

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA E
CONSEQUÊNCIAS NA APP DO CÓRREGO OLINDA – RIO CLARO/SP**

Paola Gama Cardoso

Prof(a).Dr(a). Andréia Medinilha Pancher (orientador)

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

PAOLA GAMA CARDOSO

GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO
URBANA E CONSEQUÊNCIAS NA APP DO CÓRREGO
OLINDA – RIO CLARO/SP

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP
2012

918.1415 Cardoso, Paola Gama
C268g Geotecnologias para análise da expansão urbana e consequências na
APP do córrego Olinda - Rio Claro/SP / Paola Gama Cardoso. - Rio Claro
: [s.n.], 2012
66 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Andréia Medinilha Pancher

1. Geografia – Rio Claro (SP). 2. Área de Preservação Permanente. 3.
Bacia hidrográfica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

PAOLA GAMA CARDOSO

GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO
URBANA E CONSEQUÊNCIAS NA APP DO Córrego
OLINDA - RIO CLARO / SP.

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher (orientador)

Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

Ms. Plínio Marcos Dainezi

Rio Claro, 14 de novembro de 2012.

Paola Gama Cardoso
Assinatura do(a) aluno(a)

Andréia Medinilha Pancher
assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Maria Helena e a minha irmã Priscilla pelo apoio incondicional e por me ajudar a construir a pessoa que sou hoje.

A minha irmã Stefani, por só me proporcionar momentos de alegria.

A Professora Dra. Andréia Medinilha Pancher pela orientação atenciosa e pelo tempo dedicado a este trabalho.

A todos os alunos da turma de 2007 da Geografia, em especial à Andréa Machado, Erika Wiechmann, Gabriel Bispo, Karen Conservani, Mireille Sato, Ricardo Suzuki e Matheus Rizato, sem os quais meus anos de UNESP não seriam tão bons.

A Evandro Miranda Silva, pela vida compartilhada e por me alegrar nos momentos de angústias e preocupações.

A Ana Maria Amaral pela ajuda com o material cartográfico.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Apesar das determinações da Legislação Ambiental vigente, relativas à proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) serem bastante rígidas, na prática se observa o descumprimento dos limites mínimos de proteção, principalmente em áreas urbanas onde, historicamente, os processos de urbanização foram e continuam sendo executados sem padrões mínimos de planejamento urbano e ambiental. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a evolução da expansão urbana sobre a APP do córrego Olinda, no município de Rio Claro – SP. Para o propósito, através da interpretação visual de fotografias aéreas no ambiente do SIG/ARCGIS, foram elaborados mapas temáticos da expansão urbana dos anos de 1972, 1995 e 2010, bem como da APP no entorno do córrego Olinda. A partir dos mapeamentos foi possível mensurar a densidade de ocupação para cada cenário e apontar a partir de qual período se intensificou o processo de urbanização. Também, foi possível quantificar a perda vegetacional da área e indicar quais os principais problemas ambientais da bacia do córrego Olinda. Dessa maneira, o desenvolvimento desta pesquisa mostra sua importância na medida em que os resultados poderão servir de subsídios à administração pública, auxiliando no adequado planejamento do uso e ocupação das terras em bacias hidrográficas urbanas.

Palavras –chave: Expansão Urbana. Área de Preservação Permanente. Bacia Hidrográfica. Geotecnologias.

ABSTRACT

Despite the current Environmental Legislation resolution, concerning the protection of the Permanent Preservation Areas (PPA), be quite rigid, in practice, is observed noncompliance with the minimum limits of protection, especially in urban areas where, historically, the urbanization processes have been executed without compliance with the minimum standards of urban and environmental planning. Given the above, the present study aimed to analyze the urban sprawl evolution at the Olinda stream APP, located in the city of Rio Claro - SP. By means of the visual interpretation of aerial photographs in the GIS/ARCGIS environment, thematic maps of the urban sprawl of the years 1972, 1995 and 2010, as well as the Olinda Stream APP surroundings, were prepared. From the maps, it was possible to measure the occupation density for each scenario and indicate from which period the urbanization process has intensified. It was also possible to quantify the loss of vegetation area and indicate the major environmental problems in the basin of the Olinda stream. Therefore, the development of this research shows its importance, considering that its results can support the public administration, assisting in proper planning of land use and occupation in urban watersheds.

Keywords: Urban Expansion. Permanent Preservation Area. Watershed. Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organograma que apresenta de forma sistemática a articulação entre entidades que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e um resumo de suas atribuições relativas à implementação e operacionalização dos instrumentos de gestão.	15
Figura 2 - Exemplo de bacia com diferentes tipos de corpos hídricos e as respectivas dimensões das Áreas de Preservação Permanente definidas por lei.....	22
Figura 3 – Vantagens e desvantagens da baixa e da alta densidade.....	29
Figura 4 - Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica.....	31
Figura 5 - Localização da bacia hidrográfica do rio Corumbataí.....	32
Figura 6 - Localização da área de estudo	33
Figura 7 - Sobreposição do mosaico das fotografias aéreas à planta cadastral digital.....	37
Figura 8 – Mapa de expansão urbana de Rio Claro.....	44
Figura 9 – Mapa de expansão urbana de Rio Claro.....	45
Figura 10 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda – 1972.....	46
Figura 11 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda – 1995.....	50
Figura 12 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda – 2010.....	51
Figura 13 – Impactos Ambientais na APP do Córrego Olinda.	55
Figura 14 - Unidade Regional de Planejamento I – Central, em destaque nascentes do córrego Olinda.	57
Figura 15 - Unidade Regional de Planejamento II – Grande Cervezão, em destaque os bairros que estão inseridos na bacia do córrego Olinda.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais impactos ambientais decorrentes das atividades humanas.....	27
Quadro 2 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 1972	39
Quadro 3 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 1995	39
Quadro 4 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 2010	40
Quadro 5 – Densidades de ocupação para os cenários de 1972, 1995 e 2010.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura e precipitação anual de Rio Claro	35
Tabela 2 - Critérios do Padrão de Exatidão Cartográfica.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de municípios com tratamento de esgoto, em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação.	14
Gráfico 2 - Crescimento da área urbana de Rio Claro no período de 1962 a 2006.....	47
Gráfico 3 - Crescimento da área urbana da bacia do córrego Olinda no período de 1972 a 2010.	48
Gráfico 4 - Perda Vegetacional na APP do córrego Olinda no período de 1972 a 2010.	53

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Recursos Hídricos.....	13
3.2 Matas Ciliares.....	17
3.2.1 Aspectos Conceituais	17
3.2.2 Aspectos Legais.....	21
3.3 Urbanização, Meio Ambiente Urbano e a Questão Ambiental	25
3.4 Densidade de Ocupação.....	28
3.5 A importância das geotecnologias para estudos em áreas urbanas	29
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
5. METODOLOGIA	36
5.1 Preparação da base cartográfica digital e das fotografias aéreas.....	36
5.2 Georreferenciamento	36
5.3 Elaboração dos mapas temáticos de expansão urbana e de APP.....	38
5.4 Elaboração do buffer de APP	41
5.5 Cálculo da densidade de ocupação e da APP	41
5.6 Trabalho de campo	42
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
6.1 Análise geral da expansão urbana de Rio Claro	43
6.2 Mata Ciliar.....	52
6.3 Problemas Ambientais na APP do córrego Olinda.....	54
6.4 Plano Diretor	56
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas onde, por determinação da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo como objetivo assegurar a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, o bem estar das populações humanas, atenuar os processos erosivos, etc. (BRASIL, 2012).

Apesar do regime de proteção das APP ser bastante rígido na Legislação vigente, na prática se observa o descumprimento dos limites mínimos de proteção, principalmente em áreas urbanas onde, historicamente, os processos de urbanização foram e continuam sendo executados sem padrões mínimos de planejamento urbano e ambiental visando o manejo adequado do solo e dos recursos hídricos, e também o bem estar e a segurança da população.

Nesse contexto, Mello (2007) destaca que apesar do princípio da intangibilidade sobre as Áreas de Preservação Permanente estar contido nas mais antigas leis ambientais em vigor no Brasil, não impediu a gradativa degradação dessas áreas pelo processo de urbanização. Ainda para a autora, entre os fatores que levaram à situação atual, pode-se destacar a ocupação histórica de áreas próximas aos corpos d'água; a necessidade de criação de infraestrutura urbana nessas áreas (como ruas, passeios, etc.); a dificuldade da Administração Pública Municipal em controlar e fiscalizar o processo de uso e ocupação do solo; e, a existência de outras prioridades na alocação dos recursos municipais.

Como principal consequência desse processo de urbanização, tem-se a redução das superfícies vegetadas, devido à intensa ocupação. A depreciação da vegetação aliada à impermeabilização das superfícies gera diversos problemas ambientais (e também sociais), como por exemplo, a ocorrência de processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água, enchentes periódicas, contaminação dos recursos hídricos, que contribuem para a degradação dos cursos d'água e também de seu entorno, fatos que refletem diretamente nas condições de vida da população.

Segundo Vettorazzi (2006), a supressão de áreas florestais, com a substituição da vegetação por outras coberturas, pode contribuir na ocorrência dos processos de geração, transporte e deposição de sedimentos nos canais de drenagem. As matas ciliares, quando apresentam largura e estruturas adequadas, além de promover a infiltração da água no solo, podem funcionar como filtros dos sedimentos, material orgânico e elementos químicos, promovendo a deposição antes de atingirem os cursos d'água.

No município de Rio Claro, o processo de expansão urbana tem causado sérios impactos aos recursos hídricos. Como exemplo, pode-se citar a situação atual do córrego Olinda, que segundo Cunha et al.:

apresenta uma ocupação urbana relativamente intensa em suas margens, sofrendo processos erosivos consideráveis, fruto da perda vegetacional e da ocupação irregular. Esse fato provoca o assoreamento do leito fluvial por materiais provenientes de tais processos erosivos, assim como entulhos oriundos da urbanização (CUNHA et al., 2009, p. 94).

A conversão de áreas florestais em outras coberturas do solo destacando-se pastagens, agricultura, urbanização tem impactado negativamente os recursos naturais, levando a perda de biodiversidade, erosão do solo, diminuição da quantidade e da qualidade da água, dentro outros. Porém, apenas recentemente, com o agravamento da situação envolvendo a disponibilidade de água de qualidade é que a atenção tem-se voltado à questão de conservação e preservação de áreas florestais, principalmente em nível de bacia hidrográfica, visando à conservação dos recursos hídricos (VETTORAZZI, 2006).

Nesse sentido, um diagnóstico adequado é imprescindível para a avaliação dos impactos da urbanização e também para a proposição de alternativas compatíveis com a realidade local (CUNHA et al., 2009).

Para Lima (2005) apud Vettorazzi (2006), é de extrema importância o planejamento adequado na escala de microbacias, visando proteger adequadamente as zonas ripárias e cabeceiras de drenagem. Ainda para o autor, na busca da sustentabilidade através do uso harmônico dos recursos naturais, culminando na conservação dos recursos hídricos, é necessária a aplicação de algumas ações, como por exemplo, a identificação dos limites das zonas ripárias das microbacias; restauração de suas funções por meio de regeneração da vegetação, adequação do sistema viário, com vistas a minimizar os impactos sobre essas zonas.

Para realizar esse diagnóstico, as geotecnologias abrangem um conjunto de ferramentas, enfatizando-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto, que permitem monitorar um determinado espaço a partir de bases cartográficas, fotografias aéreas, imagens orbitais, entre outros produtos sensores, possibilitando melhorar a eficácia da fiscalização ambiental e também nos demais trabalhos ligados à análise ambiental.

Segundo Vettorazzi,

Devido ao fato dos problemas de manejo dos recursos naturais serem de natureza espacial, a tecnologia SIG propicia os instrumentos para se definir a extensão do problema e facilita o projeto e implementação de estratégias alternativas de manejo. A flexibilidade de um SIG, somada à sua capacidade de integrar modelos com dados espaciais, oferece a gerentes e planejadores os instrumentos para, efetivamente, manejar recursos naturais e avaliar a implementação de políticas regulatórias antes de sua implementação (VETTORAZZI, 2006, p. 38).

Partindo do exposto, o desenvolvimento desta pesquisa mostra a sua importância na medida em que, por meio dos resultados de identificação da área de preservação permanente e do uso e ocupação das terras, ficará disponível aos órgãos ambientais competentes as análises realizadas e também seus produtos cartográficos, que poderão servir como suporte a outros estudos ambientais, como a aplicação de modelos de recuperação das áreas degradadas, monitoramento das infrações, desenvolvimento do Plano de Regularização Fundiária Sustentável, entre outros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo fundamental analisar a evolução da expansão urbana sobre a Área de Preservação Permanente (APP) do Córrego Olinda, no município de Rio Claro – SP, através das geotecnologias. Para o propósito, efetuou-se a interpretação visual de fotografias aéreas no ambiente do SIG/ARCGIS, visando a elaboração de mapas temáticos representativos da expansão urbana e da APP em 1972, 1995 e 2010.

2.2 Objetivos Específicos

- Mensurar a densidade de ocupação urbana considerando-se os anos 1972, 1995 e 2010;
- Indicar a partir de qual período se intensificou o processo de urbanização;
- Quantificar a perda vegetacional da área;
- Verificar a influência da urbanização nas áreas de APP, identificando os principais problemas ambientais da bacia do córrego Olinda;
- Com base no Plano Diretor, verificar a adequação da ocupação urbana, analisando possíveis irregularidades.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Recursos Hídricos

O processo de urbanização e os impactos provocados pelas diversas atividades humanas caracterizam-se como os principais agentes causadores da degradação dos recursos hídricos urbanos. Pitton (2007, p. 30) enfatiza que,

Enquanto o abastecimento de água tem constituído uma preocupação desde a antiguidade, a deposição de dejetos, especialmente os líquidos, não tem sido tratada como prioridade. Apesar dos mananciais urbanos (águas superficiais e subterrâneas) serem os responsáveis pelo suprimento de água para o consumo da população e das unidades produtivas, há um antagonismo, principalmente, no papel dos rios, dos córregos e dos ribeirões, isto porque:

- à medida em que há a expansão do espaço urbano e o poder público não investe no sistema de tratamento de esgoto, à saída do mesmo, de cada propriedade é ligada a rede de esgotamento pluvial sem nenhum tratamento. Este escoamento converge para os canais fluviais “urbanos” e ao sistema fluvial a jusante, gerando impactos na qualidade da água;
- os resíduos sólidos gerados, na maioria das cidades, têm sua disposição em locais impróprios, como nos fundos de vale, próximos às nascentes de córregos e ribeirões;
- os efluentes industriais (resíduos sólidos e líquidos) são lançados pelas indústrias de transformação nas águas superficiais, antes de passarem por etapa de tratamento.

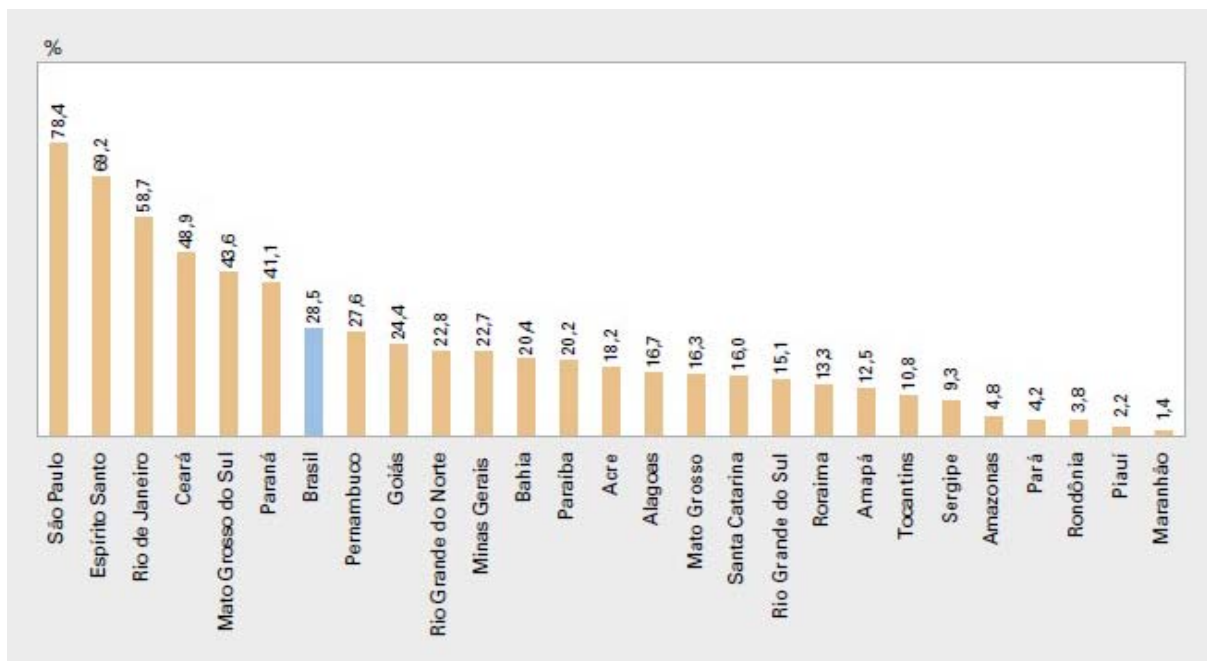
Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008, realizada pelo IBGE, 99,4% dos municípios brasileiros possuem redes de abastecimento de água. Em contraposição, pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) possuem serviço de esgotamento sanitário e apenas 28,5% dos municípios brasileiros fizeram tratamento de seu esgoto, fato que impacta negativamente a qualidade dos recursos hídricos (gráfico 1).

Tucci (2008) destaca que o desenvolvimento urbano produz um ciclo de contaminação dos recursos hídricos, em consequência dos efluentes (esgoto doméstico/industrial e esgoto pluvial) gerados pela população urbana. Dentre os principais fatores que contribuem para este ciclo de contaminação o autor destaca:

- Ocupação do solo urbano sem controle do seu impacto sobre o sistema hídrico;
- Despejo sem tratamento dos esgotos sanitários nos rios;
- Contaminação das águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos (decorrentes de vazamentos nos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros);

- Existência de depósitos de resíduos sólidos urbanos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas, funcionando como fonte permanente de contaminação.

Gráfico 1 – Percentual de municípios com tratamento de esgoto, em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Quanto à gestão dos recursos hídricos, a Constituição Federal de 1988 afirma que compete a União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir os critérios de outorga de direitos de seu uso (Art. 21). Entretanto, somente em 1997, com a promulgação da Lei nº 9.433 é que se institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

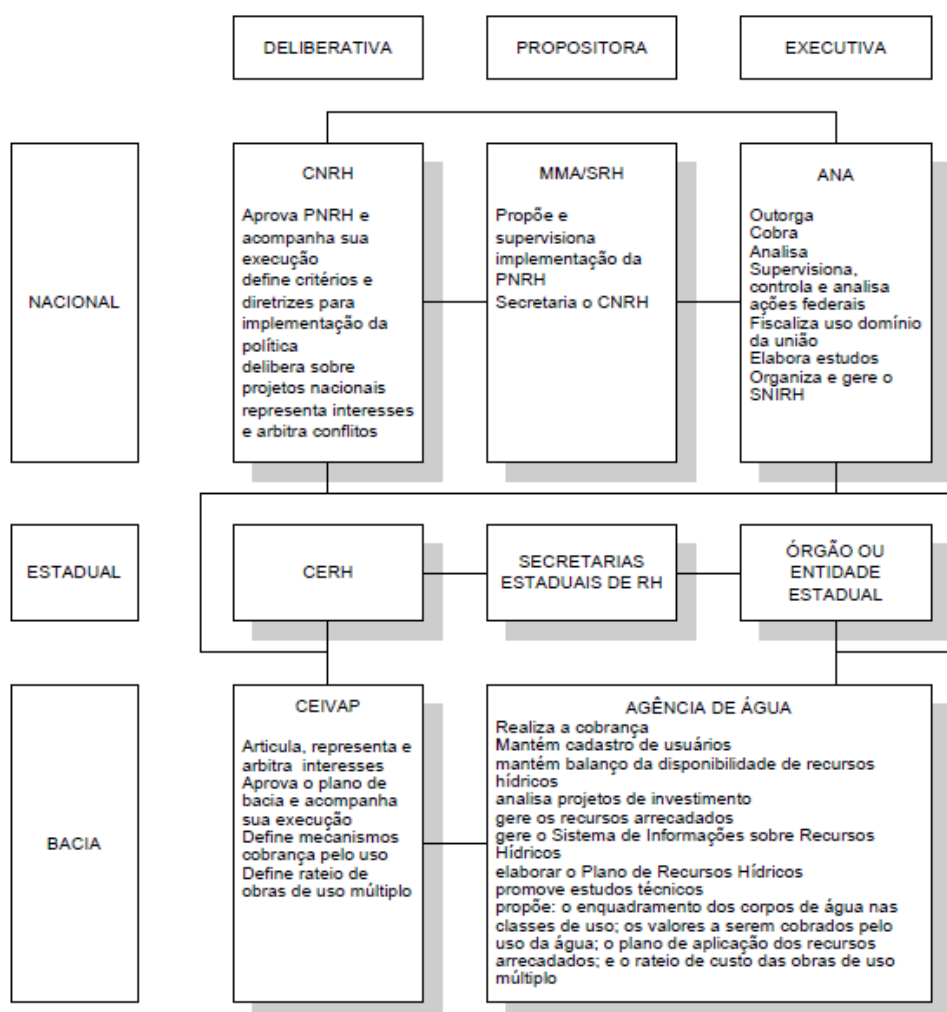
Os principais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- (1) Os Planos de Recursos Hídricos;
- (2) O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- (3) A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- (4) A compensação aos municípios;
- (5) O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Quanto às entidades que exercem atividades na gestão dos recursos hídricos (em nível federal, estadual e das bacias), todas estão organizadas dentro do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (figura 1). Dentre elas, tem-se:

- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);
- A Agência Nacional de Recursos Hídricos (ANA);
- Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Os órgãos dos poderes públicos federal, estadual, do Distrito Federal e municipal cujas competências se relacionem a gestão de recursos hídricos;
- As Agências de Água.

Figura 1 – Organograma que apresenta de forma sistemática a articulação entre entidades que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e um resumo de suas atribuições relativas à implementação e operacionalização dos instrumentos de gestão.



Fonte: Martins (2002) apud Ramos (2007)

Antecipando-se a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos, em 1991, o Estado de São Paulo promulgou a Lei nº 7.663, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, que tem por objetivo “assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado de São Paulo” (Art. 2). Para isso, a Política Estadual de Recursos Hídricos tem como princípios o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado e a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento (Art. 3). Em seu Art. 16, a Lei nº 7.663/91 define que o Estado deve instituir o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, tendo como base os planos de bacias hidrográficas, as normas relativas à proteção do meio ambiente e as diretrizes do planejamento e gerenciamento ambiental. O PERH deverá conter a divisão geográfica do Estado em unidades hidrográficas, com dimensões e características que justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos.

Nesse contexto, a lei nº 9.034 de 27 de dezembro de 1994 que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, estabelece a divisão do Estado de São Paulo em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI. Esta divisão em UGRHI deverá ser adotada pelos órgãos e entidades do Estado (participantes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos) para a proposição de planos e programas de utilização, recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos (Art. 4º da Lei 9.034/94). Atualmente, o Estado de São Paulo conta com 21 Comitês de Bacias Hidrográficas legalmente constituídos.

Para Tucci (2008), o Brasil evoluiu no processo quanto à Gestão de Recursos Hídricos, através da implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que delimitou um mecanismo amplo de gestão das águas, através da criação de instrumentos como outorga, cobrança e enquadramento dos rios, propiciando assim, alternativas para contorno das condições de contaminação dos rios. Entretanto, o autor considera que ainda falta integrar efetivamente as metas da Gestão de Recursos Hídricos às de Saneamento Ambiental, pois apesar de essa integração estar implicitamente prevista na legislação, na prática ela não ocorre.

3.2 Matas Ciliares

Genericamente, o termo mata ciliar refere-se a formação vegetal localizada nas margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes. Considerada pelo Código Florestal como Área de Preservação Permanente (APP), a mata ciliar é essencial para a preservação ambiental e principalmente para a manutenção dos recursos hídricos e da biodiversidade.

3.2.1 Aspectos Conceituais

De acordo com Durigan et al. (2009, p. 159), entende-se por florestas ciliares “todas as formações arbóreas ocorrentes ao longo dos cursos d’água, independente da fisionomia, da florística ou da região geográfica em que ocorrem”. Entretanto, os autores afirmam que mesmo dentro desse contexto genérico de florestas ciliares, sabe-se que essas formações apresentam inúmeras variações em sua composição florística, estrutural e dinâmica, relacionadas principalmente com as características das áreas onde são encontradas, como por exemplo, o relevo local, o mosaico edáfico, a largura da faixa ciliar e do curso d’água, a flutuação do lençol freático, as características da vegetação adjacente, o histórico de perturbação, entre outros fatores.

Assim, para Ab’Saber (2009) a expressão florestas ciliares engloba todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios, pois fitoecologicamente, trata-se da vegetação arbórea florestal as margens de cursos d’água, independente de sua área ou região de ocorrência e de sua composição florística. Nesse contexto, o autor ainda enfatiza que a abrangência do conceito de florestas/matias ciliares é quase que total para o território brasileiro, já que elas ocorrem (independente das variações), em todos os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do país.

Durigan et al. (2009) ressaltam que, a heterogeneidade ambiental das florestas ciliares, somada ao fato dessas condições se repetirem dentro dos diferentes domínios vegetacionais, permite a definição de padrões de distribuição espacial das espécies ocorrentes nessas formações, podendo-se delimitar pelo menos cinco grandes padrões de distribuição espacial, tendo como base de diferenciação a densidade e o tipo de distribuição dessas espécies nas comunidades florestais ciliares, a saber:

a) padrão com alta densidade e distribuição ampla: esse padrão reúne as espécies denominadas comuns, sem especificidades às condições ambientais caracterizadoras das

formações florestais ciliares, geralmente com populações numerosas nas várias formações florestais ciliares de um ou mais domínios fitogeográficos;

b) padrão de densidade variável e distribuição ampla: esse padrão compreende espécies com distribuição irregular, com muitos indivíduos em alguns locais e poucos em outros, como consequência do histórico de perturbação dos remanescentes ciliares ou de especificidades do ambiente (fatores físicos e/ou bióticos);

c) baixa densidade, distribuição ampla: esse padrão compreende espécies que ocorrem em diferentes unidades e domínios fisiográficos, mas geralmente aparecem nos ambientes naturais com apenas um ou poucos indivíduos;

d) alta densidade, distribuição restrita: neste padrão incluem-se as espécies de distribuição restrita, mas com populações numerosas, geralmente expressando a adaptação dessas espécies às condições ambientais específicas e também restritivas;

e) baixa densidade, distribuição restrita: esse padrão compreende as espécies raras, que ocorrem em situações ambientais muito específicas e com poucos indivíduos.

Quanto a sua importância, Lima e Zakia (2009), afirmam que sob a ótica da hidrologia florestal, ou seja, levando em conta a integridade da microbacia hidrográfica, as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, seja em termos hidrológicos, ecológicos e geomorfológicos. Ainda para os autores, do ponto de vista ecológico, as matas ciliares (ou zonas ripárias) são consideradas corredores importantes para o movimento da fauna e para a dispersão vegetal. Além dessa importante função ecológica, soma-se a função hidrológica, através da participação na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, da atuação direta em uma série de processos relacionados à estabilidade da microbacia, da manutenção da qualidade e quantidade de água, ciclagem de nutrientes e interação direta com o ecossistema aquático.

Lima e Zakia (2009) ainda destacam que existe uma interação funcional permanente entre a vegetação ripária, os processos geomórficos e hidráulicos do canal e a biota aquática. Inicialmente, essa interação decorre do papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens. Além disso, a mata ciliar abastece continuamente o rio com material orgânico que inclui galhos e até troncos caídos. Para cumprir sua função como fonte nutricional, a matéria orgânica precisa ser retida. Por sua vez, a retenção desse material é proporcionada pela rugosidade das margens e também pelos resíduos grosseiros que caíram da vegetação, favorecendo a criação de habitats favoráveis para alguns organismos aquáticos. Outro aspecto dessa interação resulta da atenuação da incidência da radiação solar pela mata ciliar, fato que

favorece o equilíbrio térmico da água e influencia positivamente a produção primária do ecossistema lótico.

Considerando que as matas ciliares são extremamente importantes para a manutenção da estrutura e funcionamento dos ecossistemas, sua supressão e consequentemente do habitat que proporcionam, pode ocasionar a perda de diversidade terrestre e aquática, além de intensificar os processos erosivos (com o aparecimento de sulcos e voçorocas) e assoreamento das nascentes e corpos d'água. Nesse sentido, sua recuperação pode trazer benefícios significativos em diversas escalas, contribuindo na proteção dos recursos hídricos e do solo, proporcionando abrigo e sustento para a fauna, além de contribuir para a redução dos gases do efeito estufa, como consequência da fixação de carbono pelas florestas em crescimento (Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo, 2006).

Kageyama e Gandara (2009) destacam que no Brasil, a partir dos anos 1990, observou-se um aumento expressivo nas iniciativas de restauração de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares. Estas iniciativas se deram tanto no nível governamental como na sociedade civil, podendo-se destacar as iniciativas de organizações não governamentais ambientalistas, associações de reposição florestal, consórcios de bacias, programas estaduais e nacionais, empresas privadas, produtores rurais, etc.

É nesse contexto que a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo desenvolveu um programa denominado Projeto de Recuperação de Matas Ciliares do Estado de São Paulo, instituído pelo Decreto Estadual nº 49.723 de 25 de julho de 2005, que foi concebido com o objetivo de desenvolver instrumentos, metodologias e estratégias de modo a tornar viável um Programa de Recuperação de Matas Ciliares de longo prazo e de abrangência estadual. As ações do projeto foram previstas para serem executadas em cinco bacias hidrográficas, Aguapeí, Mogi Guaçu, Paraíba do Sul, Piracicaba/Capivari/Jundiaí e Tietê/Jacaré, que foram escolhidas por abrangerem áreas consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade.

O Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo (2006), destaca que a situação das áreas degradadas nas diferentes formações florestais de todo o estado de São Paulo é preocupante, estimando-se que existe mais de 1,3 milhão de hectares de áreas marginais a cursos d'água sem vegetação ciliar. Nesse contexto, o Manual Operativo do Projeto (2007) destaca que, apesar da existência de esforços desenvolvidos para a conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas, algumas questões representam obstáculos ao desenvolvimento de programas e projetos com esse objetivo, dentre as quais pode-se citar:

- Dificuldade de engajamento dos proprietários rurais;
- Disponibilidade insuficiente de recursos destinados à recuperação de matas ciliares e ineficiência no uso dos recursos disponíveis;
- Déficit, em quantidade e qualidade, de sementes e mudas de espécies nativas para atender as demandas dos programas de recuperação de matas ciliares;
- Dificuldade na implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas adequadas as diferentes realidades;
- Ausência de planejamento, instrumentos e monitoramento dos programas recuperação;
- Dificuldade no reconhecimento da importância das matas ciliares.

A importância de recuperar áreas adjacentes aos corpos d'água é indiscutível, porém a recuperação destas áreas é complexa, já que envolve uma gama muito grande de fatores. Nesse contexto, a criação ou a escolha de um modelo de restauração é um processo constante de aprimoramento, que deve levar em consideração os conhecimentos básicos sobre ecologia, demografia, genética, biogeografia, e também as informações sobre o ambiente físico e biológico da região onde será implantado. Dessa maneira, a interação dos conhecimentos teóricos básicos, as informações sobre a área e as tecnologias disponíveis (principalmente as ligadas à silvicultura de espécies nativas, englobando a produção e o beneficiamento de sementes e mudas), são os fatores que irão determinar qual o modelo mais adequado para cada situação (KAGEYAMA e GANDARA, 2009).

Ainda sobre a recuperação de áreas degradadas, Rodrigues e Gandolfi (2009, p. 239) destacam que,

Reconstruir ou reorganizar um ecossistema florestal ciliar a partir de uma abordagem científica, implica em conhecer a complexidade dos fenômenos que se desenvolvem nestas formações, compreender os processos que levam a estruturação e manutenção destes ecossistemas no tempo e utilizar estas informações para a elaboração, implantação e condução de projetos de restauração dessas formações.

Rodrigues e Gandolfi (2009) elencam quatro pontos importantes que devem ser considerados ao se planejar ações voltadas para a recuperação de florestas ciliares:

- (1) Restauração das formações ciliares utilizando como diretriz o contexto de bacias hidrográficas, principalmente nos casos em que a questão hídrica for o objetivo principal;

- (2) Adequação dos objetivos às características da área degradada, já que muitas divergências metodológicas entre propostas de recuperação encontram-se na incorreta comparação de projetos com objetivos distintos;
- (3) Escolha de espécies adequadas, pois representa uma das principais garantias de sucesso da restauração;
- (4) Importância da existência dentro de um programa de recuperação, de uma fase de avaliação das condições atuais da área degradada, pois somente a partir de um conhecimento profundo dos fatores de degradação e das características da área degradada, é que se poderá definir as estratégias que deverão ser empregadas para a restauração da formação ciliar.

No Brasil, o avanço das tecnologias tem gerado melhoras na qualidade dos projetos de restauração. Entretanto, os custos elevados ainda representam uma barreira para o desenvolvimento e implantação deste tipo de projeto. Dessa maneira, ainda é extremamente importante o estímulo às pesquisas, visando o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais baratas e acessíveis. Além disso, é extremamente importante realizar adequações em nossa Legislação Ambiental, para que além de serem efetivamente protegidas, as áreas ciliares sejam devidamente revegetadas (KAGEYAMA e GANDARA, 2009).

3.2.2 Aspectos Legais

Segundo o artigo 3º, inciso II da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal Brasileiro, a Área de Preservação Permanente é definida como: “[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Ainda segundo esta lei, o artigo 4º estabelece que:

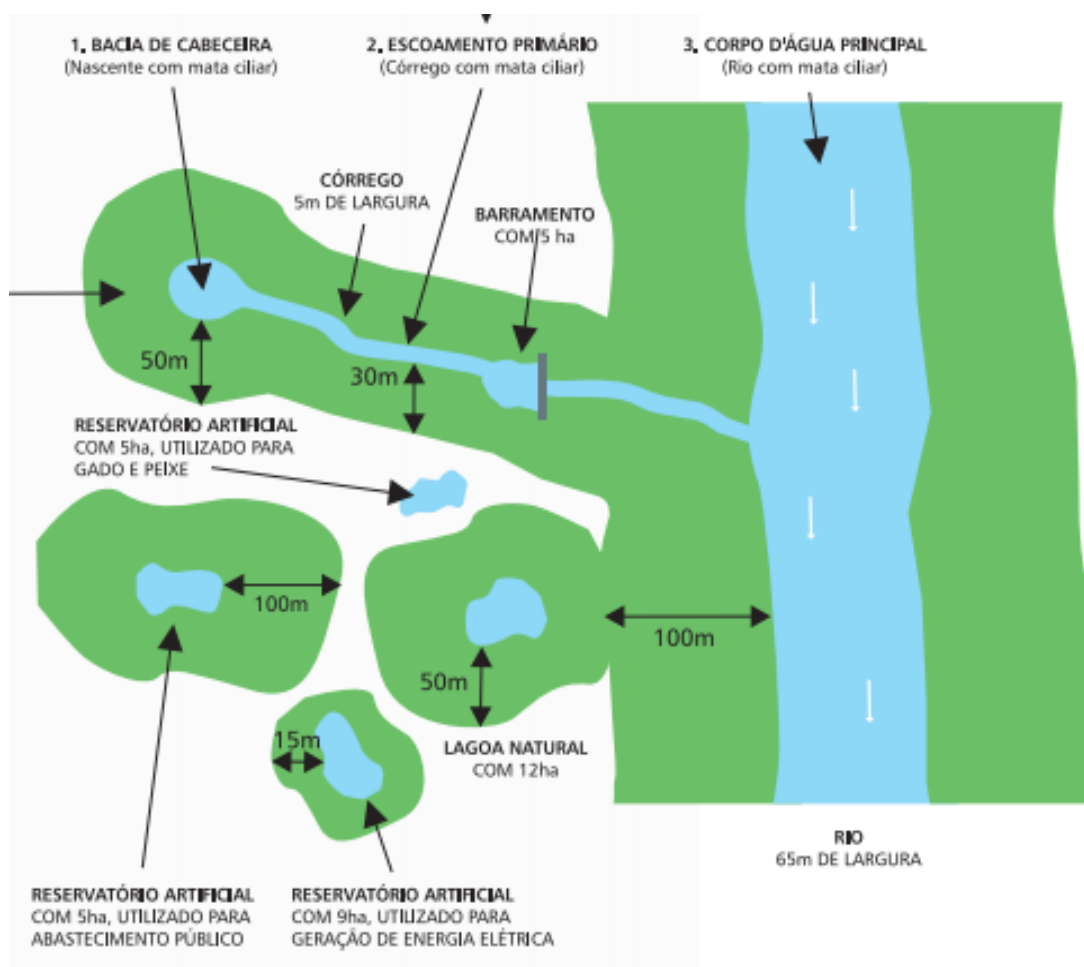
Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para efeitos desta Lei:

I – as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, 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 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, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1º e 2º;
- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros (figura 2).

Figura 2 - Exemplo de bacia com diferentes tipos de corpos hídricos e as respectivas dimensões das Áreas de Preservação Permanente definidas por lei.



Fonte: Cadernos da Mata Ciliar, 2009.

As Resoluções nºs 302 e 303 (ambas de 20 de março de 2002) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) também dispõem sobre as definições e limites de Áreas de

Preservação Permanente. A Resolução nº 303/02 estabelece parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente e a Resolução nº 302/02 estabelece os parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais.

Por se configurar como um bem de interesse comum de todos os habitantes do país, nas Áreas de Preservação Permanente os proprietários somente poderão exercer o direito de propriedade desde que obedeçam às limitações que a legislação ambiental em geral e o novo Código Florestal estabelecem. Dessa maneira, a intervenção ou supressão de vegetação em APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, previstas na Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012, Art. 8º).

A Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006 define os casos em que o órgão ambiental poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. Tais casos são divididos em três categorias, sendo:

- 1ª. Utilidade pública: podendo-se destacar as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; obras de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; implantação de área verde pública em área urbana; pesquisa arqueológica; implantação de instalações necessárias a captação e condução de água e de efluentes tratados, etc.;
- 2ª. Interesse social: podendo-se destacar as atividades de manejo agroflorestal ambientalmente sustentável praticado em pequena propriedade, desde que não descaracterize a cobertura vegetal nativa; regularização fundiária sustentável de área urbana; atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, etc.;
- 3ª. Intervenção ou supressão de vegetação eventual e de baixo impacto ambiental, desde que observados os parâmetros da Resolução.

Porém, conforme consta no artigo 3º da Resolução CONAMA nº369/06, a intervenção ou supressão de vegetação somente será autorizada quando o requerente comprovar: (1) a inexistência de alternativa técnica e locacional para as obras, planos ou projetos propostos, e (2) a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa.

No caso de APP situadas em áreas urbanas, o Art. 4º, § 10, da Lei nº 12.651/12 estabelece que deverá ser observado o disposto nos respectivos Planos Diretores e Leis Municipais de Uso do Solo, sem prejuízo do disposto no novo Código Florestal.

O art. 8º, da Resolução CONAMA nº369/2006 trata da intervenção ou supressão de vegetação em APP para a implantação de área verde de domínio público em área urbana. A

aprovação pelo órgão ambiental competente para a intervenção ou supressão de vegetação para a instalação dessas áreas dependerá da existência de um projeto técnico que priorize a restauração e/ou manutenção das características do ecossistema local, contemplando medidas necessárias visando: a recuperação das áreas degradadas da APP inseridas na área verde de domínio público; recomposição da vegetação com espécies nativas; mínima impermeabilização da superfície; contenção de encostas e controle da erosão; proteção das margens dos corpos d'água, etc. A Resolução considera área verde de domínio público os espaços que desempenhem função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização, onde poderão ser implantados equipamentos públicos como, por exemplo, trilhas ecoturísticas, ciclovias, pequenos parques de lazer, bancos, sanitários e bebedouros públicos, etc. Porém, os percentuais de impermeabilização e alteração para ajardinamento ficam limitados, respectivamente, a 5% e 15% da área total da APP inserida na área verde de domínio público.

Quanto à questão da regularização fundiária, o art. 9º da referida resolução determina que a intervenção ou supressão de vegetação em APP para este fim somente poderá ser autorizada desde que atenda a alguns requisitos e condições, como por exemplo: se caracterize por ocupações de baixa renda residenciais; estejam localizadas em área urbana declarada como Zona Especial de Interesse Social; apresente no mínimo três itens de infraestrutura urbana implantada; se configure como ocupações consolidadas até 10 de julho de 2001, conforme definido na Lei nº 10.257. Além disso, o Poder Público Municipal deverá apresentar um Plano de Regularização Fundiária Sustentável, contemplando alguns aspectos, como o levantamento da sub-bacia em que está inserida a APP, identificando passivos e fragilidades ambientais, restrições e potencialidades; identificação das áreas consideradas de risco de inundações e de movimentos de massa rochosa, como deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama e outras definidas como de risco, etc. (BRASIL, 2006).

Quanto a Legislação Municipal, o artigo 93 da Lei nº 3806 de 28 de dezembro de 2007, que dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Rio Claro, “Consideram-se Áreas de Preservação Permanente (APP), aquelas definidas nos artigos 2º e 3º do Código Florestal, com as adições apresentadas pela Resolução CONAMA nº. 303/2002”. No artigo 94 desta mesma lei, define-se que a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente está vinculada aos procedimentos definidos pelo Código Florestal e pela Resolução CONAMA nº 369/2006, onde a intervenção ou supressão de vegetação em APP situada em área urbana dependerá da autorização da Secretaria de Planejamento,

Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEPLADEMA), com base no Plano Diretor e na Lei de Zoneamento e deliberação do Conselho de Defesa do Meio Ambiente de Rio Claro (COMDEMA) (RIO CLARO, 2007).

3.3 Urbanização, Meio Ambiente Urbano e a Questão Ambiental

Hoje, o Brasil é um país urbano, já que a população residente em áreas urbanas totaliza 86,91% (IBGE, 2011). Romanelli e Abiko (2011) afirmam que o processo de urbanização brasileira teve início na primeira metade do século XX, e intensificou-se a partir de 1950, quando a atividade industrial passou a representar o setor mais importante da economia nacional. Os autores também descrevem que o modelo de urbanização brasileiro (principalmente após 1950) tem sido acompanhado por um processo de metropolização (que genericamente pode ser entendido como um processo de integração de território a partir de uma cidade-núcleo). Lacerda et al. (2000) destaca que no caso brasileiro, sobretudo nas décadas de 1960 e 1970, a metropolização completou-se pela conurbação dos núcleos urbanos tradicionais à uma cidade central. Nesse contexto, apesar de se configurar como um território com uma única urbanização em termos físicos, a cidade apresenta diversas formas de ocupação urbana. Assim, o modelo de organização do espaço baseava-se na existência de um centro e uma periferia, onde o centro concentrava as principais atividades econômicas, públicas ou privadas, as infraestruturas urbanas e as áreas habitacionais de mais alto nível de renda; já a periferia, que abriga a população de baixa renda, caracteriza-se por um ambiente urbano precário, denso, quase sem serviços e equipamentos coletivos e com infraestrutura insuficiente, criando conseqüentemente inúmeros problemas ambientais, como alagamentos, deslizamentos, poluição de cursos d'água, entre outros.

Dessa maneira, o quadro urbano atual do Brasil evidencia a ausência histórica de uma política de planejamento urbano-ambiental, já que a forma predominante de expansão e transformação do tecido urbano contribuiu para a consolidação de irracionalidades no uso e na ocupação do solo, transformando fundos de vales em avenidas, áreas protegidas em loteamentos, etc., ou seja, a degradação ambiental se tornou o aspecto mais relevante do padrão periférico da expansão urbana (ROMANELLI e ABIKO, 2011).

As cidades caracterizam-se como as construções humanas de maior impacto na superfície terrestre (BRAGA, 2003). Nesse contexto, Melo (1996) apud Pitton (2007, p. 29) afirma que,

A cidade é o clímax das mudanças, visto que, quando uma cidade se constrói, em função da escala e da velocidade do processo de ocupação do solo, a interferência abrupta que provoca no processo natural, reduz as condições de renovabilidade e impede que a natureza consiga absorver tais modificações.

Para Mota (1999) apud Abiko e Moraes (2009), o meio ambiente urbano é formado por dois sistemas que se encontram intimamente inter-relacionados: o “sistema natural”, composto pelo meio físico e biológico, e o “sistema antrópico” que é formado pelo homem e por suas atividades. Tais sistemas interagem entre si, e o reflexo das atividades humanas tem impactos (predominantemente negativos) significativos em ambos.

Abiko e Moraes (2009) destacam que as cidades podem ser definidas como ecossistemas, formados por necessidades biológicas (ar, água, espaço, energia, etc.) e culturais (organização política, sistema econômico, tecnologia, transporte, etc.). Nesse sentido, Sobral (1996) apud Abiko e Moraes (2009) acrescenta que o sistema urbano é incompleto, na medida em que o fluxo de energia e matéria nestes ambientes é parcial e unidirecional, pois a cidade se configura apenas como um local de consumo, estando os centros produtores fora de seu território, e ainda, os elementos oriundos das áreas produtoras não retornam para elas, acumulando-se nas áreas de consumo, na forma de poluentes.

Os autores também ressaltam que o ecossistema urbano difere dos outros sistemas naturais por dois motivos, primeiramente devido à ação predominante do homem, que provoca mudanças intensas e rápidas no ambiente, seja através da utilização deste como fonte de matéria e energia, seja como receptor de seus resíduos. Em segundo lugar, pela dinâmica social e econômica, isso porque, nos países em desenvolvimento a dinâmica social e econômica é marcada por desigualdades, que se refletem na forma urbana, principalmente nas periferias das cidades. Isso ocorre porque o crescimento da infraestrutura não ocorre na mesma proporção do crescimento da população urbana e das cidades. Tal situação tem como reflexo a existência de cidades desiguais, que podem ser divididas, gerando uma cidade formal e outra informal num mesmo espaço.

Nesse contexto, Pitton (2007) considera que a urbanização produziu dois tipos de cidades, onde o primeiro tipo faz referência à cidade que abriga a população de maior renda e que desfruta de boa qualidade de serviços públicos, e o segundo refere-se à cidade segregada, onde os elementos do espaço urbano são precários e a acessibilidade aos bens e serviços é menor.

Quanto à degradação ambiental proveniente do processo de expansão urbana, Romanelli e Abiko (2011, p. 12) destacam que:

Os aspectos relacionados à degradação ambiental proveniente do processo de expansão urbana são múltiplos e diversos, como a ocupação inadequada e o elevado índice de impermeabilização do solo e as consequentes alterações nos sistemas ambientais, o crescimento exponencial de favelas e das ocupações ilegais, a aceleração dos processos erosivos, poluição do ar, o comprometimento dos recursos hídricos e do solo, entre outros e afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais impactos ambientais decorrentes das atividades humanas.

ATIVIDADES	IMPACTOS AMBIENTAIS
Desmatamento	Alterações climáticas Danos à flora e a fauna Erosão do solo Empobrecimento do solo Assoreamento de recursos hídricos Aumento do escoamento da água Redução de infiltração de água Inundações
Movimentos de terra	Alterações na drenagem das águas Erosão do solo Assoreamento dos recursos hídricos
Impermeabilização do solo	Aumento do escoamento das águas Redução da infiltração da água Problemas de drenagem Inundações
Aterros de rios, riachos, lagoas, etc.	Problemas de drenagem Assoreamento Inundações Prejuízos econômicos e sociais
Destruição dos ecossistemas	Danos à fauna e flora Desfiguração da paisagem Problemas ecológicos Prejuízos às atividades do homem Danos sociais e econômicos
Emissão de resíduos	Poluição ambiental • Prejuízos à saúde do homem • Danos à fauna e flora • Danos materiais • Prejuízos às atividades • Danos econômicos e sociais
Emissão de gás carbono, clorofluorcarbono, metano, etc.	Alterações de caráter global: • Efeito estufa (aumento da temperatura; elevação do nível de oceanos; alterações na precipitação; desaparecimento de espécies animais e vegetais). • Destruição da camada de ozônio (aumento da radiação ultravioleta; riscos à diversidade genética; câncer de pele; catarata).

Fonte: Mota (1999) apud Abiko e Moraes (2009, p. 12)

3.4 Densidade de Ocupação

Para Acioly e Davidson (1998), a densidade é um dos indicadores mais importantes a ser utilizado no processo de planejamento e gestão dos assentamentos urbanos. A densidade pode ser tratada sob duas vertentes, a primeira representa o número total da população de uma área urbana específica, expressa em habitantes por uma unidade de terra ou solo urbano (comumente designada de densidade demográfica); e a segunda representa o total de habitações de uma determinada área urbana, expressa em habitações por uma unidade de terra. Nesse último caso, é importante considerar que a densidade de habitações refere-se a toda área do assentamento, incluindo-se ruas e acessos, espaços públicos, etc.

A percepção sobre a densidade varia intensamente de um país para outro e mesmo entre cidades de um mesmo país. Porém, genericamente pode-se considerar a existência de duas intensidades: alta e baixa. Socialmente falando, baixas densidades de ocupação estão comumente associadas à alta renda de seus habitantes. Consequentemente, as altas densidades estão geralmente associadas à baixa renda de seus habitantes (ACIOLY E DAVIDSON, 1998).

Acioly e Davidson (1998) destacam que especialistas em habitação acreditam que quanto maior a densidade, melhor será a utilização e maximização da infraestrutura e do solo urbano, já que as altas densidades garantem a maximização dos investimentos públicos em infraestrutura, serviços e transporte e ainda permitem a utilização eficiente da quantidade de terra disponível. Em contrapartida, assentamentos urbanos de alta densidade podem criar problemas de saturação das redes de infraestrutura e ineficiências urbanas (que podem atingir o sistema de tráfego e de drenagem, os sistemas de abastecimento de água e esgoto, entre outros). A figura 3 demonstra as vantagens e desvantagens da baixa e da alta densidade.

Entretanto, Acioly e Davidson (1998, p. 33) também destacam que “Há poucas dúvidas de que densidades extremamente altas resultem em situações de risco e condições de saúde precárias, embora seja um tanto difícil separar o que é causado pela densidade e o que é causado pela pobreza associada a ela”.

Figura 3 – Vantagens e desvantagens da baixa e da alta densidade



Fonte: Acioly e Davidson (1998)

3.5 A importância das geotecnologias para estudos em áreas urbanas

Para Câmara e Davis (2004, p. 1) o termo Geoprocessamento (também denominado geotecnologias),

denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados.

As geotecnologias abrangem especialmente a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informações geográficas (SIG), os Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

Sensoriamento remoto refere-se à obtenção de imagens (sobre a superfície terrestre) à distância, através de sensores acoplados a plataformas espaciais. Esses sensores geram um produto sensor, que pode ser tratado em *softwares* exclusivos para esse fim, podendo-se gerar imagens com diferentes composições de cores, ampliações de partes da imagem e

classificações temáticas dos objetos nela identificados, obtendo-se assim produtos como mapas temáticos que são usados para estudos de vegetação, uso do solo, rede de drenagem, entre outros (Rudorff, 2012).

Para Sausen (2012, p. 18),

Os dados de sensoriamento remoto tem-se mostrado extremamente úteis para estudos e levantamentos de recursos naturais, principalmente por:

- sua visão sinótica, que permite ver grandes extensões de área em uma mesma imagem;
- sua resolução temporal que permite a coleta de informações em diferentes épocas do ano e em anos distintos, o que facilita os estudos dinâmicos de uma região;
- sua resolução espectral que permite a obtenção de informações sobre um alvo na natureza em distintas regiões do espectro, acrescentando assim uma infinidade de informações sobre o estado dele;
- sua resolução espacial, que possibilita a obtenção de informações em diferentes escalas, desde as regionais até locais, sendo este um grande recurso para estudos abrangendo desde escalas continentais, regiões até um quarteirão.

Segundo Câmara et al. (1996, p. 21):

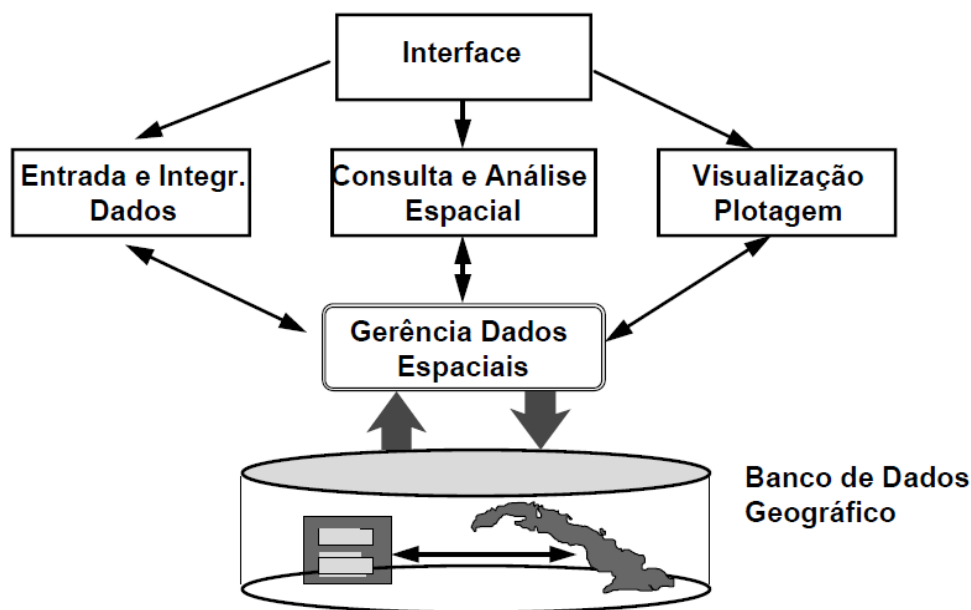
Sistemas de Informação Geográfica - SIGs são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

Ainda para os autores, é possível indicar duas importantes características dos SIG. A primeira está ligada ao fato de que esses sistemas possibilitam a integração (em uma única base de dados) de informações geográficas provenientes de diversas fontes, como dados cartográficos, dados de censo, imagens de satélite, entre outros; e a segunda refere-se aos mecanismos que os SIG oferecem para recuperar, manipular, visualizar estes dados através de algoritmos de manipulação e análise.

Como consequência de sua ampla gama de aplicações, existem três maneiras de se utilizar um SIG: a primeira como uma ferramenta para a produção de mapas; a segunda como suporte para análise espacial de fenômenos; e a terceira como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Para desenvolver tais funções, um SIG apresenta os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de consulta e análise espacial; visualização e plotagem;

armazenamento e recuperação de dados, organizados sob a forma de um banco de dados geográfico (Figura 4) (CÂMARA e QUEIROZ, 2004).

Figura 4 - Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica



Fonte: Câmara e Queiroz, 2004

Dentre os SIG existentes, destaca-se o ARCGIS, o qual abrange um pacote de softwares da Environmental Systems Research Institute – ESRI, destinado à elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ARCGIS integra diversos softwares, dentre os quais pode-se destacar o ARCMAP, que permite a sobreposição de planos de informações vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Além disso, também permite a realização de pesquisas e análises espaciais, criação e edição de dados, padronização e impressão de mapas, e o ARCCATALOG, que disponibiliza ferramentas para a exploração, armazenamento, pesquisa e gerenciamento de dados (SANTOS, 2009).

Nesse contexto, Medinilha (1999) afirma que as técnicas de Sensoriamento Remoto e de SIG possibilitam uma análise detalhada da vegetação e do parcelamento do solo, se configurando então como extremamente relevantes nos estudos ligados à evolução da expansão urbana e da degradação da mata ciliar. Corroborando tal afirmação temos o fato de que atualmente diversas administrações municipais, estaduais e também empresas privadas têm utilizado os SIG em questões ambientais, como uma ferramenta para definição de políticas de planejamento e no auxílio à tomada de decisões.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Rio Claro está inserido na bacia hidrográfica do rio Corumbataí, que ocupa uma área de 171.050 ha, abrangendo os municípios de Rio Claro, Analândia, Itirapina, Corumbataí, Santa Gertrudes, Ipeúna, Charqueada e Piracicaba (figura 5).

Figura 5 - Localização da bacia hidrográfica do rio Corumbataí



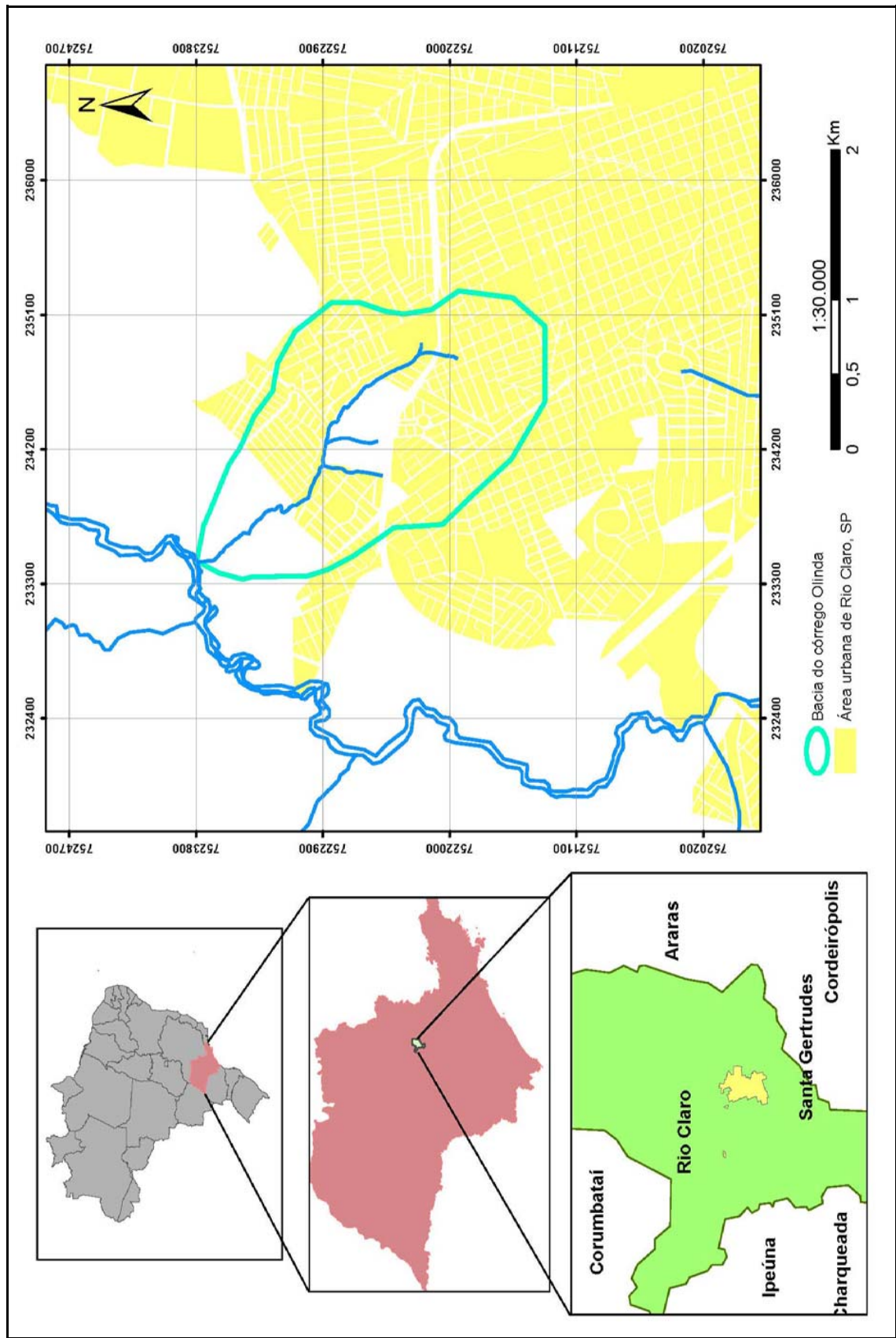
Fonte: CEAPLA, 2010

Com extensão aproximada de 120 km, o rio Corumbataí nasce no município de Analândia (a cerca de 800 metros de altitude) e deságua no rio Piracicaba. Em seu alto curso, é encachoeirado e corre em vales estreitos e profundos. Em seu médio curso (onde se localiza a cidade de Rio Claro e consequentemente o córrego objeto deste estudo), a declividade diminui, descrevendo um curso meandrante, com a presença de depósitos de sedimentos oriundos do alto curso (ZAINÉ, 2000).

Os principais afluentes do rio Corumbataí são o rio Passa Cinco pela margem direita, e o ribeirão Claro e o Córrego da Servidão na margem esquerda.

O Córrego Olinda é afluente da margem esquerda do rio Corumbataí e está totalmente inserido na área do município de Rio Claro, passando pelos bairros Residencial das Flores, Residencial São José, Parque São Jorge, Parque São João, Jardim Azul, Santa Maria, Jardim Olinda (figura 6).

Figura 6 - Localização da área de estudo



Nesse contexto, o município de Rio Claro está localizado no centro-leste do Estado de São Paulo e sua área abrange 498,707 km². A população de Rio Claro é de 186.253 habitantes, sendo que 181.720 (97,6%) residiam na zona urbana e 4.533 na zona rural (2,4%) (IBGE, 2010).

Geologicamente, o município de Rio Claro localiza-se no setor paulista da Bacia Sedimentar do Paraná, representada por rochas sedimentares e vulcânicas das eras Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. Na maior parte, o município de Rio Claro está assentado sobre sedimentos da Formação Corumbataí e Formação Rio Claro, podendo ocorrer também rochas intrusivas basálticas (ZAINÉ, 2000).

Quanto a geomorfologia, o município de Rio Claro está inserido na província geomorfológica denominada Depressão Periférica Paulista, que se localiza entre os rebordos pré-cambrianos do Planalto Cristalino e as escarpas das zonas de cuevas do Planalto Ocidental Paulista. A Depressão Periférica Paulista foi descrita em três zonas distintas: Médio Tietê, Paranapanema e Mogi-Guaçu, sendo que a área de estudo pertence à primeira zona, que apresenta como características morfológicas comportamento interplanáltico, suavemente ondulado, com altitude oscilando entre 550 a 650 metros. O alinhamento de cuevas nesta área compõe um anfiteatro característico do setor-ocidental da Depressão Periférica onde se localizam as cabeceiras do rio Corumbataí e de seus afluentes. Esses rios nascem nas encostas da cuesta e se deslocam para o sul, alimentando o rio Piracicaba, que conseqüentemente, leva suas águas para o rio Tietê (CEAPLA, 2010).

A paisagem regional pode ser caracterizada como monótona, com predomínio de áreas suavemente onduladas, com exceção das áreas no contato das escarpas arenítico-basálticas e pela existência da rede hidrográfica com drenagem de padrão dendrítico. Devido ao desmatamento, as vertentes (então desprotegidas) evoluem de forma acelerada, contribuindo para o aprofundamento dos vales fluviais (CEAPLA, 2010).

Segundo a classificação climática de Koeppen, Rio Claro possui clima *Cwa* (tropical de altitude), caracterizado pela ocorrência de chuvas no verão, com temperaturas superiores a 22° C, e seca no inverno, com temperaturas inferiores a 18° C (tabela 1) (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura - CEPAGRI/UNICAMP; EMBRAPA, 2012).

Tabela 1 - Temperatura e precipitação anual de Rio Claro

MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)			CHUVA (mm)
	mínima média	máxima média	média	
JAN	18.5	29.8	24.2	234.1
FEV	18.7	29.9	24.3	203.1
MAR	18.0	29.5	23.8	153.8
ABR	15.4	27.9	21.6	63.2
MAI	12.7	26.0	19.3	62.4
JUN	11.2	24.9	18.1	38.2
JUL	10.7	25.1	17.9	26.9
AGO	12.1	27.3	19.7	28.8
SET	14.1	28.3	21.2	66.8
OUT	15.8	28.8	22.3	125.6
NOV	16.6	29.2	22.9	147.2
DEZ	17.9	29.1	23.5	216.7
Ano	15.1	28.0	21.6	1366.8
Min	10.7	24.9	17.9	26.9
Max	18.7	29.9	24.3	234.1

Fonte: CEPAGRI/UNICAMP, 2012.

Quanto à expansão urbana, Cunha et al. (2009) destaca que Rio Claro se desenvolveu no interflúvio entre o rio Corumbataí e o ribeirão Claro. Nesse sentido, os autores descrevem que inicialmente a expansão ocorreu de forma longitudinal, já que os vales destes rios (a leste e oeste) e a Florestal Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” atuaram como uma barreira física à expansão urbana. Entretanto, a partir de 1970, devido aos altos índices migratórios e de êxodo rural (reflexos da considerável expansão das cidades médias brasileiras e da crescente industrialização), a área urbana de Rio Claro expandiu-se, atingindo as médias e baixas vertentes dos vales fluviais. Sob este aspecto, Medinilha (1999) enfatiza que a expansão urbana de Rio Claro ocorreu de maneira desordenada e sem planejamento eficaz, tendo como consequências a ocupação das áreas próximas ao rio Corumbataí, processo que desencadeou o desmatamento da vegetação ciliar e consequentemente, a degradação dos recursos hídricos.

5. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre os temas abordados na pesquisa (Legislação Ambiental, APP, Urbanização, Recursos Hídricos, Geotecnologias, Densidade de Ocupação) e sobre a área de estudo. Além disso, também realizou-se a seleção do material cartográfico e das fotografias aéreas. A partir deste levantamento, adotaram-se os procedimentos metodológicos descritos nos itens subsequentes.

5.1 Preparação da base cartográfica digital e das fotografias aéreas

A primeira etapa para a realização dos mapeamentos temáticos da área de estudo foi a preparação da base cartográfica digital da área urbana de Rio Claro/SP. A base cartográfica foi fornecida pelo Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), na escala de 1:10.000, contendo informações relativas às características da drenagem, quadras, limites dos bairros, rodovias, ferrovias, curvas de nível. Para a efetivação da presente pesquisa, foi efetuado um recorte da base cartográfica, selecionando-se os dados dos bairros, da drenagem e da ferrovia, além das curvas de nível, que foram utilizadas para delimitar a bacia do córrego Olinda.

Com relação às fotografias aéreas, é importante ressaltar que esses produtos sensores dos anos de 1972 e 1995 estavam em formato analógico, tendo sido necessários convertê-los para arquivos digitais. Além disso, para as fotografias aéreas dos anos de 1972 e 1995 (escala 1:25.000) foi necessário fazer um recorte, através da ferramenta *Extract by Mask*, do *Arc Toolbox*, visando selecionar apenas a área do entorno do córrego Olinda. Vale salientar, que a fotografia aérea de 2010, foi produzida em meio digital.

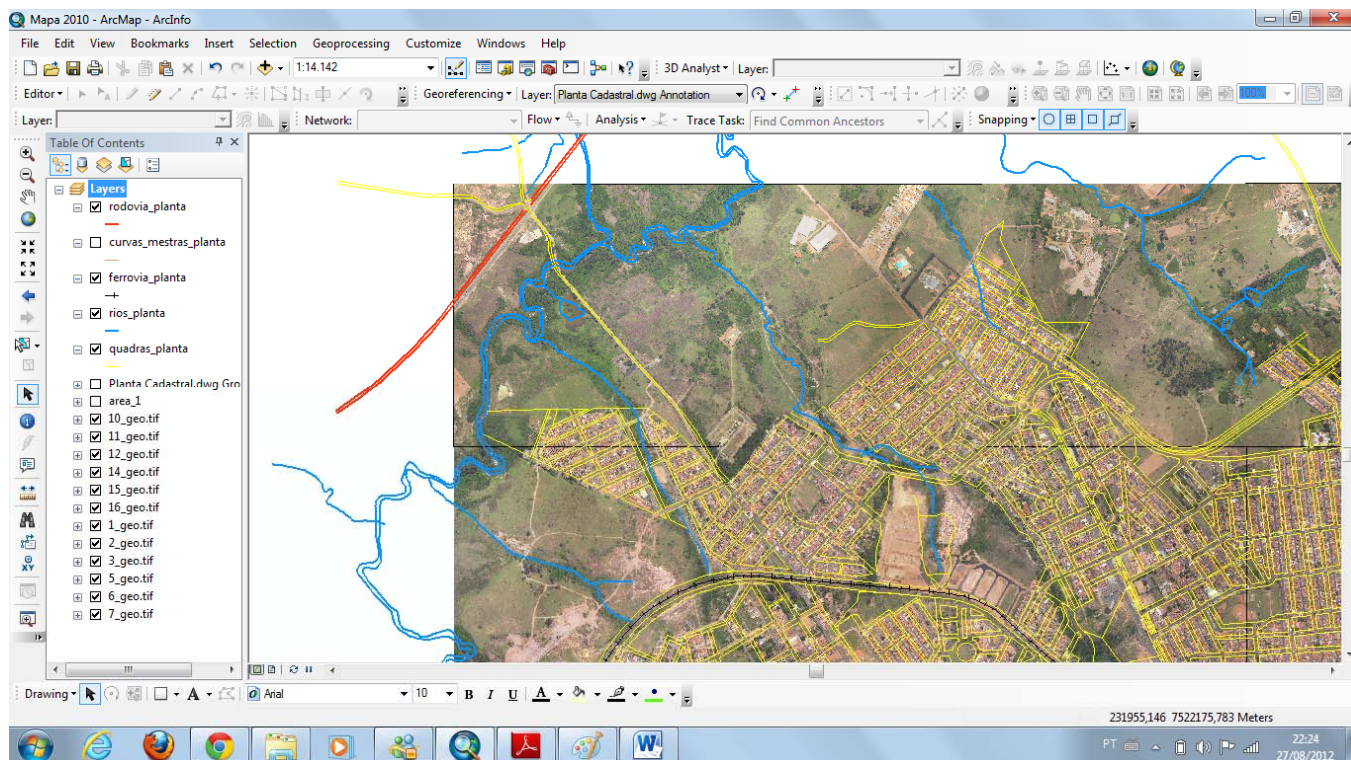
5.2 Georreferenciamento

Após a preparação da base cartográfica digital, foi efetuado o georreferenciamento das fotografias aéreas dos anos de 1972, 1995 (escala 1:25.000) e 2010 (escala aproximada de 1:30.000) através da utilização da ferramenta *Georeferencing* do SIG/ARCGIS. Vale salientar que a fotografia aérea digital de 2010 possui uma escala aproximada de 1:30.000, no entanto devido a alta resolução espacial, através dos recursos de zoom, é possível atingir a escala aproximada de 1:3.000. A Planta Cadastral Digital da cidade de Rio Claro (georreferenciada

no sistema de coordenadas UTM, datum Córrego Alegre, zona 23 S), foi inserida no ambiente do SIG, servindo como base para a coleta dos pontos de controle. Dessa maneira, foram selecionados pontos de fácil visualização tanto na planta cadastral digital quanto nas fotografias aéreas.

Para as fotografias aéreas de 1972 e 1995 foram selecionados seis pontos de controle, bem distribuídos na área da imagem. Já para as fotografias aéreas de 2010 foram selecionados quatro pontos de controle (em cada imagem), permitindo-se a elaboração de um mosaico envolvendo 12 fotografias aéreas, as quais abrangem a área urbana de Rio Claro, onde se integra a área de estudo deste trabalho. O georreferenciamento permitiu a integração entre as fotografias aéreas e a base cartográfica digital da área urbana de Rio Claro (figura 7).

Figura 7 - Sobreposição do mosaico das fotografias aéreas à planta cadastral digital.



Quanto à avaliação da qualidade do georreferenciamento, no Brasil considera-se o disposto no Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 (alterado pelo Decreto nº 5334 de 6 de janeiro de 2005), que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional e que institui o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) (Tabela 2).

Nesse contexto, para as fotografias de 1972 e 1995, na escala de 1:25.000, o erro máximo obtido foi de 4 metros. Levando-se em conta que para a obtenção da Classe A no processo de georreferenciamento, o PEC estabelece o erro máximo de 12,5 metros (na escala

1:25.000). Já para as imagens de 2010, na escala aproximada de 1:3.000, foi estabelecido um erro máximo de 1,5, sendo que o erro máximo obtido foi de 1 metro. Dessa maneira, pode-se afirmar que os produtos elaborados podem ser considerados Classe A segundo o PEC.

Tabela 2 - Critérios do Padrão de Exatidão Cartográfica

Classes	PEC Planimétrico
A	0,5 mm x escala da carta
B	0,8 mm x escala da carta
C	1,0 mm x escala da carta

Fonte: Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984.

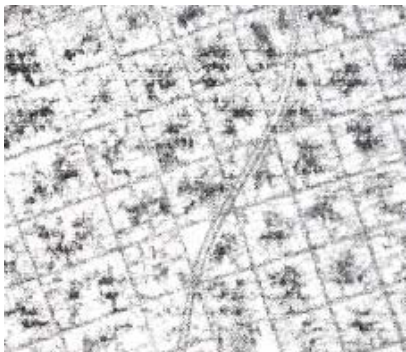
5.3 Elaboração dos mapas temáticos de expansão urbana e de APP

Para a elaboração dos mapas temáticos, os *layers* da Planta Cadastral referentes aos cursos d'água, as quadras, ferrovias e curvas de nível foram exportados para o formato *shapefile*, através da utilização do *Arc Catalog*. Também foi criado um *shapefile* para a demarcação das nascentes do córrego, visando a delimitação da APP no entorno destas; e, e outro para o limite da bacia do córrego Olinda, que foi traçado a partir da análise das curvas de nível. Depois de exportar os dados da Planta Cadastral, foi necessário vetorizar a ocupação urbana e a vegetação ciliar.

Após a vetorização, concluiu-se a elaboração dos mapas temáticos relativos ao uso urbano e as áreas de vegetação na bacia do córrego Olinda. O mapeamento foi realizado manualmente, através da análise visual das fotografias aéreas na tela do computador e os elementos de interesse foram vetorizados utilizando-se os recursos de desenho e edição do SIG.

É importante considerar que as imagens mais antigas (1972 e 1995) têm resolução espacial muito baixa, o que acabou comprometendo a qualidade do mapeamento. Uma alternativa encontrada para tentar aproximar o mapa final da realidade foi aproveitar as informações da Planta Cadastral para delimitar as quadras (área urbana), o córrego Olinda e a vegetação. Entretanto, em várias áreas foi impossível determinar qual o tipo de ocupação predominante. Dessa maneira, nos mapas temáticos de 1972 e 1995, foi possível delimitar apenas duas classes temáticas, que referem-se ao adensamento urbano e a vegetação expressiva, sendo que as áreas que aparecem em branco correspondem as áreas não mapeadas (conforme os quadros 2 e 3).

Quadro 2 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 1972

	Área Urbana – área construída, englobando casas, praças, prédios industriais, comerciais, institucionais, etc.
	Vegetação - Área com a presença de vegetação, sem o loteamento das quadras e ruas definido. Nessa classe também foram incluídas as áreas verdes urbanas.

Quadro 3 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 1995

	Área Urbana - área construída, englobando casas, praças, prédios industriais, comerciais, institucionais, etc.
	Vegetação - Área com a presença de vegetação, sem o loteamento das quadras e ruas definido. Nessa classe também foram incluídas as áreas verdes urbanas.

Já as fotografias aéreas de 2010 apresentam alta resolução espacial. Deste modo, para esse ano foi possível delimitar precisamente todos os usos da terra na bacia do córrego Olinda. Assim, no mapa temático referente a 2010, as feições foram organizadas em seis classes: solo exposto, loteamento, área urbana, área de deposição irregular de resíduos, vegetação e gramíneas (quadro 4).

Quadro 4 – Classes temáticas do mapeamento do cenário de 2010

	Solo exposto – Terrenos sem vegetação e sem edificações.
	Loteamento – Terrenos sem edificações, preparados para futuras ocupações.
	Área Urbana – área construída, englobando casas, praças, prédios industriais, comerciais, institucionais, etc.
	Área de deposição irregular de resíduos – Áreas de solo exposto e/ou gramíneas utilizados como depósitos irregulares de resíduos.

	Vegetação – Área com a presença de mata, sem o loteamento das quadras e ruas definido. Nessa classe também foram incluídas as áreas verdes urbanas.
	Gramíneas – Áreas cobertas por vegetação rasteira.

5.4 Elaboração do buffer de APP

A partir da feição hidrografia proveniente da Planta Cadastral digital, foi elaborada a faixa *buffer* através da ferramenta *buffer* do SIG/Arcgis. No caso da bacia analisada, considerou-se a faixa de mata ciliar de 30 metros ao longo do córrego Olinda, e de 50 metros ao redor das nascentes, conforme o disposto na Legislação Ambiental (Lei nº 12.651/12, Resoluções CONAMA nºs 302 e 303/02) (ver item 3.1.2).

A partir disso foi possível realizar a sobreposição das áreas do buffer calculado e das áreas de mata ciliar mapeada, com a utilização da ferramenta *clip*.

5.5 Cálculo da densidade de ocupação e da APP

Com base nos mapeamentos para os anos de 1972, 1995 e 2010 foram calculadas as densidades de ocupação para os três períodos, o que permitiu analisar a intensidade do crescimento urbano ao longo do tempo, podendo-se identificar o período de maior intensidade de ocupação. Também foram realizados cálculos das áreas de APP em cada período, que permitiu avaliar as consequências da expansão urbana para a vegetação que margeia o córrego

Olinda e também para quantificar a perda vegetacional da área. Para efetuar os cálculos, inicialmente foi necessário inserir um campo intitulado “área” na tabela de atributos dos *shapefiles* de APP e quadras, e posteriormente utilizou-se a ferramenta *Calculate Geometry*. Para mensurar a densidade de ocupação (em porcentagens) utilizou-se a seguinte formula:

$$\frac{\text{Área urbana}}{\text{Área total da bacia}} \times 100$$

Devido à dificuldade de comparação entre áreas diferentes e a falta de parâmetros de enquadramento compatíveis com a realidade brasileira, foram definidas três diferentes densidades de ocupação, considerando valores crescentes de 0 a 100%, sendo:

- (a) Baixa: entre 1 e 34%
- (b) Média: entre 35 e 69%
- (c) Alta: entre 70 e 100%

5.6 Trabalho de campo

No dia 16 de setembro de 2012 foi realizada uma saída de campo para o registro da situação da área urbana, da mata ciliar e dos impactos na área da bacia do córrego Olinda na atualidade. Além da obtenção das fotografias, o trabalho de campo teve como objetivo conhecer as principais características da área, bem como verificar a veracidade dos mapeamentos.

O trabalho de campo permitiu constatar que a APP do córrego Olinda encontra-se profundamente degradada, principalmente pela retirada na vegetação ciliar, pela ocupação irregular da APP e pelo depósito irregular de lixo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análise geral da expansão urbana de Rio Claro

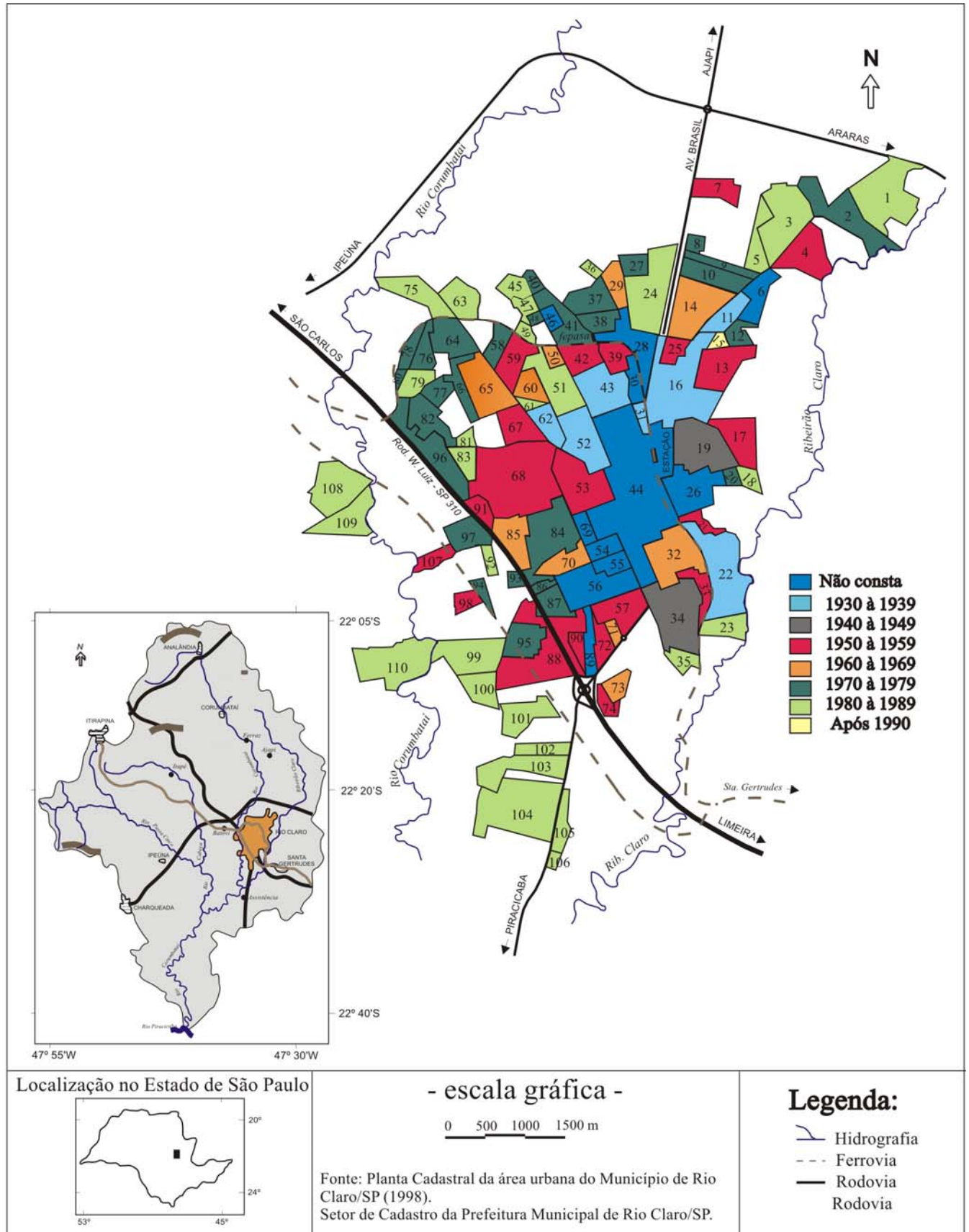
A partir de 1950 o Brasil foi marcado por um período de intenso desenvolvimento industrial, que estimulou o crescimento das cidades brasileiras, sendo que a cidade de Rio Claro também sofreu influência deste crescimento. Entretanto, até 1970, a direção do crescimento urbano de Rio Claro obedeceu às limitações impostas pelo meio ambiente natural, que durante muito tempo se configurou como um obstáculo para a expansão urbana, ou seja, até esse período a cidade de Rio Claro se desenvolveu prioritariamente no interflúvio entre o rio Corumbataí e o ribeirão Claro (MEDINILHA, 1999).

De acordo com a autora, a partir de 1970, a área urbana da cidade de Rio Claro apresentou um crescimento acelerado, fato que pode ser explicado pelo desenvolvimento urbano e industrial que a cidade atingiu a partir desse período.

A figura 8, elaborada por Medinilha (1999) demonstra a direção do crescimento urbano da cidade de Rio Claro ao longo das décadas, desde a década de 1930 até a década de 1990. Entretanto, por ser produto cartográfico de um trabalho realizado em 1999, não apresenta os bairros que foram agregados a área urbana de Rio Claro em períodos recentes. Dessa maneira, para complementar as informações, optou-se por inserir a figura 9, elaborada pelo SEPLADEMA (2011), que apresenta os dados destes bairros que se formaram após 1999.

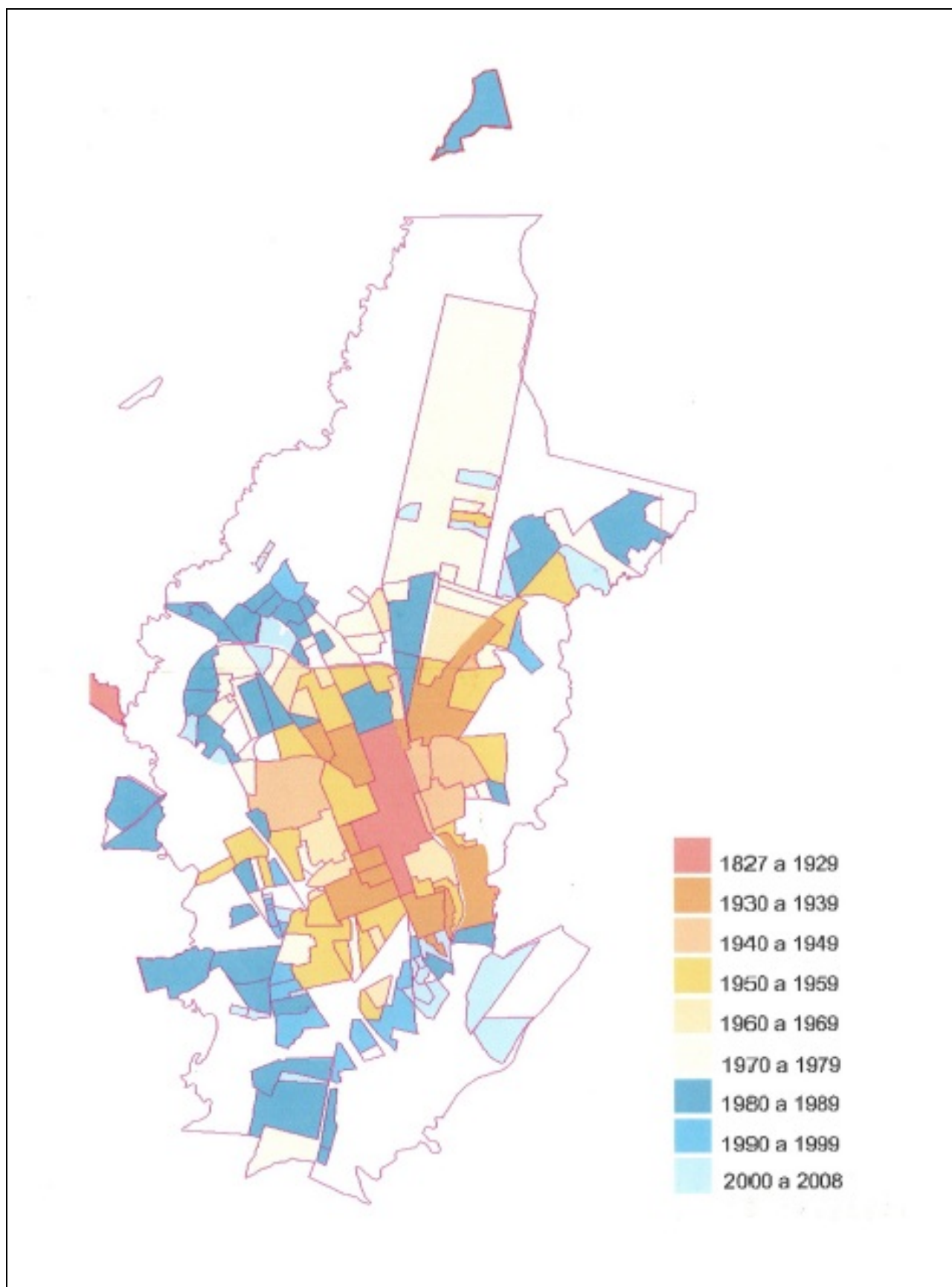
No presente trabalho, para o cenário elaborado a partir das fotografias aéreas de 1972 (figura 10), é possível observar que a bacia do córrego Olinda ainda encontrava-se pouco urbanizada, principalmente nas áreas limítrofes ao córrego Olinda, configurando-se como uma área de expansão urbana, com a presença de loteamentos, como por exemplo, o do bairro Parque São Jorge. Neste ponto é importante fazer uma ressalva, já que nas informações fornecidas pelo SEPLADEMA, o bairro Parque São Jorge começou a ser loteado após 1980. Entretanto, nas fotografias aéreas de 1972 já era possível verificar que a área já tinha características de loteamento. Os bairros Jardim Olinda e Alto do Santana, que se desenvolveram no período entre 1950 a 1969, próximo a uma das nascentes do córrego, já apresentavam algumas casas, mas ainda estavam em processo de ocupação.

Figura 8 – Mapa de expansão urbana de Rio Claro



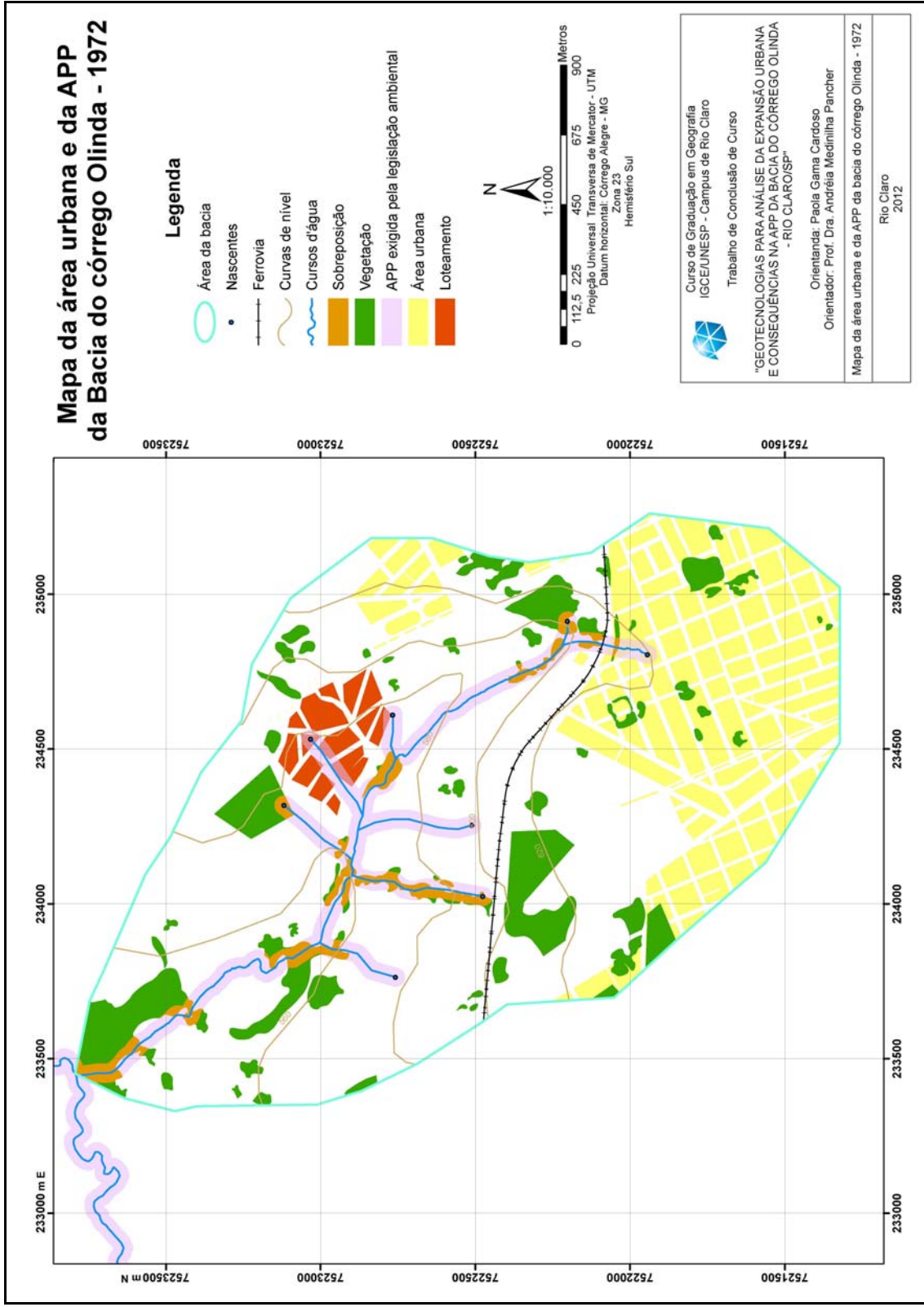
Fonte: Medinilha, 1999.

Figura 9 – Mapa de expansão urbana de Rio Claro



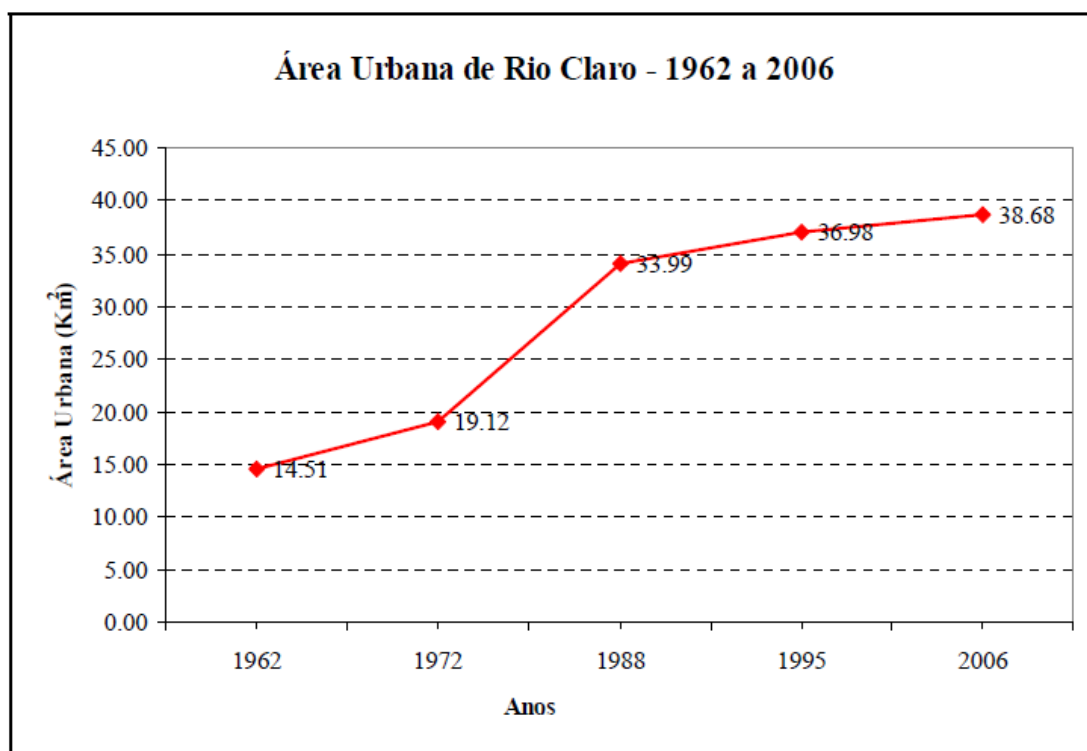
Fonte: SEPLADEMA, 2012.

Figura 10 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda – 1972.



Rossetti (2007) analisa que no período de 1972 a 1988 o crescimento da malha urbana de Rio Claro ocorreu com intensidade, principalmente como consequência do grande número de loteamentos de alto padrão e conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda implantados nesse período. A autora ainda destaca que nos anos seguintes, ocorreu uma diminuição significativa no processo de expansão urbana, ocorrendo à intensificação do processo de ocupação dos bairros já existentes, devido à existência de loteamentos que se encontravam total ou parcialmente edificadas. Dessa maneira, no período de 1988 a 1995, intensificou-se as ocupações em todas as Unidades Regionais de Planejamento, através do preenchimento de fragmentos de vazios intra-urbanos. Nesse mesmo período, a expansão urbana se limitou às áreas periféricas, com construções de conjuntos habitacionais destinados às classes de baixa renda (gráfico 2).

Gráfico 2 - Crescimento da área urbana de Rio Claro no período de 1962 a 2006.



Fonte: Rossetti, 2007

No cenário elaborado a partir das fotografias aéreas de 1995 (figura 11), é possível perceber que a bacia do córrego Olinda já se apresentava urbanizada. No período entre 1972 a 1995 desenvolveram-se 8 bairros próximos ao córrego Olinda, sendo: Jardim Cidade Azul,

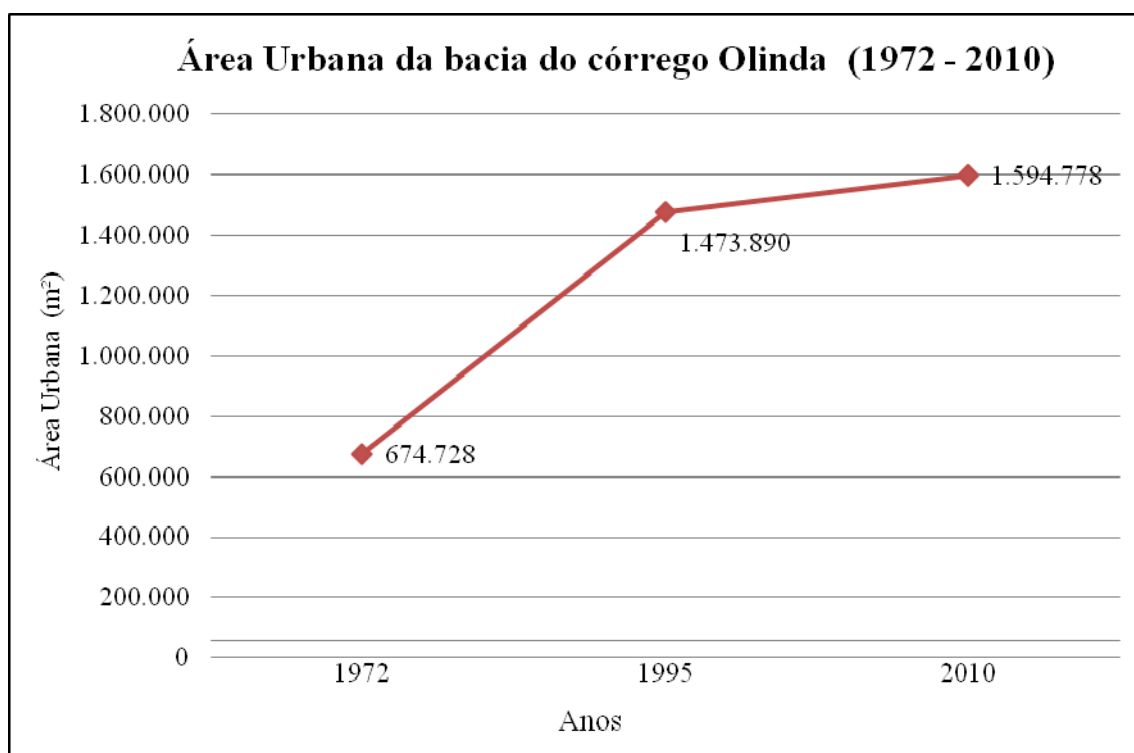
Residencial das Flores, Residencial São José, Parque São Jorge, Jardim São João, Jardim São Caetano, Jardim Azul e Jardim Santa Maria.

Seguindo a tendência registrada no período anterior, Rossetti (2007) destaca que no período de 1995 a 2006, a expansão urbana aconteceu com menor intensidade, tendo sido implantados conjuntos habitacionais populares e condomínios residenciais fechados, com características de alto padrão.

Dessa maneira, no ano de 2010, o quadro da bacia do córrego Olinda não apresenta mudanças significativas do cenário observado em 1995, com exceção do bairro Jardim Araucária e do loteamento Residencial Bosques de Rio Claro, que se desenvolveram entre os anos de 2000 a 2008 (figura 12).

A partir dos mapas temáticos elaborados, calculou-se a densidade de ocupação para os cenários de 1972, 1995 e 2010. A partir das informações disponíveis no gráfico 3 e no quadro 5 é possível analisar que no período de 1972 a 1995 a área urbana na bacia do córrego Olinda cresceu significativamente (crescimento de 674.728 m² para 1.473.890 m²), passando consequentemente de uma intensidade baixa de densidade de ocupação para intensidade média. Já no período de 1995 a 2010, a expansão da área urbana na bacia foi pequena (crescimento de 1.473,890 m² para 1.594,778 m²), sendo que a densidade de ocupação manteve-se com intensidade média.

Gráfico 3 - Crescimento da área urbana da bacia do córrego Olinda no período de 1972 a 2010.



Quadro 5 – Densidades de ocupação para os cenários de 1972, 1995 e 2010.

Anos	Densidade Ocupação (em %)	Intensidade da Densidade de Ocupação
1972	21%	Baixa
1995	47%	Média
2010	51%	Média

Com base nos mapeamentos e cálculos de densidade de ocupação efetuados, nas informações cedidas pelo SEPLADEMA e nos trabalhos de Medinilha (1999) e Rossetti (2007), é possível determinar que foi no período entre 1980 e 1989 que o crescimento urbano na bacia do córrego Olinda ocorreu com maior intensidade, visto que nesse período 8 novos bairros se desenvolveram nas áreas adjacentes ao córrego. Após 1995, fica evidente que a expansão urbana na bacia já atingiu seu ápice, ocorrendo então a diminuição da expansão urbana, intensificando-se o processo de ocupação dessas áreas recém-urbanizadas. É importante destacar que após 1995, apenas 2 bairros foram agregados a área urbana na qual a bacia está inserida.

Figura 11 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda – 1995

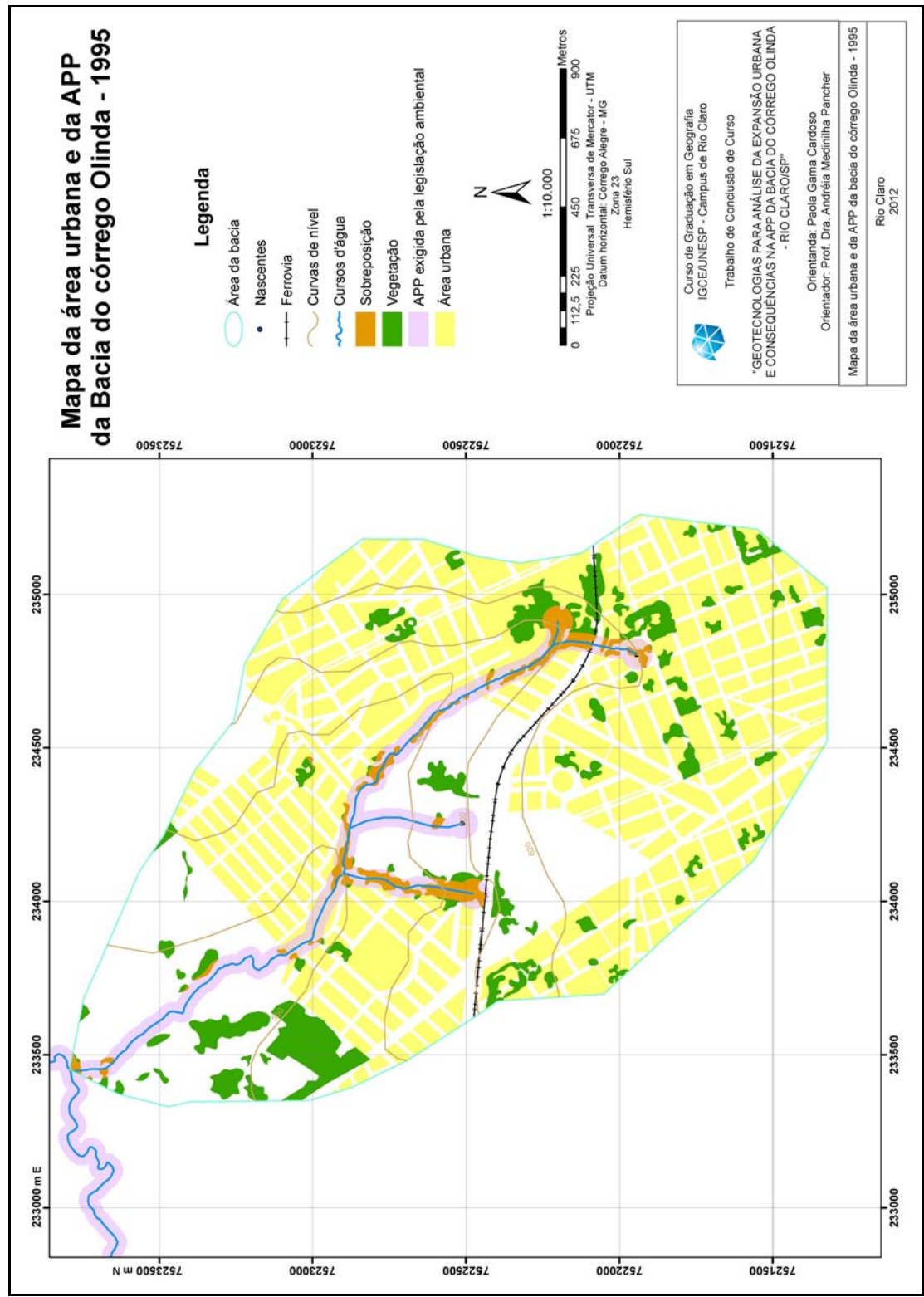
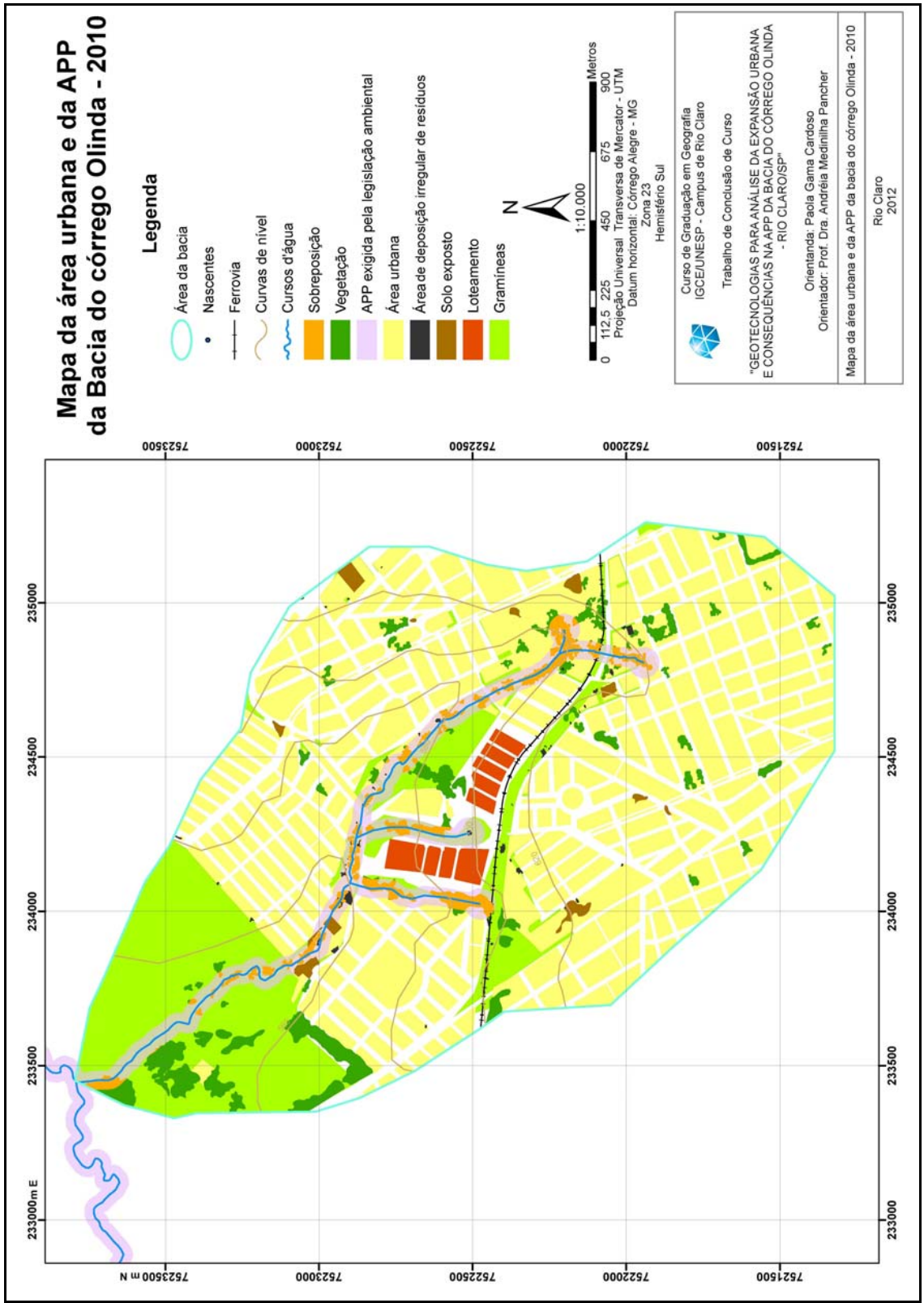


Figura 12 - Mapa de expansão urbana e da APP da Bacia do córrego Olinda - 2010



6.2 Mata Ciliar

Através do mapeamento da mata ciliar existente nos cenários de 1972, 1995 e 2010 e do buffer calculado de acordo com a Legislação Ambiental (Lei nº 12.651/2012) foi possível analisar a situação da mata ciliar e sua conformidade no que se refere à legislação vigente. De modo geral, é possível afirmar que a vegetação ciliar do córrego Olinda foi e continua sendo impactada negativamente pelo processo de expansão urbana, encontrando-se intensamente degradada e em desconformidade com os padrões estabelecidos por lei.

Sobre o exposto, Carvalho e Braga (2005) afirmam que a legislação urbana da cidade de Rio Claro desenvolveu-se tardiamente, sendo que o primeiro Plano Diretor da cidade foi aprovado somente em 1992. Os autores também destacam que dependendo da administração municipal e das pressões do mercado imobiliário, as APPs foram preservadas no processo de parcelamento do solo. Em contrapartida, em outros períodos, as próprias administrações não respeitaram o zoneamento.

Tomando-se como ponto inicial a situação mapeada em 1972 (figura 10), é possível perceber que a APP do córrego Olinda já se encontrava muito degradada, sendo que a maior parte do córrego não apresentava vegetação ciliar, e quando apresentava, estava fora dos limites previstos na Legislação Ambiental. Situação semelhante pode ser visualizada nas nascentes, já que apenas duas (das oito que fazem parte da bacia do córrego Olinda) apresentavam certa densidade de vegetação ciliar, mas não em conformidade com o exigido por lei.

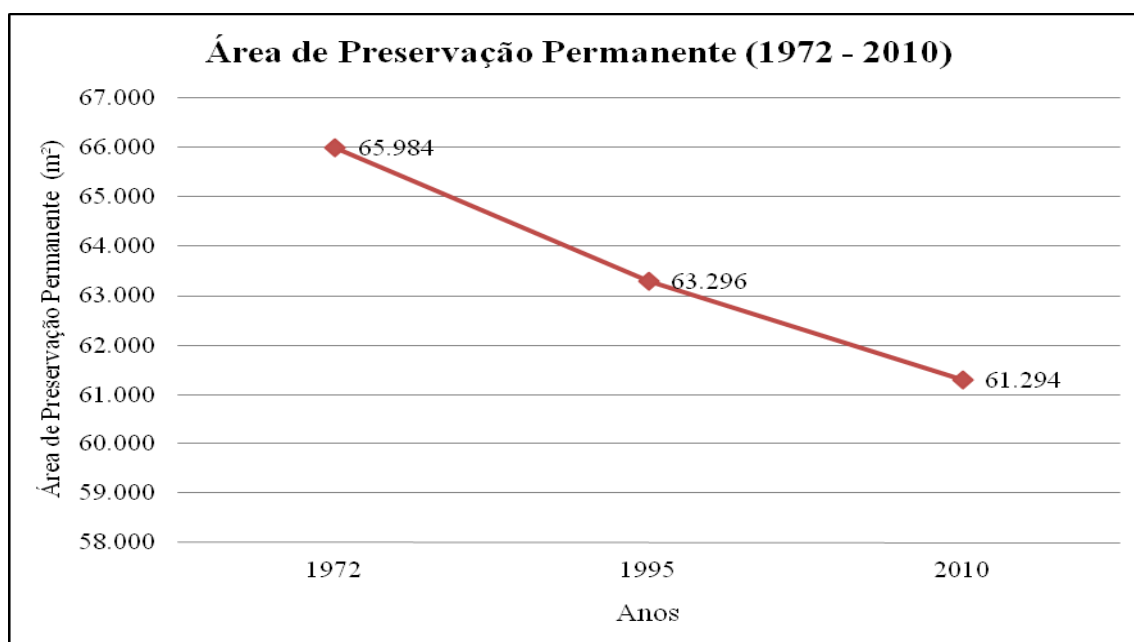
Partindo para a análise do cenário mapeado em 1995 (figura 11), é possível verificar que apesar de não apresentar mudanças significativas em relação ao cenário mapeado em 1972, o córrego Olinda apresenta uma queda na densidade da vegetação ciliar. O ponto mais importante a ser destacado nesse cenário é o fato de que os três afluentes da margem direita do córrego Olinda (que atualmente se encontram nos bairros Residencial São José, Parque São Jorge e Jardim São José) e um afluente da margem esquerda (no bairro Jardim Santa Maria) foram suprimidos pelo processo de urbanização, através de canalizações, e consequentemente a vegetação ciliar do entorno desses afluentes foi retirada, para dar espaço ao crescimento urbano.

Finalizando a análise, no cenário mapeado em 2010 (figura 12) é possível verificar que a mata ciliar existente não apresenta continuidade ao longo do córrego Olinda e seus afluentes, sendo formada por pequenos fragmentos. Quanto as nascentes, nenhuma delas apresenta vegetação compatível ao exigido na Legislação Ambiental. Sobre esse cenário, é

importante destacar que o desenvolvimento do Loteamento Residencial Bosques de Rio Claro próximo a dois afluentes do córrego Olinda, representa uma ameaça para mata ciliar ainda existente, já que a tendência é que o bairro se expanda gradativamente sobre a APP, levando a supressão da vegetação ciliar e possivelmente a canalização desses afluentes.

Para os três cenários, calculou-se as dimensões da vegetação ciliar existente e tal cálculo permitiu quantificar a perda vegetacional da área no período entre 1972 e 2010. A partir do gráfico 4 é possível analisar que a perda vegetacional da mata ciliar na APP no período entre 1972 e 2010 corresponde a 4.690 m². Apesar de ser um valor relativamente pequeno, é importante considerar que em 1972 a vegetação ciliar já se encontrava intensamente degradada, apresentando 65.984 m² de vegetação ciliar, sendo que o ideal (ou seja, considerando a faixa buffer gerada e os limites previstos na Legislação Ambiental), seria que a APP do córrego Olinda apresentasse 268.582 m² de vegetação ciliar.

Gráfico 4 - Perda Vegetacional na APP do córrego Olinda no período de 1972 a 2010.



Partindo do exposto, é possível afirmar que a APP do córrego Olinda sofreu forte redução de sua vegetação ciliar devido à interferência causada pela expansão urbana, sendo que a vegetação ciliar encontra-se fragmentada, não apresentando uma continuidade ao longo do córrego e de seus afluentes, fato que contribui para a ocorrência de processos erosivos, para a degradação dos recursos hídricos e prejudica o deslocamento e reprodução das espécies da fauna e a flora. Considerando-se que crescimento urbano é contínuo, provavelmente os bairros existentes no entorno do córrego continuarão a se expandir, e consequentemente, as

áreas que ainda apresentam considerável densidade de mata ciliar virão a ser desmatadas, contribuindo ainda mais para a degradação da APP. Nesse sentido, também é possível que os afluentes do córrego Olinda sofram canalizações para dar espaço a área urbana (como ocorreu anteriormente), contribuindo ainda mais para a supressão da mata ciliar.

Dessa maneira, torna-se necessário que a Prefeitura Municipal de Rio Claro proponha medidas urgentes para deter o crescimento urbano no entorno do córrego Olinda, visando sua proteção e conseqüentemente do rio Corumbataí, que se configura como um importante manancial de abastecimento urbano, não só para Rio Claro, mas também para as cidades vizinhas. Paralelamente, também é necessário o desenvolvimento de projetos de recuperação e manutenção da vegetação ciliar e da APP como um todo.

6.3 Problemas Ambientais na APP do córrego Olinda

A partir da bibliografia disponível, dos cenários mapeados e do trabalho de campo realizado, é possível efetuar uma análise mais profunda das conseqüências do processo de expansão urbana para a APP do córrego Olinda. Primeiramente é preciso destacar que a bacia do córrego Olinda apresenta intensa urbanização (assim como as demais áreas urbanas de Rio Claro), e é composta por bairros residenciais habitados por populações de baixa renda e que apresentam infraestrutura precária, principalmente no que se refere aos sistemas de drenagem urbana. Carvalho e Braga (2005) destacam que o córrego Olinda apresenta inúmeros problemas causados principalmente pela urbanização tradicional e por soluções de drenagem inadequadas que sofreu, e como conseqüência, já passou por inúmeras intervenções municipais para tentar solucionar tais problemas.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho e principalmente durante a realização do trabalho de campo, constatou-se que o córrego Olinda e seu entorno apresentam graves problemas ambientais (e sociais) em decorrência do processo de urbanização, que comprometeu significativamente a qualidade e quantidade da mata ciliar e também dos recursos hídricos. Tais problemas também já foram levantados por Pinto et al. (2009), Cunha et al. (2009) e Carvalho e Braga (2005) e englobam:

- (1) a ocupação desordenada das áreas do entorno e a ocupação ilegal das áreas protegidas por lei (ocupações caracterizadas por “barracos”), que levaram a impermeabilização do solo e a supressão da mata ciliar;
- (2) aumento do escoamento superficial como conseqüência da impermeabilização e da retirada da vegetação ciliar, que contribui para a ocorrência de processos erosivos, além de

afetar a integridade das obras de drenagem pluvial, comprometendo a segurança das famílias localizadas nas áreas adjacentes ao córrego, devido ao risco de desabamento das residências e do sistema viário;

(3) deposição de resíduos em áreas inapropriadas e na própria APP;

(4) emissão de efluentes no córrego (não foi realizada nenhuma análise da água que comprovasse tal situação, entretanto o mau cheiro que pode ser sentido próximo ao córrego pode ser considerado um indício da ocorrência desse processo);

(5) substituição da vegetação ciliar por culturas de gêneros alimentícios, com predomínio de bananeiras;

(6) assoreamento do leito fluvial em decorrência do “acúmulo” dos materiais provenientes dos processos erosivos e dos entulhos oriundos da urbanização;

Figura 13 – Impactos Ambientais na APP do Córrego Olinda.



1 – Ocupação irregular na APP do córrego Olinda



2 – Cultivo de bananeiras na APP



3 – Depósito de lixo irregular na APP



4 – Mata ciliar queimada



5 – Deposito de lixo irregular na APP e canalização



6 – Rede de drenagem urbana soterrada



7 – Casas próximas a APP



8 – Canalização córrego Olinda (obras recentes)

6.4 Plano Diretor

O artigo 7º do Plano Diretor define que o território da cidade de Rio Claro está dividido em cinco Unidades Regionais de Planejamento (URP), que tem como objetivos orientar a política urbana e a implantação e ampliação do sistema viário, da infraestrutura e dos equipamentos sociais e urbanos e também estabelecer parâmetros para o planejamento urbanístico e ambiental. Além disso, a divisão em URPs também objetiva que a implantação ou a ampliação da infraestrutura e de equipamentos sociais urbanos ocorra de modo desconcentrado, promovendo o equilíbrio entre as Unidades.

A bacia do córrego Olinda está incluída na Unidade Regional de Planejamento I – Central (URP1) e na Unidade Regional de Planejamento II – Grande Chervezon (URP2). Conforme pode-se analisar na figura 14, apenas duas nascentes do córrego Olinda estão inseridas na URP1 (em sua área limítrofe a URP2), por isso considerou-se que a influencia da urbanização desta URP na APP da bacia do córrego Olinda é pequena, restringindo-se aos bairros próximos as nascentes.

Figura 14 - Unidade Regional de Planejamento I – Central, em destaque nascentes do córrego Olinda.



Fonte: Adaptada do Plano Diretor de Rio Claro, 2008.

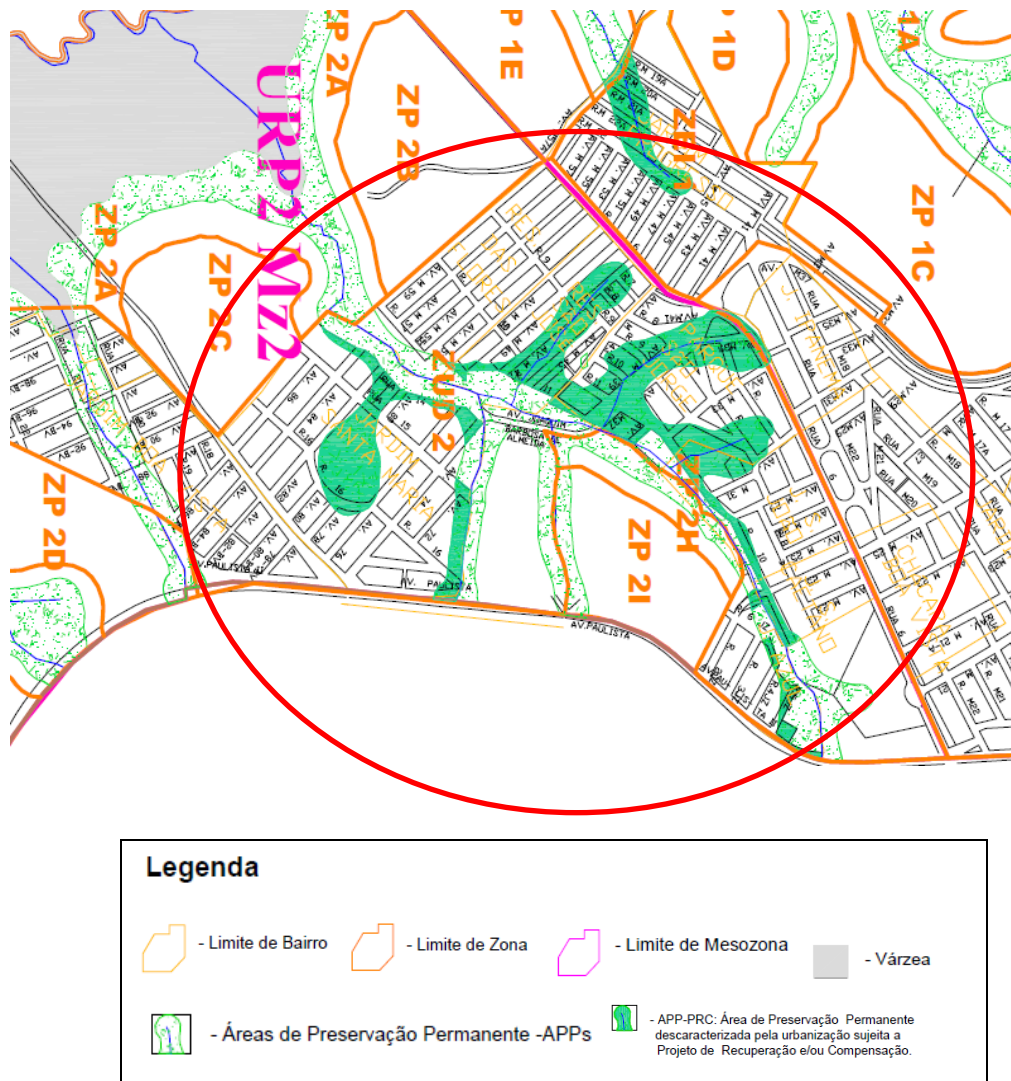
Nesse contexto, a maior parte da bacia do córrego Olinda encontra-se inserida na Unidade Regional de Planejamento II – Grande Chervezon (URP2) (figura 15).

O artigo 91 do Plano Diretor elenca as diretrizes ambientais desta URP, que são:

- a) disciplinar o destino das águas pluviais das áreas urbanas existentes a fim de combater os processos erosivos existentes no entorno dessas áreas;
- b) implantação de dispositivos de controle de escoamento das águas pluviais visando a não ampliação da vazão;
- c) manutenção do sistema de macro-drenagem visando conter solapamento do córrego Olinda;
- d) promoção e incentivo da recuperação e conservação das margens do córrego Olinda;

- e) promoção e incentivo da criação de parques lineares e espaços livres públicos;
- f) realização de projetos de micro-drenagem visando conter a velocidade da água no sistema viário local;
- g) fiscalização de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem;
- h) evitar arruamentos no sentido do declive nos novos loteamentos;
- i) criar um Parque Municipal do tipo linear, no entorno do vale do córrego Olinda;
- j) coibir o avanço da urbanização em direção ao rio Corumbataí e afluentes;
- k) respeitar as taxas mínimas de permeabilidade do solo nos novos loteamentos;
- l) controlar a ocupação dos terraços vinculados ao rio Corumbataí, que ultrapassam os limites das Áreas de Proteção Permanente;
- m) recompor a mata ciliar das margens do rio Corumbataí e de seus afluentes;
- n) proibir o depósito de entulhos, principalmente às margens do rio Corumbataí.

Figura 15 - Unidade Regional de Planejamento II – Grande Cervezão, em destaque os bairros que estão inseridos na bacia do córrego Olinda.



Fonte: Adaptada do Plano Diretor de Rio Claro, 2008.

Os bairros Residencial das Flores, Residencial São José, Parque São Jorge, Jardim Santa Maria, Jardim São Caetano, Jardim Azul, estão inseridos em uma Zona de Uso Diversificado (ZUD). Entretanto, essa zona encontra-se cercada por inúmeras de Zonas de Proteção (ZP), dentre as quais pode-se destacar as zonas ZP2A e ZP2H que, “correspondem à faixa paralela ao limite da APP, com largura de 40 metros para os afluentes do Corumbataí e 80 metros para o rio Corumbataí” (Plano Diretor e Normas Complementares, 2008). Nessas zonas, o único uso permitido corresponde a Área Pública de lazer, onde a impermeabilização máxima corresponde a 10%, apenas para a implantação de caminhos e edificações de suporte à área de lazer.

Devido à existência dessas áreas de proteção, o crescimento dos bairros inseridos na bacia do córrego Olinda deve ser monitorado e controlado pela Prefeitura Municipal, visando impedir o avanço da área urbana sobre essas ZPs. Entretanto, a despeito do conhecimento da importância dessas Zonas de Proteção para a preservação da mata ciliar e dos recursos hídricos e também para o bem estar da população, tramita na câmara municipal o Projeto de Lei Complementar, que dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de 2007. Caso esse Projeto de Lei seja aprovado, algumas áreas que até então eram consideradas como Zonas de Proteção, passarão a ser consideradas como Zonas de Expansão Urbana, estando passíveis de expansão da malha urbana, através da implantação de novos loteamentos.

Ainda sobre as diretrizes ambientais para o córrego Olinda e seu entorno (contidas no Plano Diretor) é importante ressaltar que apesar da situação de degradação que o córrego Olinda apresenta, até o momento nenhuma medida de recuperação e preservação foi realizada, nem mesmo com relação à implantação do Parque Municipal no entorno do vale do córrego Olinda.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade se configura como um espaço marcado pela manifestação dos mais diversos impactos ambientais, que são provocados pela interferência do homem e suas atividades no equilíbrio dinâmico da natureza. A concentração da população, das atividades econômicas e os padrões tecnológicos vigentes têm reforçado a existência de um ambiente urbano altamente degradado.

No Brasil, o cenário urbano é marcado pela existência de assentamentos urbanos precários, que tem como consequência direta o comprometimento ambiental dos recursos hídricos e do solo, a diminuição da cobertura vegetal, entre outros. A falta de alternativas de moradia e de lotes urbanos a preços acessíveis força os grupos de menor poder aquisitivo a ocupar (muitas vezes ilegalmente) espaços impróprios para assentamentos, como por exemplo, no entorno de rios e cursos d'água, em áreas de proteção e com ausência de infraestrutura.

No caso da bacia do córrego Olinda, a análise da bibliografia disponível, dos dados coletados e dos mapeamentos realizados permitiu constatar que a bacia e seu entorno apresentaram crescimento intenso, principalmente no período entre 1980 a 1989. Entretanto, a expansão da área urbana se deu de forma desordenada e seguindo modelos de urbanização ineficientes, gerando inúmeros problemas de ordem ambiental e social. Além disso, as análises permitiram a constatação de que a principal causa dos problemas ambientais identificados (ocupação desordenada das áreas do entorno e ocupação ilegal das áreas protegidas por lei, degradação da mata ciliar e dos recursos hídricos, aceleração dos processos erosivos, deposição irregular de lixo, substituição da vegetação ciliar por culturas de gêneros alimentícios, emissão de efluentes sem tratamento no córrego) foi a ausência de um planejamento urbano e ambiental adequado e o desrespeito às Legislações Ambientais e ao Plano Diretor vigente por parte da Prefeitura Municipal de Rio Claro. Corroborando tal afirmação, os autores Carvalho e Braga (2005, p. 5) destacam que “o desenvolvimento urbano de Rio Claro é reflexo de uma orientação funcional, bastante permissiva e simplista, acatando as pressões da especulação imobiliária e os interesses das elites”.

Nesse sentido, o crescimento desordenado das cidades e a degradação das bacias hidrográficas urbanas não são consequências da ausência de instrumentos normativos e restritivos para disciplinar a expansão urbana, mas sim da falta de uma fiscalização adequada, que faça valer o que está estabelecido na legislação vigente e que puna os infratores.

O mapeamento da mata ciliar no entorno do Córrego Olinda evidenciou que esta apresenta-se bastante degradada, incluindo as áreas de nascentes. A superposição realizada entre a largura de mata ciliar estabelecida pela Lei nº 12.651/12 e a mata ciliar real (para os anos de 1972, 1995 e 2010) demonstrou que, apesar do novo Código Florestal delimitar uma largura fixa de 30 metros de APP (para corpos d'água com até 10 metros de largura) e de 50 metros para as nascentes, a vegetação ciliar existente encontra-se fragmentada, não apresentando uma continuidade ao longo do córrego e seus afluentes, fato que contribui para a degradação dos recursos hídricos e das áreas do entorno.

Diante do exposto, torna-se necessário à adoção de medidas para reverter essa situação, visando melhorar a qualidade dos recursos hídricos e da população residente próximo ao córrego. Assim, nas áreas que ainda apresentam considerável densidade de vegetação ciliar, é necessária a execução de ações que propiciem a recomposição, preservação e manutenção da vegetação ciliar, evitando que a área urbana se expanda para estas áreas. Já nas áreas onde não há possibilidades de reestabelecer a APP na largura de 30 metros, devido à expansão urbana e a ocupação irregular, julga-se necessário que a Prefeitura Municipal crie, no entorno do vale do córrego Olinda, um Parque Municipal do tipo linear (conforme consta no Plano Diretor e na Resolução CONAMA 369/06). A criação deste parque, além de coibir a continuidade da expansão urbana sobre essas áreas, também proporcionaria condições para diminuir a degradação dos recursos hídricos e da vegetação ciliar, na medida em que esta área verde proporcionaria a recuperação das áreas degradadas da APP, através da implementação de gramíneas e de espécies arbóreas (nativas ou não). Dessa maneira, a existência da vegetação, aliada a baixa impermeabilização da área, facilitaria a infiltração das águas pluviais, contribuindo para a redução da força do escoamento, amenizando a ocorrência de processos erosivos. Além disso, a presença da vegetação contribuiria para a diminuição dos sedimentos carregados para o córrego e para a redução da carga de poluentes, melhorando a qualidade hídrica do córrego e consequentemente do rio Corumbataí.

Além disso, é de extrema importância que seja realizado projetos de educação ambiental, visando à conscientização da população sobre a importância da mata ciliar para os recursos hídricos, enfatizando que a ocupação irregular e desordenada, e principalmente a disposição de resíduos sólidos (lixo) ou líquidos (esgoto) nas áreas de APP são prejudiciais para manutenção da qualidade ambiental dos recursos hídricos e de seu entorno, fato que reflete diretamente na qualidade de vida da população.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A.K.; MORAES, O.B. *Desenvolvimento urbano sustentável*. São Paulo: EPUSP, 2009. 29 p. ((Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/26). Disponível em: <<http://alkabiko.pcc.usp.br/TT26DesUrbSustentavel.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. *Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº 303 de 20 de março de 2002: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em 27 set. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº 369 de 28 de março de 2006: Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em 29 set. 2011.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001: e dá outras providências*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 15 set. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989: Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm>. Acesso em 16 fev. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em 15 ago. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. *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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 15 ago. 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. *Lei nº 89.817, de 20 de junho de 1984: Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas*

da Cartografia Nacional. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/decreto_89817_nova_redacao.pdf>. Acesso em 01 set. 2012.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, C.M.B.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.S.; MAGALHÃES, G.C. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Escola de Computação, SBC, 1996. Disponível: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2012.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G.R.; *Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica*. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em 16 fev. 2012.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. *Introdução*. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em 16 fev. 2012.

CARVALHO, P.F.de; BRAGA, R. *Zoneamento ambiental urbano por micro-bacias hidrográficas: estudo de viabilidade em cidade média no Estado de São Paulo – BR*. In: *Anais do I Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável*. São Carlos: EESC-USP, 2005. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/gpapt/Artigos%20pdf%20final/pompeu%20PDF/Carvalho%20e%20Braga%20Pluris%202005.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2012.

CEAPLA. Centro de Análise e Planejamento Ambiental. *Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí*. Disponível: <<http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/atlas.html>>. Acesso em 04 out. 2011.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI. *Clima dos municípios paulistas*. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_494.html>. Acesso em 16 fev. 2012.

CUNHA, C.M.L.; MORUZZI, R.B.; BRAGA, R. *Diagnóstico dos elementos de drenagem da área urbana de Rio Claro – SP: Subsídios para o Plano Diretor*. Revista de estudos ambientais, v.11, n. 2, p. 88-100, jul.dez. 2009. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/1551/1201>>. Acesso em 04 out. 2011.

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R.R.; SCHIAVINI, I. *A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar*. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - 2010. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro, IBGE, p. 219. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em 15 ago. 2012.

LACERDA, N.; ZANCHETI, S.M.; DINIZ, F. *Planejamento Metropolitano: uma proposta de conservação urbana e territorial*. EURE (Santiago), Santiago, v. 26, n. 79, dic. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612000007900005>. Acesso em 29 ago. 2012.

LIMA, W. de P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2009.

MEDINILHA, A. *A degradação da mata ciliar e os impactos nos recursos hídricos desencadeados pela expansão urbana de Rio Claro/SP no entorno do Rio Corumbataí*. 181 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MELLO, S.S. *Áreas de Preservação Permanente em margens de corpos d'água urbanos: princípios de intervenção e subsídios à construção do marco legal*. In: Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/areas/urbanistico/arquivos/livroresumos.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2011.

PINTO, I.C.; SOUZA, R.G.N. de; LANDI, M.O.; NETO, P.R.E. de C.; REIS, F.A.G.V.; GIORDANO, L. do C. *Avaliação ambiental dos impactos causados pela ocupação urbana em áreas de preservação permanente do Córrego Olinda, no Bairro Jardim das Flores, em Rio Claro (SP)*. Engenharia Ambiental, v.6, n.2, p. 580-593, mai/ago 2009.

PITTON, S.E.C. *A água e a cidade*. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P.F. (orgs.) *Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional*. 2ª ed. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN – UNESP – IGCE, 2007.

RIO CLARO. Prefeitura Municipal de Rio Claro. *Lei nº 3806, de 28 de dezembro de 2007: Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Rio Claro*. Disponível em: <http://rioclaro.linkway.net.br/pdfs/CODIGOLEI_10164.pdf>. Acesso em 27 set. 2011.

RIO CLARO. Prefeitura Municipal de Rio Claro. *Lei nº 2495, de 10 de agosto de 1992: Dispõe sobre o zoneamento urbano e rural do município de Rio Claro*. Disponível em: <http://rioclaro.linkway.net.br/pdfs/CODIGOLEI_4984.pdf>. Acesso em 27 set. 2011.

ROMANELLI, C.; ABIKO, A.K. *Processo de Metropolização no Brasil*. São Paulo: EPUSP, 2011. 34 p. (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/28). Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/Textos.Tecnicos/TT28.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

ROSSETTI, L.A.F.G. *Geotecnologias aplicadas à caracterização e mapeamento das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP)*. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

RUDORFF, B.F.T. *Produtos de Sensoriamento Remoto*. Divisão de Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. Acesso em 16 fev. 2012.

SANTOS, R. do P. Introdução ao ARCGIS: Conceitos e Comandos. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/17314041/51088737/name/Apostila+Renato+Prado+Vol+2.pdf>>. Acesso em 16 fev. 2012.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio ambiente. *Projeto de Recuperação de Matas Ciliares. Manual Operativo*. Disponível em: <http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/repositorio/222/documentos/ManualOperativo_VS2.pdf>. Acesso em 13 fev. 2012.

SÃO PAULO. *Projeto de Recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo*. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/files/2011/11/ManualRecupAreas%20Degradadas.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2012.

SÃO PAULO. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. Departamento de Documentação e Informação. *Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991: Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei%20n.7.663,%20de%2030.12.1991.htm>>. Acesso em 15 ago. 2012.

SÃO PAULO. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. Departamento de Documentação e Informação. *Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994: Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, a ser implantado no período de 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos*. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1994_Lei_Est_9034.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2012.

SAUSEN, T. M. *Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais*. Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programas Especiais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. Acesso em 16 fev. 2012.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142008000200007&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 ago. 2012.

VETTORAZZI, C.A. *Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos*. 151 p. Tese (Livre Docencia em Topografia) – Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, Piracicaba, 2006.

ZAINE, J.E. *Mapeamento Geológico-geotécnico por meio do método de detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP)*. 189 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2000.