

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**DIAGNÓSTICO ANTROPOGEOMORFOLÓGICO EM BACIA HIDROGRÁFICA
URBANA: O CASO DO CÓRREGO DO JARDIM SÃO JOÃO, ARARAS (SP)**

Marcelo Eduardo Franzin

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Rio Claro (SP)

2013

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

MARCELO EDUARDO FRANZIN

DIAGNÓSTICO ANTROPOGEOMORFOLÓGICO EM BACIA
HIDROGRÁFICA URBANA: O CASO DO CÓRREGO DO
JARDIM SÃO JOÃO, ARARAS (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
2013

551.4a Franzin, Marcelo Eduardo
F837d Diagnóstico antropogeomorfológico em bacia hidrográfica urbana: o caso do Córrego do Jardim São João, Araras (SP) / Marcelo Eduardo Franzin. - Rio Claro, 2013
82 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

1. Geomorfologia. 2. Antropogeomorfologia. 3. Urbanização. 4. Cartografia geomorfológica. I. Título.

MARCELO EDUARDO FRANZIN

DIAGNÓSTICO ANTROPOGEOMORFOLÓGICO EM
BACIA HIDROGRÁFICA URBANA: O CASO DO
CÓRREGO DO JARDIM SÃO JOÃO, ARARAS (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.

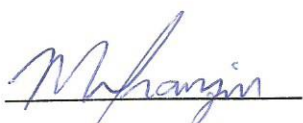
Comissão Examinadora

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha (orientador)

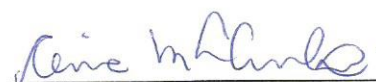
Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, 02 de dezembro de 2013.



Assinatura do(a) aluno(a)



Assinatura do(a) orientador(a)

Dedico este trabalho a minha avó, Dona Anézia e aos meus familiares, que contribuíram na realização do sonho de cursar uma universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por essa jornada que chamamos de vida.

À **minha família**, pelo apoio, carinho e dedicação para que fosse possível a realização deste trabalho e a conclusão da graduação em Geografia. Meus pais e meu irmão. Minha avó, meus tios e meus primos.

À minha **companheira, Renata**, pela força e pelo amor que tem me dado nesses anos.

Aos **meus amigos e colegas** da graduação e do LAGEO pelas discussões enriquecedoras e trocas de experiências. Em especial aos companheiros da Casa 1 que sempre me receberam com muita disposição, e os amigos José Carlos (Abbul), Felipe (Bruce), Barbara (Murrinha) e Marcela (Marcelinha), com os quais pude contar durante a graduação.

À **Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha** por ter me concedido à oportunidade de realizar este trabalho, pelas contribuições acadêmicas e profissionais.

Aos meus **professores**, que contribuíram com minha formação em Geografia.

Ao **Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, pelas instalações cedidas, professores e funcionários para realização deste trabalho. Em especial ao pessoal da secretaria, Elisabete e Ubirajara (Bira), por sempre me atenderem com atenção e profissionalismo.

À **Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade** do Município de Araras, que cedeu parte das fotografias aéreas e as cartas bases para este trabalho.

A **Profa. Daniela** da E.E. “Pedro Raphael da Rocha” pela colaboração, e aos meus companheiros de trabalho pelo incentivo e apoio.

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

Resumo

O homem tem a capacidade de transformar a natureza para atender suas necessidades através da técnica, a qual possibilita a agricultura, a pecuária, a construção de edificações para moradia e vias de transporte, etc. A ação antrópica tem provocado transformações significativas na paisagem, sendo o relevo um dos elementos mais alterados, principalmente nas áreas urbanas, onde se concentra a maior parte da população brasileira. Nessas áreas, os sistemas geomorfológicos têm sofrido alterações em seus fluxos de matéria e energia pela ação antrópica. Assim, é possível compreender a ação antrópica como ação geomorfológica, no atual período, o tecnógeno, visto que a ação humana tem a capacidade de interferir qualitativamente e quantitativamente nas entradas e saídas desses sistemas. A antropogeomorfologia tem contribuído na análise dos efeitos provocados pela urbanização sobre as formas e os processos geomorfológicos em bacias hidrográficas urbanas, indicando as transformações nas feições dos relevos e as alterações promovidas pela aceleração dos fluxos de matéria e energia. A partir dessas questões, este trabalho teve por objetivo diagnosticar as transformações antrópicas do relevo na bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP), comparando dois cenários, 1997 e 2006, através da cartografia geomorfológica evolutiva da área. As feições geomorfológicas alteradas na bacia estão diretamente ligadas ao uso da terra, principalmente ao uso urbano, o qual provocou efeitos no relevo da área de estudo, sendo possível definir períodos de evolução urbana e impactos causados pela urbanização. Dentre as alterações constatou-se a diminuição das rupturas topográficas e dos canais pluviais, assim como o aumento da acumulação de planície e terraço fluvial. Ainda, a elaboração de uma carta de restrições legais da bacia possibilitou avaliar alguns dos problemas ambientais urbanos que ocorrem, os quais se devem a ocupação do relevo em áreas de preservação permanente, o que traz impactos significativos aos que habitam essa bacia hidrográfica, como constantes alagamentos.

Palavras-Chave: Antropogeomorfologia. Urbanização. Bacia hidrográfica urbana. Cartografia geomorfológica.

Abstract

Man can transform the nature according to their needs through technique which enables agriculture, cattle raising, constructions of buildings for housing, transport routes, etc. This action has brought significant transformations to the environment, and relief is one of the most changed elements, mainly at urban areas, which concentrates most of the Brazilian population. In these areas geomorphologic systems have undergone alterations in their flow of matter and energy by the action of man. Thus, it is possible to understand the action of man as geomorphologic action, nowadays, the tecnógeno, since the human action can interfere qualitatively and quantitatively in the input and output of these systems. The anthropic geomorphology has contributed to the analyses of the effects due to the urbanization at the form and at the geomorphologic process in the urban watersheds, indicating the transformations at the shape of the relief and the alterations due to the acceleration of the flow of matter and energy. From these questions, this study had the main diagnose the anthropogenic changes of the relief at the basin of Corrego do Jardim São João, Araras (SP), comparing two scenes, 1997 and 2006, through geomorphological mapping evolutionary in the area. The geomorphological feature altered at the basin are directly linked to the use of soil, mainly at the urban use, which caused effects in the relief at the studied area, making possible to define periods of the urban evolution and impacts caused by the urbanization. Among the changes it was found the decrease of the topographic breaks and at the riverbed channels, as the increase of the accumulation of the plain and riverbed terrace. The elaboration of a letter of the legal restrictions of the basin make possible to evaluate some of the environmental urban problems that occur, which are due to the occupation of the relief in the areas of permanent preservation that brings significant impacts to the ones that live in this basin with constant overflows.

Key words: Anthropic geomorphology. Urbanization. Urban watershed. Geomorphological cartography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).....	20
Figura 2 – Esboço geológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP)	22
Figura 3 – Esboço pedológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).	24
Figura 4 - Vista da bacia do córrego do Jardim São João; nota-se a urbanização ao longo das vertentes.	40
Figura 5 – Feições antropogênicas do relevo.	42
Figura 6 – Setores da bacia do Córrego do Jardim São João.	45
Figura 7 – Evolução espacial do uso da terra destinado ao urbano.....	47
Figura 8 - Quadro comparativo das formas erosivas no setor oeste da bacia, cenários de 1997 e 2006.	48
Figura 9 – Interflúvio da bacia do córrego do Jardim São João.	50
Figura 10 – Cortes e aterros realizados nos lotes (Jardim da Colina – interflúvio da bacia).....	51
Figura 11 – Alterações antropogeomorfológicas sobre canal canalizado e nascente aterrada no setor oeste da bacia.	52
Figura 12 – Impactos geomorfológicos de origem antrópica no setor oeste da bacia.	54
Figura 13 – Comparação do uso e da área ocupada pela lagoa (1997 e 2006), setor norte da bacia.....	55
Figura 14 – Comparação da vertente leste do Córrego do Jardim São João (1997 e 2006).	56
Figura 15 – Trecho da viela do Jardim São João.....	57
Figura 16 – Casas na vertente leste do Córrego do Jardim São João	58
Figura 17 – Casas na vertente leste do Córrego do Jardim São João	58
Figura 18 – Trecho do canal retificado no setor sul da bacia	59
Figura 19 – Trecho do canal retificado próximo à jusante	60
Figura 20 – Serviço de limpeza realizada no Córrego do Jardim São João, setor sul da bacia.....	60
Figura 21 – Trecho próximo à jusante.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais processos antropogeomorfológicos	16
Quadro 2 – Simbologias utilizadas na confecção das cartas geomorfológicas.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros adotados para as classes de declividade da carta clinográfica	32
Tabela 2 – Classes de uso da terra utilizadas na confecção das cartas da área de estudo.....	34
Tabela 3 – Quantificação das feições geomorfológicas, 1997 e 2006	41
Tabela 4 – Área ocupada pelas diversas classes de uso da terra em 1997 e em 2006	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Climograma de Araras (SP), período de 1960 a 1990	22
Gráfico 2 – Evolução da área das classes de uso da terra (1997 - 2006).	44

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Carta clinográfica da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP)	69
APÊNDICE B – Cartas geomorfológicas da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).	70
APÊNDICE C – Cartas de uso da terra da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP)	71
APÊNDICE D – Carta de restrições legais da bacia do Córrego do Jardim São João Araras (SP)	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO TEÓRICA	14
3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO JARDIM SÃO JOÃO	19
4 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	28
5 TÉCNICAS	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
8 REFERÊNCIAS	65
9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	68

1 INTRODUÇÃO

O homem como ser biológico é parte integrante da natureza, sendo também um ser social, que possui a capacidade de transformar a natureza, criando assim novas formas ao espaço geográfico.

A capacidade de transformação que o homem possui, atende a duas condições indispensáveis à sobrevivência humana: a alimentação e a construção de abrigos, para proteção da ação dos agentes naturais externos, como a chuva, o vento, calor e outros (MASLOW, 1943 *apud* SANTOS FILHO 2011, p.227). Para satisfazer essas condições o homem realiza as atividades agrícolas e pastoris e constrói edificações que servem de abrigo.

Ao longo da história da humanidade, a evolução das técnicas e da tecnologia, proporcionou que as sociedades pudessem cada vez mais explorar e fazer uso daquilo que a natureza oferece, os recursos naturais.

Pode-se estabelecer paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o cada vez mais complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas. As sucessivas revoluções técnico-científicas acompanhadas de vigoroso e complexo desenvolvimento econômico nos dois últimos séculos, mas, sobretudo nos últimos 80 anos, transformou radicalmente o homem como ser social (ROSS, 1993, p.63).

No atual período vivenciado, nota-se que as sociedades se impõem com voracidade aos ambientes, seguindo uma lógica social e econômica de dominação total da natureza. Baseada em um pensamento utilitarista da natureza que coloca as sociedades como um elemento externo e desassociado a ela.

[...] O cientificismo cartesiano atesta o valor da natureza como bem de utilitarismo. Separa sociedade de espaço, corpo de mente, razão da emoção e homem da natureza. Consolida-se no paradigma dominante a antropocentrização do mundo (ALMEIDA et al., 1999 *apud* SANTOS FILHO, 2011, p. 229).

Essa visão contempla a possibilidade de tornar a natureza um objeto, entendida como algo a ser usado na acumulação do capital e na ampliação dos lucros, principalmente para aqueles que detêm o poder das terras e das tecnologias industriais e de engenharia.

As transformações que as sociedades operam sobre os demais elementos da natureza, fazem com que estas criem vínculos aos territórios, modelando a paisagem e alicerçando modos de viver.

Esses vínculos nem sempre são estáveis, pois a capacidade humana de alterar a natureza gera um desequilíbrio entre o que era antes de sua ação, e o que resulta durante e depois da ação, alterando a dinâmica dos processos da natureza.

Embora as atividades destinadas a alterar o ambiente, na sua maioria tenham a intenção de ser benéficas do ponto de vista humano, o grau de inter-relação dos fenômenos naturais a que nos referimos explica que mudanças inesperadas, ou até reações em cadeia, venham a resultar daquilo que pretendia ser uma "benfeitoria" isolada. A intensidade dessas alterações inadvertidas depende em primeiro lugar do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema pelo homem e, em segundo lugar, do grau de suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema (DREW, 2005, p.26).

A urbanização pode ser entendida como uma necessidade social construída, e um exemplo do movimento de transformação do espaço geográfico executado pelo homem que altera profundamente as dinâmicas da natureza, criando novas condições aos fluxos de matéria e energia.

Assim o ambiente urbano pode ser interpretado como um sistema, um "conjunto de componentes físicos" (BECHT, 1974 *apud* SANTOS FILHO, 2011), os quais se relacionam uns com os outros, formando uma entidade, algo indissociável.

Essa interface entre o ambiente construído, a cidade, e o natural, provoca um novo cenário de intensas modificações na paisagem. Na atualidade pode-se dizer que a ação do homem sobre o meio, atingiu um estágio onde os efeitos geológicos e geomorfológicos se acumulam em quantidade e se diversificam em qualidade (JORGE, 2011), sendo possível apontarmos um novo período geológico para caracterizar a época, o tecnógeno. Período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica, provocando o desencadeamento de processos, cujas intensidades ultrapassam os processos naturais (PELOGGIA, 2005).

O relevo como "suporte físico" para a urbanização é um elemento da paisagem transformado, pois para criar novos vínculos ao território, as sociedades têm de fazer dele um algo novo, para que atenda as necessidades de moradia, alimentação, transporte, lazer, trabalho, etc.

A paisagem alterada é um espaço produzido, cujo relevo serve de suporte físico, em que as diferentes formas de ocupação refletem o momento histórico, econômico e social. Portanto, o relevo e seu modelado representam o fruto da dinamicidade entre os processos físicos e os agentes sociais atuantes [...] (JORGE, 2011, p.119).

Para realizar tais transformações, as sociedades se utilizam das técnicas de engenharia, as quais permitem que se ocupem as vertentes, promova arruamentos, impermeabilização do solo com asfalto, que sejam feitas construções de tubulações e galerias, para diminuir o escoamento superficial da água nas ruas e direcionar os fluxos para os cursos d'água.

Essas alterações provocam no sistema natural um reordenamento dos fluxos de matéria e energia, criando um novo sistema antropizado e artificializado. Desse modo, pode haver aceleração ou extinção de alguns processos naturais.

A alteração do relevo se desdobra para cada uma das transformações, pois há uma reorganização de matéria e energia. Os arruamentos, por exemplo, promovem cortes na topografia e necessitam de terraplanagem, havendo a remobilização de solos que se tornam inconsolidados provocando até mesmo soterramento de nascentes e canais pluviais próximos aos arruamentos.

A impermeabilização do solo com asfalto, como é comum nas cidades brasileiras, aumenta o escoamento superficial da água, já que esta não infiltra no solo, sendo necessária a construção de tubulações e galerias que aceleram o tempo de escoamento e drenam a água até os cursos, ocasionando por vezes enchentes nas partes mais baixas da bacia hidrográfica.

Outro problema verificado é a ocupação das vertentes e a retirada da vegetação, aumentando o efeito *splash* e o *runoff*, assim como o risco de escorregamentos e deslizamentos, provocando o desabamento de casas que se encontram nas vertentes ou nas proximidades.

Essas situações demonstram a necessidade de estudos que tenham como objeto a análise de como esses processos se desenvolvem no meio urbano, afinal são nas cidades que se encontra a maior parte das populações.

No Brasil, a população passou do rural para o urbano entre os anos de 1970 e 1990, sendo que hoje 84,36% da população brasileira são residentes nas cidades, segundo informações do Censo Demográfico (IBGE) de 2010.

A geomorfologia como área do conhecimento geográfico, tem grande contribuição em pesquisas que visam à problemática ambiental, como objeto de

estudo e análise. A questão dos ambientes urbanos é algo que vem crescendo e demanda aprofundamentos, para que se possa intervir frente aos efeitos ocasionados pela urbanização, sobretudo por aquela sem planejamento.

Esse entendimento dos ambientes urbanos passa pela aplicação dos princípios geomorfológicos clássicos até ambientes produzidos pelo homem, colocando-o como um agente modificador e dinamizador dos processos naturais.

O entendimento da “ação antrópica como ação geomorfológica possibilita ter uma concepção de geomorfologia que permite abordar as recentes e profundas mudanças impostas pelas sociedades humanas na superfície terrestre” (RODRIGUES, 2005, p.102).

Assim, avaliar a relação homem-natureza e como essa se procede, é uma necessidade para se entender como as sociedades vêm transformando o espaço geográfico e quais as derivações e problemas a serem enfrentados na atualidade pelo planejamento territorial.

Nessa perspectiva Ross (2010), afirma o seguinte,

Não é preciso muito esforço para perceber que as ações elaboradas pelo homem no ambiente deveriam ser precedidas por um minucioso entendimento desse ambiente e das leis que regem seu funcionamento, e para isso é necessário elaborar-se diagnósticos ambientais adequados (ROSS, 2010, p.12).

Dessa forma o presente trabalho buscou os elementos que possam propiciar o entendimento da dinâmica de um dos elementos da paisagem transformados pela ação humana, o relevo, que quando submetido aos vetores da urbanização tende a ser alterado.

Para tal tarefa teve-se como objetivo realizar o diagnóstico antropogeomorfológico, tendo como universo de estudo a bacia do Córrego do Jardim São João, localizada no município de Araras (SP).

A pesquisa buscou verificar e apontar as transformações das feições geomorfológicas, comparando mapeamentos de dois cenários (1997 e 2006), e os processos geomorfológicos alterados pela perturbação da urbanização. Os impactos às formas do relevo derivados do uso e ocupação da terra, principalmente daquele vinculado ao urbano, analisando a evolução da urbanização na bacia hidrográfica do Córrego do Jardim São João, no período de 1997 a 2006. Além disso, indicar possíveis transgressões à legislação ambiental.

2 REVISÃO TEÓRICA

A Geografia tem como objeto de estudo a organização do espaço geográfico, a complexidade dos sistemas espaciais, os quais podem ser compreendidos por sua estruturação e funcionamento, representados pelas características do sistema ambiental físico e do sistema socioeconômico (CRISTOFOLETTI, 1999).

Os estudos em Geografia costumam historicamente, reproduzir uma dicotomia existente desde sua consolidação como ciência moderna, separando homem e natureza, produzindo dois focos diferentes para análise do espaço geográfico, uma “geografia humana” e uma “geografia física” (CHRISTOFOLETTI, 1982; MORAES, 2007; SUERTEGARAY E NUNES, 2001).

Grosso modo, a assim chamada geografia humana trata dos aspectos socioeconômicos que se relacionam a economia, as indústrias, ao urbano e ao rural. Enquanto que a “geografia física” trata dos aspectos naturais e ambientais, o clima, o relevo, a vegetação e a hidrografia.

A busca da articulação entre natureza e sociedade não foi tarefa fácil para os geógrafos. A bem da verdade, construir uma ciência de articulação na época em que surgiu oficialmente a Geografia pareceria ser como remar contra a maré, pois neste período a visão de ciência dominante privilegiava a divisão entre ciências da natureza e da sociedade (SUERTEGARAY e NUNES, 2001, p.15).

O entendimento do espaço geográfico em sua totalidade não permite que dissociemos o par homem – natureza, pois o homem como ser biológico e social que é não se separa da natureza, apenas a transforma para satisfazer suas necessidades biológicas e sociais.

Portanto, a inserção do homem e seu conjunto de relações sociais têm de se fazer presentes como algo fundamental, para que se compreenda como a natureza se transforma e é transformada pela ação antrópica, ou seja, pelas sociedades.

A partir da década de 1970, com o surgimento dos ideais ambientais internacionais, da Conferência de Estocolmo, e com os problemas urbanos e rurais vivenciados, se inicia a busca por explicações de qual seria a magnitude das apropriações e transformações realizadas pelo homem na natureza.

A emergência da questão ambiental vai definir novos rumos à Geografia Física. Esta tendência e a necessidade contemporânea fazem com que as preocupações dos geógrafos atuais se vinculem à demanda ambiental. Por conseguinte, não abandonam a compreensão da dinâmica da natureza, mas cada vez mais não desconhecem e incorporam a suas análises a avaliação das derivações da natureza pela dinâmica social (SUERTEGARAY e NUNES, 2001, p.16).

Na geomorfologia a inserção da variável antrópica é relativamente tardia como aponta Rodrigues (2010).

Essa inserção é amplamente considerada tardia. Coates (1981), Brunson (1981, apud JOHNSTON, 1981) entre outros, constataram o fato de que, apenas na década de sessenta do século XX e ainda mais recentemente, é que capítulos e livros especialmente dedicados a esse assunto tenham sido desenvolvidos, apesar de algumas esporádicas e relevantes obras produzidas desde o século XVII, como a obra de Marsh (1864) "Man and Nature" ou "Physical Geography as modified by human action" entre outras assinaladas no histórico de Gregory & Walling (apud: Gregory, 1992). Apesar disso, bases para uma consideração sistemática do antrópico foram lançadas em épocas anteriores à década de 1960, ainda que não tenham sido formuladas explicitamente para esse fim (RODRIGUES, 2010, p. 89).

A inserção do homem aos novos estudos permitiu uma melhor compreensão das transformações da natureza e quais são as derivações produzidas pelos sistemas antrópicos nos sistemas naturais.

Essa nova concepção que entende o homem como um agente modificador e dinamizador dos fenômenos naturais, e por consequência como um agente ativo sobre o relevo, inaugurou no ramo da geomorfologia a chamada geomorfologia antrópica ou antrogeomorfologia.

Atualmente, "a expressão antropogeomorfologia vem sendo utilizada para denominar essa nova ênfase e essa maior complexidade na abordagem geomorfológica, proposta originalmente por Nir (1982)" (RODRIGUES, 2005, p.101).

Afinal, a ação antrópica interfere diretamente nas formas do relevo e, diretamente ou indiretamente, nos processos geomorfológicos, dependendo da amplitude das transformações e onde essas se localizam espacialmente nas formas do relevo.

Para Goudie e Viles (1997, *apud* GIRÃO E CORRÊA, 2004, p.40), as ações do homem sobre o relevo podem ser consideradas de dois tipos: diretas e indiretas, estas estão sintetizadas no quadro 1.

Quadro1: Principais processos antropogeomorfológicos.

Processos antrópicos diretos		Processos antrópicos indiretos	
Construção	Revolvimento do solo, moldagem, aragem, terracimento;	Aceleração da erosão e sedimentação	Retirada de cobertura vegetal, atividade agrícola, obras de engenharia, especialmente construção de estradas e urbanização, modificações acidentais no regime hidrológico;
Escavação	Cortes em encostas, mineração, explosão de material coerente ou não coerente, abertura de crateras;	Subsidência	Colapso relativo ao estabelecimento de atividades de mineração, bombeamento de água subterrânea e derretimento de áreas de <i>permafrost</i> ;
Interferência hidrológica	Inundação, represamento, construção de canal, drenagem, modificação do canal, drenagem, proteção costeira.	Colapso de encosta	Deslizamento, fluxo e rastejamento acelerado causado pela carga de material;
		Geração de tremores	Carga derivada de reservatório, lubrificação ao longo de planos de blocos.

Fonte: Girão e Corrêa (2004), adaptado de Goudie (1993).

Podemos assim considerar a ação antrópica como ação geomorfológica, como entende Rodrigues (2005), sendo essa capaz de modificar propriedades e localização de materiais superficiais, interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta ou indireta, outra morfologia.

A obra de Nir (1982), *Man, a geomorphological agent*, serve de referencial para os estudos antropogeomorfológicos. Nesse livro o autor sistematiza uma orientação para compreender a interferência do homem nos processos geomorfológicos, construindo dessa maneira um referencial teórico para a geomorfologia antrópica.

No Brasil, a obra pioneira de Ab'Saber (2007) sobre o sítio urbano da cidade de São Paulo é o primeiro estudo de relevância que associa as condições do relevo ao fenômeno da urbanização.

Mais recentemente, Rodrigues (2005; 2010) desenvolve pesquisas na Grande São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo adaptando o referencial de Nir (1982) para áreas urbanas, a fim de melhor compreender as alterações provocadas pela urbanização sobre o relevo e nos processos geomorfológicos.

A compreensão desses processos se apoia nos princípios da antrogeomorfologia, que aproxima o fenômeno de construção das cidades às alterações provocadas no relevo. Avaliando a interface entre o ambiente construído (o urbano) e o natural, em uma geomorfologia urbana, Jorge (2001) afirma:

[...] essa nova subdivisão da geomorfologia deve-se à preocupação das mudanças que o homem tem provocado no meio, já que grande parte dos problemas enfrentados pela sociedade refere-se a problemas visíveis nas cidades. Essas mudanças estariam relacionadas a um ambiente construído e modificado em diversas escalas (JORGE, 2001, p. 117).

Os estudos realizados na perspectiva da geomorfologia urbana demonstram o grau de interferência antrópica sobre o relevo, sendo possível verificar quais foram às alterações do relevo original para o relevo antrópico, através de uma cartografia geomorfológica evolutiva (RODRIGUES, 2010).

Para análise dos processos geomorfológicos, sejam de origem antrópica ou não, necessita-se de uma unidade espacial adequada. Afinal o espaço geográfico pode ser compreendido a partir de várias unidades espaciais do local ao global. Neste trabalho, utilizou-se a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise.

Entende-se que esta unidade de análise é fundamental para compreensão das alterações no relevo promovidas pela urbanização, já que a bacia hidrográfica é compreendida como um sistema aberto, que recebe entrada e saída de energia e materiais e se altera ao longo do espaço e do tempo.

[...] os impactos das atividades antrópicas em ambientes de bacias hidrográficas podem ser de dois tipos: diretos, quando são executadas obras no interior de cursos fluviais, como ampliação da largura do leito e retificação do canal, dentre outras; e indiretos, quando os impactos são originários da urbanização que, inicialmente, leva ao desmatamento e, posteriormente, à mudanças no uso da terra; modificações na precipitação e temperatura e, conseqüentemente, no ciclo hidrológico; mudanças na rede canais; transferência de água entre bacias; criação de superfícies impermeáveis; modificações nas propriedades e estrutura dos solos; e exposição da superfície dos solos, especialmente em locais de construção, causando mudanças na morfologia e hidrologia da área interfluvial (GIRÃO E CORRÊA, 2004, p.40).

Nota-se a importância das bacias hidrográficas urbanas como objeto de análise, pois nestes ambientes pode-se constatar com maior clareza a interferência antrópica no relevo.

A seguir faz-se uma caracterização da bacia hidrográfica urbana do Córrego do Jardim São João.

3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO JARDIM SÃO JOÃO

A bacia hidrográfica do Córrego do Jardim São João é localizada no município de Araras (SP), tendo como referência as coordenadas geográficas entre os paralelos 22°20'15" e 22°21'15" S e os meridianos 47°22'15" e 47°23'0" W (Figura 1).

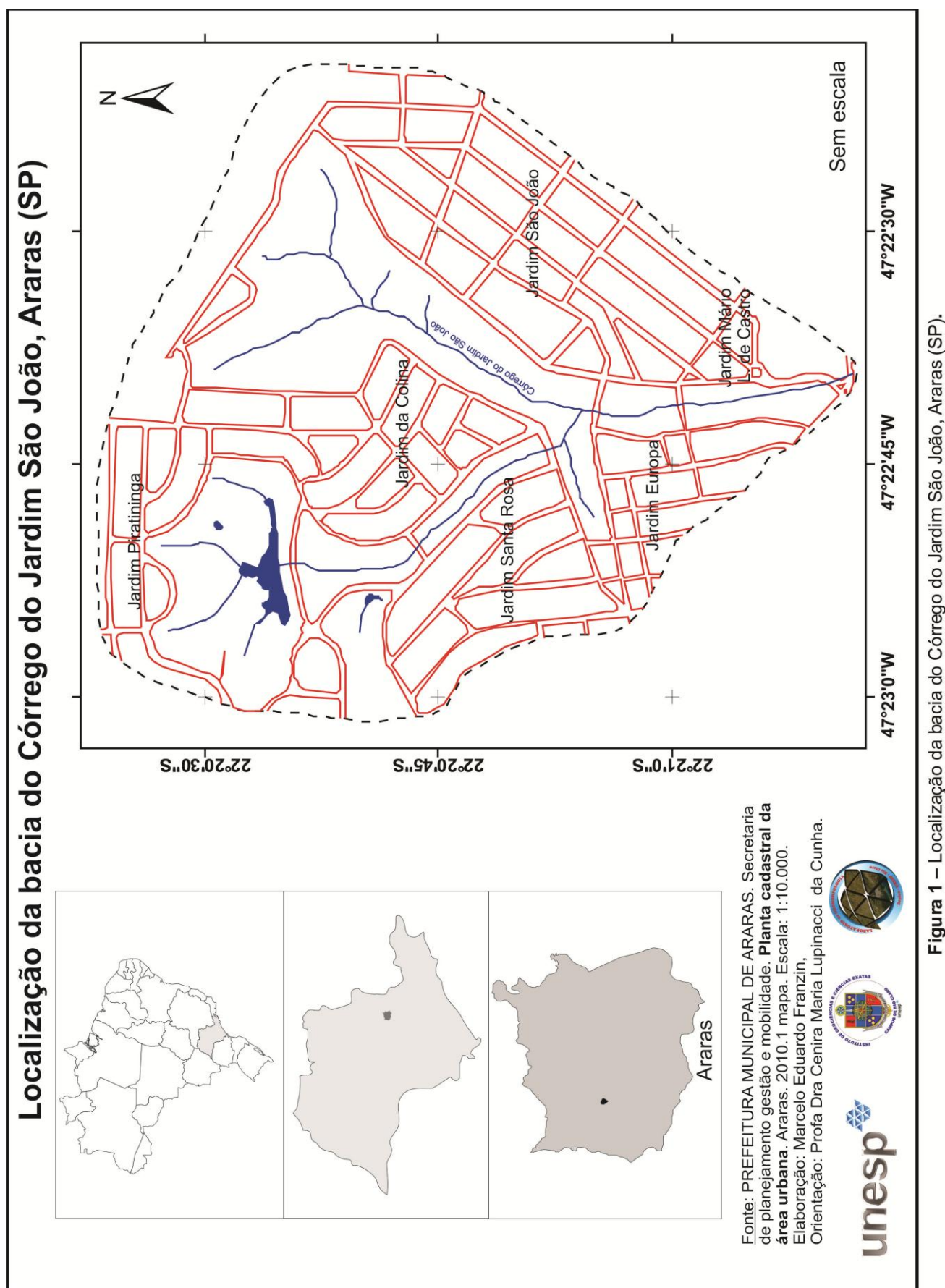
Esta área abrange 1,20 Km², sendo predominantemente circunscrita no perímetro urbano do município. O acesso se faz pela Rodovia Anhanguera (SP 330), saída 170, seguindo pela Avenida Dona Renata, sentido centro. Os bairros que ocupam esta bacia são: Jardim da Colina, Jardim Europa, Jardim Mário Leite de Castro, Jardim Piratininga, Jardim Santa Rosa e Jardim São João.

O cenário de estudo está inserido no domínio geotectônico da Bacia Sedimentar do Paraná, sobre a Placa Sul-americana, em embasamento cratônico consolidado no período Cambro-Ordoviciano, na era Paleozoica (PETRI; FÚLFARO, 1983). Dentro desse domínio houve a atuação dos processos de circundesnudação, originando a unidade do relevo compreendida como Depressão Periférica Paulista.

A Depressão Periférica Paulista ocupa uma das bordas (sudeste) da Bacia Sedimentar do Paraná, área de deposição de sedimentos Paleozóicos, no estado de São Paulo. Pode ser caracterizada como uma "área sensivelmente rebaixada pela erosão, entre as terras altas do Planalto Atlântico e as cristas, igualmente elevadas das cuestas basálticas" (ALMEIDA, 1974, p. 63).

A área da bacia do Córrego do Jardim São João é situada na Zona do Mogi-Guaçu, trecho norte da depressão paulista, drenada pelo Ribeirão das Araras, o qual é afluente do Rio Mogi-Guaçu.

Almeida (1974) aponta que nesta região, o relevo é predominantemente uniforme, com vales amplos, pouco profundos, abrigando cursos d'água cujas margens são frequentemente pequenas, tendo planícies aluviais arenosas bem como alguns terraços fluviais.



A litologia da área de estudo (Figura 2) é composta por variações litoestruturais do Super-Grupo Tubarão que se subdivide em Grupo Itararé indiviso e Grupo Guatá - Formação Tatuí.

Sobre essa litologia desenvolve-se um relevo de baixos declives, constituído por sedimentos Paleozóicos da Formação Itararé (PCi) e Formação Tatuí (Pt), e sedimentos coluvionares Cenozóicos da Formação Piraçununga (Tp), de acordo com as informações contidas no mapa de Formações Geológicas de Superfície, Folha Geológica de Araras, elaborado pelo Instituto Geológico (IG, 1987).

O Grupo Itararé, denominado na área de estudo de Formação Itararé pelos geólogos paulistas, apresenta arenitos, conglomerados, diamictitos, com subordinação de siltitos, ritmitos e folhelhos (PROJETO SAPUCAÍ, 1979; IG, 1987). Os arenitos apresentam granulometria variada, tornando-se, às vezes, conglomeráticos. Geralmente apresentam estratificação plano paralela e cruzada do tipo planar e acanalada. A deposição dessa formação ocorreu sobre influência glacial, em depósitos glaciais, flúvio-glaciais, marinhos transitivos e continentais durante o período do Permo-Carbonífero.

Essa litologia apresenta pouca discordância com as rochas sedimentares adjacentes e a atuação dos agentes erosivos geralmente exerce pouca influencia no modelado geomorfológico, apresentando um relevo aplainado e pouco declivoso.

A Formação Tatuí foi redefinida por Soares (1972 *apud* PROJETO SAPUCAÍ, 1979), para representar um pacote de siltitos arenosos, arenitos e camadas de sílex. O membro inferior dessa formação que aflora na área de estudo, correspondente ao Membro Paraguaçu, representado por um pacote de siltitos arenosos de cor marrom-avermelhada arroxeada, localmente com manchas esverdeadas, argilosos (PROJETO SAPUCAÍ, 1979). Podem ocorrer ainda corpos de arenitos finos, às vezes médios, com tons avermelhados.

Segundo Muhlmann et al. (*apud* PROJETO SAPUCAÍ, 1979), a sedimentação da sequência correspondente à Formação Tatuí inferior ocorreu em um ambiente marinho que transgrediu sobre ampla plataforma rasa, recobrando os sedimentos do Grupo Itararé, anteriormente expostos à erosão. A formação desse pacote sedimentar ocorreu no período Permiano quando a transgressão marinha marca a formação da Bacia Sedimentar do Paraná deixando uma grande espessura de materiais inconsolidados, que são facilmente transportados pela ação da água.

Esboço geológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

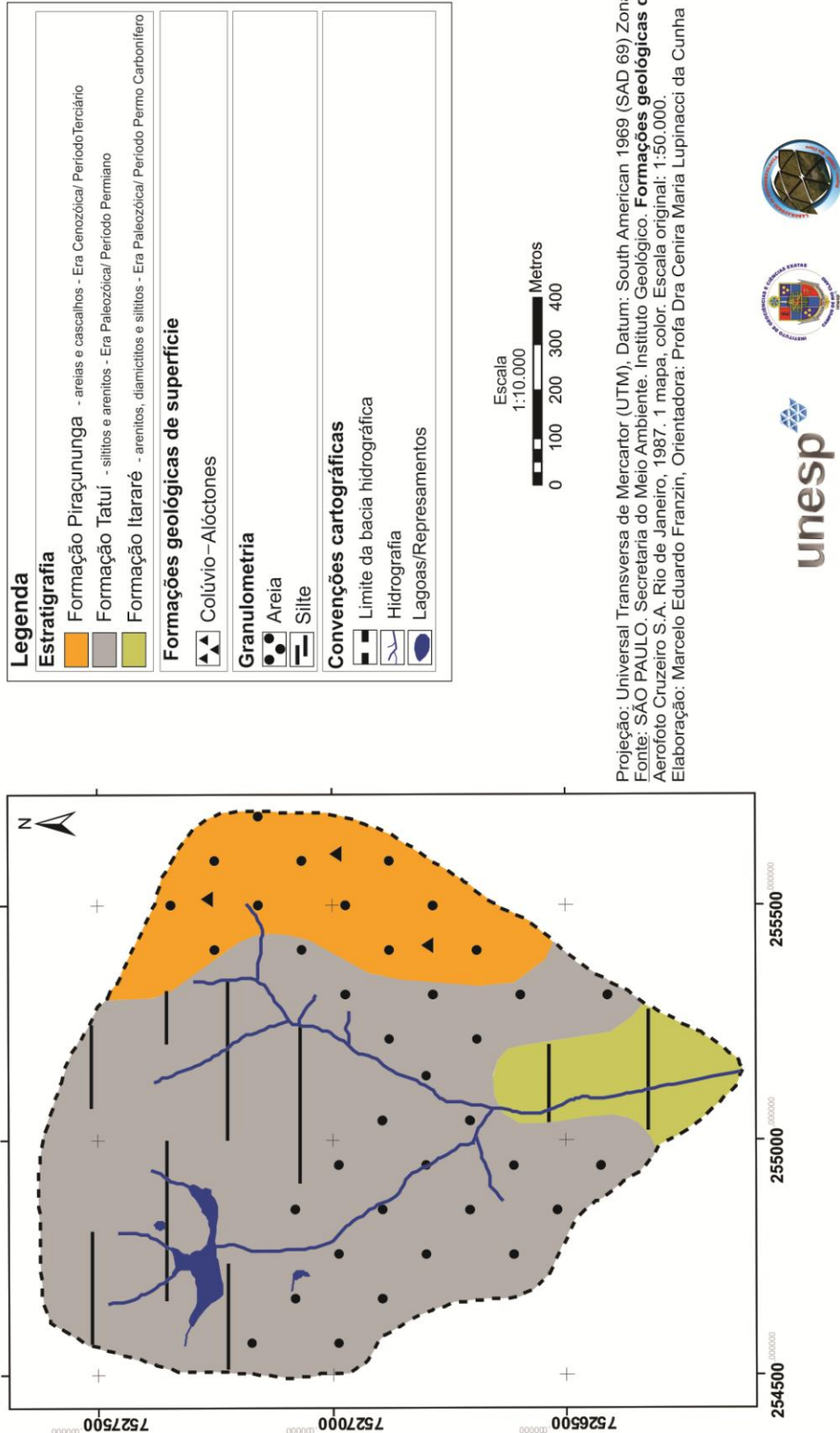


Figura 2 - Esboço geológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

A litologia mais recente do Terciário, a Formação Piraçununga, são sedimentos superficiais, aluvionares e coluvionares (alóctones), compostos de areias e cascalhos (IG, 1987), os quais formam materiais com alto grau de permeabilidade e que são facilmente removíveis pelas águas superficiais.

Na bacia do Córrego do Jardim São João ocorrem dois tipos de solos associados à pedogênese originária das litologias descritas acima: o Argissolo Vermelho Amarelo (Unidade Usina) e o Latossolo Vermelho Amarelo (Unidade Mato Dentro) (IAC, 1981). A figura 3 mostra os tipos de solos presentes na área de estudo.

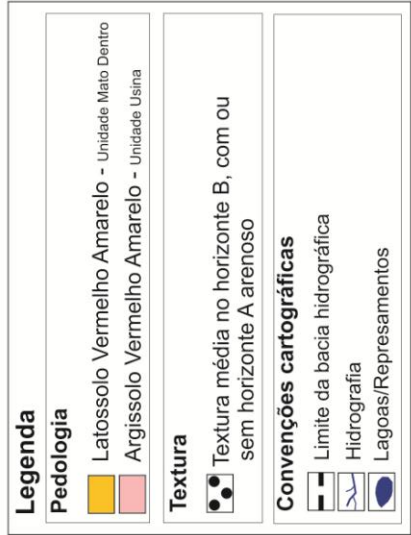
O Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2009), anteriormente denominado Podzólico Vermelho-Amarelo, tem como principais características uma grande diferença de textura entre os horizontes A e B, sendo que a transição para o horizonte B é abrupta. Esta classe de solo apresenta bastante cerosidade no horizonte B, baixa porosidade e o horizonte C comumente pode apresentar cascalhamento, sendo friável (OLIVEIRA et. al, 1992).

Essa classe de solos está associada às litologias das Formações Tatuí e Itararé, por serem encontradas comumente em litologias com areia e silte. A ocorrência dessa classe de solo é predominante na bacia, manifestando-se em um relevo dissecado pela drenagem, com declividades maiores. Segundo Oliveira (et. al, 1992), os argissolos vermelho-amarelos apresentam sérias limitações devido à maior suscetibilidade à erosão, prevalentes em situações de solos abruptos, as quais se tornam tanto mais intensas quanto maior a declividade do terreno.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são profundos ou muito profundos, apresentam horizonte A moderado, contudo o proeminente e o húmico também podem ser encontrados. Apresentam textura argilosa a muito argilosa e não concrecionárias; são de consistência friável ou muito friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada) (MARINHO, 1999; EMBRAPA, 2009).

A transição para o horizonte B é clara ou gradual, podendo ser ainda abrupta ou plana, podendo apresentar variação de cores. A estrutura é, em geral, muito pequena, granular com aspecto de maciça porosa. O horizonte C é diferenciado pela cor rosada ou ligeiramente mais avermelhada e/ou pela mistura de cores em relação ao horizonte B e nota-se o acréscimo do teor de silte (OLIVEIRA et. al, 1992).

Esboço Pedológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP)



Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum: South American 1969 (SAD 69) Zona 23S.
Fonte: SÃO PAULO. Convênio EMBRAPA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto Agrônômico.
Levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo. Aerofoto Cruzeiro S.A.: Rio de Janeiro, 1987. 1 mapa, color. Escala original: 1:100.000.
Elaboração: Marcelo Eduardo Franzin, Orientadora: Profa Dra Cenira Maria Lupinacci da Cunha



Figura 3 - Esboço [pedológico da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

Os latossolos vermelho-amarelos de textura média, com grande participação de areia, como se verifica na área de estudo, aproximam-se das areias quartzosas, sendo muito suscetíveis à erosão, além de apresentarem alta taxa de infiltração.

Os argissolos vermelho-amarelos podem se assemelhar em alguns casos com os latossolos vermelho-amarelos de acordo com (OLIVEIRA et al., 1992), quando suas características não são bem definidas ou intermediárias. São ainda os tipos de solos mais comuns no Brasil.

A unidade geomorfológica onde se localiza a área de estudo, a Depressão Periférica Paulista, interfere nas células climáticas regionais que se articulam com as células zonais, caracterizando as estações do ano de acordo com a atuação dos sistemas atmosféricos.

As massas de ar que atuam regionalmente de acordo com Monteiro (1973) são: Tropical Atlântica (Ta), Tropical Continental (Tc) e Polar Atlântica (Pa); excepcionalmente podem ocorrer a atuação de sistemas influenciados pela Equatorial Continental (Ec).

O inverno é caracterizado pelas ondas de frio, causadas pela passagem da Polar Atlântica, as quais formam linhas de instabilidade que provocam sistemas frontais em contato com a massa de ar atuante no momento (Ta ou Tc).

A Polar Atlântica, além de provocar chuva frontal, diminui a temperatura durante quase todo o inverno, havendo frio durante a noite. Quando este sistema se enfraquece, devido ao aquecimento basal, predominam dias de céu limpo, com tempo firme e seco, devido à atuação da Tropical Continental.

Na primavera, a Polar Atlântica chega enfraquecida e não provoca ondas de frio como no inverno. Porém, o tempo habitual mostra que essa massa provoca um sistema de frente polar com chuvas acentuadas, com pequena queda de temperatura, em torno de 18° a 20°C.

Durante o verão, há atuação predominante das massas de ar Tropical Atlântica e Tropical Continental, devido ao aquecimento bem mais intenso da atmosfera. Desse modo, às perturbações pré-frontais provocam chuvas, porém a Polar Atlântica não atinge o continente, pois é desviada para o oceano pela atuação da Tropical Atlântica.

Pode ocorrer ainda a individualização do domínio das massas Tropical Continental e Tropical Atlântica, que provocam maior aquecimento da atmosfera e

elevam a temperatura durante essa estação, provocando chuvas convectivas. Excepcionalmente a massa Equatorial Continental pode provocar um sistema de incursão com a Tropical Atlântica provocando chuvas com altos índices pluviométricos.

O Outono é marcado pelas oscilações da frente Polar Atlântica, provocando chuvas frontais fracas e pequeno declínio na temperatura.

O Gráfico 1 ilustra as temperaturas e chuvas habituais do município de Araras.

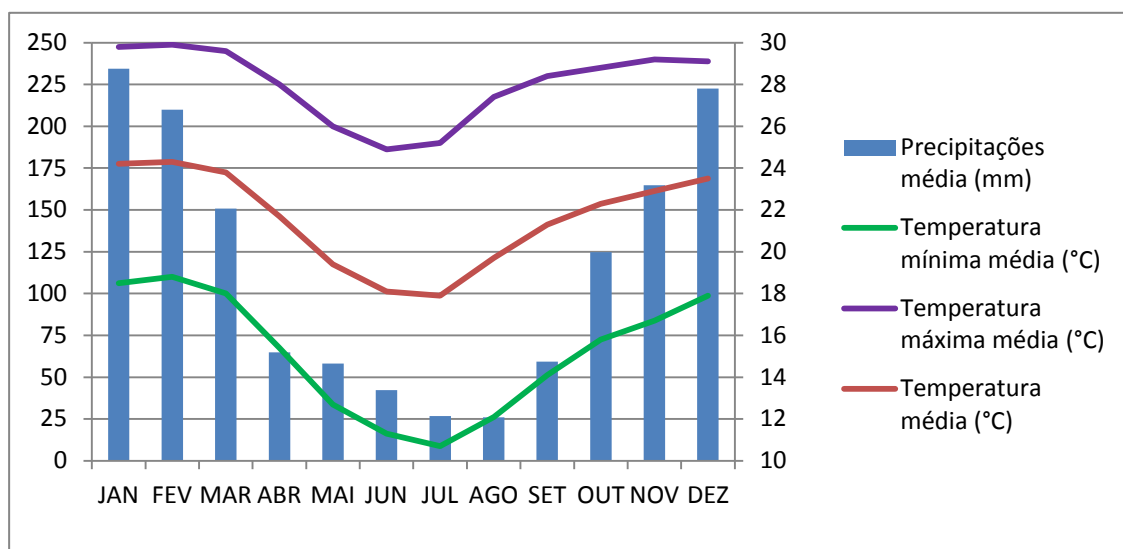


Gráfico 1 – Climograma do município de Araras (SP), período de 1960 a 1990. Fonte: Cepragri/UNICAMP – Clima dos municípios paulistas, normais climatológicas de 1960 a 1990. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso dia 28 de set. 2013. Org.: autor.

De acordo com o CEPAGRI, na classificação do clima dos municípios paulistas, as características climáticas dessa região apontam para o tipo de clima Cwa, segundo o sistema de Köppen, ou seja, mesotérmico de inverno seco, com verões quentes e chuvosos.

No que se refere à vegetação primitiva dessa região, esta foi sendo suprimida desde o período colonial, com a expansão das atividades econômicas agrícolas e pecuária, restando hoje pequenos fragmentos que indicam uma diversidade fitoecológica composta predominantemente por Floresta Mesófila Semidecídua, com manchas de Cerrado e Capoeira (PROJETO SAPUCAÍ, 1979).

Devido à urbanização da bacia do córrego do Jardim São João, não é possível verificar com precisão em função do desenvolvimento de outros padrões vegetacionais que não mais correspondem ao primitivo.

A caracterização da área de estudo apresentada neste capítulo tem como objetivo oferecer um panorama geral dos aspectos naturais da bacia, para que se possa ter uma dimensão dos sistemas físicos atuantes sobre o sistema relevo da bacia hidrográfica urbana do Córrego do Jardim São João.

4 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

O funcionamento do planeta Terra pode ser compreendido como um sistema gigantesco, havendo subsistemas que atuam em conjunto, de maneira interconectada. A ideia de sistema pode ser entendida como um conjunto organizado de elementos e de interações entre esses, por fluxos de energia e matéria, funcionando como uma unidade (CHRISTOFOLETTI, 1999; DREW, 2005).

Os fenômenos geográficos podem ser interpretados a partir da ideia de sistemas, onde se articulam vários elementos e atributos (variáveis) dentro de um ambiente, fazendo parte de um conjunto maior, no qual se encontra inserido o sistema particular que se está estudando, denominado de universo.

A Teoria Geral dos Sistemas formulada para atender ao conhecimento lógico das coisas e como estas se procedem e articulam-se, surgiu explicitamente na Biologia teórica, na década de 1930. Essa abordagem foi absorvida e adaptada em várias outras disciplinas, dentre as quais a Geografia (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Na geomorfologia, de acordo com Christofolletti (1980), a Teoria Geral dos Sistemas foi introduzida pelos trabalhos de Arthur N. Strahler (1950;1952), tendo posteriores contribuições a essa problemática por outros autores como Hack (1960), Chorley (1962) e Howard (1965).

A abordagem sistêmica incorporada à geomorfologia segue os mesmos princípios da Teoria Geral dos Sistemas, adaptando a ideia de sistemas aos fenômenos geográficos naturais, como o relevo.

De acordo com Christofolletti (1980;1999), os sistemas em geomorfologia podem ser classificados sob duas perspectivas: segundo o critério funcional, que diz respeito às funções exercidas no sistema e como estas se relacionam, ou não com outros sistemas, a partir da entrada e saída de energia e matéria. Ou de acordo com a complexidade estrutural, que articula a organização do sistema e dos subsistemas.

O presente trabalho, tendo como objeto de análise a bacia hidrográfica do Córrego do Jardim São João, parte da interpretação que este universo funciona, do ponto de vista funcional, como um sistema aberto, no qual ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo (*input*) quanto perdendo (*output*) para outros sistemas correlacionados a este.

Com relação à complexidade estrutural, o sistema de uma bacia hidrográfica pode ser interpretado como um sistema processo-resposta. Um sistema processo-

resposta é entendido pela articulação de dois outros sistemas que o sustentam: o sistema morfológico, relacionado às formas e a geometria, e o sistema em sequência, relacionado aos processos.

Assim, os sistemas processo-resposta buscam relações entre o processo e as formas que desse resultam, estabelecendo “um equilíbrio entre o processo e a forma, de modo que qualquer alteração no sistema em sequência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico” (CHISTOFOLETTI, 1980), por meio de reajustamento das variáveis, objetivando alcançar um novo equilíbrio, dando origem a uma nova forma.

O sistema geomorfológico é entendido como um sistema processo-resposta que compõe a bacia hidrográfica, tendo como sistemas antecessores, segundo Christofolletti (1980) os seguintes sistemas:

- a- O sistema climático que, através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos.
- b- O sistema biogeográfico que representado pela cobertura vegetal e pela vida animal que lhe são inerentes, e de acordo com suas características, atua como fator de diferenciação na modalidade e intensidade dos processos, assim como fornecendo e retirando matéria.
- c- O sistema geológico que, através da disposição e variação litológica, é o principal fornecedor do material, constituindo o fator passivo sobre o qual atuam os processos.
- d- O sistema antrópico, representado pela ação humana, é fator responsável por mudanças na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas, e modifica o equilíbrio dos mesmos. Consciente ou inadvertidamente, o homem produz modificações sensíveis nos processos e nas formas, através de influências destruidoras ou controladoras sobre os sistemas em sequência (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 10 e 11).

Para que possamos compreender a ação antrópica e as modificações nas formas e nos processos geomorfológicos, adotamos os seguintes procedimentos metodológicos:

- a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com o estágio de pré-perturbação;
- d) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- e) usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- f) dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- g) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais (RODRIGUES, 2005, p. 110).

As etapas seguintes desenvolvidas na pesquisa, tiveram como referencial a metodologia adaptada a partir da proposta de Rodrigues (2005):

- a) Levantamento bibliográfico e revisão bibliográfica;
- b) Levantamento de dados geológicos, pedológicos e climáticos;
- c) Levantamento de dados cartográficos;
- d) Elaboração dos esboços geológico e pedológico, da carta clinográfica, das cartas de uso e ocupação da terra, das cartas geomorfológicas dos cenários de 1997 e 2006 e da carta de restrições legais do cenário de 2006.
- e) Trabalho de campo e de gabinete.

5 TÉCNICAS

A aquisição das informações foi realizada através de levantamento bibliográfico junto a órgãos públicos oficiais, em instituições de ensino e pesquisa, além de trabalhos de gabinete e campo.

As poucas informações existentes sobre a bacia hidrográfica do Córrego do Jardim São João dificultaram a organização do material cartográfico devido às diferentes escalas disponíveis.

O processo de elaboração das cartas temáticas foi realizado em meio digital com o uso dos seguintes programas: Auto CAD, ArcGIS versão 9.2, *StereoPhoto Maker 3D* e para a edição final o Corel Draw.

Os itens descritos a seguir demonstram o processo de elaboração das cartas.

a- Base cartográfica: elaborada a partir da Planta Cadastral Municipal, na escala original de 1:10.000, cedida pela Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade de Araras. Dessa carta foram extraídas as informações vetoriais de curvas de nível (*polyline*), pontos cotados (*point*), canais fluviais (*polyline*), lagos e represamentos (*polygon*), limite da bacia hidrográfica (*polygon*) e o sistema viário (*polyline*) utilizando o Auto CAD.

Todos esses elementos foram exportados para o ArcGIS gerando *shapefiles* com os respectivos nomes e atributos.

b- Carta clinográfica: elaborada a partir da proposta de De Biasi (1992) no ambiente digital do ArcGIS. Para a criação do modelo numérico do terreno (MNT) foi utilizada a ferramenta *Create TIN from features*, que permite gerar automaticamente um modelo de elevação do terreno, o qual foi reclassificado de acordo com as cotas altimétricas da Base cartográfica.

Com a criação do MNT foi possível visualizar a declividade do relevo em graus, utilizando as propriedades do *layer* gerado com o comando *Face slope with graduated color ramp*.

Os procedimentos para elaboração da carta clinográfica, foram adaptados daqueles elaborados por Fagundes (2012).

A declividade visualizada foi reclassificada em porcentagem, seguindo as classes de declividade e parâmetros apresentados na tabela 2 (Parâmetros

adotados para as classes de declividade da carta clinográfica), as quais foram definidas com base nas instruções de De Biasi (1992), no Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965) e na legislação municipal (Lei Complementar Municipal nº38 de 2006).

Tabela 1 – Parâmetros adotados para as classes de declividade da carta clinográfica.

Classes de Declividade	Parâmetros
≤ 2%	Áreas planas sujeitas a inundação.
2% – 5%	5% - Limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente, bem com em trabalhos de planejamento urbano realizados pelo IPT e pela EMPLASA (DE BIASI, 1992).
5% – 12%	12% - Limite máximo para mecanização agrícola (CHIARINI DONZELLI, 1973 <i>apud</i> DE BIASI, 1992).
12% – 30%	30% Limite máximo para urbanização sem restrições, baseado na Lei 6.766 de 19 dezembro 1979 (Lei Lehmann), a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas. No município de Araras a Lei Complementar nº 38 de 2006, TÍTULO II, CAPÍTULO I, Seção II, Art. 8º, parágrafo 1º), prevê que acima de 30% de declividade do terreno não será permitido o parcelamento do solo, salvo atendidas exigências técnicas formuladas pela Prefeitura.
30% – 47%	47% - Limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal).
≥ 47%	47 a 100% - O Artigo 10 da Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal) prevê que “não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus [47% a 100%], só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”.

Fonte: DE BIASE (1992); Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal); Lei 6.766 de 19 dezembro 1979 (Lei Lehmann); Lei Complementar Municipal nº38 de 2006. Elaborado pelo autor.

Para as classes de declividade foram atribuídas cores que seguem os padrões cartográficos ($\leq 2\%$ - verde; $2\% < 5\%$ - amarelo; $5\% < 12\%$ - laranja; $12\% < 30\%$ - vermelho; $30\% < 47\%$ - marrom e $\geq 47\%$ - preto).

c- Esboços geológico e pedológico: foram elaborados a partir da carta Formações Geológicas de Superfície (IG, 1987); escala original 1:50.000, quadrícula Araras (SP); e da carta Levantamento Pedológico Semidetalhado do estado de São Paulo, (IAC, 1981); escala original 1:100.000, quadrícula Araras (SP). A vetorização dessas cartas no ArcGIS proporcionou a extração dos elementos geológicos e pedológicos presentes na bacia do Córrego do Jardim São João, sendo possível readequar a escala para uma escala maior (1:10.000), o que permitiu maior detalhe da área. Contudo, reconhece-se que esses produtos cartográficos têm restrições, pois a fonte original dos dados apresentava menor nível de detalhe. Em função disso, tais documentos são denominados de “esboços”.

d- Cartas de Uso da Terra (cenários de 1997 e 2006): foram elaboradas por interpretação digital de fotografias aéreas no ambiente do ArcGIS, onde foram criados *shapefiles* de acordo com classes de uso da terra mapeadas. A técnica de mapeamento utilizada em ambiente digital foi manual.

Para o cenário de 1997 foram utilizadas as fotografias aéreas n^{os} 10,11 e 45, na escala de 1:8.000, e para o cenário de 2006 foi utilizada a fotografia n^o 4220, na escala de 1:30.000.

As classes foram criadas com base na proposta do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006) e adaptadas pelo autor. Foram estabelecidas e mapeadas as seguintes classes na escala de 1:10.000:

Tabela 2 – Classes de uso da terra utilizadas na confecção das cartas da área de estudo.

Classes de uso da terra	Cores
1. Áreas antrópicas não agrícolas	
1.1 Área urbanizada (áreas com edificações e infraestruturas urbanas).	
1.2 Área de expansão urbana (áreas de futura implementação urbana, com infraestruturas definidas, porém sem edificações nos lotes).	
1.3 Área verde urbana (áreas arborizadas ou com gramados dos espaços públicos como praças e rotatórias).	
1.4 Cobertura herbácea (áreas com vegetação rasteira ou de porte pequeno que se desenvolveram espontaneamente).	
2. Áreas antrópicas agrícolas	
2.1 Cultura temporária canavieira (área com cultivo de cana-de-açúcar)	
2.2 Silvicultura (área com resquícios arbóreos, tipo pinus).	
3. Áreas de vegetação natural	
3.1 Vegetação de porte florestal (áreas com vegetação de porte médio e grande que se desenvolveram naturalmente ou foram induzidas).	
4. Água	
4.1 Lâminas d'água e rios (área com corpos hídricos).	
5. Sistema viário	
5.1 Ruas (áreas pavimentadas com asfalto que serve de vias de transporte e acesso aos lotes)	

Fonte: Manual técnico de uso da terra do IBGE (2006). Org.: autor.

A necessidade de mapear e diferenciar o uso urbano levou a criação de duas classes que demonstram a evolução do processo de urbanização, as áreas urbanas consolidadas, expressa pela classe 1.1 e as áreas de expansão urbana onde a urbanização não se consolidou completamente, expressa pela classe 1.2.

e- Cartas geomorfológicas (cenários de 1997 e 2006): foram elaboradas a partir de fotointerpretação digital, utilizando o programa *Stereo Photo Maker 3D*. De acordo com Souza e Oliveira (2012), por meio digital, a interpretação de pares

estereoscópicos de fotografias aéreas é realizada a partir da técnica do *Anáglifo*. Essa técnica resulta da sobreposição de fotografias estereoscópicas em cores complementares (vermelho e azul-esverdeado), que quando observadas com uso de óculos especiais de lentes coloridas provoca a percepção de profundidade, sendo possível visualizar o relevo.

As fotografias aéreas utilizadas para a carta de 1997 foram n^{os} 10,11 e 45, na escala de 1:8.000. Para a carta de 2006 foram utilizadas as fotografias aéreas n^{os} 4219 e 4220, na escala de 1:30.000.

Com base na proposta técnica de Tricart (1965), Verstapen & Zuidam (1975) e adaptações feitas de Silveira (2009), foram criadas as simbologias em ambiente digital, utilizando o ArcGIS. Para tal, as orientações de Paschoal, Conceição e Cunha (2010) foram seguidas e adaptadas, resultando nas simbologias para as apresentadas no quadro 2.

A identificação das formas foi realizada com base nas fotografias aéreas, pois estas fornecem registros detalhados da superfície terrestre, sendo possível visualizar os fenômenos geomorfológicos em suas formas e desenhos exatos. Segundo Verstappen; Zuidam (1975, p. 15) o levantamento geomorfológico tem por objetivo “dar uma imagem concisa e sistemática do relevo e dos fenômenos que estão ligados a ele”.

O levantamento realizado está baseado na quinta escala de grandeza proposta por Tricart (1965), que possui fatos geomorfológicos com alguns quilômetros quadrados. Seguindo a metodologia proposta por Verstappen e Zuidam (1975), conhecida como sistema ITC (International Institute For Areal Survey and Earth Sciences). Esse sistema se baseia em um método analítico e compreende os aspectos morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos, a litologia e os processos morfológicos.

Quadro 2 - Simbologias utilizadas na confecção das cartas geomorfológicas.

DADOS LITOLÓGICOS	Cenozóico	Formação Piraçununga		Tricart (1965)
	Paleozóico	Formação Tatuí		Tricart (1965)
		Formação Itararé		Tricart (1965)
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS	Vertente	Côncava		Verstappen; Zuidam (1975)
		Convexa		Verstappen; Zuidam (1975)
		Retilínea		Verstappen; Zuidam (1975)
		Irregular		Verstappen; Zuidam (1975)
	Linha de cumeada	Suave		Tricart (1965)
	Formas localizadas	Sulco		Tricart (1965)
		Ravina		Tricart (1965)
	Feições topográficas e morfométricas	Caimento topográfico		Tricart (1965)
		Curvas de nível		Tricart (1965)
		Pontos Cotados		Tricart (1965)
AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES	Feições hidrográficas	Canal fluvial		Tricart (1965)
		Canal pluvial		Tricart (1965)
	Formas de acumulação	Acumulação de planície e terraço fluvial		Tricart (1965)
		Ruptura topográfica suave		Tricart (1965)
	Modelo de entalhe	Fundo de vale encaixado (em V)		Tricart (1965)
		Fundo de vale plano		Tricart (1965)
		Aterro		Tricart (1965)
	MODELADO ANTRÓPICO	Terraço agrícola		Tricart (1965)
		Canal fluvial canalizado inferido		Adaptado de Silveira (2009)
		Canal fluvial retilinizado		Adaptado de Silveira (2009)
Nascente aterrada			Adaptado de Silveira (2009)	
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Limite da bacia hidrográfica		Convenção Cartográfica	
	Lagoas		Convenção Cartográfica	
	Ruas		Convenção Cartográfica	

Fonte: Tricart (1965); Verstappen e Zuidam (1975); Silveira (2009).
Elaborado pelo autor.

f- Carta de restrições legais: elaborada a partir dos parâmetros legais federais e municipais, essa carta teve como objetivo identificar situações problema relacionadas ao planejamento urbano quando se trata de bacias hidrográficas urbanas. Para a confecção dessa carta foram utilizadas a carta clinográfica da bacia (Apêndice A), a qual mostra a declividade do relevo da bacia, as áreas de preservação permanente de entorno das nascentes e canais, e o zoneamento municipal.

A carta foi construída no ambiente do programa ArcGIS, tendo como base uma das fotografias aéreas do ano de 2006. Sobre ela foi inserida a base cartográfica, o zoneamento municipal e os *buffers* nas áreas de entorno de dos canais (30m) e das nascentes (50m).

A pesquisa das legislações urbanísticas e ambientais que restringem o parcelamento do solo urbano, segundo parâmetros geomórficos, foram essenciais para elaboração desse produto de síntese, que auxilia na interpretação de alguns problemas geomorfológicos identificados em uma bacia hidrográfica densamente urbanizada.

Foram consideradas as seguintes leis para a bacia do Córrego do Jardim São João:

- Lei Federal nº 6.766 de 19/12/1979 (Lei Lehmann) - Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências:

CAPÍTULO I – Disposições Preliminares

Art. 3º - Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.

Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

- Lei Federal nº 12.651 de 25 de Maio de 2012 (Código Florestal) - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

CAPÍTULO II - DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Seção I - Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente.

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

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, 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;

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

- Lei Complementar Municipal nº 3.903 de 06 de outubro de 2006, a qual dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras providências:

TÍTULO II – DO ZONEMANETO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

CAPÍTULO II – DO ZONEMANETO DE USO DO SOLO

Art. 9º - Para disciplinar os usos previstos no Anexo I, as macrozonas, nos termos do Plano Diretor, ficam divididas nas seguintes zonas, distribuídas no Anexo III:

§ 2º - A Macrozona de Adensamento Urbano e Preservação do Patrimônio Histórico – ZONA URBANA, fica assim subdividida:

a) Zona Especial de Preservação do Patrimônio Arquitetônico e Cultural – ZEPAC (ZEPAC 1, ZEPAC 2 e ZEPAC 3);

b) Zona Exclusivamente Residencial - ZER (ZER 1 E ZER 2);

c) Zona Predominantemente Residencial – ZPR;

d) Zona Mista – ZM (ZMC – Central e ZMG - Geral);

e) Zona Industrial, Comercial e de Prestação de Serviços – ZI;

f) Zona Urbana de Preservação Permanente – ZUPP;

g) Zona Especial de Proteção Permanente – ZEPP;

h) Zona Especial de Interesse Social – ZEIS;

i) Zona Especial de Transporte – ZETER; e

j) Zona Institucional – Zinst;

§ 3º - A Macrozona de Expansão Urbana fica assim subdividida:

a) Zona de Expansão Urbana – ZEU;

b) Zona Especial do Aeroporto – ZEA; e

c) Zona Especial de Núcleos Rurbanos – ZENUR.

Com a sobreposição das legislações e zoneamentos foi possível estabelecer as áreas potenciais e que apresentam problemas geomorfológicos urbanos e restrições legais ao uso da terra. Em alguns casos verificou-se em campo a situação atual dessas áreas, identificadas por fotografias.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo visa apresentar os resultados obtidos das análises qualitativas e quantitativas da carta clinográfica (Apêndice A), das cartas geomorfológicas, cenários de 1997 e 2006 (Apêndice B), das cartas de uso da terra, cenários de 1997 e 2006 (Apêndice C), e da carta de restrições legais da bacia do córrego do Jardim São João (Apêndice D).

A fim de facilitar a abordagem, inicialmente se realizará uma análise geral da área de estudo, destacando as informações da totalidade da bacia (Figura 4). Em seguida, uma análise setORIZADA da bacia, demonstrando as principais alterações antropogeomorfológicas causadas pela urbanização.

Figura 4 - Vista da bacia do córrego do Jardim São João.



Nota-se a ocupação das vertentes.
Foto: Autor, 21/10/2013.

Por meio da interpretação das informações obtidas nos mapeamentos geomorfológicos, pode-se considerar que durante o período 1997 a 2006, ocorreram algumas alterações nas formas do relevo da bacia. A seguir destacam-se as principais alterações organizadas de acordo com o processo geomorfológico originário:

a) *Formas de origem denudativa*: têm origem nos processos erosivos e estão relacionadas ao tipo de material pedológico e litológico (Figuras 2 e 3) presentes na bacia. A área possui materiais com baixa coesão e resistência aos

processos erosivos, assim como um alto grau de declividade em toda sua área (Apêndice A).

Notou-se uma diminuição de 840,03m na extensão das rupturas topográficas (Tabela 3), identificadas a partir dos mapeamentos geomorfológicos dos anos de 1997 e 2006, devido ao aumento da urbanização sobre relevo da bacia. Verifica-se nesse período, que o urbano aumentou 7,5% em relação à área total da bacia.

Tabela 3 – Quantificação das feições geomorfológicas, 1997 e 2006.

Formas	Quantidades	
	1997	2006
Sulcos erosivos	13	5
Ravinas	1	0
Rupturas topográficas	5.268,44 m	4.428,41 m
APTF (acumulação de planície e terraço fluvial)	1.497,77 m ²	2.604,47 m ²
Aterros	2	4
Canais fluviais	3.753,14 m	3.581,27 m
Canais fluviais de fundo plano	966,85 m	1131,5 m
Canais fluviais de fundo em V	2.263,24 m	1907,94 m
Canais fluviais retelinizados	523,05 m	541,83 m
Canais pluviais	1.102,57 m	696,4 m
Lagos e represamentos	9.507,48 m ²	6.699,89 m ²
Nascentes aterradas	1	2

Fonte: Cartas geomorfológicas, cenários de 1997 e 2006.

Desse modo, o relevo original foi encoberto pelo uso da terra urbano, resultando em um relevo antropogênico (RODRIGUES, 2005), alterado pela terraplanagem com cortes e aterros (Figura 5), efetuados para os arruamentos e construção das edificações.

Figura 5 – Feições antropogênicas do relevo.



Corte na vertente para construção de edificação, os cortes expõem a formação Tatuí; as rupturas topográficas tornam-se menos perceptíveis.
Foto: Autor, 21/10/2013.

As formas vinculadas a sulcos erosivos e ravinas diminuem com o avanço do urbano consolidado sobre as áreas de expansão urbana e com cobertura herbácea, onde a exposição do solo aos agentes erosivos é considerável, sobretudo nas áreas com maior declividade, situadas nas vertentes ou nos interflúvios. A diminuição de sulcos, ravinas e rupturas ocorrem devido à impermeabilização do solo, que impede o desenvolvimento dessas feições.

b) *Ação das águas correntes e formas de origem fluvial*: com relação às feições hidrográficas, ocorreram modificações na morfologia do leito fluvial do córrego e de seus afluentes, havendo um aumento da extensão de canais com fundo plano e uma diminuição dos canais com fundo em V.

Notou-se também que a urbanização provocou uma diminuição na extensão dos canais fluviais e pluviais. No setor oeste da bacia, um dos afluentes teve parte de seu curso canalizado. Observa-se ainda que houve um aumento de área da acumulação de planície e terraço fluvial (APTF), devido as alterações ocorridas nos períodos de pré-urbanização e urbanização da bacia, o que denota uma mobilização de material.

c) *Modelado antrópico*: as formas antrópicas identificadas em 1997 referem-se aos terraços agrícolas no setor nordeste da bacia, onde há presença do cultivo da cana-de-açúcar, a canalização e retificação de trechos dos canais

fluviais, aterros que acompanham os arruamentos e soterramento da nascente de um dos afluentes no setor oeste.

Em 2006, identifica-se aumento dos aterros presentes nos lotes não edificados nas áreas de expansão urbana, os quais têm a função de diminuir a energia do escoamento superficial da água. As demais formas de origem antrópica se apresentam assim como no cenário de 1997.

As alterações observadas se articulam diretamente com os tipos de usos da terra, sobretudo aqueles ligados à urbanização (classes de uso da terra de áreas urbanas, áreas verdes urbanas e das áreas de expansão urbana) conforme mostra a tabela 4.

Tabela 4 – Área ocupada pelas diversas classes de uso da terra em 1997 e em 2006.

Cenário de 1997		
Classes de uso da terra	Área (Km ²)	(%) em relação à área total
Área urbanizada	0,41	34,17
Área de expansão urbana	0,10	8,33
Área verde urbana	0,02	1,67
Cobertura herbácea	0,27	22,5
Cultura temporária canavieira	0,03	2,5
Silvicultura	0,03	2,5
Vegetação de porte florestal	0,16	13,33
Outras classes	0,18	15
Cenário de 2006		
	Área (Km ²)	(%) em relação à área total
Área urbanizada	0,50	41,67
Área de expansão urbana	0,10	8,33
Área verde urbana	0,02	1,67
Cobertura herbácea	0,11	9,17
Cultura temporária canavieira	0,02	1,67
Silvicultura	0,04	3,33
Vegetação de porte florestal	0,19	15,83
Outras classes	0,22	18,33
Área Total	1,20	100

Fonte: Cartas de uso da terra, cenários de 1997 e 2006.

Na bacia do Córrego do Jardim São João predomina o uso da terra relacionado ao urbano; no cenário de 1997, este uso corresponde a 42,5% da área total da bacia, em 2006 passa para 50%. Constatou-se que a área urbanizada, ou seja, onde a urbanização já se consolidou, aumenta de um cenário para o outro. No entanto, a

área de expansão urbana se mantém nos dois cenários, pois estas se tornam áreas urbanizadas e novas áreas de expansão passam a ocupar setores da bacia que apresentavam cobertura herbácea, a qual diminuiu consideravelmente de um cenário para outro.

O gráfico 2 busca demonstrar a evolução da área das classes de uso da terra na bacia.

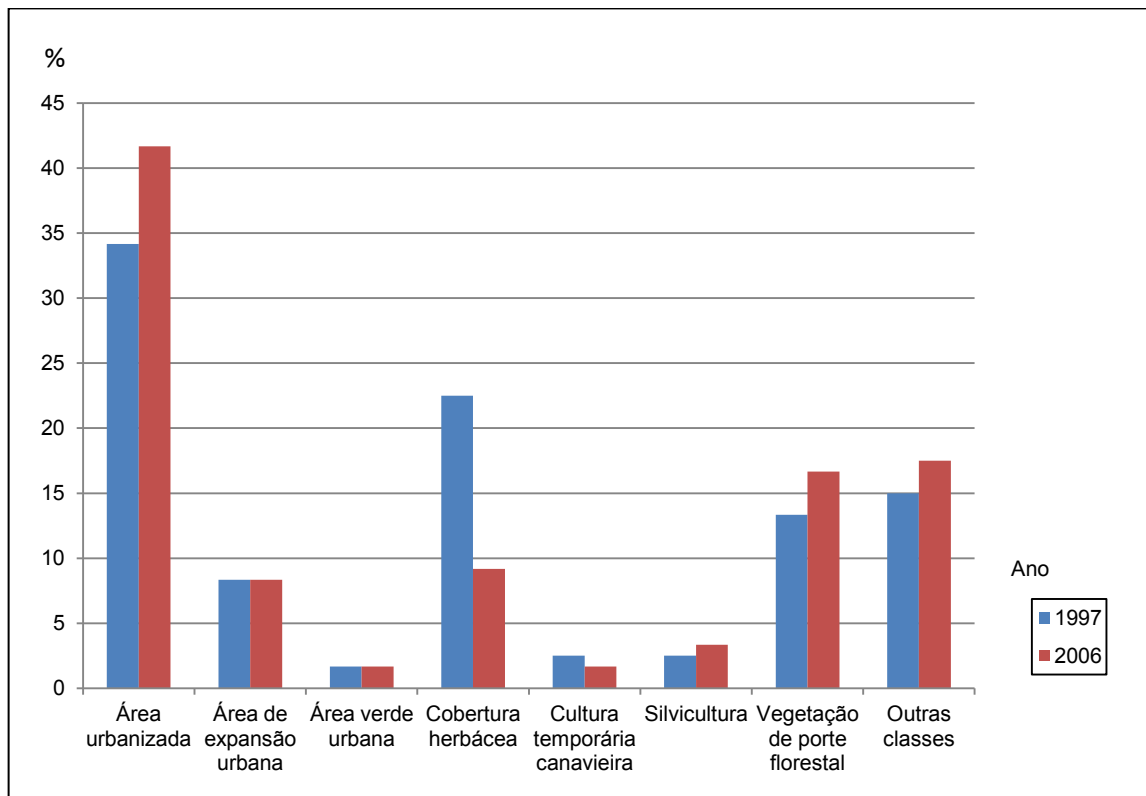


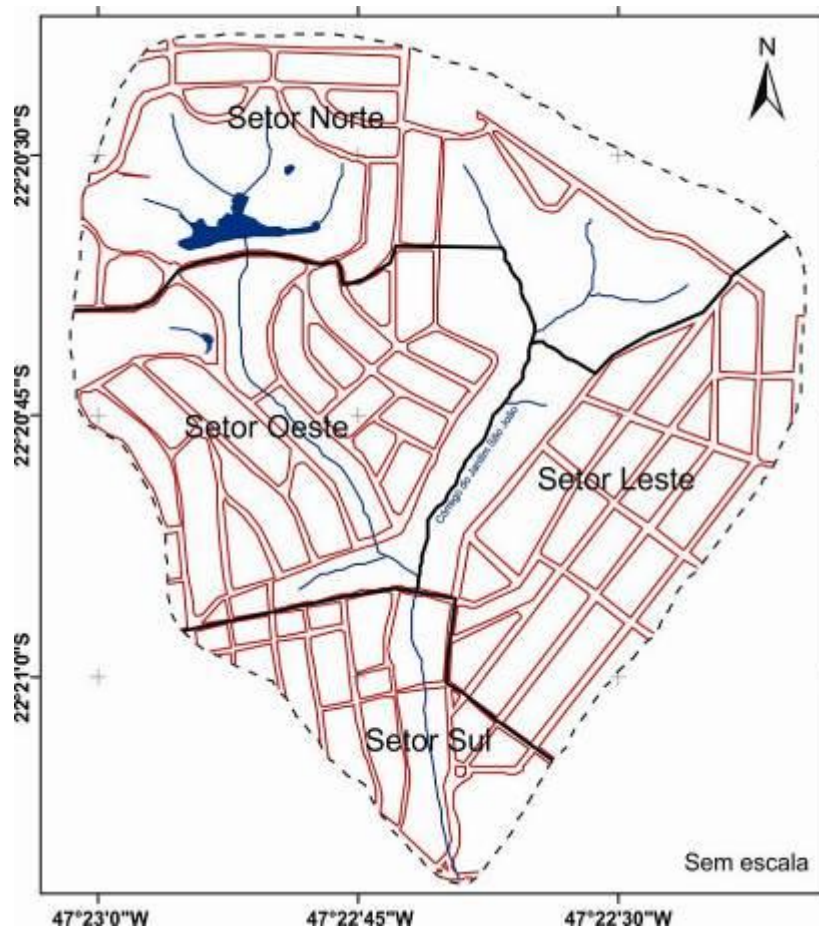
Gráfico 2 – Evolução da área das classes de uso da terra (1997 - 2006).
Fonte: Cartas de uso da terra de 1997 e 2006.

Com base nessas análises, pode-se considerar que as principais mudanças que ocorrem na morfologia da bacia estão vinculadas às alterações e transformações de um sistema processo-resposta para um sistema controlado, o qual tem a finalidade de propiciar sustentação ao urbano. Isso implica na modificação dos fluxos de matéria e energia na bacia.

Algumas alterações mais drásticas relacionadas a este fato foram identificadas na bacia do Córrego do Jardim São João, através da observação de mudanças que ocorreram na paisagem, por meio dos mapeamentos geomorfológicos e das cartas de uso da terra, os quais permitiram compreender as alterações antropogeomorfológicas na bacia.

Para viabilizar a exposição desses resultados obtidos, criou-se uma subdivisão da bacia em setores, os quais foram definidos considerando a orientação geográfica, o limite dos bairros e seus arruamentos, assim como os canais fluviais da bacia (Figura 6).

Figura 6 – Setores da bacia do Córrego do Jardim São João.



Fonte: Planta Cadastral do município de Araras (SP). Org.: autor.

Segundo Nir (1982), as intervenções provocadas pelo uso urbano sobre os aspectos naturais, como o relevo, possuem uma dimensão espacial pequena, mas que pode provocar intensas transformações na paisagem. Para o autor a urbanização causa modificações hidro-geomorfológicas, as quais podem ser compreendidas em três períodos:

- *Período pré-urbano*: quando as alterações referem-se à retirada da cobertura vegetal original e à construção das primeiras habitações. O principal impacto está relacionado à aceleração dos processos erosivos sobre as vertentes e, conseqüentemente, ao excesso de sedimentação nas drenagens.

- *Período de construção*: gera um grande distúrbio vinculado a alterações topográficas derivadas de aterros, terraplanagens, assim como da impermeabilização generalizada do solo, além de se constituir maior importação de matéria para a construção das edificações.

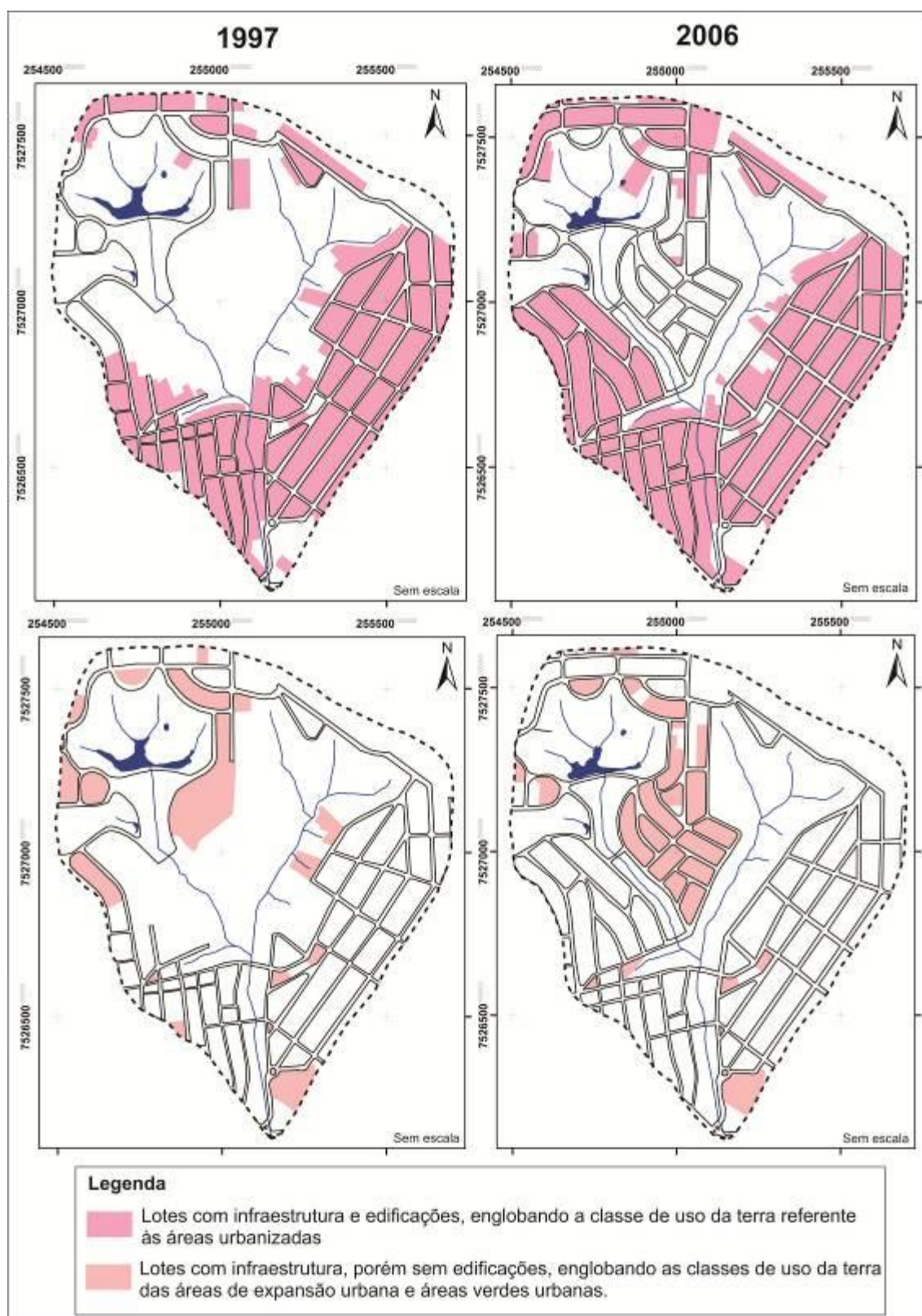
Os impactos estão relacionados com a diminuição da infiltração, aumento dos processos erosivos, devido ao revolvimento dos solos, aumento do assoreamento dos canais fluviais e do sistema de drenagem artificial (bueiros, bocas de lobo, galerias, etc.), que necessariamente acompanham a construção da área edificada.

- *Período urbano consolidado*: a área urbana construída e adensada, com poucas áreas sem impermeabilização, provoca outra topografia e consequentemente um novo sistema de circulação da água (relevo antropogênico). A circulação da água caracteriza-se por não obedecer mais, necessariamente, a topografia original e sim ser induzida por sistemas artificiais.

Esta nova circulação da água sobre e a impermeabilização do relevo, impede a pedogênese, assim como a ação dos processos erosivos, que tendem a diminuir e serem mais comuns nas áreas do entorno urbano. Nessas áreas peri-urbanas, a energia de escoamento superficial produzida pela impermeabilização é descarregada, provocando a ocorrência e aceleração dos processos erosivos lineares.

Identificou-se na bacia do Córrego do Jardim São João, que os três períodos se encontram em trânsito, havendo alterações do relevo de acordo com a evolução urbana. A evolução espacial da urbanização da bacia pode ser observada na figura 7.

Figura 7 – Evolução espacial do uso da terra destinado ao urbano.

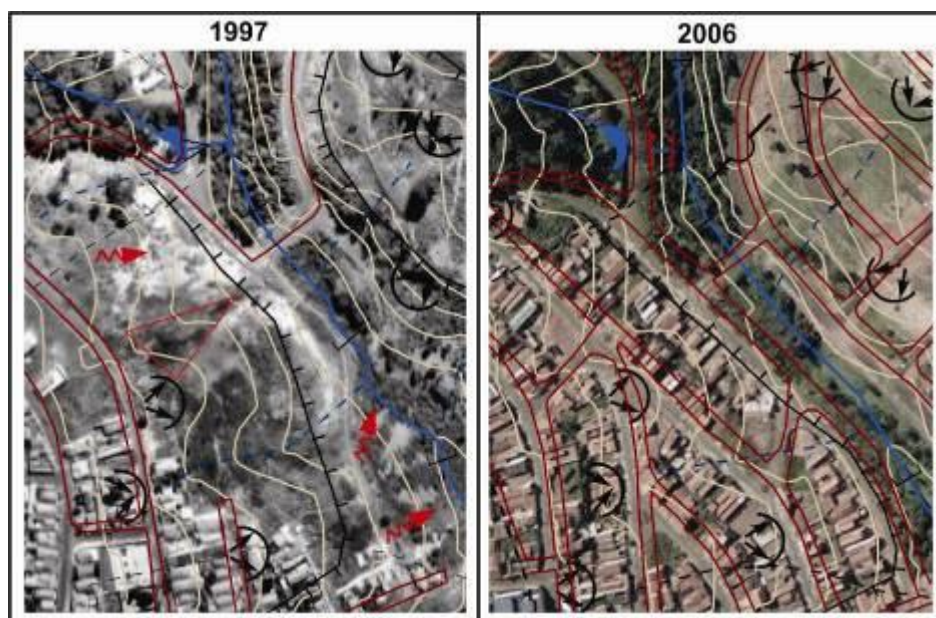


Fonte: Carta de uso da terra, cenários de 1997 e 2006.

Os setores sul e leste foram os primeiros a serem urbanizados na bacia; tal fato foi verificado pelas construções e conversas com moradores dos bairros. Nesses setores contatou-se, para o cenário de 1997, que o urbano encontra-se consolidado e mais adensado, havendo alguns lotes no estágio de construção. Os setores oeste e norte caracterizam-se como área de menor urbanização em 1997, porém a evolução da urbanização se realiza principalmente nesses setores, comparando os cenários de 1997 e 2006.

As áreas peri-urbanas, nos setores oeste e norte da bacia (1997) apresentam maior incidência de sulcos erosivos e uma ravina (Figura 8), tendo como uso da terra predominante a cobertura herbácea. A presença dessa cobertura demonstra a retirada da cobertura vegetal original e, em alguns locais, a remoção total de cobertura vegetal (mesmo a herbácea), principalmente nas áreas classificadas como área de expansão urbana. Essas áreas encontravam-se nos períodos pré-urbano e de construção no cenário de 1997.

Figura 8 - Quadro comparativo das formas erosivas no setor oeste da bacia, cenários de 1997 e 2006.



Fonte: Fotografias aéreas e mapeamentos geomorfológicos.

No cenário de 2006, a urbanização intensifica-se no setor oeste, com a construção de ruas e edificações, na área anteriormente ocupada por cobertura herbácea, e segue em direção ao interflúvio da bacia. Esta área caracteriza-se por

uma longa vertente convexa que vem sendo lentamente urbanizada desde 2006 até hoje.

Com base na análise dos dados quantitativos das feições geomorfológicas (Tabela 3) identificadas na bacia, notou-se uma diminuição considerável dos sulcos erosivos, passando de treze no ano de 1997, para cinco em 2006, havendo o desaparecimento da ravina mapeada em 1997.

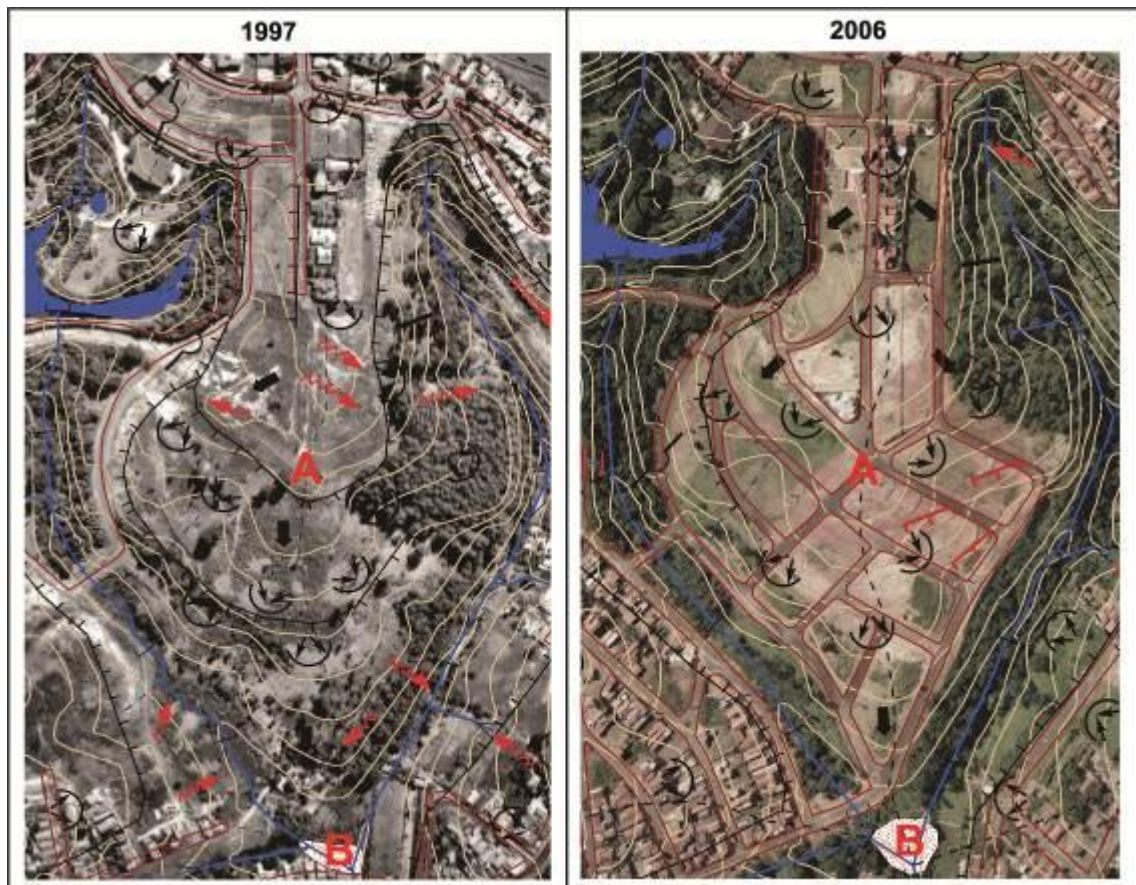
Observou-se que as rupturas topográficas tornam-se menos identificáveis nas imagens estereoscópicas, conforme o urbano avança sobre áreas do relevo anteriormente com uso da terra de cobertura herbácea ou de outras classes não relacionadas ao urbano.

A figura 9 revela outras alterações provocadas no relevo original do setor oeste, onde a urbanização se intensificou extremamente de um cenário para outro.

Nota-se a presença de aterros no interflúvio da bacia; nessa área haverá a construção de moradias que darão origem ao bairro Jardim Colina. Na figura 9, entende-se que o período de construção foi iniciado e alguns aterros foram criados com a finalidade de aplainar o relevo.

A declividade dessa área está entre 12 e 30%, limite máximo estabelecido por legislação para urbanização. Com base na carta clinográfica (Apêndice A), verifica-se outras classes de declividade presentes nessa área, inclusive acima de 30%. Como medida de engenharia para valorizar a área foram realizados aterros e cortes, dando aos lotes feições planas.

Figura 9 – Interflúvio da bacia do córrego do Jardim São João.



A – Principal interflúvio da bacia.

B – Acumulação de planície e terraço fluvial (APTF).

Fonte: Fotografias aéreas e mapeamento geomorfológico (2006).

Os itens A e B da figura 9 indicam as principais alterações ocorridas no setor oeste da bacia no período de 1997 a 2006.

A - Vertente convexa extensa, com alto grau de declividade; dispersa água tanto para o canal fluvial principal como para seu afluente. No cenário de 1997 essa área apresenta alguns sulcos erosivos e tem cobertura herbácea como uso. Em 2006 a área encontra-se no início do período de construção, com a intensificação das edificações e a entrada de materiais para construção civil; cortes e aterros se iniciam para aplainar os terrenos (Figura 10). Com o tempo, a tendência será o aumento de materiais dispersos por essa vertente em função da aceleração do escoamento superficial devido à impermeabilização das ruas e direcionamento dos fluxos até os fundos de vale.

B – Os materiais dispersos dessa vertente começam a ser depositados na área de acumulação de terraço e planície fluvial, fato este verificado com o aumento da

área ocupada por essa feição, que no ano de 1997 apresentava uma área de 1.497,77 m², passando a 2.604,47m² em 2006, período pré-urbano e início das construções, com instalação de edificações e remobilização de materiais.

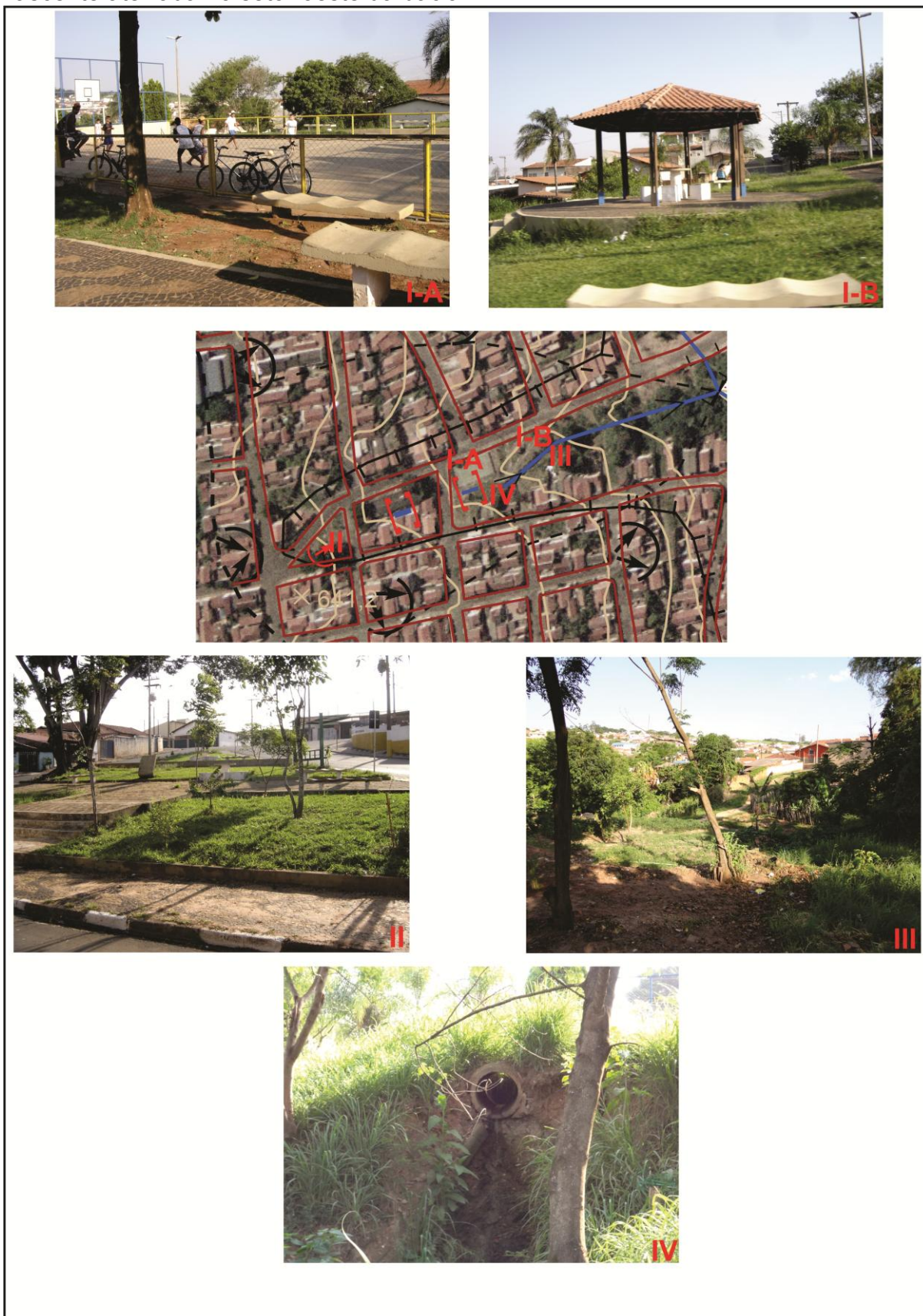
Figura 10 – Cortes e aterros realizados nos lotes (Jardim da Colina – interflúvio da bacia).



Foto: Autor, 21/10/2013.

Ainda no setor oeste da bacia foram identificadas outras situações, onde se percebe claramente a deturpação provocada pela urbanização sobre o relevo. As figuras 11 e 12 indicam tais situações identificadas em trabalho de campo realizado em 21 de outubro de 2013.

Figura 11 – Alterações antropogeomorfológicas sobre canal canalizado e nascente aterrada no setor oeste da bacia.



Elaborado pelo autor. Fotos: 21/10/2013.

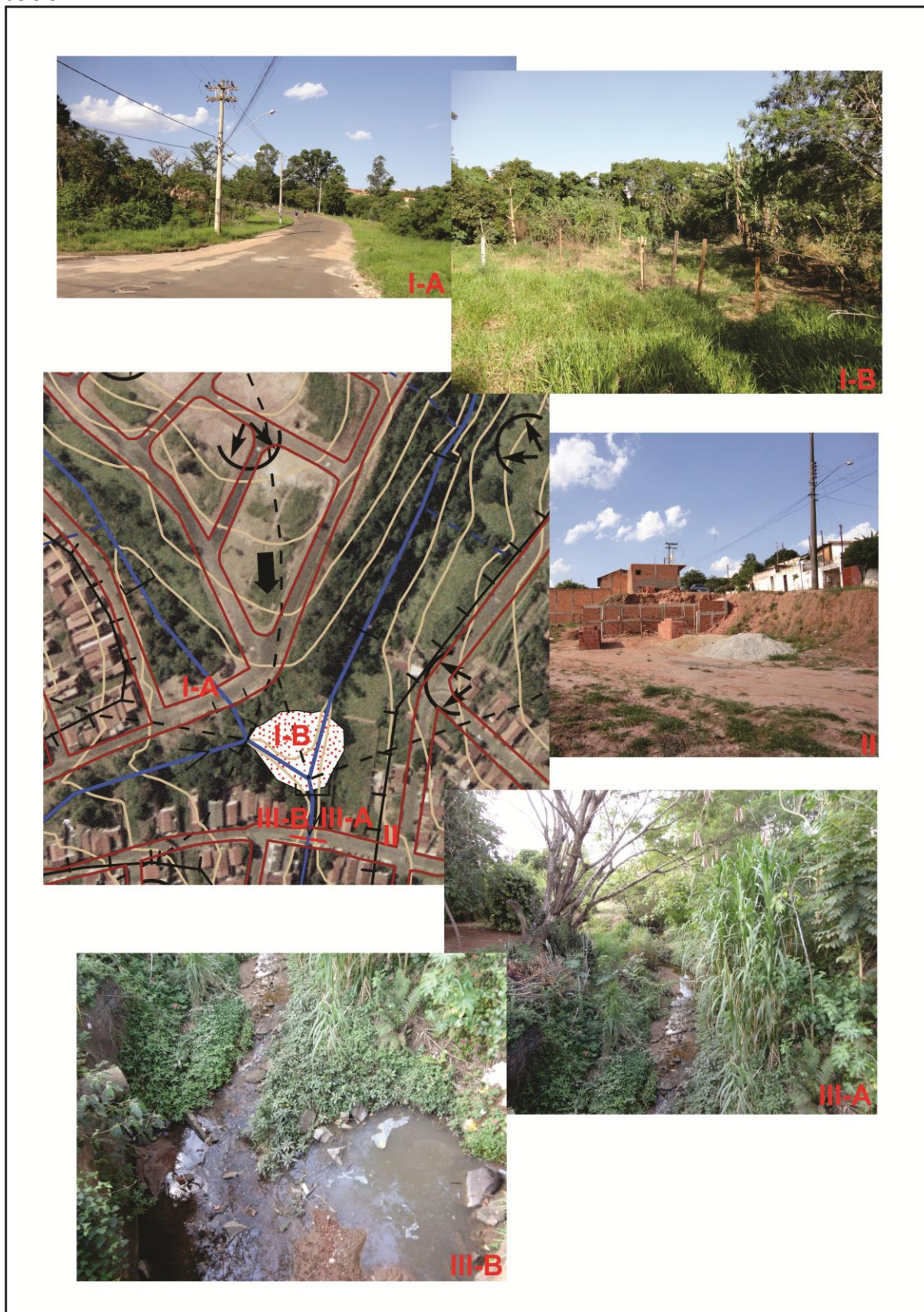
- As fotos I-A e I-B, da figura 11, mostram a área verde urbana construída sobre um dos afluentes do córrego do Jardim São João. Esse tipo de urbanização é executado em várias cidades brasileiras, canalizando os canais fluviais e construindo espaços de lazer sobre eles, para dar nova feição aos fundos de vale, geralmente tidos como áreas de descarte de entulhos e lixo pela população do entorno. Esses materiais contribuem com o excesso de sedimentação e impedem o escoamento normal da água.

- Foto II, nascente aterrada e canalizada desse afluente. Sobre ela foi construída uma praça.

- Foto III, margens do afluente depois do fim da canalização; observa-se que a comunidade utilizava essa área como de descarte; as margens não possuem área de preservação permanente e as casas são bem próximas.

- Foto IV, saída do fluxo após o setor canalizado do afluente, nota-se a erosão causada pela aceleração da água em dias de chuva e a diminuição do volume de água regular.

Figura 12 – Impactos geomorfológicos de origem antrópica no setor oeste da bacia.



Fotos: Autor, 21/10/2013.

- As fotos I-A e I-B, da figura 12, mostram a área de entorno da acumulação de planície e terraço fluvial; na foto I-A nota-se o excesso de sedimentos que foram carregados pela ação da água das últimas chuvas. A foto I-B, mostra a área de acumulação de terraço e planície fluvial, a qual serve de pasto à equinos, que pisoteiam o lugar.

- Foto II, casa sendo construída, observa-se o corte realizado para construção dessa edificação, deixando parte do solo inconsolidado e mais suscetível a erosão laminar.

- Fotos III-A e III-B, excesso de sedimentos no Córrego do Jardim São João em trecho após a acumulação de planície e terraço fluvial e antes do trecho retificado.

Por sua vez o setor norte se apresenta como área de nascentes e de uma grande lagoa, situadas em uma propriedade privada. Ao entorno dessa propriedade se formou o bairro Jardim Piratininga. Comparando as cartas de uso da terra e a evolução urbana, nota-se nessa área pouca alteração com relação ao tipo de uso da terra. No entanto, constata-se uma diminuição areal da lagoa, a qual em 1997 possuía 9.507,48 m², passando para 6.699,89 m² em 2006.

Infer-se que esta diminuição esteja associada ao rebaixamento do lençol freático em função da urbanização do entorno das nascentes. Tal fato diminui a infiltração longo da vertente, com certo grau de declividade, entre 2% e 30%, a infiltração, devido à impermeabilização.

A figura 13 apresenta os cenários de 1997 e 2006; observa-se também a densidade de cobertura de porte florestal que se desenvolve próximo à lagoa.

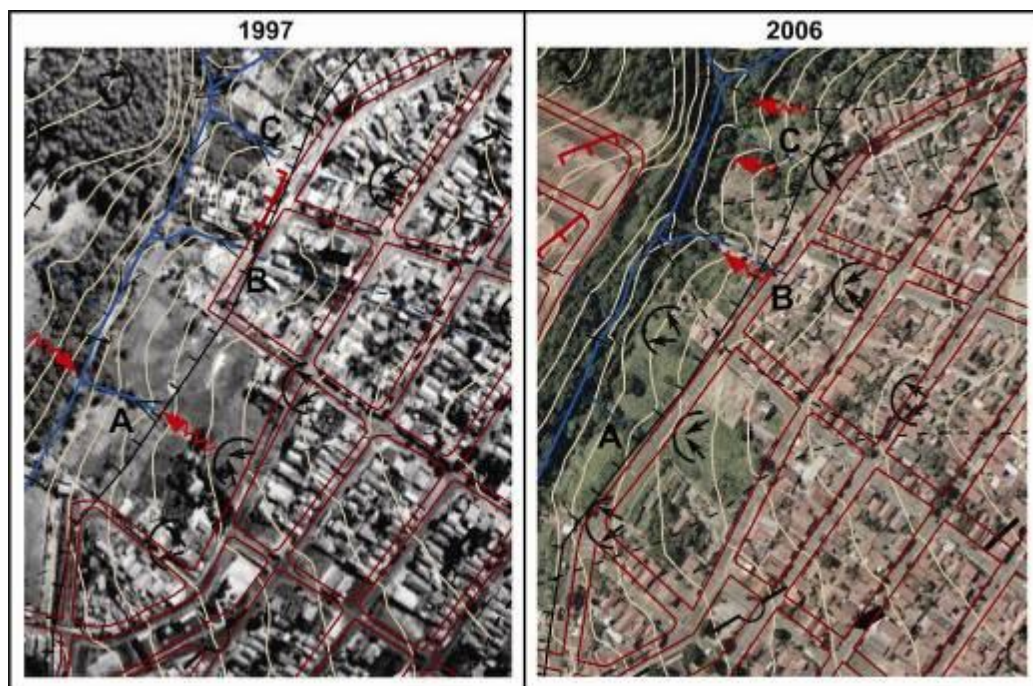
Figura 13 – Comparação do uso e da área ocupada pela lagoa (1997 e 2006), setor norte da bacia.



Fonte: Mapeamentos geomorfológicos e fotografias aéreas.

Nos setores leste e sul da bacia onde o urbano encontra-se consolidado, com poucas áreas a serem loteadas ou com áreas de expansão urbana a serem edificadas, nota-se a menor incidência se formas erosivas, nos dois cenários, de acordo com o mapeamento geomorfológico. Porém, comparando os anos de 1997 e 2006, observa-se um aumento de sulcos erosivos na vertente leste do córrego do Jardim São João (Figura 14). Nessa área, com alto grau de declividade, houve aumento de edificações e a construção de uma rua.

Figura 14 – Comparação da vertente leste do Córrego do Jardim São João (1997 e 2006).



Fonte: Mapeamentos geomorfológicos e fotografias aéreas.

A figura 14 mostra como a urbanização altera os canais de drenagem. Nos itens A, B e C observa-se como a drenagem passa a ser limitada pelo uso urbano. Com o adensamento de edificações nessa área, ocorre a diminuição do número de canais fluviais e um aumento da impermeabilização do solo.

Os mapeamentos geomorfológicos indicam um aumento nos canais pluviais de um cenário para outro, e consequente diminuição dos canais fluviais (Tabela 3), isso ocorre devido a consolidação do urbano e sua expansão sobre o relevo da bacia.

No cenário de 1997 observa-se que os itens A e C da figura 14, revelam canais fluviais de primeira ordem que passam, no cenário seguinte, a canais pluviais. Nota-se também a diminuição da extensão do canal pluvial cartografado no

cenário de 1997 para o cenário de 2006 (item B), o urbano impede a visualização precisa da drenagem que existia anteriormente.

Somente através de fotografia realizada em campo, foi possível identificar com exatidão como se encontra esse canal apresentado como item B da figura 14 se encontra. Observam-se alguns resíduos sólidos arrastados pela ação pluvial e o crescimento de gramíneas em função da umidade.

Figura 15 – Trecho da viela do Jardim São João.



Arruela serve de caminho para pedestres e escoamento superficial da água, funcionando como canal pluvial em dias com chuva.

Foto: Autor, 21/10/2013.

Nessa mesma vertente, que recebe água desses canais pluviais, há construção de algumas edificações, estas bem próximas ao fundo de vale do córrego. As figuras 16 e 17 mostram a situação dessa vertente e as feições antropogeomorfológicas que o relevo adquire com a construção das edificações.

Figura 16 – Casas na vertente leste do córrego do Jardim São João



Observam-se os cortes para dar ao relevo morfologia plana.
Foto: Autor, 21/10/2013.

Figura 17 – Casas na vertente leste do córrego do Jardim São João.



Observam-se os aterros para dar ao relevo morfologia plana. Ao fundo ruptura topográfica torna-se imperceptível em função do urbano
Foto: Autor, 21/10/2013.

Os setores leste e sul, por serem as primeiras áreas urbanizadas, são as que mais escondem as formas originais do relevo da bacia. Muitas vertentes tiveram suas formas mapeadas com base no levantamento topográfico da carta base, pois

somente as fotografias aéreas não foram suficientes para revelar as formas de vertentes alteradas e encobertas pela urbanização.

Outro fato que chama bastante atenção na bacia do Córrego do Jardim João é a retificação do baixo curso do córrego no setor sul. Esse trecho teve suas margens menores retificadas com uso de blocos de basalto e concreto; seu curso recebeu impermeabilização com concreto e seu leito maior foi ocupado por edificações ao longo do canal.

A figura 18 aponta a situação do baixo curso do córrego. Nota-se a proximidade das casas com o canal, que drena toda água da bacia. Episódios relatados pelos moradores revelam alterações bruscas de volume, durante períodos de chuva na primavera e no verão.

Figura 18 – Trecho do canal retilinizado no setor sul da bacia.



Ausência da área de preservação permanente, as casas ocupam a margem do córrego.

Foto: Autor, 21/10/2013.

Esse tipo de intervenção nos canais fluviais provoca a dinamização do escoamento do canal, tornando muito maior a velocidade do fluxo d'água. Os efeitos são registrados imediatamente após o setor canalizado e nos canais que recebem a água dessa bacia.

Na figura 19 nota-se mais uma vez a ausência da área de preservação permanente e o excesso de sedimentos transportados pelo canal.

Figura 19 – Trecho do canal retificado próximo à jusante.



Destaca-se a área que deveria ser de preservação permanente, a qual foi não respeitada; aponta-se ainda a carga de sedimentos no fundo do canal.
Foto: Autor, 21/10/2013.

De acordo com a notícia publicada no site da Prefeitura Municipal, no dia 13 de junho de 2013, foram realizadas limpezas em diversos córregos da cidade visando retirar os sedimentos e outros materiais. Essa medida teve como objetivo, de acordo com a prefeitura, desassorear os córregos e evitar enchentes na cidade. A figura 20 aponta uma das intervenções realizadas para limpeza do córrego.

Figura 20 – Serviço de limpeza realizada no Córrego do Jardim São João, setor sul da bacia.



Foto: Prefeitura Municipal de Araras; <http://www.araras.sp.gov.br/n/noticias/item/94-prefeitura-realiza-limpeza-e-desassoreamento-de-ribeiroes-e-corrego>. Acesso em 27/10/2013.

Constatou-se que este tipo de serviço é necessário, pois há constante mobilização de materiais inconsolidados derivados das construções que são realizadas na bacia hidrográfica. Esses materiais são arrastados pela ação da água e gravidade até os fundos de vale e são depositados nos canais fluviais. Quando há períodos de chuvas intensas, esses materiais acabam sendo arrastados ao longo do canal, sendo levados até a jusante.

A figura 21 identifica a deposição desses materiais próximo a jusante, meses após a limpeza do córrego do Jardim São João, o que revela a quantidade de materiais mobilizados e a dimensão do processo de assoreamento nessa bacia em função da urbanização.

Figura 21 – Trecho próximo à jusante.



- A- Revela o nível que a água pode atingir em dias com chuva.
B- Entulho e outros materiais inconsolidados transportados pelo córrego.
C- Excesso de sedimentos no fundo do córrego.
Foto: Autor, 21/10/2013.

Algumas das transgressões legais que ocorrem em função da urbanização na bacia, foram apontadas na carta de restrições legais (Apêndice D). Apesar do zoneamento municipal e das restrições de declividade acima de 30% expressas na

legislação municipal (Lei Complementar Municipal nº38 de 2006), algumas transgressões à legislação foram identificadas:

- Urbanização de áreas com declividade superior a 30% (limite máximo para urbanização; Lei Lehmann). Nas áreas com declividade acima de 30% a energia e a velocidade do escoamento da água é maior devido a impermeabilização urbana. Tal fato faz com que o tempo de escoamento diminua, acelerando a chegada das águas nos canais fluviais, provocando enchentes e inundações.

Segundo relato de alguns moradores da baixa bacia do córrego do Jardim São João, em épocas de “chuva forte”, o nível do córrego extrapola o nível do canal, provocando enchentes na área de entorno.

- Ausência de área de preservação permanente nas margens do córrego retificado e de algumas nascentes próximas ao urbano, não respeitando os limites estabelecidos pelos parâmetros legais. A ausência da área de preservação permanente no trecho retificado não se adequa aos parâmetros legais federais e expõem a comunidade local a constantes enchentes e inundações.

Observa-se em algumas áreas, o urbano bem próximo as nascentes, como na vertente leste do córrego do Jardim São João. Com o avanço do urbano sobre as nascentes, a tendência é haver uma diminuição da vazão dos canais fluviais. Associado ao assoreamento, esse fato pode provocar a extinção dos canais fluviais, tornando-os canais pluviais.

Considera-se que, por meio do diagnóstico antropogeomorfológico realizado neste trabalho, foi possível verificar várias das alterações geomorfológicas provocadas no relevo da bacia hidrográfica urbana estudada. Destaca-se que, apesar do curto período histórico de análise, de 1997 a 2006 (nove anos), foi possível verificar o quanto a ação antrópica sobre o relevo pode modificar as características geomorfológicas de uma área.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que a urbanização transforma as características dos elementos da paisagem, inclusive do relevo. O diagnóstico antropogeomorfológico demonstrou ser uma ferramenta útil para a compreensão do grau das transformações e alterações das feições geomorfológicas provocadas pela urbanização.

Foi possível verificar alguns impactos em um curto período histórico, de 1997 a 2006 (nove anos), o que demonstra a velocidade em que ocorre a ação antrópica sobre o relevo, não mais no tempo da natureza, mas agora no tempo do homem. Assim, o homem atua como um agente geomorfológico capaz de modificar os fluxos de matéria e energia da superfície terrestre em um curto intervalo de tempo.

A cartografia geomorfológica de detalhe foi um instrumento fundamental para que se pudesse visualizar as transformações do relevo e dos usos da terra que foram se desenvolvendo na bacia do Córrego do Jardim São João.

Os cruzamentos das variáveis geomorfológicas com as informações de uso da terra, associados ao conhecimento dos processos estruturais, climáticos e antrópicos de esculturação do relevo, ajudam a identificar possíveis áreas restritas à ocupação urbana, auxiliando na compreensão de impactos ambientais relacionados a usos inadequados do relevo.

As transgressões legais apontadas servem de exemplo de como o homem, de maneira mal planejada, vem ocupando o relevo com a urbanização, e os problemas que isso tem causado às comunidades que vivem nessas áreas.

A metodologia neste trabalho se demonstrou eficiente, pois atendeu as necessidades de compreender parte da história cumulativa das intervenções antrópicas na bacia. Verificaram-se diferentes períodos de urbanização da bacia em estudo, e como esses períodos provocam efeitos diferentes no relevo e na dinâmica do sistema bacia hidrográfica urbana.

Cabe destacar que neste trabalho priorizou-se a análise dos aspectos antrópicos sobre o relevo, não considerando diretamente o sistema socioeconômico envolvido na organização espacial da área de estudo.

Outras pesquisas podem ser desenvolvidas na bacia, relacionando os padrões de urbanização e os tipos de transformações provocadas no relevo, para que se

possa compreender melhor como o homem, com diferentes recursos econômicos e de engenharia, altera as feições do relevo.

Dessa forma, espera-se que esse trabalho abra caminho para futuros estudos e aprofundamentos a respeito da geomorfologia urbana em Araras e outros municípios, para que a geomorfologia seja incorporada ao planejamento urbano, contribuindo ainda mais na gestão de áreas urbanas.

8 REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. Cotia: Ateliê Editorial, 2007.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1974. (Série teses e monografias, 14).

ARARAS. Lei Complementar Municipal nº 38 de 2006. **Serviço de Comunicações da Prefeitura Municipal de Araras**. Araras, SP, 2006.

ARARAS. Lei Complementar Municipal nº 3.903 de 06/10/2006. **Serviço de Comunicações da Prefeitura Municipal de Araras**. Araras, SP, 06 de out. 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 6.766, de 19/12/1979. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, DF, 20 dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso: 30 jul. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, DF, 28 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso: 30 jul. 2013.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). **Clima dos municípios paulistas**. [2013]. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 14 set. 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da geografia**. 1 ed. São Paulo: DIFEL, 1982.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH, USP, São Paulo, n.6, 1992.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto Sapucaí**. Brasília: DNPM, 1979.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2006.

FAGUNDES, A. **Análise das alterações geomorfológicas decorrentes dos processos de urbanização na bacia hidrográfica do córrego Lavapés, em Rio Claro (SP)**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) -

Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2012.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**. Recife, n. 2, v. 21, p. 36-58, jul-dez. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: Conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 4, p. 117-145.

MARINHO, V. L. F. **Estudo Ambiental na Bacia do Ribeirão das Furnas / Araras (SP)**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 1999.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**: Estudo sob forma de atlas. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1973.

MORAES, A. C. R. **Geografia**: pequena história crítica. 21 ed. São Paulo: Annablume, 2007.

NIR, D. **Man a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1982.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do arcgis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do complexo argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8., 2010, Recife. **Anais** Simpósio Nacional de Geomorfologia, Recife: UGB, 2010. p. 1-13.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 16, p. 24-31, out. 2005.

PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil** (Fanerozóico). São Paulo : USP , 1983.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 17, p. 101-111, dez. 2005.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidro-geomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 20, p. 111-1252, ago. 2010.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Departamento de Geografia**. São Paulo, Laboratório de Geomorfologia- FFLCH/USP, p. 63-74, 1993.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2010. (Coleção Repensando a Geografia).

SANTOS, M. **Por uma geografia nova**: da crítica da geografia a uma geografia crítica. 3 ed. São Paulo: HUCITEC, 1986.

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 7, p. 227-246.

SÃO PAULO. Convênio EMBRAPA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento . Instituto Agrônômico. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**. Aerofoto Cruzeiro S.A.: Rio de Janeiro, 1987. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. **Formações geológicas de superfície**. Aerofoto Cruzeiro S.A.: Rio de Janeiro, 1987. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

SILVEIRA, A. **Diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP): uma abordagem geográfica**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**. Manaus, Edição Especial, n. 4, v. 2, p. 1348-1355, jun. 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da geografia física na geografia. **Revista Terra Livre**. São Paulo, n. 17, p. 11-24, 2º semestre 2001.

TRICART, J. **Principes et methods de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of geomorphological survey**. In: _____. ITC Textbook of Photo-Interpretation. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1975.

9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2001.

DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e utilização. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 21, p.8-21, 1970.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

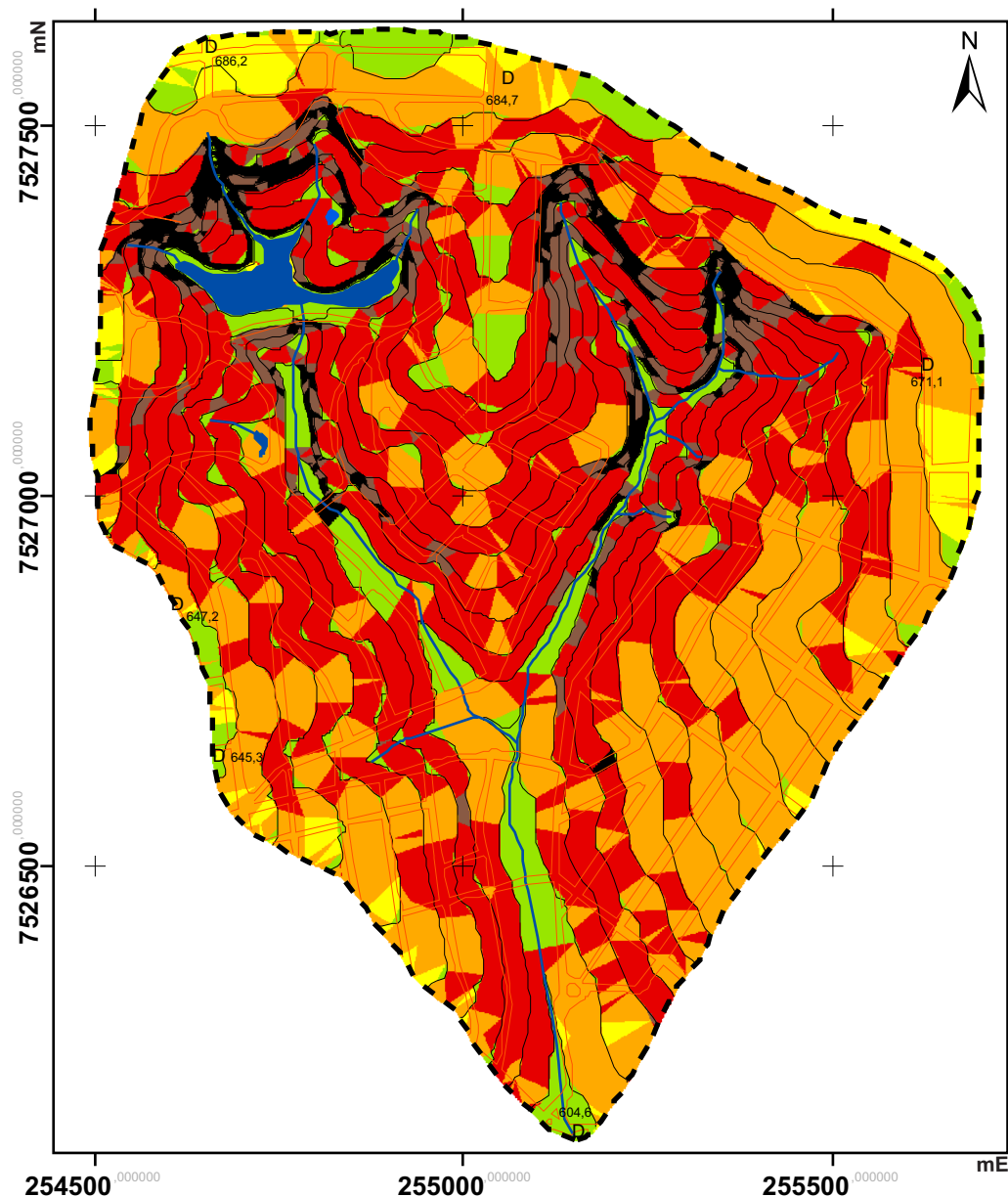
GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Impactos Ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 16, p. 76-80, out. 2005.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 14, p. 69-77, abr. 2001.

APENDICE A – Carta de declividade da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

Carta clinográfica da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).



Legenda

1. Classes de declividade

- < 2%
- 2% ─ 5%
- 5% ─ 12%
- 12% ─ 30%
- 30% ─ 47%
- ≥ 47%

2. Convenções cartográficas

- Limite da bacia hidrográfica
- Hidrografia
- Lagoas
- Curvas de nível
- Pontos cotados

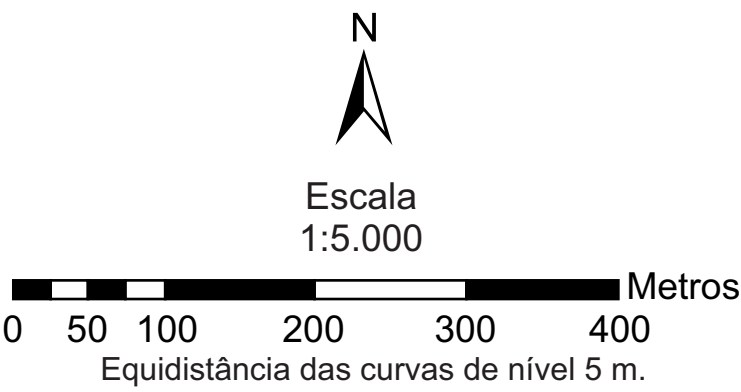
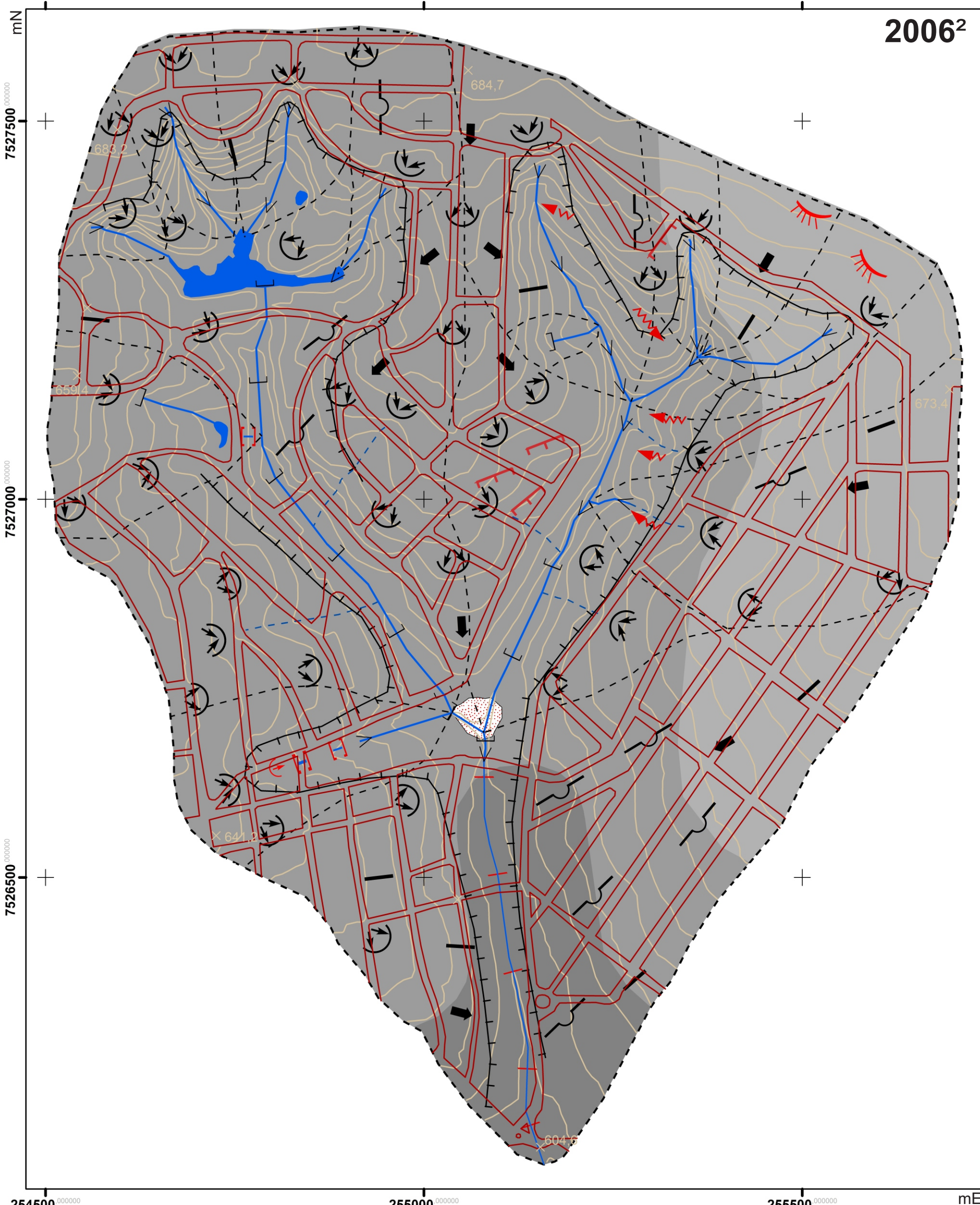
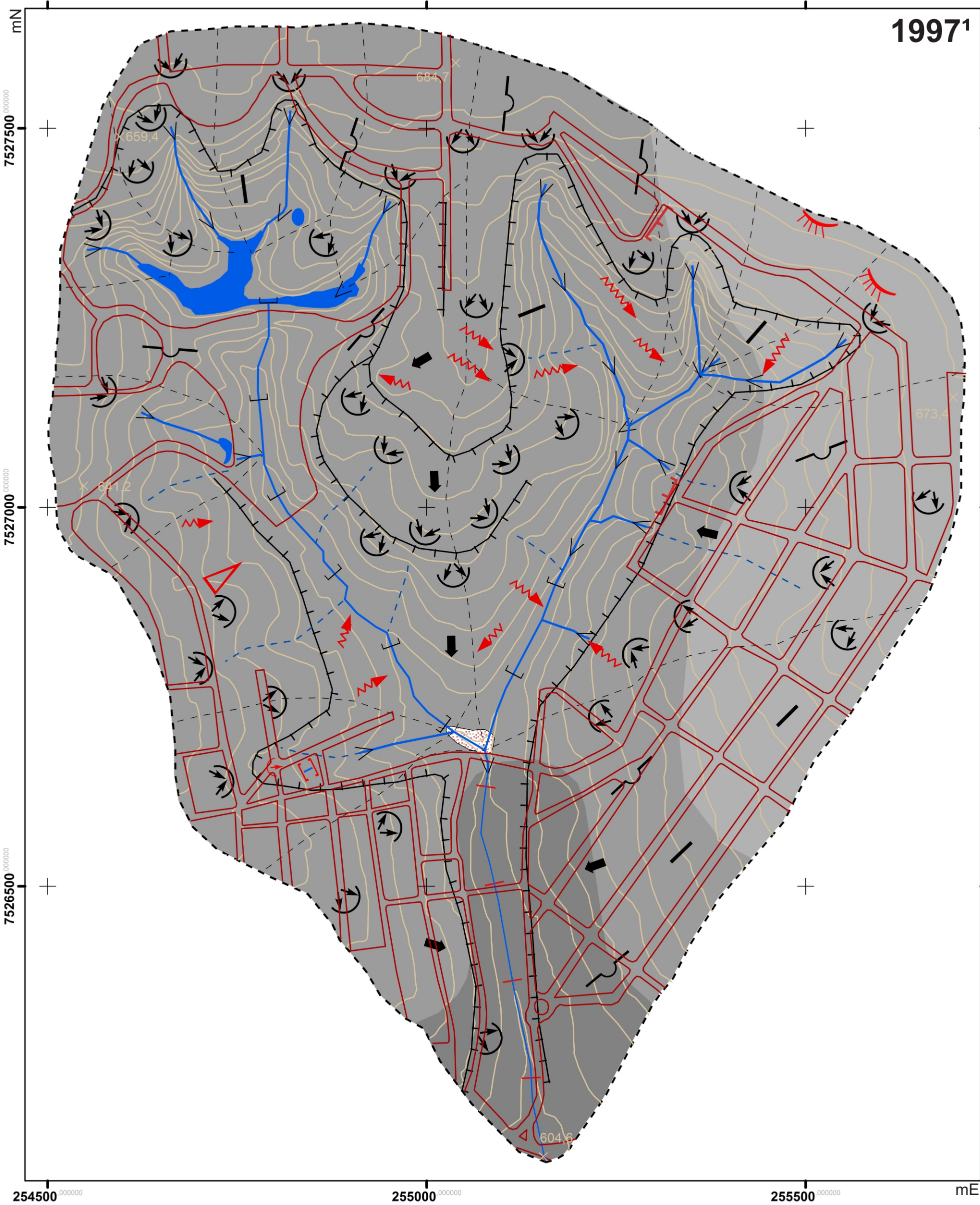
Escala
1:10.000

0 100 200 300 400 Metros
Equidistância das curvas de nível 5m

Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum: South American 1969 (SAD 69) Zona 23S.
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAS. Secretaria de planejamento, gestão e mobilidade.
Planta cadastral da área urbana. Araras, 2010. 1 mapa. Escala: 1:10.000.
Elaboração: Marcelo Eduardo Franzin; Orientação: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha.

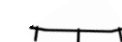
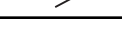
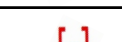
APENDICE B – Cartas geomorfológicas da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

Cartas Geomorfológicas da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

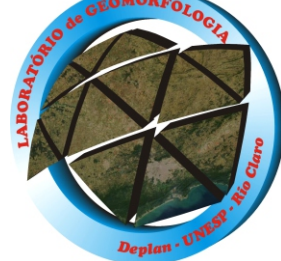


LEGENDA

DADOS LITOLÓGICOS	Cenozóico	Formação Piraçununga	
	Paleozóico	Formação Tatui	
		Formação Itararé	
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS	Vertente	Côncava	
		Convexa	
		Retilínea	
		Irregular	
	Linha de cumeada	Suave	
	Formas localizadas	Sulco	
		Ravina	
	Feições topográficas e morfométricas	Caimento topográfico	
		Curvas de nível	
		Pontos Cotados	

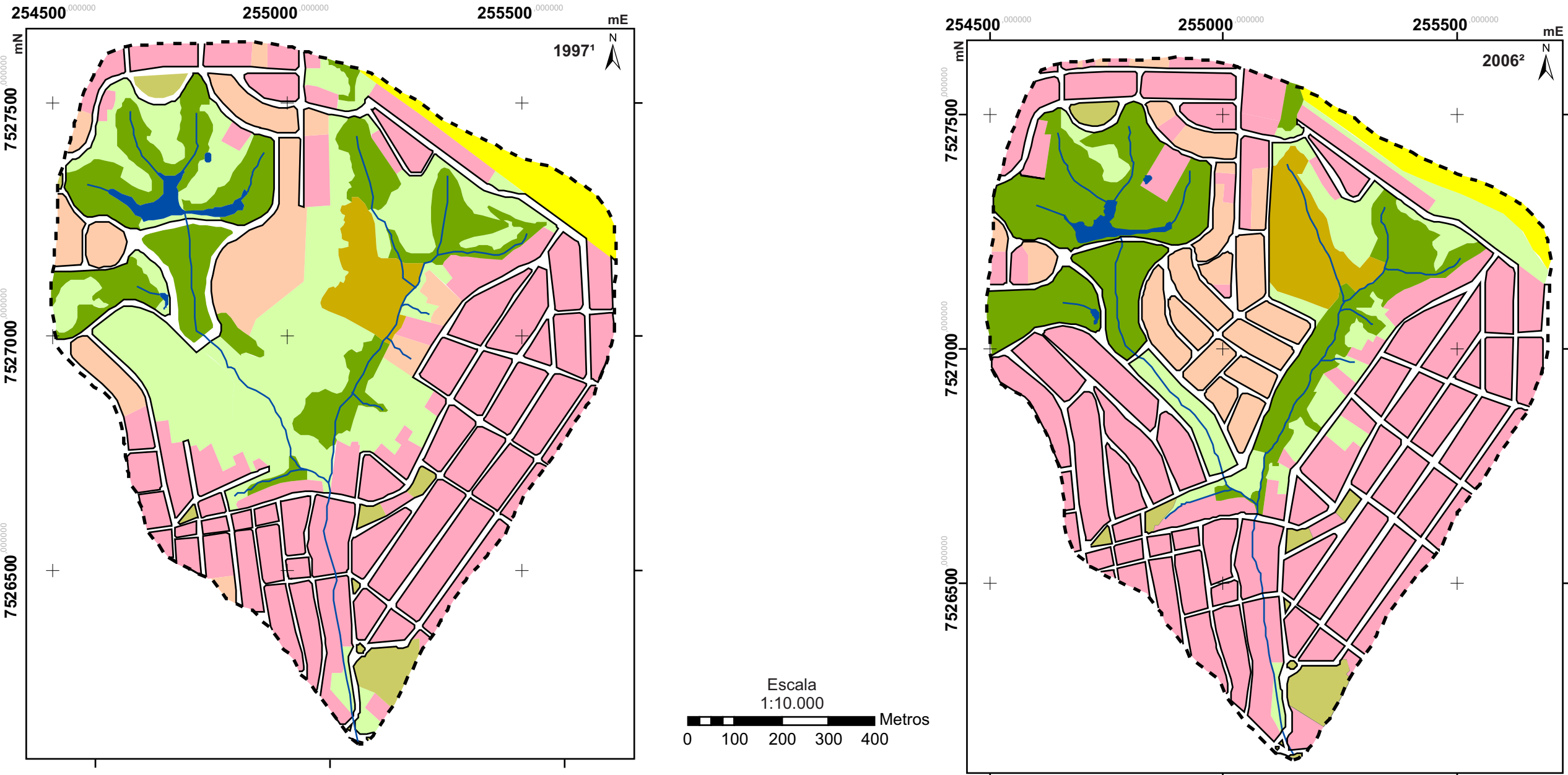
AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES	Feições hidrográficas	Canal fluvial	
		Canal pluvial	
	Formas de acumulação	Acumulação de planície e terraço fluvial	
	Modelo de entalhe	Ruptura topográfica suave	
		Fundo de vale encaixado (em V)	
		Fundo de vale plano	
MODELADO ANTRÓPICO	Aterro		
	Terraço agrícola		
	Canal fluvial canalizado		
	Canal fluvial retilinizado		
	Nascente aterrada		
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Limite da bacia hidrográfica		
	Lagoas		
	Ruas		

Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum: South American 1969 (SAD 69) Zona 23S.
1 Fonte: BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A. Córrego do Jardim São João (SP): foto aérea, 1997. 3 fotografias aéreas. Escala aproximada 1:8.000. Fx. 04/45 e 05/10,11.
2 Fonte: BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A. Córrego do Jardim São João (SP): foto aérea, 2006. 2 fotografias aéreas. Escala aproximada 1:30.000. Fx.137/4219,4220.
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAS. Secretaria de planejamento, gestão e mobilidade. **Planta cadastral da área urbana**, 2010. 1 mapa digital. Escala original: 1:10.000.
Elaboração: Marcelo Eduardo Franzin; Orientação: Profa Dra Cenira Maria Lupinacci da Cunha.



APENDICE C – Cartas de uso da terra da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

Carta de uso da terra da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).



I. Classes de uso da terra

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Áreas antrópicas não agrícolas | 2. Áreas antrópicas agrícolas |
| 1.1 Área urbanizada | 2.1 Cultura temporária canavieira |
| 1.2 Área de expansão urbana | 2.2 Silvicultura |
| 1.3 Área verde urbana | 3. Áreas de vegetação natural |
| 1.4 Cobertura herbácea | 3.1 Vegetação de porte florestal |

II. Convenções cartográficas

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 4. Água | Limite da bacia hidrográfica |
| 4.1 Lâminas d'água e rios | |
| 5. Sistema viário | |
| 5.1 Ruas | |

Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum: South American 1969 (SAD 69) Zona 23S.

1 Fonte: BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A. Córrego do Jardim São João (SP): foto aérea, 1997. 3 fotografias aéreas. Escala aproximada 1:8.000. Fx. 04/45 e 05/10,11.

2 Fonte: BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A. Córrego do Jardim São João (SP): foto aérea, 2006. 1 fotografia aérea. Escala aproximada 1:30.000. Fx.137/4219.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAS. Secretaria de planejamento, gestão e mobilidade. **Planta cadastral da área urbana**. Araras, 2010. 1 mapa. Escala: 1:10.000.

Elaboração: Marcelo Eduardo Franzin; Orientação: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha.

APENDICE D – Carta de restrições legais da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).

Carta de restrições legais da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).



Legenda

1. Restrições Legais

- Parcelamento do solo - terrenos com declividade igual ou superior a 30%** - Cap I, Artigo 3º, Parágrafo Único, Inciso III da Lei Federal nº 6.766 de 19/12/1979 (Lei Lehmann).
- APP - faixa marginal de qualquer curso d'água natural desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura** - Cap. II, Artigo 4º, Inciso I da Lei Federal nº 12.651 de 25 de Maio de 2012 (Código Florestal).
- APP - área no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros** - Cap. II, Seção I, Artigo 4º, Inciso IV da Lei Federal nº 12.651 de 25 de Maio de 2012 (Código Florestal).

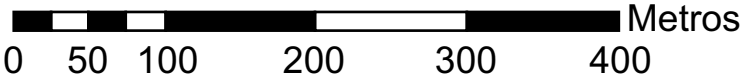
2. Zoneamento Municipal - Lei Municipal Complementar nº3.903 de Outubro de 2006

- ZEU - Zona de Expansão Urbana.
- ZER1 - Zona Exclusivamente Residencial 1.
- ZINST. - Zona Institucional.
- ZMG - Zona Mista Geral.
- ZPR - Zona Predominantemente Residencial.
- ZUPP - Zona Urbana de Preservação Permanente.

3. Convenções Cartográficas

- Hidrografia.
- Lagoas.
- Nascentes.
- Limite da bacia hidrográfica.

Escala
1:5.000



Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum: South American 1969 (SAD 69) Zona 23S.
Fonte: BASE AEROFOTOGARAMETRIA E PROJETOS S.A. Córrego do Jardim São João (SP): foto aérea, 2006. 1 fotografia aérea.
Escala aproximada 1:30.000. Fx.137/4219.
FRANZIN, M. E. **Carta clinográfica da bacia do Córrego do Jardim São João, Araras (SP).**
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAS. Secretaria de planejamento, gestão e mobilidade. **Planta de zoneamento de uso da terra,** 2010. 1 mapa digital. Escala original: 1:10.000.
Elaboração: Marcelo Eduardo Franzin; Orientação: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha.