Mirim, a leste; pela sub-bacia do rio Itapevi, a oeste; e, pelo Sistema Alto Cotia, ao Sul. O rio Cotia é um afluente da margem esquerda do rio Tietê.

Com base nas técnicas de geoprocessamento e de trabalhos consultados, dos 151 km² de área total da bacia, 96,3 km² estão inseridos no município de Cotia e outros 54,7 km² divididos entre os municípios de Barueri (7,8 km²), Carapicuíba (19,2 km²), Embu das Artes (17,8 km²), Jandira (7,2 km²) e Vargem Grande Paulista (2,7 km²). Durante a pesquisa (2010-2013) foram registradas algumas alterações nas características da paisagem na bacia, principalmente nos setores selecionados.

Entre os anos de 1984 e 2002 a mancha urbana cresceu cerca de 28%, ou seja, de 16 km² para 44 km² nos limites da bacia do baixo rio Cotia no intervalo de 18 anos. O crescimento sem planejamento fica notório quando analisamos a planície fluvial de alguns rios (Figura 22).

Figura 22 – Expansão urbana em 18 anos (1984-2002). Uso da terra sem planejamento adequado marca a configuração socioespacial da bacia. Org. Robson Leite, 2013.

O setor central da bacia, entrecortado pela Rodovia Raposo Tavares, no sentido L-O, e o setor norte, próximo ao rio Tietê, apresentaram, juntos, a maior expansão da mancha urbana. Além das áreas urbanizadas, a bacia ainda conta com

diversificado uso da terra (Tabela 4), como indústrias, chácaras, hortifrutigranjeiros (culturas, horticolturas, granjas, pesqueiros), chácaras e cobertura vegetal diversificada (mata, capoeira, campo, várzea), conforme compilação das informações e dados elaborados por EMPLASA (2006) e IPT (2007).

Tabela 3 – Principais classes de uso e cobertura da terra (2006-2007)

Município	Área Urbanizada		Industria		Chácara		Hortifrutigranjeiro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Carapicuíba	19,66	57,82	0,75	2,2	2,20	6,46	0,01	0,02
Cotia	24,45	7,53	4,16	1,28	33,06	10,18	14,85	4,57
Jandira	7,12	41,15	1,49	8,59	0,59	3,39	0,00	0,000

Município	Mata		Campo		Capoeira		Vegetação de várzea	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Carapicuíba	2,27	6,68	2,39	7,01	2,16	6,35	0,48	1,4
Cotia	166,72	51,35	34,35	10,58	23,58	7,26	4,28	1,32
Jandira	1,61	9,33	2,45	14,14	1,15	6,63	0,26	1,52

Fonte: EMPLASA (2006) e IPT (2007). Org. Robson Leite, 2013.

Nota-se que os dados absolutos do município de Cotia se destacam principalmente na quantidade de chácaras (10,18%), de hortifrutigranjeiros (14,85%) e vegetação de várzea (1,32%). Os 166,72 km² de mata (51,35%) equivalem a soma da Reserva do Morro Grande com os fragmentos encontrados ao longo do município. O grande contraste disso é quando se compara a porcentagem de área urbanizada de Cotia (7,53%) como as áreas urbanizadas de Carapicuíba (57,82%) e Jandira (41,15%), estes localizados próximos a Rodovia Castelo Branco, Marginal Tietê e Rodoanel.

Parte dessa expansão urbana ocorre sem planejamento, contrariando, muitas vezes, a Legislação e o zoneamento municipal de uso do solo. Muitos setores da planície fluvial, considerados áreas inapropriadas, estão sendo ocupadas (Figura 23).

Ocupação da planície do baixo Rio Cotia - Jardim Panorama (2010 - 2013)

Figura 23 – Avanço da ocupação da planície do rio Cotia. A sazonalidade indica os períodos de cheias do rio durante o verão. Fotos: Robson Leite. Org. Robson Leite, 2013.

A ocupação das planícies pode estar relacionada a questões maiores, de escala nacional, como concentração de terra e renda e especulação imobiliária, assunto este que pode ser discutido em futuros trabalhos.

A dinâmica da planície fluvial do rio Cotia é conduzida pela flutuação sazonal das chuvas ao longo do ano. A vazão do rio Cotia aumenta durante os meses de setembro e março, sendo fevereiro o mês de maior vazão ($3,53 \text{ m}^3/\text{s}$). Esse aumento do escoamento superficial e subsuperficial que alimenta os leitos vazantes na bacia hidrográfica contribuem na formação e delimitação das amplas planícies fluviais (figura 24).

Figura 24 – Silhueta e largura da planície fluvial do baixo rio Cotia e indicação dos setores (A, B e C). *Overlay* a partir de aerofotografias (1962). Org. Robson Leite, 2013.

A planície fluvial do Baixo rio Cotia, delimitada sobre as aerofotografias e georreferenciadas no SIG ArcMap, totaliza área de 15 km². Esse número se aproxima dos 16,5 km² apresentados por Silva (2000). A vegetação de várzea, que segundo a EMPLASA (2006) se refere a uma “[...] vegetação que sofre influência dos rios, sujeitas a inundações periódicas [...]”, representa uma média de 1,6% da área total dos municípios da bacia.

A partir da revisão bibliográfica e dos trabalhos de campo, verificou-se que alguns setores da planície podem estar associados às seguintes questões: Como os alvéolos e as outras feições geomorfológicas da planície fluvial se formaram? O atual arranjo espacial de tais feições geomorfológicas foi modificado devido alterações no nível de base a montante, alterações na vazão a jusante e/ou movimentação do substrato rochoso?

Segundo Perez e Christofolletti (1977), há aumento da largura das planícies de inundação com o aumento da ordem hierárquica da bacia. No caso da bacia do rio Cotia, observa-se que a largura de alguns setores da planície fluvial tem a forma de alvéolos¹⁹. Estes se formam devido à influência estrutural, sempre que uma rocha mais resistente surge no trajeto do rio, limitando sua transposição e gerando

¹⁹ Para Guerra e Guerra (2006, p. 39), alvéolo também se trata de uma erosão fluvial [...] “com secções alargadas de um vale, geralmente entulhadas de sedimentos. Este compartimento maior é produzido pela existência de barras resistentes, ocasionando estrangulamentos [...]”.

condições propícias para o entulhamento de sedimentos aluviais à montante (figura 25).

Figura 25 – Hipótese de formação de alvéolos e feições geomorfológicas na planície fluvial no Sistema baixo rio Cotia. Org. Robson Leite, 2013.

A bacia localiza-se sobre rochas cristalinas do Planalto Atlântico, mais precisamente sobre o bloco Cotia, entre as falhas de Caucaia (ao sul) e Taxaquara (ao norte). Os falhamentos e contatos orientam alguns trechos do rio Cotia, o que acaba reforçando a ideia anterior. Outra possibilidade de remodelamento de setores da planície é de basculamento (neotectonismo) entre o Planalto de Ibiúna e o Planalto de São Paulo, onde se localiza a cachoeira da Graça ou do Morro Grande. Após a instalação do “degrau” (ALMEIDA, 1964), o rio Cotia iniciou um novo processo erosivo, modificando, assim, as planícies fluviais.

Outra hipótese estaria ligada aos represamentos à montante das planícies do Sistema Baixo Cotia. A construção da Represa Pedro Beicht e da Estação de Tratamento de Água do Morro Grande (entre as décadas de 1920 e 1930), ambas localizadas no sistema Alto Cotia, pode ter reduzido o fluxo de água à jusante e, conseqüentemente, a quantidade de água sobre as planícies inundáveis.

Considera-se a planície fluvial como uma das principais formas de relevo de uma bacia hidrográfica. A planície pode refletir todas as mudanças ocorridas na bacia, seja na quantidade de sedimentos transportados e depositados ou na

depuração de efluentes. Sua dinâmica é uma busca constante de equilíbrio (entrada e saída de energia).

Muitos setores da planície do rio Cotia estão sendo modificadas pela expansão da mancha urbana, principalmente pela instalação de vias de acesso que interligam condomínios e bairro novos. Não se está aqui defendendo o fim da expansão, pelo contrário, defende-se a expansão da mancha urbana associada à dinâmica da natureza. A construção de novos equipamentos urbanos é orientada pela legislação federal e pelo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do município, que orienta a implantação de instalações em planícies fluviais e em áreas de APPs, no sentido de atender ao público.

Art. 2º O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;
- d) a implantação de área verde pública em área urbana;
- e) pesquisa arqueológica;
- f) obras públicas para implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados; e,
- g) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos aos critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do art. 11, desta Resolução.

II - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, de acordo com o estabelecido pelo órgão ambiental competente;

[...]

- c) a regularização fundiária sustentável de área urbana;

d) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente. (CONAMA, 2006c)

Essa autorização somente ocorrerá quando o interessado comprovar “[...] a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa” (CONAMA, 2006c). Não se acredita na hipótese de não ocorrência ou de não agravamento de enchentes em planícies fluviais, principalmente naquelas localizadas nos trópicos úmidos.

O planejamento deve ser orientado pela dinâmica da natureza, tendo como referencial coordenador a Legislação. Portanto, o planejamento socioespacial deve seguir as orientações propostas pela Legislação, fundadas nas teorias da Geomorfologia Fluvial (figura 26).

Figura 26 – Planície de inundação no baixo rio Cotia. Delimitação dos leitos fluviais. Org. Robson Leite, 2012.

Todos os municípios da bacia do baixo rio Cotia possuem Plano Diretor, mas utilizou-se como exemplo o Plano Diretor do município de Cotia, pois o município está inserido em 63% da bacia do Baixo rio Cotia.

O Plano Diretor do Município de Cotia (COTIA, 2007) apresenta pontos importantes em relação à proteção dos ambientes naturais e, especialmente, os “cursos d’água”. No artigo 7º, III, do 2º Capítulo, é destacada a criação de “[...] programas de reabilitação ou de remoção de cidadãos residentes em áreas precárias, de preservação ambiental e/ou de risco”, o que na prática não foi observado. Muitas planícies vêm sendo ocupadas sem planejamento, sujeitas, portanto, a prováveis inundações e prejuízos.

Com base nos resultados e nos trabalhos de SABESP (1994), Zuffo (1998), Silva (2000), EMPLASA (2006), IPT (2007) e Beu (2008), pode-se traçar um perfil para cada setor selecionado em relação ao grau de modificação da paisagem e suas especificidades físicas (figura 27).

Figura 27 – Feições topográficas da planície fluvial do baixo rio Cotia. Fotos: Robson Leite. Org. Robson Leite, 2013.

6.2 Setor A

O setor A localiza-se entre os bairros Jardim Petrópolis (a oeste) e Jardim Barro Branco (a leste), município de Cotia, abrangendo 540 ha de área total (figura 29). Esse setor foi selecionado devido a largura da planície e grande quantidade de lagoas e represas (pesqueiros).

A planície de inundação recebe águas do leito vazante, por extravasamento, afloramento do lençol freático e das chuvas. As bacias de inundação identificadas apresentam-se em estágio de colmatagem crescente, devido ao assoreamento, mas ainda há a presença do espelho d'água com predomínio de vegetação aquática. Os meandros abandonados são indicativos da migração do leito vazante na planície fluvial ou leito regular. Esta paleoforma foi identificada na imagem de satélite e nas fotografias aéreas.

O uso e ocupação da planície fluvial do Sistema Baixo rio Cotia é marcado principalmente pela expansão de áreas urbanas, atividades hortifrutigranjeiras e instalações industriais. Tal ocupação reflete diretamente na dinâmica da planície, bem como no canal principal do rio (Figura 28).

Figura 28 - Significativa alteração do leito e na extensão do rio no Setor A (1962-2002).
Org. Robson Leite, 2013.

Notou-se que no período de 40 anos (1962-2002), apenas no setor A, o rio Cotia apresentou uma perda de dois quilômetros (2 km) em sua extensão total. Associam-se os trechos retificados com construções de vias e/ou empreendimentos imobiliários e comerciais.

Inflexões iguais ou maiores do que 90° sugerem a forte influência da estrutura no curso principal. O formato da planície fluvial nesse setor da bacia, que ora se

alarga, ora se estreita, está relacionado à compartimentação do relevo da própria bacia hidrográfica, caracterizado por morros de rochas mais resistentes (gnaisse e granitos) que funcionam como barragens naturais e formam largos alvéolos.

Unidades

Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Planície fluvial (perene)	Inserido na planície fluvial, a planície direta apresenta maior umidade e está diretamente relacionada ao leito vazante ou ao lençol freático.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .
Represas (pesqueiros)	Represas e pesqueiros instalados na planície fluvial.

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 2928 – Esboço geomorfológico do Setor A da planície do Baixo rio Cotia. Org. Robson Leite, 2013.

As áreas escolhidas no setor A (detalhe 1 e 2) apresentaram significativas alterações em suas feições geomorfológicas. No detalhe 1 (figura 30) observou-se que parte do canal do rio Cotia foi modificado (retificado). Tal modificação no canal pode ter influenciado na formação de lagoas, meandros abandonados e bacias de inundação à jusante, pois a velocidade da água e a quantidade de sedimentos transportados contribuíram para a formação de uma nova área de colmatação.

Na fotografia da figura 30 verifica-se como a planície fluvial está sendo utilizada (Centro de Treinamento do São Paulo Futebol Clube), em comparação ao antigo trecho meandrante do rio Cotia.

Figura 29 - Alteração na planície fluvial do Baixo rio Cotia (1962-2002). Centro de Treinamento do São Paulo em Área de Preservação Permanente. Org. Robson Leite, 2013.

Os meandros abandonados e as *bacias de inundação* indicam o dinamismo e migração lateral do canal principal. As bacias de inundação estão vinculadas ao extravasamento fluvial. As bacias de inundação contêm material particulado mais fino (silte e argila) que são depositados entre o dique marginal (*natural levees*) e a

vertente. Os diques são formados por material particulado mais grosseiro (cascalhos e areias médias a grossas).

No detalhe 2 (figura 31) as feições geomorfológicas também apresentaram alterações.

Figura 30 - Lagoas e pesqueiros compõem a atual paisagem. Pesqueiro construído sobre dique marginal e bacia de inundação. Org. Robson Leite, 2013.

Nesta área específica do setor A foram identificados dez pesqueiros (represas), além de lagoas naturais e bacias de inundação.

O formato geométrico (retangular) característico contribuiu à identificação dos pesqueiros, além do reconhecimento em trabalho de campo. A instalação de pesqueiro ou qualquer outro empreendimento em APP deve seguir as especificações dos Artigos 2º e 11º, da Resolução 369 do CONAMA (2006): “[...] a implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos os critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do Art. 11, desta Resolução”.

Na comparação entre as fotografias aéreas e as imagens de satélite, notou-se que trechos do leito principal nessa área migraram lateralmente.

A influência da quantidade de pesqueiros, que podem ter sido cavas de extração de areia, na planície de inundação e na sua dinâmica deve ser mais bem estudada, principalmente com a sistematização de dados quantitativos de vazão, de sedimentação e dados dos rios tributários (águas subterrâneas e nascentes).

6.3 Setor B

O setor B tem 501 ha de área total e localiza-se entre os quilômetros 28 e 29 da Rodovia Raposo Tavares (ao sul) e o Condomínio São Fernando (ao norte), limite entre os municípios de Cotia e Jandira (figura 32). Nesse setor ocorrem inflexões de 90° do leito vazante e largas planícies. O setor também apresenta um clube de golfe (São Fernando Golfe Club²⁰) instalado no leito regular.

O rio Cotia apresenta uma pequena corredeira próximo da Rodovia Raposo Tavares, formando um degrau gradativo de mais ou menos 10 m de altitude (760-750 m) em pouco mais de 1.000 m de distância.

Na confluência entre o rio Cotia e o rio das Pedras há uma estação elevatória da SABESP, tangenciada pela Estrada Fernando Nobre, ambas construídas sobre a bacia de inundação.

O canal fluvial do rio Cotia é orientado pelo relevo. Até este ponto as águas do rio Cotia correm no sentido SE-NO, e depois no sentido NNE. Esse mesmo ocorrerá após o campo de golfe, quando o leito do rio Cotia é orientado no sentido O-E, e depois S-N. Observa-se a ocorrência de lagoas e bacias de inundação no lado oposta à inflexão, o que indica a formação de alvéolo.

²⁰ São Fernando Golfe Club: “Em 21 de abril de 1954 foi descerrada a placa inaugural, em homenagem ao doador de 22 alqueires do sítio do Caiapia Fernando de Almeida Nobre e família. O Campo de golfe foi inaugurado em 21 de abril de 1958 [...]”. Disponível em: <http://www.saofernando.com.br/novo/oclube/historia.asp>. Acesso Jan. 2013.

Unidades

Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Planície fluvial (perene)	Inserido na planície fluvial, a planície direta apresenta maior umidade e está diretamente relacionada ao leito vazante ou ao lençol freático.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 31 – Esboço geomorfológico do Setor B. Org. Robson Leite, 2013.

A construção do campo de golfe em 1954, antes mesmo do Código Florestal de 1965, marca uma das grandes modificações no setor B da planície fluvial.

Em outubro de 2009 o campo de golfe e outras áreas a montante foram atingida por inundação periódica devido aos fortes chuvas de primavera (figura 33). Conforme bibliografia consultada a média de inundações periódicas pode variar entre 2 e 3 anos, enquanto a inundações excepcionais pode variar entre 10 e 30 anos.

Figura 32 – Instalação de campo de golfe em planície fluvial. Fonte: Folha de S. Paulo (28/10/2009). Disponível em: <http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/10/28/15/>. Acesso em: Fev. 2011. Org. Robson Leite, 2013.

No detalhe 3 (figura 34) do setor B o uso e ocupação da terra foi intensificado no intervalo de 40 anos (1962-2002). As áreas florestadas foram substituídas por bairros residenciais. O condomínio São Fernando está instalado sobre um morro cristalino que forma a barreira natural e obriga o rio Cotia à desviar seu curso.

Detalhe 3

Mudanças na paisagem de planície Fluvial do Rio Cotia.

Figura 33 – Alteração das feições geomorfológica da planície fluvial do baixo Rio Cotia (Setor B). Org. Robson Leite, 2013.

6.4 Setor C

O Setor C abrange área total de 182 ha, localizada no tríplice limite dos municípios de Jandira (oeste), Carapicuíba (leste) e Barueri (noroeste). Este setor é o que apresenta maior expansão urbana sobre a planície fluvial do rio Cotia (figura 35). Neste setor está inserida a Estação de Tratamento de Água (ETA) Baixo Cotia, responsável pelo tratamento e abastecimento de água destinado para os bairros e cidades ao redor.

Unidades

Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Planície fluvial (perene)	Inserido na planície fluvial, a planície direta apresenta maior umidade e está diretamente relacionada ao leito vazante ou ao lençol freático.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .
Represas (pesqueiros)	Represas e pesqueiros instalados na planície fluvial.

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 34 – Esboço geomorfológico do Setor C. Org. Robson Leite, 2013.

Foram identificados meandros abandonados e bacias de inundação nesse setor, além de leito vazante sinuoso com trechos orientados pelo relevo.

Nesse setor, as águas do rio Cotia correm no sentido O-E, depois NE, até atingir uma inflexão de 90° no sentido E-O, e retomar o sentido N. A quantidade de lagoas está associada ao estreitamento ou estrangulamento do leito regular do rio Cotia à jusante.

Figura 35 – Detalhe do Setor C. Banco de areia próximo ao dique marginal. Org. Robson Leite, 2013.

O represamento ou construção de pesqueiros descaracterizam as feições geomorfológicas da planície fluvial, bem como podem ter afetado sua dinâmica. A fotografia aérea (1962) nos releva um típico meandro abandonado, o qual foi “suprimido” pela urbanização (figura 36).

6.5 Proposta de aplicação de APP

A vegetação ao redor das planícies fluviais está sob a proteção da legislação do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012 e Lei nº 12.727/2012) e é denominada de Área de Preservação Permanente (APP). As APP's devem ser aplicadas a partir das "faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular [...]", ou seja, aplicadas a partir do contato entre a vertente e a planície fluvial. Em campo isso é facilmente identificado através de principais elementos da paisagem: ruptura de terreno (vertente-planície), vegetação (gramíneas e vegetação aquática) e solo constantemente encharcado rico em matéria orgânica.

A caracterização de algumas feições geomorfológicas é o primeiro passo à aplicação de APP, e para isso são necessários a compreensão dos conceitos da geomorfologia fluvial, os trabalhos de campo e a interpretação da legislação vigente. O objetivo desse tópico é fazer uma sugestão de aplicação de 50 metros de APP medidos a partir da planície fluvial nos três setores analisados.

Muitas propostas de delimitação de APP utilizam métodos computacionais automáticos, criando *buffers* a partir do leito vazante. Por exemplo, Costa (2008) definiu um *buffer* automático a todos os rios da área estudada. Isso não corresponde à legislação, pois não se considera a largura do leito regular.

Para Gass (2010) a APP deve ser aplicada após a identificação da planície de inundação e dos diques marginais. Boin (2005), por sua vez, ressalta que a aplicação de APP deve ser feita conforme os parâmetros estabelecidos pela legislação (leito maior). Tais propostas são mais coerentes, pois se leva em consideração as feições geomorfológicas oriundas da própria dinâmica fluvial.

A delimitação de APP de 50 metros está vinculada a proposta de proteger os limites da planície fluvial em áreas de plena expansão da mancha urbana. Essa medida é utilizada para as APP's ao redor de nascentes, considerando a planície como zona de afloramento do lençol (saturação) e acúmulo de água perene. Além disso, a Resolução CONAMA 303/2002, considera APP a área situada em faixa marginal medida a partir do nível mais alto, com largura mínima de 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura.

Preferiu-se propor a delimitação de APP de 50 m ao redor da planície fluvial, pois grande parte dos setores estudados encontra-se em áreas urbanas consolidadas

ou em expansão. Essa proposta visa proteger a planície fluvial e suas feições geomorfológicas e, conseqüentemente, a população.

6.5.1 APP no Setor A

O setor A (figura 37) apresentou inúmeras modificações na planície fluvial, inclusive no canal do rio Cotia. A aplicação de APP poderá contribuir na permanência dos aspectos físicos da planície e das vertentes ao longo desse setor.

A largura da planície serve como piscinões naturais que ajudam a controlar as cheias a montante. E outra vantagem de se proteger a planície com APP é com a criação de corredores ecológicos para o fluxo de fauna e flora até a Reserva do Morro Grande à jusante.

A proposta de aplicação de APP de 50 m a partir da planície fluvial visa proteger a dinâmica da própria planície. Essa dinâmica representa a sazonalidade de inundações e o fluxo de fauna e flora.

Unidades

Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .
APP	Área de Preservação Permanente (APP) de 50m a partir da planície fluvial.

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 36 – Delimitação de APP em planície fluvial. Org. Robson Leite, 2013.

6.5.2 APP no Setor B

O setor B (figura 38) apresentou o maior número de alterações em sua paisagem entre os três setores. Inserido entre a rodovia Raposo Tavares (km 29) e os municípios de Jandira e Carapicuíba, este setor está no centro da atual expansão urbana, principalmente de condomínios fechados.

A Estrada São Fernando, que liga Cotia com Jandira e Barueri, tornou-se um dos principais eixos de expansão comercial. Parte dessa Estrada “cruza” uma bacia de inundação, cujo trajeto precisou ser aterrado.

A delimitação de APP de 50 m ao redor da planície fluvial permitirá que esta não seja ocupada e que sua dinâmica permaneça. Um dos problemas desse setor é o campo de golfe que está na planície e que pode ser atingido por inundações periódicas.

Os alvéolos, as inflexões e os trechos de vales encaixados também devem ser protegidos pelos 50 m de APP. Neste setor, o rio Cotia apresenta trecho de canal meândrico, remanescentes de florestas secundária da Mata Atlântico.

Unidades

Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .
APP	Área de Preservação Permanente (APP) de 50m a partir da planície fluvial.

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 37 – APP como proteção a expansão urbana. Org. Robson Leite, 2013.

6.5.3 APP no Setor C

O setor C (figura 39) se destaca entre os outros setores, devido a sua relação direta com a Estação de Tratamento de Água (ETA) Baixo Cotia. Suas largas planícies com lagoas e bacias de inundação servem como sistema *wetland* natural, que ajudam na depuração da água antes mesmo de chegar à ETA. No entanto, os problemas que ocorrem à jusante, ou seja, nos setores A e B, refletem nesse setor: elevada carga de poluentes e acelerada sedimentação (assoreamento).

A delimitação de APP de 50 m pode contribuir na preservação da planície fluvial e seus processos dinâmicos.

O setor também se localiza entre os municípios de Carapicuíba e Jandira, nas proximidades da foz do rio Cotia com o rio Tietê. O uso e ocupação da terra não seguiram nenhum planejamento relacionado ao meio físico. Muitas moradias, repartições públicas e empresas se instalaram na planície fluvial, descaracterizando seus aspectos morfológicos.

À montante da Estação de Tratamento, a SABESP faz o desassoreamento do rio para melhorar a qualidade da água distribuída para a população local.

Unidades
Planície Fluvial	Relevo plano de acumulação, com predomínio de sedimentos fluviais (areia, silte e argila). Localiza-se no chamado leito regular e está sujeito a inundações periódicas.
Lagoas	Lagoas formadas a partir do extravasamento do leito vazante e chuvas.
Bacia de inundação	Bacias de inundação (<i>backswamp</i>) formadas no reverso do dique marginal com acúmulo de água e vegetação aquática.
Meandro abandonado	Forma-se a partir do rompimento (<i>cutoff</i>) do leito vazante, formando lagoas em formato de meia-lua ou <i>oxbow lake</i> .
APP	Área de Preservação Permanente (APP) de 50m a partir da planície fluvial.

Organização: Robson Leite, 2013.

Figura 38 – APP em setor estratégico para tratamento de água. Org. Robson Leite, 2013.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da planície fluvial da bacia do baixo rio Cotia vem ocorrendo um contínuo avanço da expansão da mancha urbana sem planejamento orientado e que não segue as determinações legais, o que pode acarretar diversos problemas. A realização de estudos que analisam a dinâmica fluvial, descrevendo as planícies fluviais, é muito importante, pois fornecem subsídios ao planejamento na escala da bacia hidrográfica.

Considerando a bacia hidrográfica como unidade de análise, buscou-se compreender com as variáveis se relacionam e se reproduzem no fluxo de matéria energia. Conforme o conceito de geossistema, as bacias só podem ser analisadas a partir de suas especificidades integralmente. A planície fluvial enquanto geofácies, com suas características morfológicas, reflete quase a totalidade dos eventos da bacia hidrográfica. Por exemplo, os diques marginais se formam sedimentos grosseiros que se depositam durante as cheias. As bacias de inundação, por sua vez, recebem os sedimentos mais finos e formam os popularmente conhecidos brejos, charcos, pântanos. As planícies fluviais também recebem toda a carga de sedimentos erodidos das encostas, recorrente aos diversos usos da terra.

O assoreamento provoca mudanças na paisagem da planície que, outrora, já foi repleta de aves, peixes, anfíbios e pequenos mamíferos e, agora está à espera de avenidas, rodovias ou condomínios, impulsionados pela especulação imobiliária. E isso já se sabe o possível final, pois estamos falando de lugares que, provavelmente, precisarão ter, em meio a prédios e carros, enormes piscinões construídos ou ter que recuperar as “antigas várzeas”.

Os morros médios e altos da bacia tiveram sua vegetação primitiva substituída por plantações diversas, além de terem sido ocupados por chácaras, condomínios e bairros. Os latossolos que cobrem as rochas cristalinas são facilmente erodidos quando expostos. Esses sedimentos acumulam-se nas planícies ou são carregados para outros rios. Muitas planícies apresentam solo com abundante matéria orgânica, oriunda principalmente da decomposição de restos vegetais.

A planície do baixo rio Cotia apresenta setores largos e extensos, com a presença marcante de feições geomorfológicas que resultam da dinâmica fluvial. Isso demonstra a flutuação dos agentes que compõem a planície: meandros

abandonados, bacias de inundação, diques marginais. A partir dessa leitura podem-se delimitar alternativas de uso e ocupação da terra, bem como estabelecer critérios mais flexíveis a utilização.

Os três setores selecionados (A, B e C) possuem características geomorfológicas semelhantes. A expansão da mancha urbana sobre os três setores é crescente, necessitando urgentemente de intervenção legal, no sentido de prevenir desastres vinculados a cheias e inundações.

O setor A representa uma importante área para o centro urbano do município de Cotia e o crescimento de seus bairros é latente. Tal crescimento deve ser orientado por políticas públicas que orientem o uso da terra. Nos bairros Jardim Panorama e Jardim Petrópolis o uso inadequado da planície pode acarretar em perdas humanas e materiais. A aplicação de APP e uma revisão na questão habitacional pode ser uma alternativa.

Os pesqueiros identificados no setor A estão totalmente inseridos na planície fluvial e podem ter utilizado as cavas de antigos portos de areia. Não foi localizada nenhuma referencia bibliográfica de mineração neste local.

O setor B está inserido entre condomínios fechados de alto padrão (São Fernando, São Paulo II) e campo de golfe, mostrando que a ocupação da planície é feita também por classes mais abastadas da sociedade. O campo de golfe pode ser atingido pelas inundações periódicas, o que também pode graves problemas. A aplicação de APP seria apenas uma medida paliativa.

Os condomínios tornaram-se um dos principais obstáculos nos trabalhos de campo. Muitos condomínios, principalmente no setor B, impedem o acesso à planície fluvial do baixo rio Cotia. Lembrando que estão em área de preservação.

O setor C dever ser o primeiro a ter mecanismos legais que possam proteger sua planície. A ETA Baixo Cotia poderia reduzir gastos com tratamento da água se, à jusante, mantivesse as largas planícies. Estas planícies funcionariam como *wetland* naturais, reduzindo, assim, a utilização de produtos químicos no tratamento.

Assim como o setor A, o setor B tem problemas relacionados com a moradia irregular e que devem ser tomadas medidas que proteja o cidadão e recupere a planície fluvial e seus aspectos morfológicos.

Todos os termos e conceitos revisados nesse trabalho devem ser entendidos a partir da planície fluvial. A identificação de feições geomorfológicas e da flutuação

das águas fluviais são os principais instrumentos empíricos para a delimitação de APP. A ruptura de declive, a vegetação aquática, os solos hidromórficos, a declividade plana são alguns dos elementos da paisagem que materializam a teoria e facilitam o trabalho de planejadores.

Embora as atuais discussões sobre o meio ambiente apresentem certas divergências conceituais, vive-se um grande momento de reflexão do papel que a sociedade exerce sobre o meio físico. A delimitação de APP em todas as planícies ainda é uma importante opção para manter o dinamismo da bacia hidrográfica. A delimitação proposta visa orientar as futuras discussões acerca do uso da terra na bacia do baixo rio Cotia.

O rio Cotia nasce na Serra de Paranapiacaba (Serra do Mar), percorre mais de 50 quilômetros até desaguar no rio Tietê, um dos principais rios do Estado de São Paulo. O sistema Alto Cotia está protegido pela Reserva Florestal do Morro Grande; enquanto o sistema Baixo Cotia depende de acordos políticos entre a administração dos sub-comitês Cotia-Guarapiranga e Pinheiros-Pirapora, para ter suas águas protegidas.

A preservação das planícies fluviais é uma preocupação mundial (Convenção de Ramsar, Recuperação Fluvial) e tende a crescer para a escala dos municípios. Muitos municípios podem utilizar a planície como um sistema ambiental. Portanto, a preservação da planície fluvial e das APP's de 50 metros podem contribuir para: o equilíbrio do meio físico (flutuação de cheias e inundações, controle de erosão), ecologia (relações ecossistêmicas, fluxo gênico), sistema *wetland* natural (filtragem da água), potencial turístico (paisagem fluvial com presença de flora e fauna, parques, corredores).

BIBLIOGRAFIA

ABREU, A. A. Surell e as leis da morfologia fluvial. In: **Craton & Intracraton**. n. 7. UNESP: São José do Rio Preto, 1980 (p. 01 – 13).

AB'SÁBER, Aziz Nacib. A estrutura metropolitana e o novo aeroporto de São Paulo. In: **Geografia e Planejamento**, São Paulo, n. 18, 1975 (p. 1-19).

_____. "O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares)". In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 2001b.

_____. "O solo de Piratininga". In: BUENO, E. (org). **Os nascimentos de São Paulo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. (p. 23-51).

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, vol.1: IGG - São Paulo, 1964 (p. 167-273).

ALVES, Fernando M. **Tectônica rúptil aplicada ao estudo de aquíferos em rochas cristalinas fraturadas na região de Cotia, SP**. Dissertação apresentada no IG-USP. 189 p. 2008.

AMARAL, R. e RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ANDERSON, J. R. *et al.* **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para a utilização com dados de sensores remotos**. Trad. Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. Tradução da revista da U. S. Geological Survey Circular 671, publicada no Docto. (Técnico 964, Geological Survey).

ARGENTO, M. S. F. "Mapeamento geomorfológico". In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. (p. 365-392).

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. In.: **RÁ'E GA**, n. 8. Curitiba: Editora UFPR, 2004. P. 141-152.

BEU, Sandra E. Caminhos do rio Cotia. SELVA/JICA/Sabesp: São Paulo, 2008.

BOIN, Marcos N. Áreas de preservação permanente: uma visão prática (p. 847-861). In: **Manual prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente**. Vol. II. 3. ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.

BRIERLEY & FRYIRS. **Geomorphology and river management: applications of River Styles Framework**. Blackwell Publishing, 2005.

BUENO, Laura Machado de Mello. "Inovações para a concretização dos direitos à cidade: limites e possibilidades da lei e da gestão". In: BUENO, L. M. M & CYMBALISTA, R. (org). **Planos diretores municipais: novos conceitos de planejamento territorial**. São Paulo: Annablume, 2007. (p.11-24).

CARLOS, A. F. A. **A (re)produção do espaço urbano**. 1 ed. São Paulo: EdUSP, 2008.

CARVALHO, C. S., MACEDO, E. S. e OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasil, Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: EdUSP, 1979.

_____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980.

_____. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

COSTA, E. V. Cotia e Itapeverica da Serra, subúrbios agrícolas. In.: AZEVEDO, Aroldo (org.). **A Cidade de São Paulo: estudo de geografia urbana**. Vol IV, Os subúrbios paulistanos. AGB. Cia Editora Nacional: São Paulo, 1958.

COSTA, Francisca P. S. **Áreas legais de preservação (APP e RL) do Município de Engenheiro Coelho-SP**: distribuição espacial e situação sócio-econômica visando um plano de intervenção. Tese ESALQ/USP, Piracicaba, SP: 2008 148 p.

COTIA. **Plano Diretor de desenvolvimento urbano, econômico e social do município de Cotia e dá outras providências**. Lei Complementar, nº 72 (02/01/2007). Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/>>. Acesso em: Ago. 2011.

COUTINHO, J. M. V. Petrologia do Pré-Campriano de São Paulo e arredores. In. **Boletim IG**, n. 3. IG-USP: São Paulo, 1972 (p. 5-99).

CUNHA, S. B. "Geomorfologia Fluvial". In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. (p. 211-252).

DELPOUX, Marcel. Ecossistema e paisagem. **Métodos em Questão**, n. 7, USP-Instituto de Geografia: São Paulo, 1974.

EMPLASA. Empresa Paulista De Planejamento Metropolitano. **Carta geológica da Região Metropolitana de São Paulo**. Folha Osasco, escala 1:50.000. São Paulo: 1984.

FLORENZANO, Tereza G. (org). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GASS, Sidnei L. B. **Áreas de preservação permanente (APPs) e o planejamento do seu uso no contexto das bacias hidrográficas**: metodologia para adequação dos parâmetros legais. Dissertação IG/UFRGS. Porto Alegre, RS: 2010. 150 p.

GOUDIE, A. S. (Ed). **Encyclopedia of Geomorphology**. Taylor & Francis Group: New York, 2004.

GOUVEIA, J. M. C. **Análise ambiental urbana**: sub-bacias do Córrego Marmeleiro e Alto do Ribeirão Moinho Velho – Cotia/Embu – SP. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geografia - FFLCH/USP: São Paulo. 2000.

GRIGORIEV, A. A. Os fundamentos teóricos da moderna Geografia Física (Trad. Profº Drº João Lima S. Neto). In. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 15, UNESP Pres. Prudente-SP, set. 1993. (p. 71-83). (Original de 1968).

GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HASUI, Y. e SADOWSKI, G. R. "Evolução geológica do precambriano na região sudeste do Estado de São Paulo". In. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 6, 1976. Depto. Geologia, IG-USP (p. 182-200).

HEIBRON, M. et al. "Província Mantiqueira". In; MANTESSO-NETO, V. **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. (p. 203-234)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta topográfica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1984. Folha Osasco. Escala 1:50.000.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IG-CEDEC. Instituto Geológico. Mapeamento de áreas de risco associados a escorregamentos e inundações. Relatório técnico: Município de Cotia. Termo de cooperação técnica IG-CEDEC. São Paulo, 2006.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – IGC. Municípios e distritos do Estado de São Paulo. São Paulo (Estado) Secretaria de Economia e Planejamento. Coordenadoria de Planejamento Regional São Paulo: IGC, 1995.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do rio Cotia: caracterização regional. São Paulo: IPT, 2007. (Relatório Técnico nº 88.219-205).

IVANCKO, C.M.A.M. *et al.* **Distribuição espacial das várzeas no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1985. 15 p. (Boletim Científico, 2)

JACOMINE, P. K. T. "Solos sob matas ciliares". In. RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Mata ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 2001 (p. 22-27).

KRAUSE, V. F. **Influência e representação espacial de alguns parâmetros ambientais relacionados ao perigo de contaminação de cursos d'água**. (Dissertação de Mestrado). UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo: Campinas, 2007.

LANG, S. e BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LEMOS, A. I. G. **Cotia e sua participação no conjunto da fixa periférica da metrópole paulistana**. Dissertação de Mestrado apresentado ao Depto. De Geografia da FFLCH-USP. São Paulo. 1972.

LEPSCH, Ig. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in Geomorphology**. São Francisco: W. F. Freeman and Co., 1964. 522 p.

LUZ, Rodolfo Alves. **Os solos do setor nordeste da Reserva Florestal do Morro Grande e a sua relação com os compartimentos do relevo**. (Monografia). Deptº de Geografia, Universidade de São Paulo: 2007.

MARQUES, J. S. "Ciência Geomorfológica". In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. (p. 23-50).

MIRANDA, I. M. **A questão habitacional e ambiental em Cotia no limiar do século XXI**. Dissertação DG/PUC-SP. 2009. 121 p.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de Atlas**. USP- IGEOG. SP, 1973. 129 p.

MORISAWA, M. "River deposition and fluvial landforms". In: MORISAWA, M. **Rivers**. Longman Inc.: New York, 1985 (p. 115-136).

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Jardim Colibri - análise geográfica como subsídios para o planejamento ambiental territorial**. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geografia - FFLCH/USP: São Paulo. 2002.

NARVAES, Patrícia. **Dicionário ilustrado de meio ambiente**. São Caetano do Sul/SP: Yendis Editora, 2011.

OLIVEIRA, D. **Estudo macro e micromorfológico de uma topossequência na bacia do córrego do Retiro em São Pedro-SP**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. DG/USP. 1997.

OLIVEIRA, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1999. 108 p. (Boletim científico, 45).

PENTEADO, A. F. **Mapeamento e análise geomorfológicos como subsídio para identificação e caracterização de terras inundáveis, estudos de caso da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos – RS**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. DG/USP. 2011. (no prelo)

PENTEADO, M. **Fundamentos de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

PEREIRA, M.N.; KURKDJIAN, M.L.N.O. de; FORESTI, C. **Cobertura e uso da terra através de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1989.

PEREZ Fº, A. e CHRISTOFOLETTI, A. Relacionamento entre ordem e largura de planícies de inundação em bacias hidrográficas. In. **Notícia Geomorfológica**: Campinas, São Paulo, v 17 (34), Dez. 1977. (p. 113-119).

PEREZ FILHO, A. DONZELLI, J. L. LEPSCH, I. F. Relação solos-geomorfologia em várzea do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, p. 181-187, 1980.

PHILLIPPI, L. S. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias**: utilização de filtros plantados com macrófitas. 1. ed. Ed. do Autor: Florianópolis, 2004 (144 p.).

PHILLIPPI JR. *et al.* Orientações Básicas para a Estruturação de um Sistema Municipal de gestão Ambiental. In: PHILLIPPI JR. *et al.* (ed). **Municípios e meio ambiente**: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil. São Paulo: ANMME, 1999.

PIOVESAN, U. *et al.*(org.). **Levantamento demográfico de cervos do Pantanal**. São Paulo: CESP/ Fundação Dalmo Giacometti, 2005.

PRESS, Franc *et al.* “Rio: o transporte para os Oceanos”. In: **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. (p. 341-364).

RICCI, M. e PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. Série 4 Ciências Aplicadas, v. 2. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1965.

RICCOMINI C. *et al.* “Processos fluviais e lacustres e seus registros”. In. TEIXEIRA, W. *et al.* **Decifrando a Terra**. 2.ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 2009. (p. 306-333).

RODRIGUES, A. M. **Moradia nas cidades brasileiras**. 5 ed. São Paulo: Contexto, 1994.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, 14, USP, 2001, (69-77).

_____. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, 17. USP, 2005, (p. 101-111).

RODRIGUES, C. e ADAMI, S. “Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas”. In. VENTURI, L. A. B. (org.). **Praticando a Geografia**: técnicas de campo e laboratório. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. (p. 147-166).

RODRIGUES, R. R. Floresta ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Mata ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 2001 (p. 91-108).

ROLON, Ana Silvia & MALTCHIK, Leonardo. Áreas palustres: classificar para proteger. In. **Ciência Hoje**. São Paulo: CNPq. n. 228, vol. 38, jul. 2006 (p. 66-69).

ROSS, J. L. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**: Escala 1:500.000. Mapas e Relatório. São Paulo: Lab. de Geomorfologia Depto. Geografia – FFLCH – USP/ Lab. de Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/ FAPESP, Volume I, 1997. 64 p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

_____. São Paulo: a cidade e as águas. In: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org). **Geografias de São Paulo**: a metrópole do século XXI. 1 ed. São Paulo: Contexto, 2010.

SABESP. Sistema Alto e Baixo Cotia – Comunicação de Projeto de Desenvolvimento Tecnológico e Adequação Operacional: estudos para melhoria dos processos de tratamento

de água. In. **Revista DAE-Sabesp**, n. 175, vol. 54, São Paulo: Sabesp, jan/fev de 1994 (p. IV à XLVIII).

SAVIOLI, M. L. A cidade e a estrada: as transformações urbanas do município de Cotia ao longo da rodovia Raposo Tavares. In. **PÓS** – Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. v.1, n. 22, dez. 2007 (p. 106-121).

SBPC/ABC. José Antonio Aleixo da Silva (coord). **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência/ Academia Brasileira de Ciências, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 2011. 124 p.

SILVA, Osman Fernandes. **Planejamento ambiental e ecologia da paisagem na avaliação de áreas alagadas e qualidade da água**. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do rio Cotia, SP, Brasil. (Tese de doutorado). FEC-UNICAMP, 2000. 222 p.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology: in introduction to the study of landforms**. Harlow (England): Pearson Prentice Hall: 1991.

SUGUIO, K. e BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluviais**. 2. ed. Editora da UFSC: Florianópolis, 1990.

TRICART, Jean. Os tipos de leitos fluviais. **Notícia geomorfológica**, n. 11, 1966, p. 41-50.

TRIVELATO, A. C. **Granja Viana: a reprodução (ideo)lógico do espaço**. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geografia - FFLCH/USP: São Paulo. 2006

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In. TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. 1 reimpr. UFRGS/ABRH: Porto Alegre, RS, 2004. (p. 621-657).

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VEROCAI, Iara. **Vocabulário do Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Secretaria do Estado de Meio Ambiente (SEMA-FEEMA), 1997.

VIDAL-TORRADO, P., LEPSCH, I. F. e CASTRO, S. S. "Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas". In. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 4, Julho, 2005, Viçosa, MG. 4: 145-192 (SBCS: v. 1, 2000).

VOLOCHKO, D. **Novos espaços e cotidiano desigual nas periferias da metrópole**. (Tese de doutorado). Departamento de Geografia/ USP, 2011.

WOLMAN, M. G. e MILLER, J. P. Magnitude e frequência das forças nos processos geomorfológicos. In. **Notícia Geomorfológica**, v. 14, n. 27/28, p. 1-140. Campinas: 1974.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos**. (Tese de doutorado). EESC/USP: São Carlos, 1998.

REFERÊNCIAS DA INTERNET

ATTANASIO, C. *et al.* Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). In. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 131-140, agosto 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr71/cap13.pdf>>. Acesso em: fev. 2011.

BREGA F^o, Darcy. **Reabilitação, expansão e conservação do manancial baixo Cotia na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil**. Sabesp: São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/peru/braapa001.pdf>>. Acesso em: Nov. 2011.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: Ja. 2011.

BRASIL. Lei nº 9.887, de 7 de dezembro de 1999. Altera a legislação tributária federal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 dez. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9887.htm>. Acesso em: Ja. 2011.

BRASIL. Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996. “Convenção Sobre Zonas Úmidas (Ramsar, Irã, 1971)”. Disponível em <http://www2.mre.gov.br/dai/m_1095_1996.htm>. Acesso em Nov. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em: Nov. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: Nov. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de Outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: Nov. 2012.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (Brasil). Resolução nº 303 de 20 de março de 2002a. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 27 jan. 2011.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (Brasil). Resolução nº 303 de 20 de março de 2002b. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 27 jan. 2011.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (Brasil). Resolução nº 369 de 28 de março de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res36906.xml>>. Acesso em: 27 jan. 2011.

EMPLASA. Empresa Paulista De Planejamento Metropolitano. **Mapa de uso e ocupação do solo**. São Paulo: EMLASA. Folhas Barueri, Carapicuíba, Cotia, Embu, Itapevi, Jandira, Osasco e Vargem Grande Paulista. São Paulo: 2006. Disponível: <http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/cartografia/atlas/pdf_atlas>. Acesso em: out. 2010.

_____. Controle e prevenção de inundações no ribeirão Carapicuíba: Geomorfologia e uso do solo. In. **Recursos Hídricos**, n. 84, v. II. 1986. Disponível em: <<http://www.enerweb.emplasa.sp.gov.br/Default.aspx?menu=8>>. Acesso em: jan. 2013.

FONTANA, D. D. e SILVA, M. G. Mapeamento da Suscetibilidade a Inundações da Bacia do Rio Cotia. In. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 38-64, jun. 2012. Disponível em: <<http://revinter.intertox.com.br/phocadownload/Revinter/v5n2/rev-v05-n02-03.pdf>>. Acesso em jan. 2013.

LIMA, Walter P. "Aspectos hidrológicos da recuperação zonas ripárias degradadas". IN. **V Simpósio Nacional sobre Recuperação de áreas degradadas**, SOBRADE, Belo Horizonte, MG: 2002. Disponível em <<http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/Palestras/>>. Acesso em 27 de ago. 2008.

METZGER, J. P. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006, p. 1-32. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00206022006>. Acesso em: nov. 2010.

MEURER, Maurício. A restauração fluvial e a busca de reconciliação da Europa com seus cursos d'água: O que o Brasil deve aprender com esta experiência?". **GEOgraphia**, Vol. 12, n. 23 (2010). Disponível em: <<http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/330/0>>. Acesso em jan. 2013.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 39.473, de 07 de novembro de 1994. Estabelece normas de utilização das várzeas no estado de São Paulo. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/1994_Dec_Est_39473.pdf>. Acesso em: Out. 2012.

SOUSA-SILVA, Katiúcia e OLIVEIRA, Déborah de. Mapeamento de anomalias de drenagem: indícios de controle litológico e estrutural na bacia hidrográfica do Cotia, em Cotia – SP, Brasil. In. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 2009, v. 01, n. 2, (p. 76-83). Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/abequa/issue/view/959>>. Acesso em: Fev. 2012.

ZORZETTO e GUIMARÃES. Os perigos da terra nua. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 143, jan. 2008. Disponível em <<http://revistapesquisa2.fapesp.br/?art=3432&bd=1&pg=1&lg=>>>. Acesso em: 30 jul. 2011.