



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS PROVOCADAS PELA
URBANIZAÇÃO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO FACÃO
EM ARARAS (SP)

Valéria Coghi Bernardelli

Profª. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Rio Claro (SP)

2015

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

VALÉRIA COGHI BERNARDELLI

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO: O CASO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO FACÃO EM 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
2015

551.42 Bernardelli, Valéria Coghi
B518a Análise das alterações geomorfológicas provocadas pela urbanização :
o caso da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) / Valéria
Bernardelli Coghi. - Rio Claro, 2016
129 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

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

1. Geomorfologia. 2. Geomorfologia antrópica. 3. Cartografia
geomorfológica. 4. Uso e ocupação da terra. 5. Urbanização. I. Título.

VALÉRIA COGHI BERNARDELLI

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO: O CASO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO FACÃO EM 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.

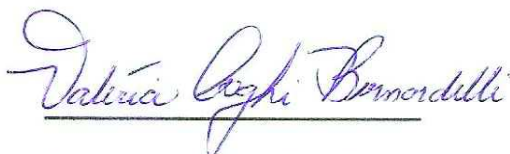
Comissão Examinadora

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

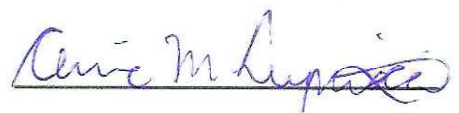
Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, 15 de dezembro de 2015.



Assinatura do(a) aluno(a)



Assinatura do(a) orientador(a)

Dedico este trabalho à minha família, por acreditarem em mim e por me apoiarem na vida e a todos que colaboraram de forma direta e indireta.

In memoriam as minhas avós.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus pela vida e pela força cedida a cada dia para encarar os desafios da vida.

À minha mãe, ao meu pai e ao meu irmão pelo carinho, pela compreensão, pela paciência e por sempre apoiarem e acreditarem em mim. Vocês são a minha base.

À Profa. Dra. Cenira por conceder a oportunidade de realizar esta pesquisa, pela orientação sempre pontual e firme, pelo profissionalismo e pelos ensinamentos tanto acadêmicos quanto profissionais compartilhados que nunca serão esquecidos.

Ao programa institucional de bolsas de iniciação científica da UNESP (PROPe) e ao CNPq por financiarem esta pesquisa.

À Secretaria Municipal de Planejamento, Gestão e Mobilidade do município de Araras por conceder as fotografias aéreas de 1997 e à Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA) por ceder as ortofotos de 2010.

Ao senhor José Maria Baptista de Souza por esclarecer dúvidas da área na parte rural e pela troca de conhecimento e histórias da cidade de Araras (SP).

Aos professores do ensino fundamental, do médio e da graduação pelo conhecimento e ensinamentos compartilhados.

Aos funcionários do DEPLAN (Departamento de Planejamento e Geoprocessamento), em especial Ubirajara (Bira) e Álvaro, por sempre serem atenciosos, prestativos e dedicados e que foram fundamentais no desenvolvimento desta pesquisa. Aos funcionários da biblioteca e de outros setores da UNESP por serem atenciosos e dedicados.

Às minhas amigas da graduação e da vida Adriana G. de Moraes, Sheilla Ribeiro, Thalita Jordão e Vanessa Antunes pelas risadas, conversas, trabalhos de campo e por serem o melhor grupo de trabalho do curso de Geografia. E aos amigos Eder (Sunlover), Helton, Brunão, Alexandre (Belo) e Vinicius (Tolima).

Ao pessoal do LAGEO pelas conversas, troca de ideias e aprendizados principalmente sobre ArcGIS®, em especial à Ana Cecília.

Ao pessoal da van pelas conversas e por fazerem parte desta história também.

À 53ª turma de Geografia pela convivência e troca de experiências, as quais contribuíram para o crescimento pessoal, profissional e acadêmico.

À equipe Geoplan pelo aprendizado e pela convivência, que me enriqueceram profissionalmente e pessoalmente.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta e indireta durante a graduação e no desenvolvimento da pesquisa.

Obrigada a todos!!

“Valeu a pena? Tudo vale a pena

Se a alma não é pequena. ”

Fernando Pessoa

O relevo terrestre é parte importante do palco, onde o homem, como ser social, pratica o teatro da vida. (ROSS, 2012, p. 10)

RESUMO

O homem transforma a paisagem para atender as suas necessidades desde o seu surgimento. Contudo, é a partir da Revolução Industrial/Tecnológica e da expansão do processo de urbanização, em escala global, que o homem imprimiu grandes mudanças nas formas de relevo por meio das técnicas de engenharia (aterros, cortes, terraplenagem, entre outros) e dos diversos usos da terra que faz no espaço, acarretando mudanças no sistema geomorfológico e conseqüentemente nos outros sistemas também. Considera-se que o homem atua como um agente geomorfológico capaz de transformar os fluxos de energia e matéria (geomorfologia antrópica/antropogeomorfologia). Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de entender e analisar as alterações provocadas pela urbanização no relevo da bacia hidrográfica do córrego do Facão, no município de Araras (SP). A teoria geral dos sistemas norteou a pesquisa e a bacia hidrográfica foi entendida como um sistema não isolado aberto e um sistema controlado (intervenção do homem). Para compreender e identificar as alterações antropogênicas na área de estudo, foram elaboradas cartas geomorfológicas e de uso e ocupação da terra em dois períodos (1997 e 2010). Ainda, foi confeccionado o mapa de áreas de preservação com a intenção de verificar as possíveis transgressões à legislação vigente em decorrência do uso da terra. O desenvolvimento dos fatos geomorfológicos mapeados está associado com os diversos tipos de uso da terra que a área de estudo apresenta. Assim, identificaram-se terraços agrícolas, ravinas, voçoroca, canalizações, canais retinizados e vertentes côncavas e convexas de origem antrópica no intervalo de 13 anos. Tais transformações no relevo e no uso da terra não respeitaram as áreas resguardadas pela legislação tanto no córrego do Facão como em seus afluentes, acarretando problemas como erosão nas margens dos cursos fluviais.

Palavras – chaves: Bacia hidrográfica. Geomorfologia Antrópica. Cartografia Geomorfológica. Uso e ocupação da terra.

ABSTRACT

Man changes the landscape to satisfy his necessity since his appearance. However, it is from the Industrial/Technological Revolution and expansion of urbanization process, in global scale, which the man has imposed big changings in the forms of relief through techniques of engineering (embankment, cutting, earthwork, etc.) and different land uses which do in the space, causing changes in geomorphological system and consequently in others systems. It is consider man acts, as a geomorphological agent is able to transform the flows of energy and matter (anthropic geomorphology/anthrogeomorphology). Thus, this work aims to understand and analyze the modifications caused by urbanization in the relief of watershed, in Araras municipality (SP). The general system theory guided this research and the watershed was understood as a no isolated open system and a supervised system (man's intervention). To comprehend and identify the anthropogenic alterations in the study area, geomorphological and use and occupation of land charts were prepared in two periods. (1997 e 2010). Still, it made the chart of conservation areas in order to examine the possible breaches to legislation due to use of land. The development of geomorphological facts mapped is associated with different types of land use, which study area presents. Therefore, agricultural terrace, ravines, gully, canalization, rectilinear channels and convex and concave sides from anthropic origin were identified in the range 13 years. These transformations in the relief and the land use did not respect the sheltered areas by legislation both Facão's river and its tributaries, causing troubles like erosion in the banks of waterways.

Key words: Watershed. Anthropic Geomorphological. Use and occupation of land. Geomorphological Cartography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interação e interconexão dos grandes conjuntos do ambiente natural	19
Figura 2 - Reação de um sistema ambiental perante um esforço ou tensão que lhe é imposto	20
Figura 3 - Evolução da população total de Araras (SP)	32
Figura 4 – Produto Interno Bruto do município no período de 2008 a 2012 em reais.....	33
Figura 5 - Localização da área de estudo	35
Figura 6 - Esboço geológico da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP)	37
Figura 7 - Esboço pedológico da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP)	39
Figura 8 - Climograma do município de Araras no período de 1960 a 1990 ..	42
Figura 9 - Fluxograma das atividades desenvolvidas durante a pesquisa	43
Figura 10 - Tela <i>link table</i> , mostrando o erro médio quadrático (EMQ) através do <i>Total RMS Error</i> – Carta Topográfica Araras I.....	50
Figura 11 - Carta Topográfica Araras II – <i>Total RMS Error</i>	51
Figura 12 - Carta Topográfica Araras III – <i>Total RMS Error</i>	52
Figura 13 - Carta Topográfica Fazenda Remanso – <i>Total RMS Error</i>	52
Figura 14 - Carta Topográfica Fazenda Santo Antônio – <i>Total RMS Error</i>	52
Figura 15 - Anáglifo sem o alinhamento	62
Figura 16 - Anáglifo com os ajustes realizados, apresentando o recorte da parte que tem estereoscopia	62
Figura 17 - Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre	66
Figura 18 - Carta clinográfica da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP)	76
Figura 19 - Cartas geomorfológicas da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP)	77
Figura 20 - Cartas de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do córrego do Facão (SP)	78

Figura 21 - Áreas de preservação da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) – ortofotos EMPLASA do ano de 2010	79
Figura 22 - Áreas de preservação da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) – cartas topográficas de 1979 (governo do estado de São Paulo)	80
Figura 23 - Sulcos erosivos em área de construção	81
Figuras 24 - Pesqueiro próximo à rodovia Anhanguera (SP – 330) no sentido capital – interior	84
Figura 25 - Evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) em porcentagem	86
Figura 26 - A seta indica a construção da rodovia Carlos P. da Silva Telles, as imagens buscam comparar o uso da terra neste setor	87
Figura 27 - Áreas de preservação permanente em Km ² de acordo com a lei 12.651 nos cenários de 1979 e 2010	88
Figura 28 - Setorização da bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP)	90
Figura 29 - Canais retilíneos identificados nas ortofotos da EMPLASA – 2010	92
Figura 30 - Curso fluvial com vegetação de área alagada na parte rural da bacia hidrográfica	93
Figura 31 - Mudanças viárias e criação das áreas recreativas – Setor 1	95
Figura 32 – Córrego do bairro Narciso Gomes desaguando no córrego do Facão	97
Figura 33 - Conduto de concreto (seta) na parte rural do curso fluvial do bairro Narciso Gomes	97
Figura 34 - Alterações do córrego do bairro Narciso Gomes (setor 1 – círculo vermelho) e Vila Dona Rosa Zurita (setor 2 – círculo azul)	98
Figura 35 - Placa do empreendimento imobiliário na antiga área de citricultura e próximo do curso fluvial	101
Figura 36 - Mudanças viárias e criação de áreas recreativas no entorno do curso fluvial do bairro Jardim dos Ypês	102
Figura 37 - Área do empreendimento imobiliário Jardim Bosque dos Ipês ..	102
Figura 38 - Canal retificado e canalizado do bairro Jardim dos Ypês quando perpassa o urbano	103

Figura 39 - Alterações do curso fluvial do Jardim dos Ypês (setor 3 – círculo vermelho) e Jardim Dalla Costa (setor 4 – círculo azul)	105
Figura 40 - Ravina desenvolvida na Formação Piraçununga	107
Figura 41 - Características das ruas em declive próximo a voçoroca	108
Figura 42 - Corte no lote no Jardim Dalla Costa	109
Figura 43 - Aterro na construção da creche – Jardim Dalla Costa	110
Figura 44 - Sedimentos da construção civil no córrego Jardim Dalla Costa – bairro Bosque de Versalles	110
Figura 45 - Erosão e sedimentação no córrego do Jardim Dalla Costa – bairro Bosque de Versalles	111
Figura 46 - Trecho da canalização (vermelho) da rua Henrique Dias até o conjunto habitacional Arnaldo Mazon	113
Figura 47 - Reservatório construído e vertedouro no córrego do Facão – bairro Narciso Gomes	114
Figura 48 - Trecho da canalização (vermelho) da rua Ângelo Michelin até Avenida Dona Renata	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais processos antropogeomorfológicos	26
Quadro 2 - Parâmetros adotados para as classes de declividade	54
Quadro 3 - Simbologias utilizadas nos mapeamentos geomorfológicos	64
Quadro 4 - Tipos de mapeamentos de acordo com a escala conforme o IBGE (2006)	66
Quadro 5 - Classes – Áreas Antrópicas Não Agrícolas	67
Quadro 6 - Classes – Áreas Antrópicas Agrícolas	68
Quadro 7 - Classes – Áreas de Vegetação	69
Quadro 8 - Classes – Águas	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios das normas técnicas da cartografia nacional – PEC	51
Tabela 2 - Quantificação das feições geomorfológicas na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) nos cenários de 1997 e 2010	82
Tabela 3 - Quantificação das classes de uso e ocupação da terra nos anos de 1997 e 2010 na bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP)	83
Tabela 4 - Quantificação das feições geomorfológicas na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) no cenário de 2010 – área total	128
Tabela 5 - Quantificação das classes de uso e ocupação da terra no ano de 2010 na bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP) – área total	129

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.1 Características gerais do município de Araras	30
3.2 Características físico naturais da bacia hidrográfica	34
4. MÉTODO E TÉCNICAS	43
4.1 Método	43
4.2 Técnicas	47
4.2.1 Base Cartográfica	47
4.2.2 Carta Clinográfica	53
4.2.3 Esboço Geológico e Pedológico	57
4.2.4 Carta Geomorfológica	58
4.2.5 Carta de uso e ocupação da terra	65
4.2.6 Áreas de Preservação	71
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	126
9. APÊNDICES	127

1. INTRODUÇÃO

O homem é um ser social e biológico que possui a capacidade de transformar a natureza para atender as suas necessidades (alimentos e abrigo) como aponta Maslow (1943, apud SANTOS FILHO, 2011, p. 227). Isso traz modificações no espaço natural, acarretando prejuízos, danos para o mesmo.

Desde os primórdios, quando o homem era nômade, o ambiente sofria com pequenas alterações em uma escala reduzida. Quando ele se torna sedentário, as modificações ganham uma proporção maior em relação ao seu primeiro momento, principalmente devido à prática da agricultura. O homem começa a transformar e adaptar o meio em seu benefício.

Contudo, é a partir da revolução industrial que o homem processa as grandes transformações, com mudanças no ambiente através da urbanização. O processo de urbanização acentuou-se rapidamente pelo mundo, e dessa forma as atividades do homem vem alterando as formas de relevo (cortes, arruamentos, impermeabilização, aterramentos, terraplenagem entre outros), o clima (ilhas de calor, poluição atmosférica, por exemplo), a hidrologia (assoreamento dos cursos d'água, por exemplo) e a biosfera (diminuição das áreas verdes, acarretando expulsão dos animais de seus habitats, etc.) [GOUDIE e VILLEES (1997); CAMARGO (2005) apud SANTOS FILHO, 2011, p.228]. Dessa maneira, quanto maior o avanço técnico-científico da sociedade, maior será a imposição e a transformação que o meio natural sofrerá.

Segundo *World Urbanization Prospects*¹ (apud CONTI, 2011, p 46), em 1980, registrava-se 1,7 bilhão de pessoas morando em cidades e, em 2010, havia 3,5 bilhões de pessoas, o que demonstra que metade da população mundial vive em áreas urbanas.

Esse processo de urbanização, que ocorre em escala global, é verificado no Brasil também. Segundo Santos (2009), a urbanização começa no período colonial de uma maneira bem discreta com predomínio da exploração mineral, da pecuária e da agricultura. Porém, a partir dos séculos XIX e XX ocorre uma aceleração da urbanização devido à indústria e o setor terciário que vai deslocar uma grande quantidade de pessoas que vive no campo em busca de melhores oportunidades.

¹ Nota de tradução: Perspectivas Mundiais de Urbanização

Dessa forma, “a cidade é a maior expressão social do espaço produzido e sua realidade mais complexa e transformada.” (LOMBARDO, 1985, p.17)

Assim, o relevo hoje deve ser estudado também como um suporte físico para estabelecer a construção de cidades e das atividades humanas. As diversas técnicas da engenharia, que auxiliaram no processo de urbanização, provocaram e provocam alterações na forma do relevo e conseqüentemente na dinâmica natural dos fluxos de energia e matéria do sistema geomorfológico, gerando um desequilíbrio no sistema de uma forma geral com destaque para o escoamento superficial.

Neste contexto, é interessante destacar a interferência do homem no processo de canalização e retificação que os rios sofrem em diversas cidades brasileiras e que não levam em consideração os princípios fundamentais dos sistemas fluviais. Para Botelho e Silva (2010, p. 173 - 175), essas intervenções nos rios, a impermeabilização e a retirada da vegetação alteram o equilíbrio dinâmico e ocasionam o problema das enchentes e alagamentos nas cidades. Com o aumento da impermeabilização, tem-se o aumento da velocidade das águas para as áreas deprimidas e também do assoreamento dos cursos fluviais (BOTELHO; SILVA, 2010, p. 173 – 175).

Contata-se, portanto, que o homem, neste cenário, é um agente geomorfológico e dinamizador dos processos naturais no espaço geográfico.

Considerando tais princípios, a área selecionada para esse estudo se localiza em parte no perímetro urbano do município de Araras (SP), constituindo-se na bacia hidrográfica do córrego do Facão. Esta bacia é ocupada pelos seguintes bairros: Conjunto Habitacional Doutor Narciso Gomes, Jardim Santa Catarina, Vila São Jorge, Bosque de Versalles, Jardim Bela Vista, Jardim Copacabana, Jardim dos Ypês, Jardim 8 de Abril, Geny Mercatelli, Jardim Universitário, Jardim Nossa Senhora de Fátima, Jardim Belvedere, Parque Industrial, Vila Dona Rosa Zurita, Vila Michelin, Vila Rodini, Jardim Marabá, Jardim Dalla Costa, Jardim Flamboyant e complexo de chácaras Santa Rosa.

Vale destacar que a bacia hidrográfica do córrego do Facão está sofrendo canalização, construção de “piscinões” e troca de pontes o que acarreta modificações no relevo e na paisagem, caracterizando o período de construção conforme Nir (1983, p. 117 -118). É importante ressaltar que, recentemente, registrou-se a construção do condomínio Arnaldo Mazon próximo ao córrego do

Facção. Essa construção gerou impermeabilização e uma reorganização topográfica na área. Além disso, esta área apresenta projetos de loteamentos recentes, os quais se encontram em fase de construção como Jardim Esplanada, Jardim Planalto e Jardim Bosque dos Ipês, imprimindo mudanças significativas na paisagem e nas formas de relevo.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo entender e identificar os problemas geomorfológicos que a urbanização vem provocando na bacia hidrográfica do córrego do Facção em Araras (SP) por meio da cartografia geomorfológica histórico-evolutiva. Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Identificar as transformações das feições geomorfológicas por meio da realização de mapeamentos em 2 períodos diferentes (1997 e 2010);
- Apontar os impactos às formas de relevo originadas pelo uso e ocupação da terra;
- Analisar a evolução urbana na bacia hidrográfica do córrego do Facção;
- Por fim, indicar as possíveis transgressões à legislação ambiental através de mapeamento dos setores que deveriam ser preservados de acordo com a legislação vigente.

Esta pesquisa encontra-se organizada da seguinte maneira: em primeiro momento é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a questão da geomorfologia antrópica ou antropogeomorfologia. Em seguida, tem-se a caracterização da área de estudo (humana e físico-natural). Na sequência, discute-se o referencial metodológico e apresentam-se as técnicas utilizadas para desenvolver este trabalho. Depois, busca-se fazer uma análise dos resultados obtidos através dos mapeamentos em dois cenários distintos e trabalhos de campo. E, por fim, nas considerações finais, procura-se responder aos objetivos traçados inicialmente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme exposto anteriormente, as transformações que o homem provoca na natureza vem ocorrendo desde os primórdios para atender o bem-estar social. Contudo, é a partir do século XIX, com destaque para a Revolução Industrial e o progresso científico, que o homem imprimiu grandes mudanças no meio através da intensificação tanto do uso rural quanto urbano.

Para compreender o processo de mudança/alteração da natureza ao longo da história, Marx (apud CASSETI, 1991, p.11) propõe a transformação da primeira natureza para a segunda natureza, buscando não dissociar o homem dessa. Assim, a mudança no ambiente é compreendida:

[...] em dois momentos, cuja transição acontece ao longo da história, através do processo de apropriação e transformação realizado pelo homem. (CASSETI, 1991, p. 11)

Segundo Caseti (1991, p.12), a primeira natureza é compreendida por anteceder a história humana. Nesta natureza, há o “[...] equilíbrio climático, entre o potencial ecológico e a exploração biológica (CASSETI, 1991, p.12).” As alterações, os desequilíbrios eram derivados dos processos naturais. Este período deve ser compreendido dentro da escala de tempo geológico, do Pré-Cambriano até o aparecimento do homem, como aponta Caseti (1991, p. 12).

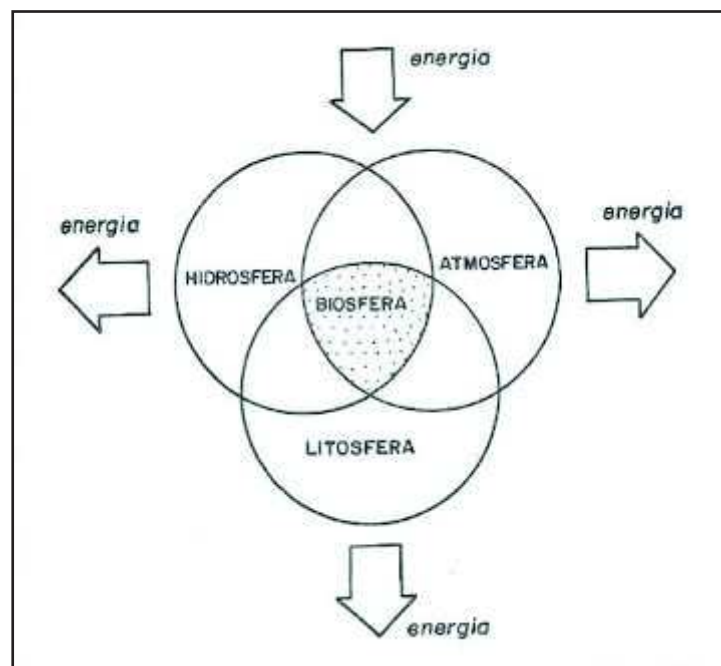
Com o surgimento do homem (Pleistoceno) e a evolução das forças produtivas, o homem vai apropriando-se e transformando a primeira natureza em segunda natureza. Para Caseti (1991, p.12), as leis que regulam a primeira natureza não são as mesmas da segunda natureza, pois as leis do homem estão em constante mudança. Por isso, a transformação e apropriação da natureza “[...] é determinada pelas leis transitórias da sociedade” (CASSETI, 1991, p. 12).

Trata-se portanto, de um processo de produção da natureza, onde a natureza e o homem se integram e interagem. Esse processo de apropriação e transformação da natureza pelo homem, coloca em movimento braços e pernas, cabeças e mãos, em ordem para apropriar a produção da natureza numa forma adaptada às suas próprias necessidades. (CASSETI, 1991, p. 13)

Outra forma de analisar, identificar e entender as mudanças que a ação antrópica vem provocando na natureza ao longo da história, é por meio da visão

sistêmica, a qual busca integrar todos os fatores, compreendendo os impactos causados pelo homem. Segundo Drew (2005, p.21), a Terra funciona como um grande sistema que possui vários subsistemas e tem grande dependência entre si. Os três principais subsistemas são: atmosférico, continental ou litosférico e aquático ou hidrosférico (DREW, 2005, p.21). É no contato desses três subsistemas que ocorre a vida, ou seja, o sistema Biosfera e estes devem ser entendidos de forma integrada e conectada (DREW, 2005, p. 21). A figura 1 demonstra a interação entre os sistemas citados.

Figura 1: Interação e interconexão dos grandes conjuntos do ambiente natural



Fonte: DREW, 2005, p.21

A intervenção antrópica é percebida e acontece principalmente nos sistemas menores (subsistemas) e mais vulneráveis a mudanças, rompendo com o equilíbrio dinâmico da cadeia de um determinado sistema. Essa intervenção se dá através de um acréscimo de força denominado de ímpeto de mudar e ocorre nos pontos sensíveis ou nas alavancas do sistema (DREW, 2005, p.26). Nessa situação, o sistema buscará um novo equilíbrio dinâmico.

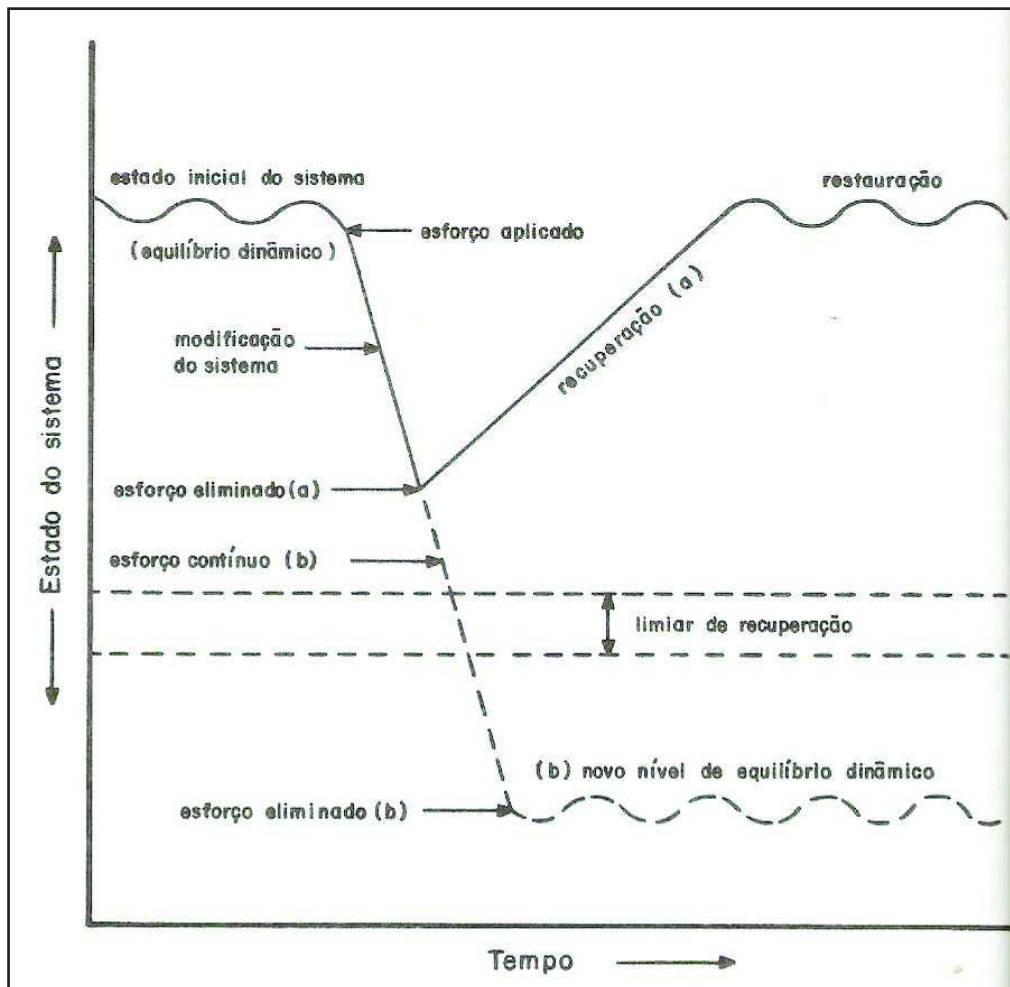
Segundo Drew (2005, p.27), a alteração ambiental se inicia com um desencadeamento ou *trigger*, o qual pode ser provocado por fatores como fogo, introdução de um animal, uma planta ou um componente, entre outros. Para

compreender melhor o equilíbrio de um sistema, é necessário saber os conceitos de limiar e resiliência. A resiliência seria o ponto máximo que o sistema tolera para não sofrer mudanças em seu equilíbrio (DREW, 2005, p.28). Já o limiar é apresentado pelo autor da seguinte maneira:

Cada aspecto de um sistema natural apresenta um limiar para além do qual a mudança imposta se torna irreversível e é necessário um novo equilíbrio. Para além do limiar, o regresso ao sistema anterior será possível se o esforço for eliminado. O limiar varia de acordo com cada sistema, mas sempre é possível que a magnitude do distúrbio exceda a capacidade de recuperação, como no caso da glaciação ou da vulcanicidade que alteram a vegetação os solos e os processos geomorfológicos. (DREW, 2005, p.28)

Esses conceitos são ilustrados na figura abaixo (Figura 2):

Figura 2: Reação de um sistema ambiental perante um esforço ou tensão que lhe é imposto



Fonte: Drew, 2005, p.30.

Cabe destacar que o homem coloca grande quantidade de energia e conseqüentemente, com frequência, ultrapassa o limiar do sistema, que procura um novo equilíbrio e perde as suas características originais. Assim, o homem vem interferindo nos sistemas, inclusive no sistema geomorfológico, criando sistemas dominados pela dinâmica antrópica.

Tradicionalmente, a geomorfologia tem o objetivo de estudar e analisar as formas do relevo que compõem a superfície terrestre. As formas de relevo ou a morfodinâmica surgem com a interação da atuação das forças endógenas (tectonismo, por exemplo) e exógenas (vento, variação de temperatura, água, entre outros), segundo a proposta de W. Penck (apud ROSS, 2012, p.7). As forças endógenas criam as formas estruturais enquanto as forças exógenas promovem a esculturação do relevo (ROSS, 2012, p. 8).

Segundo Penteado (1978, p.149), o surgimento da preocupação ambiental, na geomorfologia, aparece em 1970, no primeiro Simpósio de Geomorfologia Ambiental realizado nos Estados Unidos, no campus da Universidade Estadual de Nova York, em Binghamton, conduzido pelo Departamento de Geologia da universidade citada. Neste simpósio, designou-se o termo geomorfologia ambiental para definir uma geomorfologia aplicada que tem a capacidade de sugerir soluções para os impactos gerados pelo homem principalmente nas atividades ligadas a construção civil, planejamento de cidades, modificações na paisagem, nos cursos de rios, entre outras (PENTEADO, 1970, p.149). Dessa forma, o objetivo da geomorfologia ambiental é diminuir as distorções topográficas geradas pelas atividades antrópicas e entender, atuar e restaurar o balanço natural do sistema geomorfológico, conforme Penteado (1970, p.149).

Vale lembrar também a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada em Estocolmo, na Suécia, em junho de 1972. Esta tinha a intenção de discutir os problemas gerados pelas atividades antrópicas como a poluição industrial, exploração dos recursos naturais, deterioração do meio ambiente, desmatamento, problemas sanitários, mudanças climáticas (efeito estufa, chuva ácida, etc.), industrialização, diminuição da qualidade de vida no meio urbano, entre tantos outros. (CUNHA e GUERRA, 2006, p. 340)

É neste contexto que se desenvolve a **geomorfologia antrópica** ou também designada de **antropogeomorfologia**, que considera o homem como agente geomorfológico, que dinamiza e modifica os processos naturais. De acordo com

Rodrigues (2005, p. 101 - 102) a geomorfologia antrópica ou antropogeomorfologia é o estudo do ambiente que sofre interferência do homem, em diversos graus (no tempo e no espaço), seja de forma direta ou indireta, nas formas, nos processos e nos materiais superficiais. É importante destacar que a geomorfologia antropogênica utiliza a abordagem sistêmica para analisar as transformações provocadas pelas atividades antrópicas. Esta abordagem permite associar todos os fatores e inclusive a variável antrópica para entender todas as mudanças e suas consequências.

Segundo Jorge (2011, p. 120), as diversas mudanças que as atividades do homem provocaram no ambiente tornaram-se objeto/tema de pesquisas e trabalhos para a geomorfologia e outras áreas do conhecimento. Contudo, a ação antropogênica não era vista sobre esta perspectiva.

Para Lyell (1997, apud PELOGGIA, 2005, p.24) e outros autores, a ação humana era insignificante em relação às forças naturais, pois o homem era visto somente como um agente nivelador (*livelling agent*) da paisagem.

A partir do século XX (SANTOS FILHO, 2011, p. 230), o homem passa a ser considerado um agente geomorfológico, ou seja, as ações/atividades humanas que modificam o relevo e o seu equilíbrio assim como o equilíbrio do meio passam a ser consideradas como ações geomorfológicas.

Com todas essas transformações e mudanças provocadas pela grande atuação antrópica, alguns autores como Peloggia (1998 apud JORGE, 2011, p.122) e Suertegaray (1997 apud JORGE, 2011, p.122) apontam um novo período geológico: o **Quinário ou Tecnógeno**.

Peloggia (2005, p. 24) define o termo tecnógeno da seguinte maneira:

O termo tecnógeno é usado para se referir a situação geológico-geomorfológica atual, em que a ação geológica humana ganha destaque significativo, no que tange aos processos da dinâmica externa, em relação a processualidade anteriormente vigente (holocênico). Assim, o tecnógeno aparece como expressão geológica da transformação ambiental global, e seu estudo representa uma contribuição original das geociências no entendimento e enfrentamento da crise ambiental contemporânea. (PELOGGIA, 2005, p. 24)

Suertegaray (1997 apud JORGE, 2011, p.122) conceitua tecnógeno como um indicador de novas formações sedimentares, resultante da tecnificação da sociedade.

Rodrigues (2005, p.102), pontua alguns autores que começaram a pesquisar sobre a ação antrópica no meio ambiente, com destaque para: *Geomorphology, Pure and Applied* – Hart (1986), *Antropogeomorphology* – NIR (1983), *Applied Geomorphology: Geomorphological Survey for Environmental Development* – VERSTAPPEN (1983), *Geomorphologie Aplicable* – TRICART (1978) e *Geomorphology and Reclamation of Disturbed Lands* – TOY e HADLEYN (1987). Segundo Rodrigues (2005, p. 102), essas literaturas trazem os termos antropogeomorfologia, materiais tecnogênicos, fases de perturbação, entre outras terminologias e destacam os impactos, que o homem provoca no meio urbano e também no espaço rural.

Na metade do século XX, o processo de urbanização sofreu uma grande aceleração no mundo inteiro e principalmente no Brasil. Os problemas ambientais, as mudanças no relevo e a degradação, neste espaço, ficam evidentes principalmente nas grandes metrópoles. Segundo Jorge (2011, p. 118) esses ambientes alterados começaram a ser motivo de preocupação, pois é perceptível a diminuição da qualidade de vida da população. De acordo com Santos Filho (2011, p. 230–231), a **geomorfologia urbana** ganha destaque devido ao aumento da escala do processo de urbanização e de episódios/tragédias como inundações, deslizamento de encostas, movimentos de massa que resultam na transformação da paisagem urbana. É interessante destacar que a paisagem rural também sofre com as modificações decorrentes da ação antrópica.

Segundo Jorge (2011, p. 118), o espaço, principalmente o urbano, evidenciam “as formas predatórias de apropriação da natureza”. Assim,

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, que ocorrem de modo contraditório e dialético a partir da análise integrada das relações processuais de uma escala de tempo geológica para a escala histórica ou humana. (JORGE, 2011, p. 119)

No ambiente urbano, Fujimoto (2005, p. 78) ressalta as principais transformações que geram novos comportamentos morfodinâmicos:

- Eliminar a cobertura vegetal e alterações no relevo por meio de cortes/aterros (ruas, moradias) mudam a geometria da vertente, declividade e expõe os materiais à erosão e ao intemperismo antes protegidos. Além de, potencializar o efeito do *runoff* e do *splash*;
- Os arruamentos, mesmo respeitando a topografia, geram um novo padrão de escoamento. “As ruas transformam-se em verdadeiros leitos pluviais [...]” (FUJIMOTO, 2005, p. 78);
- A impermeabilização modifica o escoamento superficial, aumentando sua velocidade e diminuindo a infiltração. Cabe lembrar que muda o fluxo de água em profundidade, pois não há infiltração;
- As canalizações das águas pluviais alteram a direção natural desse fluxo;
- Os aterros cobrem a vegetação natural e outros materiais, aumentando a altimetria e sua declividade. Pode ocorrer o soterramento de nascentes e canais fluviais na execução deste procedimento.

Nota-se, portanto, que o relevo serve de suporte físico onde se encontra as interações naturais e sociais, e o desenvolvimento das atividades do homem tanto no meio urbano quanto rural (CASSETI, 1991, p.34).

Neste contexto, é interessante destacar o papel do geomorfólogo urbano em três estágios, que são, conforme Douglas (1988 apud JORGE 2011, p.134): conhecer a topografia da cidade, “entender os processos geomorfológicos atuais modificados pela urbanização” e dizer as futuras alterações geomorfológicas que poderão acontecer. Esse profissional deve trabalhar com informações do passado, do presente e tentar prever o futuro.

Ross (2012, p 12) destaca a interferência do homem no modelado terrestre através da implantação de cidades, estradas, atividades agrícolas, instalações de barragens, retificações de canais fluviais, canalizações, entre outros. Todas essas modificações alteram o equilíbrio “[...] de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens.” (ROSS, 2012, p.12)

Nir (1983) é um autor de grande destaque que pesquisa a ação antropogênica sobre o relevo e as reações que causam no meio natural. Ele aponta que a pesquisa sobre a interferência humana no modelado terrestre é recente e há pouca pesquisa

e bibliográfica sobre este tema. O referido autor mostra como as atividades antropogênicas alteram o equilíbrio dinâmico em cada ambiente. De acordo com o interesse dessa pesquisa, a qual vincula-se à uma bacia mista, com espaços rurais no alto curso e urbanos no setor de foz, serão destacados os ambientes de superpastoreiro, a agricultura e o espaço urbano. No superpastoreio, as principais mudanças são no perfil do solo (horizonte A), aumento dos movimentos gravitacionais de pequeno porte, erosão e assoreamento dos cursos d'água. Já na agricultura as alterações são: novas características do solo (lixiviação, acidificação, salinização, podzolização e criação encrostamentos); aragem induzindo erosão; deformação da topografia (curvas de nível e terraços); irrigação alterando a dinâmica erosiva; drenagem de áreas alagadas expondo novas superfícies à erosão; erosão do vento e da água nas culturas sazonais; e erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas).

De acordo com Nir (1983), as intervenções antrópicas provocadas pelo uso urbano caracterizam-se por serem reduzidas em termo de área se comparadas com as atividades agrícolas, mas extremamente intensas. A urbanização causa alterações hidro-morfológicas que podem ser compreendidas em 3 estágios segundo Nir (1983, p. 117 - 120):

- **Período pré-urbano ou suburbano:** nesta fase, iniciam-se as atividades de preparação para a construção das primeiras habitações. As principais transformações são: retirada da cobertura vegetal, aumento dos processos erosivos sobre as vertentes (exemplos: sulcos, ravinas) e consequentemente o excesso de sedimentação nas drenagens e corpos d'água. (NIR, 1983, p. 117)
- **Período de construção:** neste estágio, o meio sofre grandes distúrbios devido as alterações topográficas (aterros, cortes e terraplenagem), impermeabilização (diminuição da infiltração), processos erosivos ativos (retirada do solo), aumento do assoreamento dos cursos fluviais e do sistema de drenagem acarretando impactos. É interessante lembrar que as áreas ficam expostas a agentes climáticos em decorrência da construção do sistema viário, edificações e instalação da rede de drenagem. (NIR, 1983, p. 117 – 118)

- **Período urbano consolidado:** nesta etapa, o espaço é marcado por grande adensamento, nova topografia e sistema de circulação de água (o escoamento obedece ao sistema artificial e a impermeabilização do solo). Os processos erosivos diminuem e são realocados para os espaços peri-urbanos. As cheias, as enchentes e os alagamentos acontecem devido à grande impermeabilização do solo. (NIR, 1983, p. 119 – 120)

Jorge (2011, p.121) destaca os trabalhos de Goudie (1994) que se preocupam com ação antrópica do homem:

Na obra *The Human Impact on the Natural Environment* o autor se preocupa em discutir a ação humana geomorfológica e fornece dados quantitativos acerca da mobilização de materiais pela ação humana, cujos processos antropogênicos são classificados como diretos e indiretos. Os diretos estariam relacionados ao aterramento e interferência hidrológica. Os indiretos, a escorregamentos e erosão acelerada. (JORGE, 2011, p. 121)

Girão e Corrêa (2004, p. 40) mostram em detalhes as ações antropogênicas diretas e indiretas (Quadro 1) conforme as ideias de Goudie (1993).

Quadro 1: Principais Processos Antropogeomorfológicos

Processos Antrópicos Diretos	Processos Antrópicos Indiretos
Construção: revolvimento do solo, moldagem, aragem, terraciamento;	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, dragagem, 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 dos planos de blocos.

Fonte: GIRÃO e CORRÊA (2004, p.40), adaptado de GOUDIE (1993). Elaboração e organização GIRÃO e CORRÊA, 2004.

No Brasil, as pesquisas e os trabalhos sobre a geomorfologia antrópica e urbana são recentes e encontram-se em crescimento. O primeiro trabalho, nesta área, que merece destaque é o trabalho de Ab'Sáber intitulado *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo* (1957, 2007), que busca compreender a interação do relevo com o homem na cidade de São Paulo. Rodrigues (2005, 2010) desenvolve pesquisas e trabalhos neste campo, principalmente relacionados à região metropolitana de São Paulo. A autora vem desenvolvendo metodologias, que serão utilizados na presente pesquisa, através de uma cartografia histórico evolutiva para entender as transformações da morfologia original (fases pré-intervenção morfológica, ou seja, pré-urbana) para uma morfologia antropogênica (fases de perturbação ativa e pós – perturbação) (RODRIGUES, 2005, p. 101). Para identificar a morfologia original é necessário fazer uso de cartas geomorfológicas, topográficas e de fotografias aéreas antigas. A autora entende a morfologia original como:

[...] aquela morfologia cujos atributos como extensão, declividade, rupturas e mudanças de declives, dentre outros, não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta. Modificação significativa é aquela que já implica em dimensões métricas nos atributos mencionados. (RODRIGUES, 2005, p. 103)

Já para avaliar a morfologia antropogênica é preciso utilizar fotografias aéreas recentes ou imagens orbitais, entrevistas e levantamentos de campo. É nesta morfologia que o ambiente sofre grandes alterações e intervenções, que podem ser identificadas pelo padrão de arruamento, densidade de edificações, distribuição de materiais superficiais, grandes cortes, aterros e terraplenagem, como aponta Rodrigues (2005, p. 106).

Peloggia (2005) e Fujimoto (2005) desenvolvem pesquisas neste campo da geomorfologia também. Peloggia (2005) estuda as mudanças que o relevo do município de São Paulo sofreu ao longo dos anos com a atuação do homem, criando um relevo antropogênico e comparando o mesmo com a morfologia original do sítio da cidade. Já Fujimoto (2005) busca entender as mudanças antropogênicas aplicadas no relevo em uma sub-bacia que pertence a bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio, na região metropolitana de Porto Alegre (RS). Essa modificação do relevo “[...]promove a criação, indução, intensificação ou modificação dos processos geomorfológicos. ”, gerando um novo comportamento morfodinâmico (FUJIMOTO, 2005, p. 78).

Para analisar os processos geomorfológicos, sejam estes de origem antrópica ou não, é necessário definir uma unidade espacial adequada para a compreensão dos mesmos. Esta pesquisa optou em trabalhar com a unidade espacial bacia hidrográfica. Segundo Botelho e Silva (2010, p.153), a bacia hidrográfica é uma unidade espacial utilizada e reconhecida nos estudos geográficos a partir dos anos 1960. Os mesmos autores entendem a bacia hidrográfica:

[...] como uma célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental. (BOTELHO e SILVA, 2010, p.153)

De acordo com Cunha e Guerra (2006, p. 352), a bacia hidrográfica possibilita ter uma visão integradora dos fatores naturais e sociais para compreender e atenuar os impactos que a mesma sofre com as ações antrópicas. Segundo Cunha, S. (2012, p. 237), as atividades do homem geram influências na bacia de drenagem. Park (1981) e Knighton (1984 apud CUNHA, S. 2012, p.237 – 238) destacam dois tipos de mudanças provocados pelo homem nas bacias hidrográficas:

- **Mudanças diretas (dentro do canal):** controlar vazão ou mudar a forma do canal com a intenção de estabilizar os efeitos de enchentes/inundações, erosão ou deposição de materiais. Essas intervenções provocam alterações na seção transversal, no perfil de equilíbrio e no padrão do canal como aponta Cunha (2012, p. 238).

- **Mudanças indiretas (fora dos canais):** apresentam origem nas atividades humanas, que refletem na bacia e nos cursos fluviais. O uso da terra (remoção da vegetação, urbanização, entre outros) reflete na carga e descarga de sedimentos. (CUNHA, S., 2012, p.238).

Botelho (2011, p. 73) evidencia os problemas que as bacias hidrográficas vêm sofrendo:

As bacias urbanas são, portanto, marcadas pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheia, quando comparadas às condições anteriores à urbanização. (BOTELHO, 2011, p.73)

Através desse levantamento bibliográfico, fica evidente a transformação do ambiente urbano e também do rural ocasionado pelo homem por meio de cortes, arruamentos, terraplenagem, aterros, terraços, entre outras obras de engenharia que modificam o equilíbrio do sistema (acréscimo/decréscimo de energia ou matéria), podendo acarretar prejuízos para a sociedade. Assim, a avaliação dessas situações é de extrema importância no planejamento dos municípios.

A seguir, buscou-se fazer uma caracterização da bacia hidrográfica do córrego do Facão no município de Araras (SP).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, procurou-se fazer uma breve apresentação das informações gerais sobre o município de Araras, principalmente em relação ao seu histórico do processo de urbanização. Logo após, realiza-se uma caracterização dos aspectos físicos – naturais da área de trabalho.

3.1 Características gerais do município de Araras

O município de Araras localiza-se na porção centro leste do estado de São Paulo e está a 168 Km da cidade de São Paulo. O acesso a cidade pode ser feito pela rodovia Anhanguera (SP – 330). A sua área total de 644, 8 Km² está posicionada entre a longitude 47° 23' 25" W e na latitude 22° 21' 25" S e faz limite com os municípios de Rio Claro, Leme, Conchal, Limeira, Cordeirópolis, Santa Gertrudes, Engenheiro Coelho, Mogi – Guaçu e Corumbataí. A cidade pertence a Aglomeração Urbana de Piracicaba² conforme Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA, 2015).

O primeiro registro de povoado onde hoje se encontra Araras surge por volta de 1862 em uma sesmaria de uma légua e meia que era composta pelas bacias hidrográficas dos rios Mogi, Itapura e Ribeirão das Araras nas terras que pertenciam ao município de Limeira (ARARAS, 2015). Em 1862, construiu-se a primeira capela de Nossa Senhora do Patrocínio das Araras (padroeira da cidade) cercada por poucas casas no divisor de águas dos ribeirões das Furnas e Araras. Sua inauguração ocorreu em 15 de agosto de 1862. Em 24 de março de 1871, o povoado (Nossa Senhora do Patrocínio) foi elevado à categoria de vila, constituindo-se em município. Sua elevação à categoria de cidade com a denominação de Araras aconteceu em 02 de abril de 1879. (ARARAS, 2015; IBGE, 2015)

O desenvolvimento de Araras está intimamente ligado com as atividades produtivas desenvolvidas ao longo de sua história e da região também. Para Christofolletti (1963, p. 55), a história da cidade de Araras possui 3 fases:

² Segundo a EMLASA, os municípios que fazem parte da Aglomeração Urbana de Piracicaba: Leme, Corumbataí, Analândia, Rio Claro, Conchal, Ipeúna, Mombuca, Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Limeira, Iracemópolis, Charqueada, Piracicaba, Capivari, São Pedro, Águas de São Pedro, Santa Maria da Serra, Saltinho, Rio das Pedras e Rafard. Possui um PIB (produto interno bruto) de R\$ 36,53 bilhões de reais em 2011.

- Fase de formação urbana (1862 – 1906);
- Fase de estagnação (1906 – 1945) e
- Fase de crescimento moderno (a partir de 1946 – até o momento).

A primeira fase de desenvolvimento do município de Araras ocorreu devido à expansão da cultura cafeeira na região por apresentar solos férteis (terra roxa). No ano de 1877, o café trouxe a ferrovia (FEPASA) para o município e para região também que serviu como centro comercial e residencial, promovendo ainda mais o seu crescimento (PITTON, 1997, p.84). Vale lembrar que neste período teve a vinda da indústria Nestlé, a qual se encontrava nas proximidades da ferrovia. Essa seria a primeira fase proposto por Christofolletti (1963, p. 56).

Esta primeira fase de crescimento de Araras é devido à cultura cafeeira. Esta riqueza foi a responsável pelo desenvolvimento da cidade, pela elevação do núcleo inicial à categoria de freguesia, vila e cidade. É responsável, também, pela chegada da ferrovia e pela imigração italiana, com a qual culmina o surto desta primeira fase. (CHRISTOFOLETTI, 1963, p. 56).

Nas décadas 1920 e 1940, a cidade sofreu estagnação devido a migração do café para o interior (oeste paulista) e a crise de 1906. Neste período, não houve crescimento e isto podia ser notado na mancha urbana que apresentava as mesmas características no decorrer do período: núcleo central, bairros próximos (Belvedere) e um bairro afastado (Jardim Fátima) (PITTON, 1997, p. 85). Esta é a fase de estagnação conforme Christofolletti (1963, p. 56 - 57).

O município experimenta uma nova fase de crescimento atrelada a cultura canavieira e a vinda de agroindústrias tanto do setor canavieiro e de alimentos.

O progresso da cultura canavieira, sobretudo na década de 1950, (novo ciclo açucareiro) e a consequente expansão da agroindústria (Usina São João e Santa Lúcia), a instalação de outros gêneros industriais no perímetro urbano concorreram para o aumento da população urbana, que supera pela primeira vez a população rural. Em 1960, 61% da população do município residiam na cidade, (PITTON, 1997, p. 85)

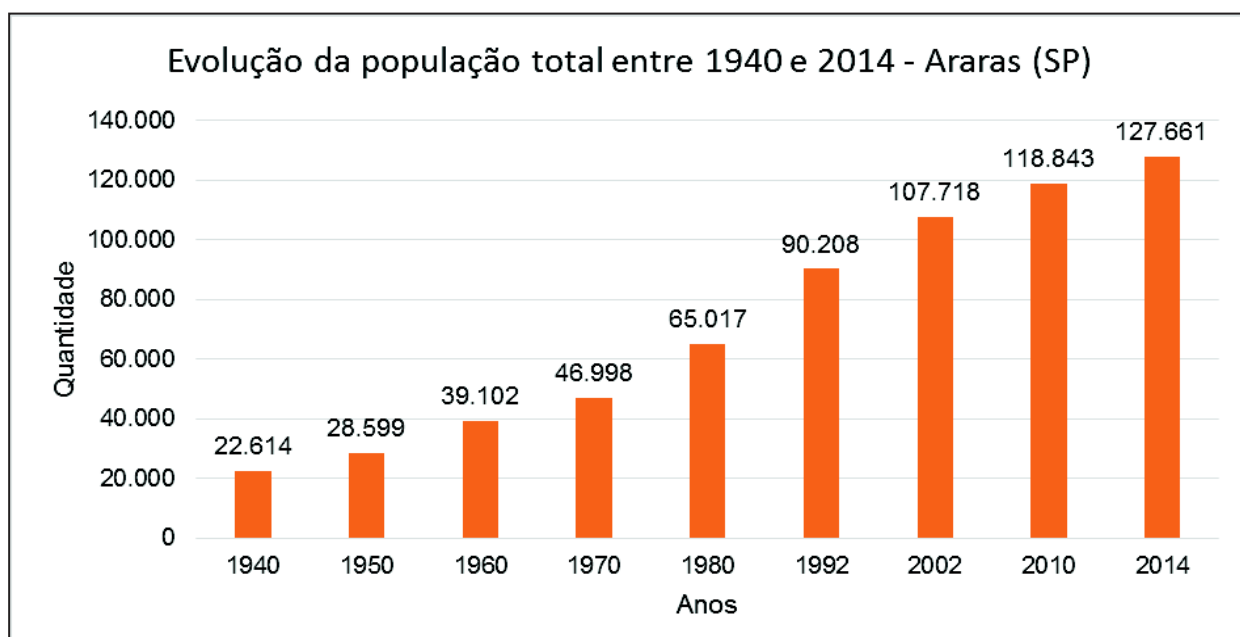
O crescimento da cidade reflete na expansão do perímetro urbano nos setores norte e sul (novos bairros para abrigar mão-de-obra) e na parte oeste (novos

bairros e distritos industriais). Na porção leste, a mancha urbana também se expande através de novos bairros e do distrito industrial. É interessante destacar que a presente área de estudo começou o seu processo de urbanização nas décadas de 1920 e 1940 e com acréscimo principalmente nas décadas 1970 e 1980 conforme Pitton (1997, p. 86). Todo esse progresso se reflete no aumento da população que pode ser visualizado na figura 3.

Vale lembrar que nesta terceira fase há o aumento do setor de serviços (setor terciário) que tem o objetivo de atender as necessidades da população e também das indústrias e da agricultura, especialmente da cultura canieira.

Esta remodelação da cidade foi de notável repercussão, levando-a a ser considerada como um dos municípios de maior progresso no concurso técnico efetuado pelo IBGE, em 1955. (CHRISTOFOLETTI, 1963, p. 58)

Figura 3: Evolução da população total – Araras (SP)

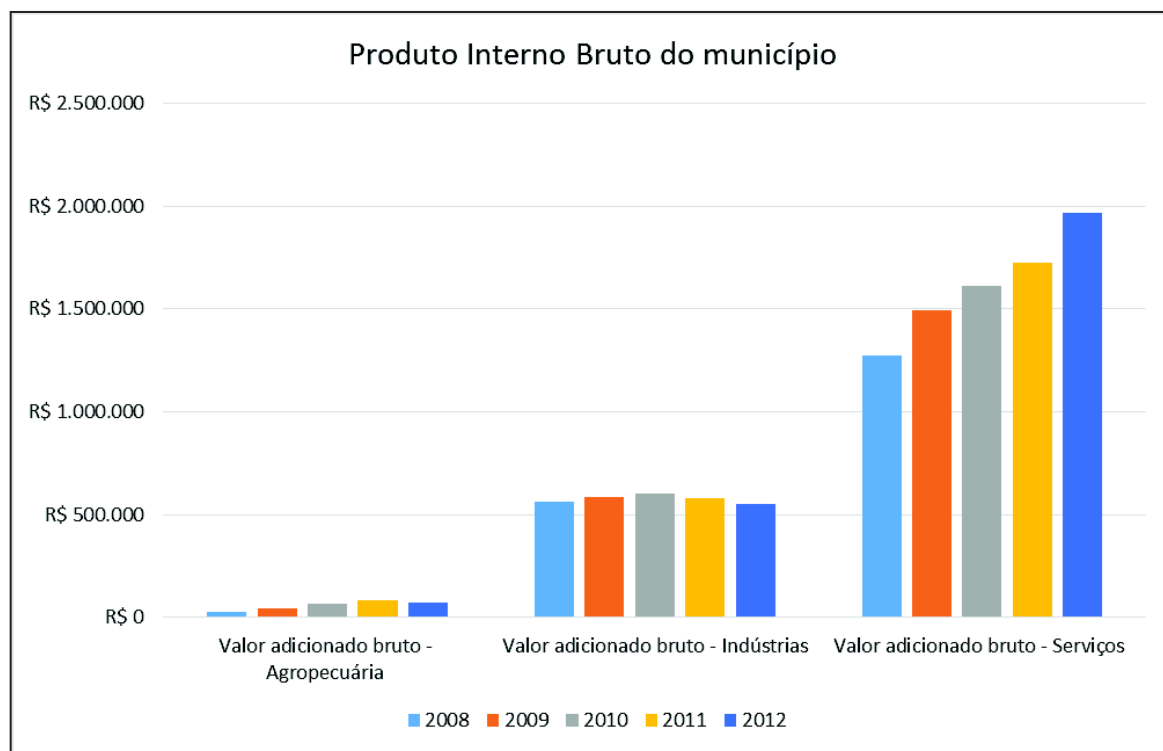


Fonte: dados extraídos IBGE (2015), Marinho (1999, p. 56) e Pitton (1997, p. 87).

Elaboração e Organização: autora, 2015.

Atualmente, o município possui atividades no setor primário, secundário e terciário conforme informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O setor de serviços é o mais representativo e depois a atividade da indústria e da agropecuária, respectivamente segundo os dados do IBGE no período selecionado (Figura 4).

Figura 4: Produto Interno Bruto do município no período de 2008 a 2012 em reais



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades @**. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=3503307> > Acesso em: 04 dez. 2015. Elaboração e organização: autora, 2015.

O crescimento populacional e econômico impôs transformações significativas no meio urbano e rural com destaque para a canalização dos ribeirões das Furnas, das Araras e do córrego do Facão e a impermeabilização da terra. Cabe lembrar que esses rios citados vêm sofrendo modificações (troca de pontes, canalizações, alargamento dos rios e construção de piscinões com ressalva para a presente área de estudo) com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Além disso, a expansão urbana nas partes sul (área de estudo), norte e leste da cidade acarreta mudanças significativas na paisagem. Outro ponto que merece ser destacado é como as atividades agrícolas também provocam grandes impactos no relevo.

A seguir, buscou-se mostrar as características físico – naturais da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP).

3.2 Características físico – naturais da bacia hidrográfica

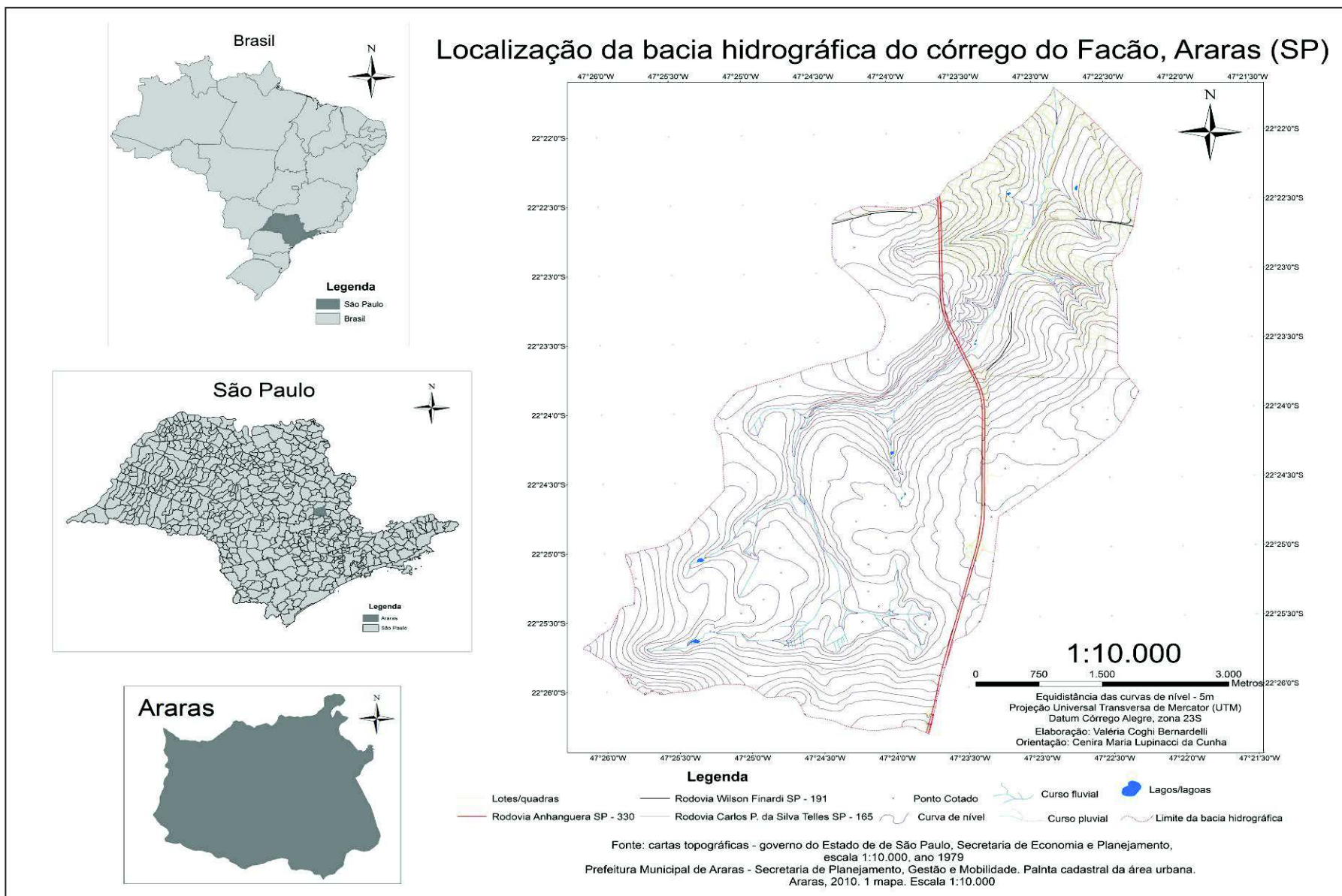
A bacia hidrográfica do córrego do Facão localiza-se no município de Araras (SP) a qual se posiciona entre as seguintes coordenadas geográficas: 22°21'30" e 22°26' S e 47°26'0" e 47°22'0" W. Esta bacia abrange 27,686 km² e distribui-se pela zona urbana e rural do município. (Figura 5)

O acesso se faz pela rodovia Anhanguera (SP – 330) nas saídas 165 (retorno Conchal/Mogi Mirim) e 167, no sentido capital – interior (Ribeirão Preto), e também no sentido interior – capital (Campinas e São Paulo) pela saída 165 (retorno Conchal/Mogi Mirim). A chegada também pode ser feita pela rodovia Wilson Finardi (SP – 191) no sentido Conchal para Araras e Rio Claro para Araras, utilizando a saída 168 da rodovia Anhanguera. Os bairros que ocupam a presente área de estudo são os seguintes: Conjunto Habitacional Doutor Narciso Gomes, Jardim Santa Catarina, Vila São Jorge, Bosque de Versalles, Jardim Bela Vista, Jardim Copacabana, Jardim dos Ypês, Jardim 8 de Abril, Geny Mercatelli, Jardim Universitário, Jardim Nossa Senhora de Fátima, Jardim Belvedere, Parque Industrial, Vila Dona Rosa Zurita, Vila Michelin, Vila Rodini, Jardim Marabá, Jardim Dalla Costa, Jardim Flamboyant e complexo de chácaras Santa Rosa.

A presente área de estudo está situada no domínio geotectônico da Bacia Sedimentar do Paraná, a qual se encontra sobre um embasamento cratônico que surgiu no Pré – Cambriano – Ordoviciano da era Paleozóica como aponta Petri e Fúlfaro (1983, p. 3 e 7). Tudo isso está estabelecido sobre a placa tectônica sul – americana. Nesse domínio, houve o processo de circundesnudação no limite entre a Bacia citada anteriormente e as terras do Planalto Atlântico, ocasionando o rebaixamento da área. Esse processo originou a Depressão Periférica Paulista que se situa entre o Planalto Atlântico (porção leste) e o relevo de *cuevas* basálticas (porção oeste), como aponta Almeida (1974, p.63).

Almeida (1974, p.75) utilizou a proposta de Deffontaines (1935, p. 148 – 156) que divide a Depressão Periférica em 3 zonas: Zona do médio Tietê, Zona do Paranapanema e Zona do Mogi – Guaçu. A bacia hidrográfica do córrego do Facão está situada na Zona do Mogi – Guaçu. O referido autor caracteriza o relevo dessa zona da seguinte maneira:

Figura 5: Localização da área de estudo



O relevo predominante na zona é o de campos extremamente uniformes, com vales amplos, pouco profundos, abrigando cursos d'água em cujas margens são frequentes pequenas planícies aluviais arenosas, bem como alguns terraços. As variadas litologias do Grupo Tubarão quase nada se refletem nesse relevo suave, cuja monotonia só é rompida, em alguns lugares, pela presença de morros de modesta altura, indicando sítios de maiores intrusões de diabásio. Assim, na região de Aguai e a sudeste de Casa Branca. (ALMEIDA, 1974, p.75)

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT, 1981) descreve o relevo da zona do Mogi – Guaçu da seguinte forma:

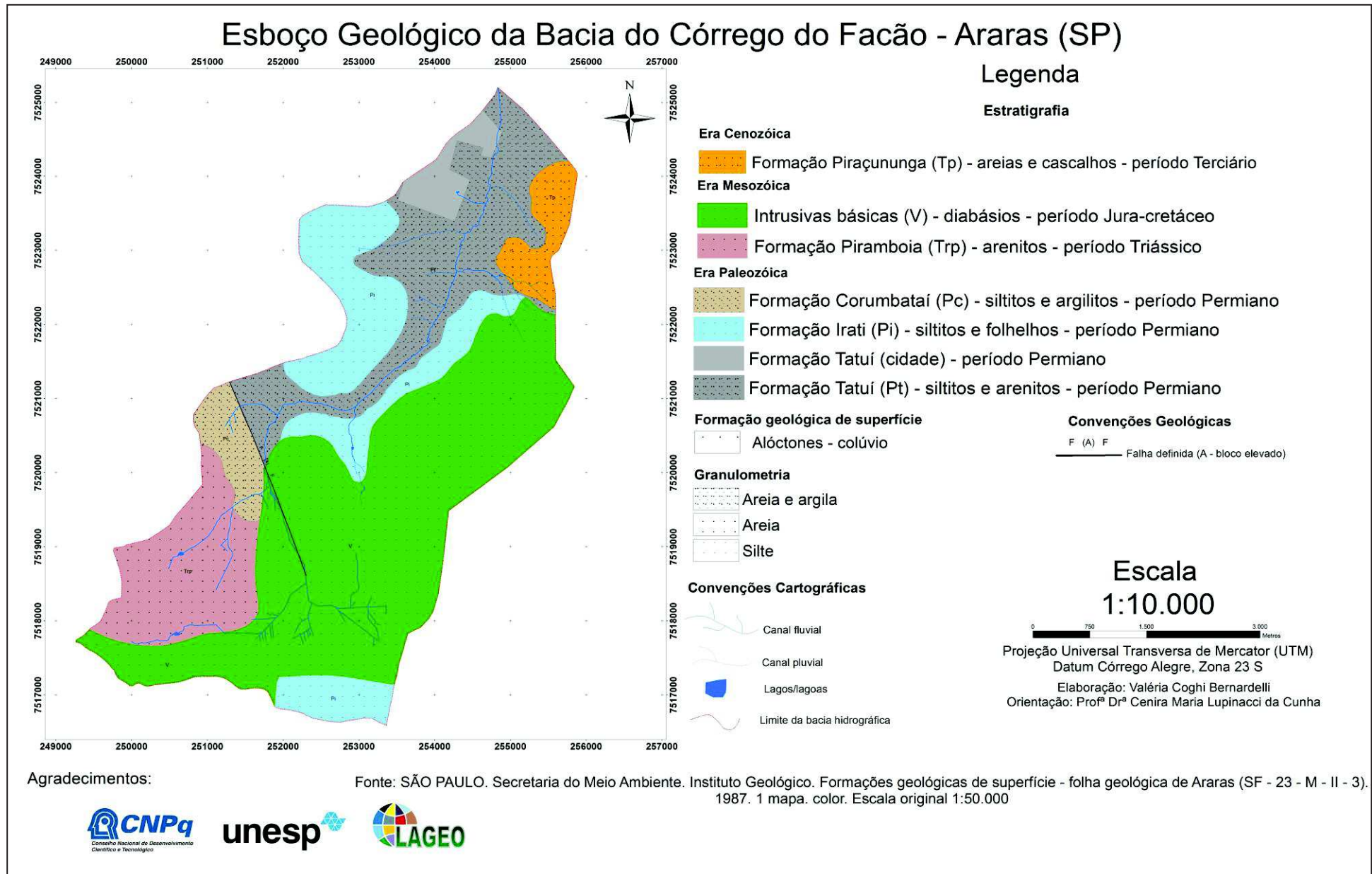
O relevo caracteriza-se por formas suavizadas, levemente onduladas, constituídas por COLINAS AMPLAS (212) e MORROS AMPLOS (221), além de COLINAS MÉDIAS (213), mais restritas. Em suas porções limítrofes com o Planalto Atlântico, a leste, e com as Cuestas Basálticas, a oeste, ocorrem irregularmente relevos de MORROTOS ALONGADOS E ESPIGÕES (234). Esses relevos baixos, juntamente com o barramento representado pelo frente de cuestas, permitem o desenvolvimento de extensas PLANÍCIES ALUVIAIS (111) ao longo de cursos d'água da bacia do Mogi – Guaçu. (IPT, 1981, p.62)

Vale salientar que toda a drenagem da bacia hidrográfica estudada e dos ribeirões das Furnas e das Araras, que cortam a cidade de Araras desaguam no rio Mogi – Guaçu.

O relevo da área de trabalho está assentado, segundo a folha Geológica de Araras, produzida pelo Instituto Geológico (IG, 1987), sobre as seguintes formações geológicas: Piraçununga (Tp), Tatuí (Pt), Piramboia (Trp), Irati (Pi), Corumbataí (Pc) e Intrusões Básicas (V). O esboço geológico mostra a distribuição espacial destas formações na seção de estudo proposta. (Figura 6)

A Formação Piraçununga (Trp) está associada ao grupo São Bento e possui sedimentos que correspondem a areias, cascalhos e argilas. Esta é datada da era Cenozoica, período Terciário, sendo pouco expressiva na área de estudo (IG, 1987; MARINHO, 1999, p.41). Outra formação que tem grande destaque, na bacia, é a Tatuí (Pt) que corresponde a unidade superior do grupo Tubarão e que se formou na era Paleozoica, período Permiano. Essa formação caracteriza-se por sedimentos do tipo siltitos e arenitos. (IG, 1987; MARINHO, 1999, p. 37)

Figura 6: Esboço geológico da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP)



Na área de estudo, ocorre a formação Corumbataí (Pc) que se constituiu na era Paleozoica (período Permiano) e associa-se ao grupo Passa Dois. Segundo Marinho (1999, p. 39), o ambiente de sedimentação desta apresenta muitas controvérsias na visão de vários autores, sendo sua litologia composta por siltitos e argilitos (IG, 1987; MARINHO, 1999, p.39). A Formação Piramboia (Trp) associa-se a unidade inferior do grupo São Bento e seu processo de deposição iniciou-se na era Mesozoica (período Triássico). Esta formação caracteriza-se pela presença dominante de arenitos. (IG, 1987; MARINHO, 1999, p. 40)

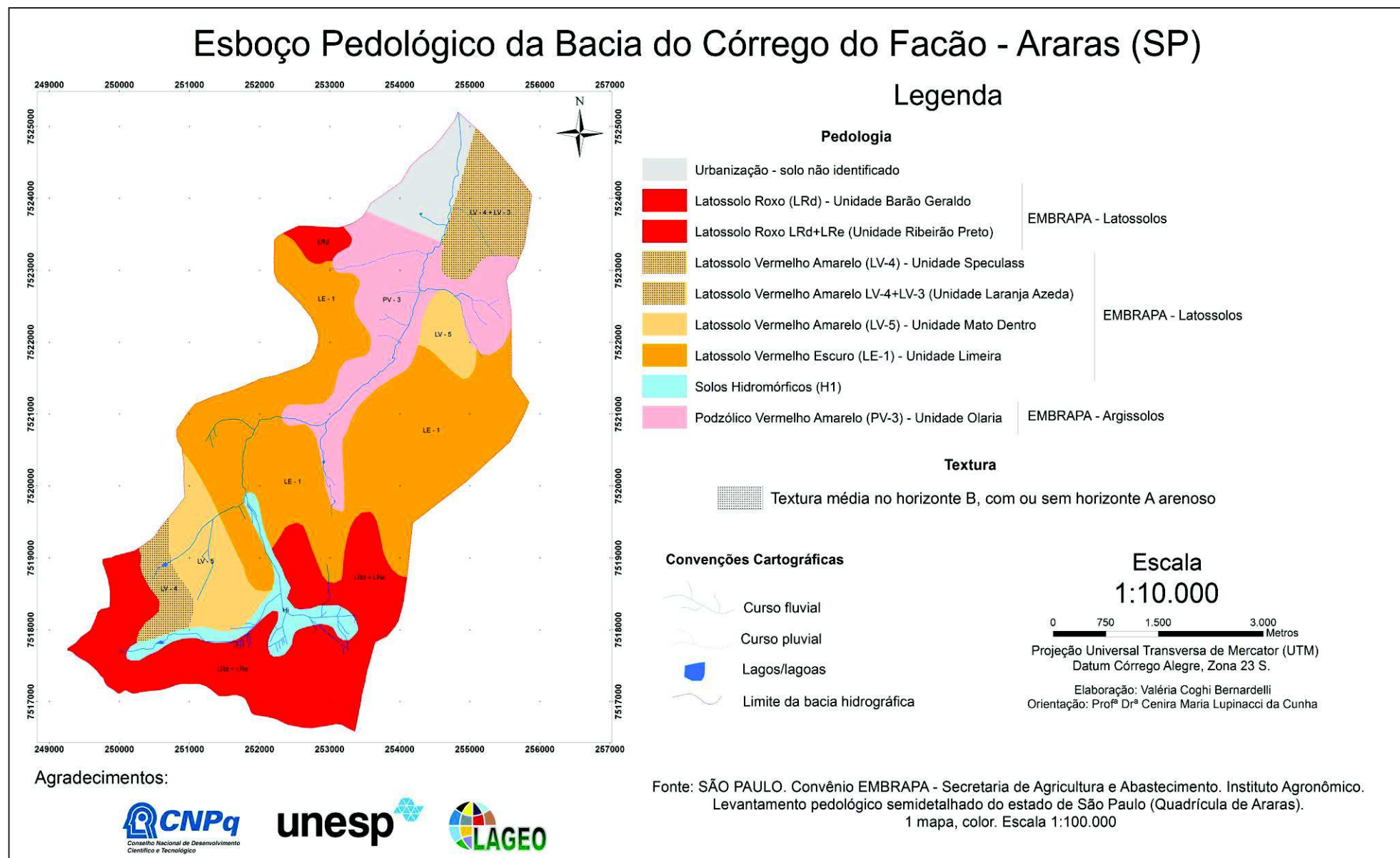
As formações que apresentam grande destaque na área de trabalho são Irati (Pi) e intrusões básicas (V). A primeira encontra-se na unidade inferior do grupo Passa Dois, se originou na era Paleozóica, no período Permiano, apresentando siltitos e folhelhos. Já a segunda, data da era Mesozóica, no período Jura-Cretáceo e ocorre na forma de diques e *sills*. (IG, 1987)

Sobre tais formações geológicas, de acordo com o levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo, quadrícula de Araras (SF – 23 – Y – A – II), na bacia hidrográfica de estudo ocorrem os seguintes solos: podzólico vermelho amarelo (PV – 3), atualmente denominado de argissolo; latossolo vermelho amarelo (LV – 4 + LV – 3, LV – 5, e LV – 4); latossolo vermelho escuro (LE – 1) e latossolo roxo (LRd + LRe e LRd), atualmente denominados de latossolo vermelho; e hidromórficos (Hi) (solos com hidromorfia). O esboço pedológico (Figura 7) mostra a distribuição dos solos na área de estudo.

O solo argissolo vermelho amarelo (PV – 3), anteriormente denominado de podzólico vermelho amarelo, caracteriza-se como a unidade Olaria e está associada a Formação Tatuí. As características desse solo são: argila de baixa atividade, distrófico ou álico, horizonte A moderado e textura argilosa ou média/argilosa (INSTITUTO AGRONÔMICO de SP, 1981). Segundo Marinho (1999, p.44), este solo apresenta grande diferença de textura entre os horizontes A e B.

Outra classe de solo registrada na área de estudo constitui-se nos solos hidromórficos (Hi), que possuem gley pouco húmico e/ou gley húmico com ou sem ocorrência de solo orgânico, conforme o Instituto Agrônomo de São Paulo (1981). O mesmo está sujeito a inundações frequentes ou a presença do lençol freático elevado e ocorre ao longo dos cursos fluviais (MARINHO, 1999, p.45). Isto se evidencia nas áreas de vegetação alagada próxima aos cursos d'águas.

Figura 7: Esboço pedológico da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP)



A classe de solo que tem maior destaque na área de trabalho são os latossolos, principalmente o vermelho escuro (LE – 1), roxo (LRd + LRe e LRd) e vermelho amarelo (LV – 4 + LV – 3, LV – 5, e LV – 4). Na primeira classe tem-se o tipo de LE – 1 que possui as seguintes especificidades: álico, com horizonte A moderado, textura argilosa e situa-se na unidade Limeira. Já na segunda há ocorrência de dois tipos: o LRd e LRd + LRe. O LRd, segundo o Instituto Agronômico de São Paulo (1981), caracteriza-se por ser distrófico, horizonte A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, unidade Barão Geraldo. O outro tipo (LRd + LRe) possui as características descritas anteriormente associados a um solo (LRe) eutrófico, com horizonte A moderado, de textura muito argilosa ou argilosa que pertence a unidade Ribeirão Preto. Esses latossolos descritos anteriormente apresentam uma grande aptidão agrícola e tem origem nas formações Corumbataí, Piramboia e Intrusivas Básicas (basalto e diabásio).

O processo de esculturação do relevo e a formação de solos da bacia hidrográfica estudada sofre influências de diferentes correntes/massas de ar, conforme Penteado (1966, p.33 e 34 apud PITTON, 1997, p. 60). As massas de ar que atuam nessa unidade geomorfológica e também no estado de São Paulo são: massa polar atlântica (mPa), massa tropical atlântica (mTa), massa equatorial continental (mEc) e massa tropical continental (mTc) (MONTEIRO, 1973).

A massa polar atlântica (mPa) atua nas quatro estações do ano com destaque para o inverno e outono, na qual ocorrem diminuição das temperaturas e pode provocar chuvas do tipo frontal, caracterizando os processos frontogenéticos (frente frias – polar). No verão, a atuação da mPa fica enfraquecida e tem uma rota mais oceânica, com extensão reduzida, porém a mesma causa chuvas e diminuição ligeira nas temperaturas.

Já a massa tropical atlântica (mTa) atua de forma diferente ao longo do ano. Na estação do verão/primavera provoca chuvas devido ao aquecimento basal, originando células convectivas e precipitações. Já no inverno/outono traz estabilidade. (PITTON, 1997, p. 58)

No verão, atuam com destaque a massa equatorial continental (mEc) e a massa tropical continental (mTc). A primeira se caracteriza por ser quente e úmida, contribuindo para os elevados índices pluviométricos e aquecimento, enquanto a segunda é quente e seca, colaborando principalmente no aquecimento basal. (PITTON, 1997, p.58)

Vale ressaltar a formação da Zona de Convergência Atlântico Sul (ZCAS) que resulta da intensificação de umidade vinda da região Amazônica e também do Atlântico Sul. Esta pode ser intensificada caso haja uma frente fria (estacionária ou semiestacionária), podendo ser identificada em imagens de satélites por meio de uma banda de nuvens que se estende da região Amazônica até a região centro-sul e atlântico. Este fenômeno é responsável por altos índices pluviométricos na região sudeste e na área de estudo. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.92; STEINKE, 2012, p.116 – 117; TAVARES e SILVA, 2008, p.1 e 10).

Dessa forma, a Depressão Periférica Paulista, na qual se insere o cenário de estudo, apresenta um clima tropical com período chuvoso (primavera e verão) e seco (outono e inverno) ou como denominou Monteiro (1973, p. 27) um “*clima tropical alternadamente seco e úmido (A2)*”.

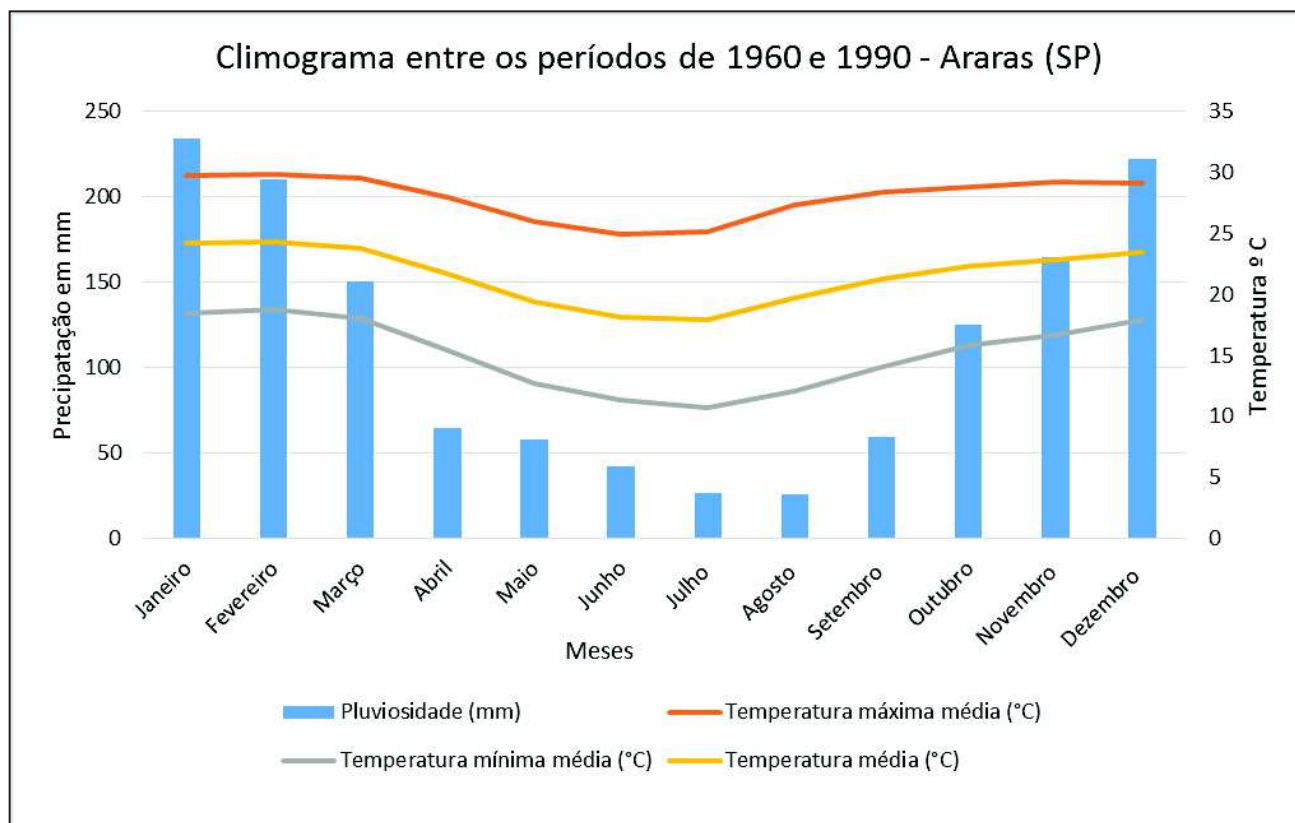
Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI), a cidade de Araras (SP), possui um clima do tipo Cwa pela classificação de Köppen. Este tipo climático apresenta um clima mesotérmico de inverno seco, com verões quentes e chuvosos. A figura 8 ilustra a temperatura e a pluviosidade do município de Araras (SP).

É interessante lembrar que essa região pode sofrer com as geadas e os nevoeiros por pertencer à uma unidade geomorfológica, rebaixada em relação as terras vizinhas onde o ar frio (alta densidade) escorre pelas vertentes por ser denso e além deste evento climático também estar associado a condições atmosféricas favoráveis, que propiciam a ocorrência desses fenômenos. (Informação verbal³)

A ocorrência de nevoeiro, porém, é mais frequente nessas localidades [Depressão Periférica – Araras, Rio Claro, Santa Gertrudes e Cordeirópolis] e está associada ao processo de resfriamento, principalmente no outono e inverno, quando a frequência de tipos de tempo anticiclônico é maior e ligados, também, a fatores topográficos, visto que é comum verificar a ocorrência deste fenômeno nos vales, principalmente no período matutino. (PITTON, 1997, p. 67)

³ Informação fornecida pelo professor Tavares durante as aulas da disciplina Geografia do Estado de São Paulo.

Figura 8: Climograma do município de Araras no período de 1960 a 1990



Fonte: Cepagri Meteorologia – UNICAMP – clima dos municípios paulistas, normais climatológicas de 1960 a 1990. Disponível em: < http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_038.html > Acesso em: 05 abr. 2015.

O clima da área repercuti no tipo de vegetação que se desenvolve, porém, sua identificação é complicada por ter sofrido grande degradação e devastação desde o período colonial até o presente momento, com destaque para a atividade agrícola (produção canavieira) e o processo de urbanização. Segundo Planidro (1972 apud MARINHO, 1999, p.36), a vegetação original era composta de floresta mesófila semidecíduas, manchas de cerrado e capoeira. De acordo com o IBGE (2015), o bioma predominante no município é composto por cerrado e mata atlântica.

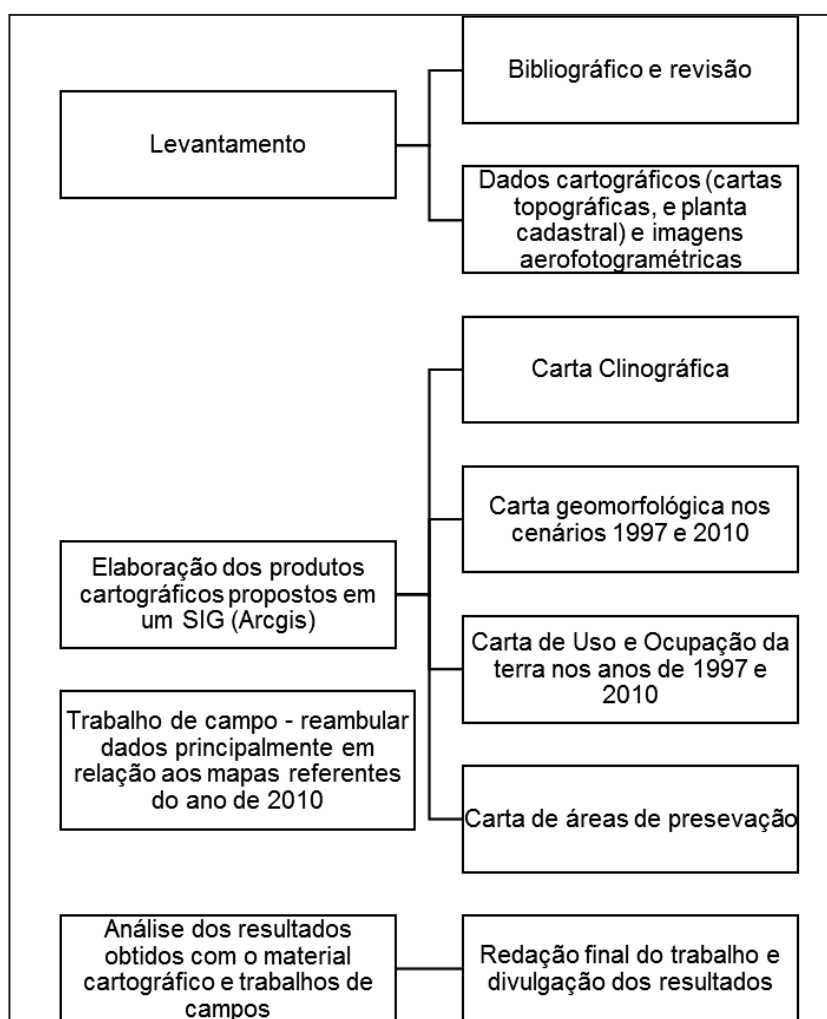
A caracterização da área tem o objetivo de oferecer uma visão global dos aspectos naturais e físico da bacia hidrográfica do córrego do Facão para entender os sistemas/processos que atuam no relevo. Para complementar tal visão, foram construídos diversos documentos cartográficos cujas técnicas são descritas a seguir.

4. MÉTODO E TÉCNICAS

Este capítulo tem o objetivo de mostrar o método que norteia a pesquisa e descrever as técnicas utilizadas para a elaboração dos documentos cartográficos referentes à bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP).

O fluxograma (Figura 9) mostra como as atividades que foram desenvolvidas no decorrer da pesquisa.

Figura 9: Fluxograma das atividades desenvolvidas durante a pesquisa.



Elaborado e organizado pela autora, 2015.

4.1 Método

O método que orienta o entendimento do objeto dessa pesquisa deriva da Teoria Geral dos Sistemas aplicada à Geografia e os seus diversos campos com

destaque para a Geomorfologia. É interessante destacar que a perspectiva sistêmica ajudou o desenvolvimento da Nova Geografia, que possui ligação com este pensamento como aponta Christofolletti (1979, p.XI).

A aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geográficos serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para considerações críticas de muito dos seus conceitos. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.XII)

A teoria geral dos sistemas (*General Systems Theory*) foi desenvolvida nos EUA por R. Defay e Ludwig von Bertalanffy e a aplicação da mesma ocorreu em trabalhos ligados a termodinâmica e a biologia. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. XI)

De acordo com Christofolletti (1980, p. 1), essa teoria foi introduzida na geomorfologia por Arthur N. Strahler, e posteriormente pelos trabalhos de John T. Hack, Richard J. Chorley (1962) e Alan D. Howard (1965).

Um sistema pode ser entendido “[...] como o conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre os seus atributos” na visão de Hall e Fagen (1956, p.18 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1). Esta definição caracteriza um sistema através do funcionamento e do relacionamento no tempo e no espaço para a sua caracterização conforme Christofolletti (1979, p. 1). O sistema, também, pode ser compreendido como o “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular” conforme Thornes e Brunsdon (1977, p.10 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1). Dessa forma, um sistema funciona para executar uma tarefa por meio de processos, buscando um objetivo. Miller (1965, p.200 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1) compreende sistema como “[...] um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionada ou dependente do estado das outras unidades.”

Para Christofolletti (1979, p. 1 e 2), um sistema é composto por:

- Elementos ou unidades: as partes, os componentes;
- Atributos: qualidades dos elementos com a intenção de caracterizá-los;
- Entrada (*input*): é constituída pelo o que recebe;

- Saída (*output*): as entradas recebidas são transformadas e enviadas para fora.

Segundo Christofolletti (1980, p. 3), os sistemas podem ser classificados pelo critério funcional ou pela sua complexidade estrutural. Para Forster, Rapoport e Trucco (apud CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 3) há dois tipos de sistemas baseados no critério funcional. Estes são: sistemas isolados (não há perda ou ganho de energia ou matéria) e sistemas não-isolados (há troca de energia e matéria). Este último pode ser subdividido em sistema fechado (só há troca de energia) e aberto (há perda e ganho de energia e matéria). Conforme Chorley e Kennedy (1971, apud CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999), os sistemas também podem ser classificados de acordo com a complexidade estrutural. É interessante destacar que os autores identificaram 10 tipos de sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.3). Os sistemas que se aplicam a geomorfologia são: sistemas morfológicos (relacionado com as propriedades físicas), sistemas em sequência (compostos por vários subsistemas), sistemas processos-respostas [combinação de sistemas morfológicos (indica a forma) e sistemas em sequência (mostra o processo)] e sistemas controlados (influência do homem sobre o sistema processo–resposta).

A bacia hidrográfica do córrego do Facão será entendida como um sistema não isolado aberto na visão funcional, pois tem *outputs* (perdas) e *inputs* (ganhos) de matéria e energia com o meio. Esta, também, pode ser compreendida como um sistema de processos-respostas no quesito complexidade estrutural. Assim, caso haja uma modificação no sistema de sequência haverá também uma alteração no sistema morfológico que através de reajustes, buscará um novo equilíbrio e conseqüentemente terá uma nova forma. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.5). Essa também será analisada como um sistema controlado, pois tem a interferência do homem que é marcante na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.6)

Vale lembrar que para entender o funcionamento total do sistema geomorfológico e o seu controle, é necessário compreender o sistema climático, sistema biogeográfico, sistema geológico e sistema antrópico conforme Christofolletti (1980, p.10):

- 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 o 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 -11)

Segundo Cunha (2001, p. 35), a teoria geral dos sistemas é aplicada as questões ambientais e tem mostrado resultados satisfatórios na compreensão dos mesmos. Ainda, evidencia a importância da teoria sistêmica para a geomorfologia:

Com relação à geomorfologia, verifica-se que é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e esculturação. Desse modo, entendendo-se as formas de relevo como fruto da interação da estrutura geológica, do clima, atual e passado, e, atualmente, da atividade antrópica, cujas relações interferem nas características pedológicas e na cobertura vegetal, verifica-se que a visão sistêmica possibilita estabelecer e analisar tais interações, assim como compreender os vínculos de dependência entre esses fatores. (CUNHA, C., 2001, p. 35)

Já para compreender a ação antrópica no cenário de 1997 e 2010 será utilizada a proposta de Rodrigues (2005, p.102) e que apresenta as seguintes orientações:

- 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 diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f) Explorar a abordagem sistêmica;
- g) Usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- h) Dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;

- i) Levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais; [...] (RODRIGUES, 2005, p.102)

A teoria dos sistemas e a proposta de Rodrigues (2005, p.102) ajudam a entender os processos de ganho e perda tanto de energia quanto de matéria, a busca constante de equilíbrio e conseqüentemente de novas formas assumidas pela bacia hidrográfica devido às transformações que ocorreram ao longo dos anos.

4.2 Técnicas

As técnicas utilizadas nesta pesquisa, para elaboração dos produtos cartográficos, foram as seguintes:

4.2.1 Base Cartográfica

O levantamento das informações sobre a área de estudo foi realizado através de pesquisa e busca de informações em órgãos públicos oficiais, em instituições de ensino e pesquisa, além de trabalhos de campo e de gabinete.

Cabe destacar que as poucas informações (geologia, pedologia, entre outros) da bacia do córrego do Facão criaram dificuldades para a organização do material cartográfico devido as diferentes escalas dos produtos disponíveis desta área.

A elaboração das cartas temáticas foi feita em meio digital, utilizando os seguintes *softwares*: AutoCAD® (versão 2011), ArcGIS® (versão 9.2) da Esri, *Stereo Photo Maker* e o Corel Draw® para a edição final das cartas confeccionadas. E, também, foram utilizadas as seguintes cartas topográficas, na escala 1:10.000, com equidistância das curvas de nível de 5 metros, executadas pelo Governo do estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento – Coordenadoria de Ação Regional, Divisão de Geografia – Plano Cartográfico do Estado de São Paulo do ano de 1979:

- Carta Topográfica Araras I (SF – 23- Y – A – II – 3 – NO – F);
- Carta Topográfica Araras II (SF - 23 – Y – A – II – 3 – NE – E);
- Carta Topográfica Araras III (SF – 23 Y – A – II – 3 – SO – B);

- Carta topográfica Fazenda Santo Antônio (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SE – A);
- Carta Topográfica Fazenda Remanso (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO – D).

Vale ressaltar que as cartas citadas acima foram disponibilizadas pela Mapoteca do Departamento de Geografia (DG) e pelo laboratório de Geotecnologias e Cartografia (GeoCarto) do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) câmpus de Rio Claro (SP). Estas estavam na forma impressa e foram digitalizadas e salvas no formato TIFF (*.tif; .tiff*). Recomenda-se que sejam salvas no formato JPEG ou TIFF, pois a maioria dos *softwares* como ArcGIS® e AutoCAD® abrem arquivos nesta extensão, facilitando o processo de edição.

O sistema viário, lotes e quadras da bacia foram vetorizados, pois estava fragmentado e o mesmo sofreu algumas adaptações principalmente em relação ao traçado do sistema viário/lotes referentes ao ano de 1997 para elaborar os produtos cartográficos propostos neste período. Esse processo aconteceu no ambiente AutoCAD® para posteriormente ser exportado para o ArcGIS® e gerar *shapefile* (*.shp*) ruas_lotes.

O processo de exportação tem os seguintes passos:

- 1° passo: Abrir o ArcCatalog, ir até a pasta onde está salvo o arquivo DWG e clicar com o botão esquerdo no arquivo (símbolo +) e, em seguida, com o botão direito do mouse em *polyline* (atributo que será exportado): *export > To shapefile (single)*... que será aberta a janela *Feature Class to Feature Class*;
- 2° passo: *Em output Location*, escolher a pasta onde você deseja salvar o *shapefile* exportado do arquivo DWG/CAD. Depois, clicar no botão SQL que se encontra na janela *Feature Class to Feature Class*;
- 3° passo: Na janela *Query Builder*, dê um duplo clique em *layer* na aba *fields*; clique no botão *Get Unique Values* e escolha o *layer* do arquivo DWG/CAD a ser exportado. Por fim clicar em OK;

- 4º passo: Em *Field Map (optional)*, na tela *Feature Class to Feature Class*, excluir todos os itens através do xis (X) que se encontra no lado direito desta janela.

Já os dados de curva de nível, hidrografia, lagos/lagoas e ponto cotado foram vetorizadas no ambiente ArcGIS® a partir das cartas topográficas citadas acima. A delimitação da bacia foi feita depois de concluir o processo de edição dos atributos citados.

Criaram-se *shapefiles (.shp)* para cada dado, sendo definidas as seguintes características:

- **Curvas de nível:** forma *polyline*. Depois de vetorizar todas as curvas, colocou o atributo (valor) de cada uma delas no *Open Attribute Table*
- **Hidrografia:** forma *polyline*. Para os rios, utilizou-se uma *polyline* contínua. Já para os rios intermitentes/temporários, usou-se uma *polyline* com pontos e traços
- **Lagos/lagoas:** forma *polygon*.
- **Ponto cotado:** forma *point*. Depois de vetorizar todos os pontos, realizou o mesmo procedimento aplicado com as curvas de nível descrito acima.
- **Delimitação da bacia:** forma *polygon*. Utilizou-se uma linha tracejada, seguindo as convenções cartográficas.

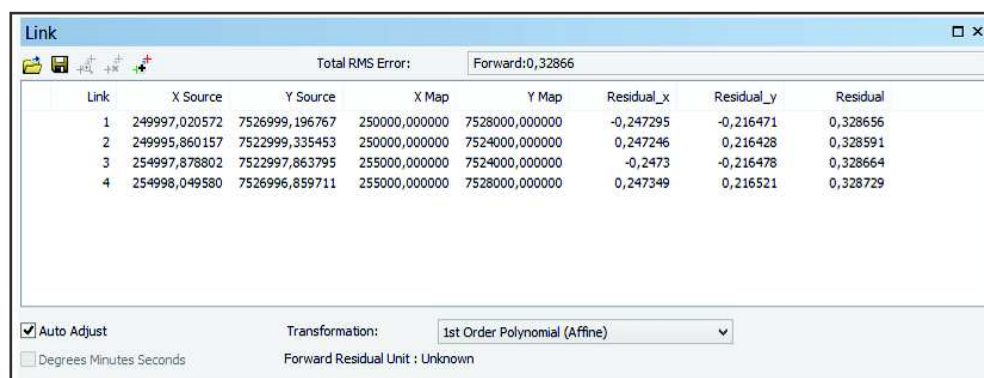
Para realizar o processo de vetorização foi preciso, primeiramente, georreferenciar as cartas topográficas. Para fazer este processo, é preciso definir o sistema de coordenadas e o *datum* que serão utilizados no projeto (arquivo). Neste trabalho, optou-se pelo sistema de coordenadas planas (UTM) e pelo *datum* Córrego Alegre UTM Zona 23S, pois as cartas topográficas encontram-se neste sistema. O caminho para definir o sistema de coordenada e o *datum* no projeto é:

- Clicar em *layer* com o botão direito do mouse > *Properties* > *Coordinate System* > *Projected Coordinate System* > *UTM* > *South America* > *Corrego Alegre Zone 23s* > Clicar em *Aplicar* e depois *OK*.

As etapas para realizar o georreferenciamento são:

- 1ª etapa: Adicionar a carta topográfica Araras I através do comando **Add Data**;
- 2ª etapa: Habilitar a função *georeferencing* em *Customize > Toolbars > Georeferencing*.
- 3ª etapa: Clicar em **add control points** que se encontra na barra do *georeferencing*
- 4ª etapa: Adicionar na carta topográfica os pontos de controle. Para colocar os pontos deve clicar primeiro com o botão esquerdo do mouse e em seguida com o botão direito e selecionar a opção *input X and Y*.
- 5ª etapa: Entrar com o par de coordenadas do canto escolhido (latitude, longitude). Repetir este procedimento nos outros cantos da carta. Observação: escolha um sentido (horário ou anti-horário) para realizar a colocação dos pontos de controle, facilitando o processo.
- 6ª etapa: Verificar o erro do georreferenciamento através do *View Link Table* da barra *georeferencing*. (Figura 10)

Figura 10: Tela *link table*, mostrando o erro médio quadrático (EMQ) através do “*Total RMS Error*” - Carta Topográfica Araras I



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	249997,020572	7526999,196767	250000,000000	7528000,000000	-0,247295	-0,216471	0,328656
2	249995,860157	7522999,335453	250000,000000	7524000,000000	0,247246	0,216428	0,328591
3	254997,878802	7522997,863795	255000,000000	7524000,000000	-0,2473	-0,216478	0,328664
4	254998,049580	7526996,859711	255000,000000	7528000,000000	0,247349	0,216521	0,328729

Total RMS Error: Forward:0,32866

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine) Degrees Minutes Seconds Forward Residual Unit : Unknown

O artigo 9º do decreto número 89.817, de junho de 1984, estabelece o erro padrão (desvio padrão) para cada escala e as classes (A, B e C) para o mesmo.

A variação máxima aceitável para cada ponto de controle deve estar abaixo do erro padrão ou desvio padrão que é de 0,3mm ou 0,03cm na escala do mapa. A escala da carta topográfica é de 1.10.000, assim o erro padrão permitido deve ser

inferior a 3,0 m. Dessa forma, trabalhou-se com um padrão de exatidão (PEC) classe A (0,5 mm ou 0,05 cm na escala do mapa), na qual 1 mm corresponde a 10 m na realidade, de modo que 0,5 mm significa 5 m da realidade (Tabela 1)

Tabela 1: Critérios das Normas Técnicas da Cartografia Nacional – PEC

Classificação	Exatidão Planimétrica		Exatidão Altimétrica	
	PEC	Erro padrão	PEC	Erro padrão
A	0,5mm x escala	0,3mm x escala	½ equidistância	⅓ equidistância
B	0,8mm x escala	0,5mm x escala	3/5 equidistância	2/5 equidistância
C	1,0mm x escala	0,6mm x escala	¾ equidistância	½ equidistância

Fonte: Decreto número 89.817 de 20 de junho de 1984

- 7ª etapa: Para salvar a imagem georreferenciada, basta clicar em **georeferencing** e depois em **Update Georeferencing**. Pode salvar este arquivo *raster* com outro nome. Para fazer isto, basta clicar em **georeferencing** > **Rectify** e escolher o nome para o arquivo e o local a ser salvo e clicar em **Save**. É interessante destacar que você pode escolher o formato para salvar a imagem georreferenciada. Recomenda-se salvar em formato TIFF ou JPG, pois são extensões aceitas em outros *softwares*.

Este procedimento descrito acima foi realizado em todas as cartas topográficas e o erro ficou dentro dos limites da PEC conforme as figuras abaixo.

Figura 11: Carta Topográfica Araras II – *Total RMS Error*

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	5,437480	21,673419	250000,000000	7528000,000000	-0,937554	-0,196065	0,957836
2	4,970040	5,860769	250000,000000	7524000,000000	0,936851	0,195918	0,957118
3	24,752281	5,281714	255000,000000	7524000,000000	-0,937035	-0,195957	0,957305
4	25,204803	21,091700	255000,000000	7528000,000000	0,937738	0,196104	0,958023

Auto Adjust
 Degrees Minutes Seconds
 Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit : Unknown

Figura 12: Carta Topográfica Araras III – *Total RMS Error*

Link								
Total RMS Error: Forward:1,17942								
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual	
1	5,155347	19,792987	250000,000000	7523000,000000	-0,829643	-0,837909	1,17915	
2	4,937671	7,920503	250000,000000	7520000,000000	0,829092	0,837352	1,17837	
3	24,722792	7,559744	255000,000000	7520000,000000	-0,83002	-0,838289	1,17969	
4	24,927102	19,419212	255000,000000	7523000,000000	0,830571	0,838845	1,18047	

Auto Adjust
 Degrees Minutes Seconds
 Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit : Unknown

Figura 13: Carta Topográfica Fazenda Remanso – *Total RMS Error*

Link								
Total RMS Error: Forward:0,954424								
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual	
1	4,937993	20,375001	250000,000000	7518000,000000	0,873926	0,383416	0,954334	
2	4,803784	8,515870	250000,000000	7515000,000000	-0,874537	-0,383684	0,955001	
3	24,674782	8,271625	255000,000000	7515000,000000	0,87409	0,383488	0,954514	
4	24,822962	20,136652	255000,000000	7518000,000000	-0,873479	-0,38322	0,953846	

Auto Adjust
 Degrees Minutes Seconds
 Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit : Unknown

Figura 14: Carta Topográfica Fazenda Santo Antônio – *Total RMS Error*

Link								
Total RMS Error: Forward:0,70381								
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual	
1	4,004758	21,720834	256000,000000	7523000,000000	-0,367087	0,600947	0,704195	
2	3,867089	9,866809	256000,000000	7520000,000000	0,36698	-0,600771	0,703988	
3	23,671576	9,622940	261000,000000	7520000,000000	-0,366686	0,60029	0,703425	
4	23,803541	21,486532	261000,000000	7523000,000000	0,366794	-0,600466	0,703631	

Auto Adjust
 Degrees Minutes Seconds
 Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit : Unknown

Com a conclusão do processo de georreferenciamento das cartas topográficas, iniciou-se a criação dos *shapefiles* para cada informação com as características descritas acima. Os passos para criar um *shapefile* são:

- 1° passo: Abra o ArcCatalog e vá na pasta onde será salvo o *shapefile*.
- 2° passo: clique com o botão direito do mouse na pasta onde será salvo o *shapefile*: *New>Shapefile*. Abrirá uma janela *Create New Shapefile*;

- 3º passo: Em *create new shapefile*, preencher os campos com as características. Em *name*, colocar *curvas_nivel*. Em *feature type*, escolher *polyline*. Já em *Spatial Reference*, indicar o sistema de coordenadas que está sendo utilizado, no caso *Corrego Alegre UTM Zone 23S*. Por fim, clicar em OK.

O *shapefile* irá aparecer na *Table of Contents* (lado esquerdo). Esse procedimento foi feito com as outras informações.

Para começar o processo de vetorização, é necessário ativar a ferramenta **editor** em: *Customize> Toolbars> Editor*. Depois de ativar esta ferramenta, basta clicar em *editor* e depois em *Start Editing*. Para desenhar é necessário abrir o ícone *create features*, que se encontra na barra de ferramentas do editor e, em seguida, clicar no *shapefile* que deseja vetorizar que aparece na janela *create feature* e, por fim, desenhar as curvas de nível, os pontos cotados e os rios.

4.2.2 Carta Clinográfica

A carta clinográfica ou carta de declividade tem o objetivo de “[...] quantificar a inclinação ou o declive do terreno” (CUNHA, C., 2001, p.42). Este parâmetro é de grande importância para avaliar o uso e ocupação da terra e está presente nas leis ambientais como fator de restrição, conforme Fagundes (2012, p. 40).

Trata-se, portanto, de uma representação cartográfica do relevo de grande importância para a gestão ambiental, visto que o manejo das áreas rurais e o gerenciamento do uso do solo urbano necessitam de dados sobre a declividade do terreno. (CUNHA, C., 2001, p.42)

A elaboração desta carta seguiu as orientações técnicas proposta por De Biasi (1970, 1992), sendo confeccionada em meio digital (*software* ArcGIS®). Segundo De Biasi (1995, 1992, p. 45), esta carta é utilizada em estudos, trabalhos ligados às ciências da terra, planejamento regional, urbano e agrário.

A definição das classes de declividade se baseou na equidistância das curvas de nível e no espaçamento entre as mesmas conforme De Biasi (1992, p. 47). Optou-se por representar as classes em porcentagem para facilitar o entendimento

dos leitores. Para obter as classes de declividade, em porcentagem foi utilizada a fórmula sugerida por De Biasi (1992, p.48):

$$D = n \times 100/E$$

Onde:

n: equidistância das curvas de nível

E: espaçamento entre as curvas de nível consecutivas (distância horizontal)

D: Declividade em porcentagem

Observação: os valores de n e E devem estar na mesma unidade métrica.

A definição das classes (Quadro 2) também levou em consideração a proposta de Herz e De Biasi (1989 apud DE BIASI, 1992, p. 47), código florestal (Lei 12.651) e a legislação municipal (lei complementar municipal número 3.902 do ano de 2006).

Quadro 2: Parâmetros adotados para as classes de declividade

Classe de declividade	Cor	Parâmetros
0% - 2%	Verde	Áreas planas sujeitas a inundação. Urbanização deve ser realizada de forma limitada.
2% - 5%	Amarela	Limite urbanos-industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo IPT e pela EMPLASA [Herz. R e De Biasi (1989 apud DE BIASI, 1992, p. 47)]; urbanização com restrições devido a possibilidade de inundações (FAGUNDES, 2012, p.41)
5% - 12%	Laranja	"[...] limite máximo do emprego da mecanização na agricultura (CHIARINI e DONZELLI, 1973 apud DE BIASI, 1992, p.47). "; possibilidade de urbanização

12% - 30%	Vermelho	Limite definido pela legislação federal (Lei 6.766/79 – Lei Lehmann), “[...] que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas [Herz. R e De Biasi (1989 apud DE BIASI, 1992, p. 47)].” No município de Araras, a lei complementar número 3.902 de 2006, Título II (da urbanização), Capítulo I (do parcelamento do solo), Seção II (dos terrenos a urbanizar), Art. 8, parágrafo 1º, coloca que acima de 30% de declividade não será permitido o parcelamento do solo urbano, salvo atendidas exigências formuladas pela prefeitura.
30% - 45%	Marrom	Limite máximo para corte raso, “[...] a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas [...]” [Herz. R e De Biasi (1989 apud DE BIASI, 1992, p. 47)] conforme lei 4.771/65 (código florestal); O novo código florestal (12.651/2012), artigo 11, capítulo III, prevê: “Art. 11. Em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vetada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social”.
>45%	Preto	O artigo 10 do Código florestal (4.771/65) prevê que na faixa situada entre 25 ° (47%) a 45° (100%), “não é permitia a derrubada de florestas, ... só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”. O novo código florestal (12.651/2012) artigo 4º, capítulo II, considera preservar APPs: “V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive”;

Fonte: Proposta de Herz. R e De Biasi (1989 apud De Biasi, 1992, p. 47); Lei 6.766 de 19 de dezembro de 1979 (lei Lehmann); Lei Complementar Municipal número 3.902 de 06 de outubro de 2006; Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal); Lei federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal), Fagundes (2012, p.41).

Elaborado e organizado pela autora

Após definir as classes e as cores, realizou-se a confecção da carta clinográfica utilizando o *software* ArcGIS® da Esri. Para elaborar esta carta foram necessárias as seguintes informações: curvas de nível, ponto cotado, cursos d’água (rios e rios intermitentes), lagos/lagoas e o limite da bacia. Vale lembrar que esses dados foram vetorizados a partir das cartas topográficas no ambiente ArcGIS®.

Criou-se um modelo numérico do terreno (MNT) o qual mostra um modelo de elevação do terreno através dos seguintes passos:

- 1º passo: Acessar a *Arctoolbox* e buscar a ferramenta *Create Tin*: *Arctoolbox*> *3D Analyst Tools*> *Data Management*> *TIN*> *Create Tin*;
- 2º passo: Preencher os campos para gerar o MNT. Em *Output TIN*, colocar a pasta para salvar o TIN. Já em *coordinate system*, colocar o sistema de coordenadas que está sendo utilizado, no caso deste projeto *Corrego Alegre Zone 23 S*. No campo *Input feature class*, colocar os dados curvas de nível, ponto cotado, cursos d'água e lagos/lagoas. Não se deve esquecer de colocar em *tag field* o atributo (valor) das curvas e dos pontos cotados. E, por fim, clicar OK.

Para visualizar a declividade da bacia, é preciso acessar as propriedades deste TIN por meio do comando *Face slope with graduated color ramp*. Isso pode ser realizado através do seguinte caminho:

- 1ª parte: clicar com o botão direito do mouse em cima do TIN criado e ir em *Properties*.
- 2ª parte: buscar a aba *Symbology*.
- 3ª parte: Em *Symbology*, desmarcar as opções *Edge Types* e *Elevation*, que se encontram na parte superior do lado esquerdo. Clicar em *Add...* e escolher a opção *Face slope with graduated color ramp*, e para finalizar clicar em *Add* e depois em *Demiss*. A carta clinográfica ou declividade está gerada.
- 4ª parte: Em *color ramp*, escolher a paleta de cores (verde – vermelho). Depois, colocar o intervalo de declividade estabelecido. Isso pode ser feito em *Classify*, escolher a quantidade de classes (6 classes, neste caso) e o método de classificação manual (*classification method*). Em *Break Values*, colocar as classes estabelecidas. Por fim clicar em *Ok*> *Aplicar*> *OK*. Cabe ressaltar que os valores das classes estabelecidas devem estar em grau (°) e não em porcentagem (%) no *software* para não gerar erros no mapa

final. Essa conversão pode ser feita através de uma calculadora, que está disponível na internet.

Para verificar a exatidão do mapa gerado, utilizou-se o comando *Measure* (régua) para medir a distância entre as curvas de nível. Com os valores obtidos através das medições, foram colocados na fórmula citada acima (DE BIASI, 1992, p.48) para averiguar se os dados estavam no intervalo de declividade correto. Todos os resultados obtidos foram satisfatórios.

4.2.3 Esboço Geológico e Pedológico

O esboço geológico da bacia hidrográfica foi elaborado a partir da carta de Formações Geológicas de Superfície, folha geológica de Araras (SF – M – II – 3), elaborada pelo Instituto Geológico, na escala 1: 50.000. Já o esboço pedológico foi confeccionado a partir do levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo, quadrícula de Araras (SF – 23 – Y – A – II), na escala 1:100.000. Optou-se por usar essas fontes de dados devido à falta de informações da área de estudo selecionada conforme mencionado anteriormente (4.2.1 Bases Cartográficas).

No ambiente ArcGIS®, foram editadas as informações geológicas e pedológicas da bacia hidrográfica do córrego do Facão. Cabe destacar que o processo de vetorização seguiu os mesmos procedimentos descritos no subcapítulo 4.2.1 Base Cartográfica para o georreferenciamento das cartas citadas e para a criação dos *shapefiles*, que teve como entrada *polygon* tanto para os elementos geológicos quanto pedológicos. Para caracterizar os *shapefiles* das informações, em relação à textura e granulometria, utilizaram-se as sugestões de Paschoal, Conceição e Cunha (2010), que foram seguidas e adaptadas, resultando nos dados geológicos (cor e granulometria) e pedológicos (cor e textura) com seus atributos.

Constata-se que os produtos cartográficos apresentam restrições devido a escala original das cartas mencionadas acima, por isso essas foram denominadas de esboços.

4.2.4 Carta Geomorfológica

A cartografia geomorfológica é uma forma de comunicar e analisar os dados obtidos, como aponta Cunha, Mendes e Sanchez, (2003, p. 1). Assim, o mapa geomorfológico tem como objetivo relacionar as diversas informações tal como litologia, morfometria (dimensões), morfologia (forma), entre outras, buscando compreender os mesmos. Contudo, a grande quantidade de informações encontrada neste tipo de representação cartográfica gera complexidade que “[...] é inerente ao próprio objeto de representação.” (CUNHA, C., 2001, p. 2; PASCHOAL, 2010, p. 36)

Este tipo de documento cartográfico tem grande relevância:

Neste sentido, Balatka & Sladek (1967) consideram que o mapeamento geomorfológico tanto resolve uma série de problemas geomorfológicos práticos como evita a ocorrência destes, principalmente através da indicação de áreas favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento das atividades humanas. (CUNHA, MENDES, SANCHEZ, 2001, p. 1)

Para Tricart (1965 apud PENTEADO, 1978, p. 8 – 9), os estudos e os fatos geomorfológicos possuem uma escala de grandeza. Dessa forma, o presente estudo encontra-se na quinta ordem de grandeza, que possui alguns quilômetros quadrados. (TRICART, 1965, apud PENTEADO, 1978, p. 8 – 9)

Na visão de Tricart (1965 apud CUNHA, C., 2001, p. 66 – 67; PASCHOAL, 2012, p. 2), as cartas geomorfológicas devem ter 4 tipos dados, os quais são:

- Morfométricos: representados por meio das curvas de nível, pontos cotados e a rede de drenagem. Essas informações foram adquiridas por meio das cartas topográficas citadas anteriormente.
- Morfográficos: A representação desses dados ocorre por meio de símbolos que localizam as formas do relevo. Esses dados foram obtidos através da fotointerpretação das fotografias aéreas e editadas no programa Arcmap (ArcGIS® - Esri).
- Morfogenéticos: os símbolos devem transmitir a origem e sua formação e serem diferentes dos morfográficos. Também foram editadas no Arcmap (ArcGIS®).

- Cronológico: este dado consiste na representação em que época as formas foram elaboradas. É um dado de difícil obtenção e representado por cores (CUNHA, C., 2001, p. 67). Assim, nesta pesquisa esses dados não foram trabalhados.

Para a elaboração das cartas Tricart (1965 apud SOUZA, 2008, p. 42 – 43) propõe um esquema de trabalho em fases: **fase preparatória** [visa reconhecer as características (dados geológicos, estruturais, tectônicos, etc.) da área de estudo através de cartas topográficas, fotografias aéreas e pesquisa bibliográfica da área]; **fase de reconhecimento** (realizado em duas etapas: 1ª etapa: reconhecer a tectônica e sua influência no relevo com o objetivo de corrigir os esboços iniciais. 2ª etapa: entrar em contato com a área de estudo novamente através de amostras, estudos de laboratório, retomar a bibliografia e fotografias aéreas); e, por fim, **elaboração dos resultados** (confecção de mapas com os dados do terreno e do laboratório e publicar os mesmos em forma de monografia).

Já para Verstappen e Zuidam (1975, p. 15), a finalidade de um mapa geomorfológico “[...] é o de dar uma imagem concisa e sistemática do relevo e dos fenômenos que estão ligados a ele. ” As fotografias aéreas são instrumentos de grande importância, pois mostram “[...] registros detalhados da superfície da terra, visto que os fenômenos aparecem em sua forma e desenhos exatos” (SIMON, 2007, p. 91). Além das mesmas auxiliarem no mapeamento geomorfológico, também são importantes para orientar os trabalhos de campo que buscam reambular os dados adquiridos na fotointerpretação. Na proposta dos autores citados, a carta deve apresentar os aspectos morfométricos, morfográficos e morfogenéticos. A litologia e os processos morfológicos são representados por meio de legendas. Esse esquema de trabalho é conhecido como sistema ITC (*International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences*).

Desta forma, as cartas geomorfológicas foram elaboradas a partir da proposta de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975), que tem como base a fotointerpretação de pares de estereoscópicos de fotografias aéreas, possibilitando a visualização do terreno de forma tridimensional e conseqüentemente mapear os fenômenos geomorfológicos da área de estudo.

Para a elaboração da carta geomorfológica no cenário de 1997 foram utilizadas as seguintes fotografias aéreas de números: 132, 133, 134, 135, 136, 173,

96, 98, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 22, 23, 24 e 25 na escala aproximada de 1:8.000 cedidas pela Prefeitura Municipal de Araras por meio da Secretaria de Planejamento, Gestão e Mobilidade. Cabe ressaltar que as fotografias aéreas de 1997 não cobrem a bacia hidrográfica inteira, pois o aerolevanteamento recobriu a área urbana toda e pequenas partes da zona rural do município de Araras (SP). Já para o ano de 2010, utilizaram-se as ortofotos do projeto sistema mapeia São Paulo cedidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA), que possuem as seguintes articulações: SF – 23 – Y – A – II – 3 – NO, SF – 23 – Y – A – II – 3 – NE, SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO e SF – 23 – Y A – II – 3 – SE - na escala aproximada de 1: 25.000.

No mapeamento referente ao ano de 1997, empregou-se a técnica de anáglifos para visualizar o relevo de forma tridimensional e mapear os fenômenos geomorfológicos em ambiente digital. Nessa técnica, a

[...] interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas é realizada a partir do método Anáglifo, que resulta da sobreposição de fotografias estereoscópicas em cores complementares (vermelho e azul-esverdeado), que observado com uso de óculos especiais de lentes coloridas provoca a percepção de profundidade. (SOUZA e OLIVEIRA, 2012, p. 1349)

As autoras citadas (2012, p. 1354) salientam que esta técnica gera uma otimização no tempo de elaboração do trabalho já que o processo de identificação/vetorização ocorre de forma direta na imagem e no meio digital.

Para confeccionar os anáglifos no *software Stereo Photo Maker*, utilizou-se a proposta de Souza e Oliveira (2012, p. 1350 - 1354). Os procedimentos técnicos para a elaboração dos anáglifos são os seguintes:

- 1º passo: Para inserir os pares de fotografias aéreas no aplicativo navegue até *File> Open left/right images...* (O). É importante que os pares de fotografias estejam posicionados no sentido leste – oeste ou oeste – leste, pois o aplicativo gera os anáglifos no sentido citado anteriormente. Assim, é necessário atentar-se para a orientação do aerolevanteamento e ao norte da imagem também. Caso as imagens não estejam no sentido correto, é necessário rotacionar/inverter a posição das mesmas antes de inserir no

aplicativo. Outro ponto que merece ser lembrado é que as imagens devem estar no formato JPEG ou TIFF.

- 2º passo: Para gerar o anáglifo, é preciso ativar a opção *Optimized Anaglyph* pelo ícone *Color Anaglyph*. Depois de ativar essa opção, basta clicar no ícone *Color Anaglyph* para criar o anáglifo, ou seja, uma imagem em cores complementares (vermelho e azul esverdeado).
- 3º passo: O *software* não alinha as imagens de forma automática, precisando ser feito pelo usuário (Figura 15). Para alinhar as mesmas, é necessário navegar até a opção *Easy Adjustment ...*, que se abrirá uma janela, na qual se deve utilizar *H position* e *V position* para alinhar as cores complementares, usando óculos 3D (lente vermelha e azul) para enxergar em profundidade (Figura 16). Souza e Oliveira (2012, p. 1352) descrevem em detalhes a função de cada comando desta janela (*easy adjustment*):

Indication: nesta função, o botão *Both Images (Anaglyph)* estará automaticamente selecionando todas as vezes que a janela *Easy Adjustment* for aberta. Ele permitirá a observação da imagem 3D pelo método anáglifo, com a imagem esquerda em tom avermelhado e a imagem direita em tom azulada

-Rotation: nesta função existem barras de rolagem que permitem ao usuário modificar a inclinação das fotografias, nos casos em que o voo da aeronave apresentou uma mudança de trajetória. Caso o usuário não fique satisfeito com a modificação feita na inclinação, ele pode clicar no botão 0 e a fotografia voltará às condições iniciais de orientação.

-100% size: este botão permite uma aproximação (*zoom*) da imagem tridimensional, o que facilita examinar se as fotografias estão superpostas corretamente para gerar a terceira dimensão. É possível analisar parte por parte da imagem gerada, possibilitando uma imagem final o mais satisfatória possível.

-Position: nesta função, as barras de rolagem permitem o deslocamento vertical e horizontal das fotografias constituintes do par estereoscópico, o que permite atingir a perspectiva de profundidade com maior precisão. Esta função torna-se de maior utilidade com o botão 100% Size acionado.

-Image Size: esta função apresenta barras de rolagem que modificam o tamanho (em porcentagem) das fotografias que constituem o par estereoscópico. Esta função proporciona uma melhora na visualização tridimensional nas bordas das fotografias aéreas, porém elas são usadas em último caso por comprimirem ou expandirem a fotografia aérea. (SOUZA e OLIVEIRA, 2012, p. 1352)

Cabe salientar que o programa só mostra o trecho em que as imagens possuem estereoscopia. (Figura 16)

Figura 15: Anáglifo sem o alinhamento.

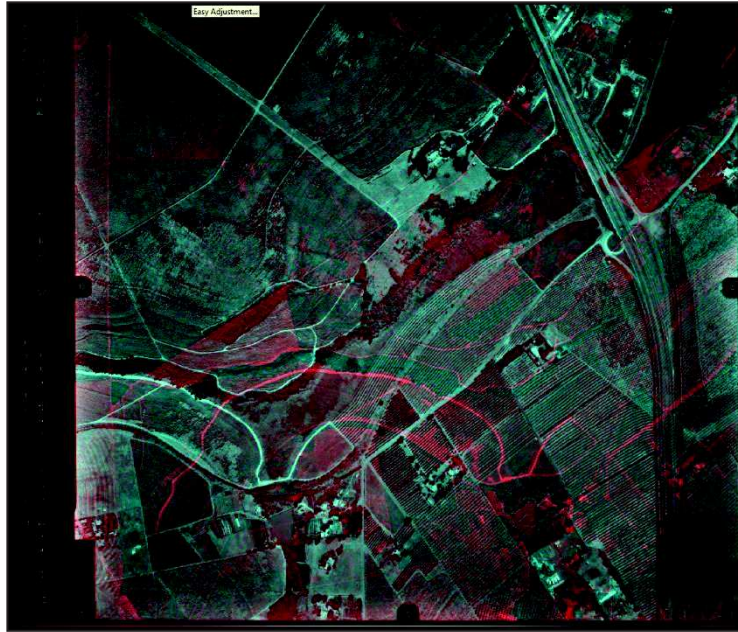
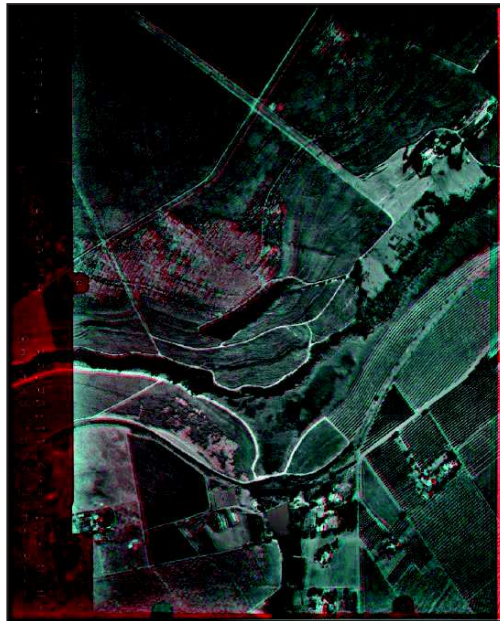


Figura 16: Anáglifo com os ajustes realizados, apresentando o recorte da parte que tem estereoscopia.



- 4º passo: Para salvar o anáglifo criado, basta ir em *File > Save Stereo Image (S)*, podendo escolher o formato TIFF, JPEG ou outras extensões (pode mudar a extensão em *Type* na janela *save stereo image*, caso deseje outro formato). Os formatos TIFF e JPEG são extensões facilmente aceitas em *softwares* SIGs, facilitando a vetorização dos dados geomorfológicos em ambiente digital.

Depois de gerar os anáglifos referentes ao ano de 1997, buscou-se georreferenciá-los por meio das cartas topográficas, atrelando pontos de controle das cartas topográficas aos anáglifos (utilização da ferramenta *georeferencing*) no *software* ArcGIS® (Arcmap).

Cabe ressaltar que não foi possível gerar anáglifos para as imagens do ano de 2010 por não possuir estereoscopia, dificultando a identificação principalmente das rupturas topográficas. Assim, no mapeamento desse cenário alguns fatos geomorfológicos foram identificados em campo.

As simbologias utilizadas na pesquisa foram adaptadas das propostas de Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975), Rodrigues (2005), Silveira (2009) e Simon (2007), buscando identificar a morfologia original e antropogênica por meio de uma cartografia histórico evolutiva, conforme proposta de Rodrigues (2005, p. 101). Algumas simbologias foram adaptadas para facilitar a leitura e a sua confecção. No caso das vertentes côncava e convexa (Verstappen e Zuidam, 1975) houve alteração na cor (vermelha) para evidenciar as diversas concavidades e convexidades criadas pela ação antrópica no ambiente urbano e rural também.

A construção das simbologias seguiu a sugestão de Paschoal, Conceição e Cunha (2010), sendo adaptada em relação ao tamanho, originando o quadro de simbologias (Quadro 3). É interessante destacar que a partir da proposta dos autores citados houve a construção de outras simbologias como canal fluvial retilinizado (Simon, 2007), rio canalizado (Silveira, 2009) e saída de drenagem (Rodrigues, 2005).

Vale lembrar que a construção da legenda se baseou na proposta de Tricart (1965) que sugere a seguinte organização: feições estruturais, formas de vertentes e interflúvios, ação de águas correntes e modelado antrópico. É importante salientar que as formações geológicas não foram representadas na carta devido a escala da informação não ser compatível com a escala de trabalho (1:10.000) da presente pesquisa.

Quadro 3: Simbologias utilizadas nos mapeamentos geomorfológicos

Formas de vertentes e interflúvios	Vertente	Côncava		Verstappen & Zuidam (1975)
		Convexa		Verstappen & Zuidam (1975)
	Formas localizadas	Sulco erosivo		Verstappen & Zuidam (1975)
		Ravina		Tricart (1975)
		Voçoroca		Tricart (1975)
	Feições topográficas	Caimento topográfico		Tricart (1965)
		Curva de nível		Tricart (1965), Verstappen & Zuidam (1975), Convenção Cartográfica
Ponto cotado			Tricart (1965), Verstappen & Zuidam (1975), Convenção Cartográfica	
Ação das águas correntes	Feições hidrográficas	Canal fluvial		Tricart (1965)
		Canal pluvial		Tricart (1965)
	Modelado de entalhe	Fundo de vale encaixado (V)		Verstappen & Zuidam (1975)
		Fundo de Vale plano (J)		Verstappen & Zuidam (1975)
		Ruptura topográfica suave		Verstappen & Zuidam (1975)
Ruptura topográfica abrupta		Verstappen & Zuidam (1975)		
Modelado Antrópico	Aterro		Tricart (1965)	
	Corte		Tricart (1965)	
	Canal rettilinizado		Simon (2007)	
	Canal fluvial canalizado		Silveira (2009)	
	Mineração ativa		Convenção Cartográfica	
	Saída de drenagem		Adaptado de Rodrigues (2005)	
	Vertente côncava antrópica		Adaptado de Verstappen & Zuidam (1975)	
	Vertente convexa antrópica		Adaptado de Verstappen & Zuidam (1975)	
	Terraço agrícola		Tricart (1965)	
Convenções Cartográficas	Lagos/lagoas		Convenção Cartográfica	
	Limite da bacia hidrográfica		Convenção Cartográfica	
	Arruamentos		Convenção Cartográfica	
	Rodovia Anhanguera (SP - 330)		Convenção Cartográfico	
	Rodovia Wilson Finardi (SP - 191)		Convenção Cartográfica	
	Rodovia Carlos P. da Silva Telles (SP - 165)		Convenção Cartográfica	
	Área não mapeada (o aerolevanteamento não cobriu a área inteira da bacia hidrográfica do córrego do Facão)			

Elaborado e organizado pela autora.

4.2.5 Carta de uso e ocupação da terra

A interpretação dos produtos fotográficos (1997⁴ e 2010) ocorreu em ambiente digital, sendo utilizada a técnica manual para mapear as classes de uso e ocupação da terra. Foram criados *shapefiles* no formato polígono com o objetivo de cobrir cada classe mapeada estabelecida conforme os quadros 5, 6, 7 e 8. Vale lembrar que para as rodovias e os rios foram criados *shapefiles* no formato linha⁵. Antes de começar esse processo, foi necessário fazer o georreferenciamento dos produtos do sensoriamento remoto por meio das cartas topográficas georreferenciadas citadas anteriormente (4.2.1 Base Cartográfica) e da planta cadastral do município. Esse processo ocorreu no *software* ArcGIS®.

Um ponto que merece ser ressaltado é que durante o mapeamento referente ao ano de 2010 procurou-se fazer reambulações por meio do trabalho de campo.

As classes de uso e ocupação da terra foram criadas a partir da proposta do Manual Técnico de Uso da Terra (2006), sofrendo algumas adaptações para a área estudada. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que se baseou na proposta de Heymann (1984 apud IBGE 2006, p.21), o levantamento de dados deve seguir quatro princípios básicos:

- a. **Escala do mapeamento:** depende dos objetivos do trabalho ou do projeto. Os mapeamentos podem ter 3 tipos de escala conforme o quadro 4.
- b. **Natureza da informação básica:** para elaborar os mapas temáticos, as fontes utilizadas são produtos do sensoriamento remoto como imagens orbitais (Landsat, SPOT, CBERS, entre outros) e fotografias aéreas.
- c. **Unidade de mapeamento:** é a representação da homogeneidade e diferenças de objetos que cobrem a superfície terrestre.
- d. **Nomenclatura:** terminologia utilizada para descrever o uso da terra para as atividades antrópicas. A figura 17 apresenta um esquema de construção de nomenclatura conforme o IBGE. As definições de nomenclatura proposta pelo IBGE (2006) são: áreas antrópicas não agrícolas (abrange áreas urbanizadas,

⁴ As fotografias aéreas de 1997 não cobrem a bacia hidrográfica inteira, pois o aerolevanteamento recobriu a zona urbana por inteiro e pequenas partes da zona rural (parte sul) do município de Araras – SP descrito anteriormente no subcapítulo 4.2.4 Carta Geomorfológica

⁵ A criação do *shapefile* (linha) seguiu os mesmos passos descritos no subcapítulo 4.2.1 Base Cartográfica.

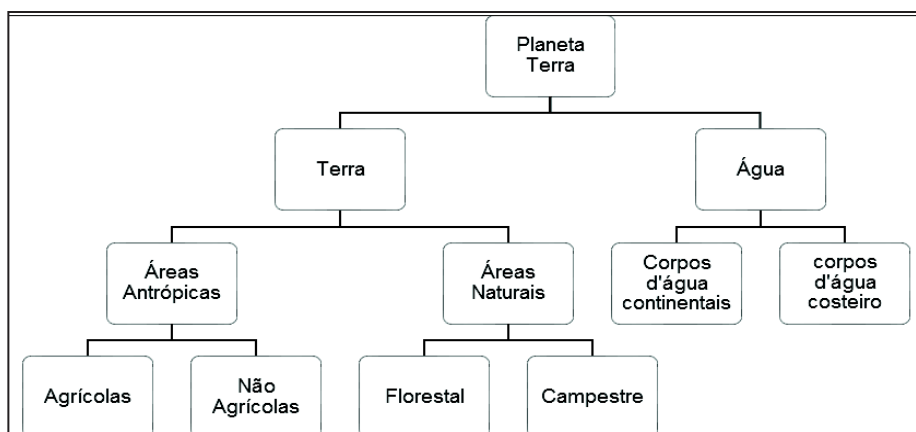
indústrias, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral), áreas antrópicas agrícolas (compreende lavouras temporárias, permanentes, pastagens, plantas e silvicultura), áreas de vegetação natural (abarcando floresta e campestre) e águas [envolve as continentais (rios, lagos, etc.) e as costeiras (lagunar, baías, entre outros)].

Quadro 4: Tipos de mapeamentos de acordo com a escala conforme IBGE (2006)

Tipos de mapeamento	Descrição
Exploratórios	A escala que varia de 1:750.000 a 1:2.500.000; utilizada para programas nacionais de desenvolvimento e abrange grandes áreas.
Mapeamentos de Reconhecimento	A escala (1:50.000 a 1:750.000) varia de acordo com a proposta de trabalho, por exemplo planejamento regional, de bacias hidrográficas, nacional e estadual.
Mapeamentos em maiores escalas	A escala de detalhe busca atender a diferentes intensidades de detalhamento com a intenção de atender a problemas específicos, locais e pequenas áreas

Fonte: Manual Técnico de uso da terra, 2006, p.21. Elaborado pela autora

Figura 17: Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre








Fonte: Adaptado de Heymann (1994 apud IBGE, 2006, p.24).







Segundo o IBGE (2006, p.37), o sistema de classificação para a cobertura e o uso da terra apresenta três níveis, os quais são:

- Nível I (classes): apresenta as principais categorias de cobertura terrestre, atendendo usuários interessados em informação nacional e inter-regional;
- Nível II (subclasses): evidencia a cobertura e uso da terra em uma escala mais regional. Isso pode ser realizado através da interpretação dos produtos do sensoriamento remoto e trabalhos de campo;
- Nível III (unidades): mostra os usos e suas combinações de forma detalhada.

A elaboração da carta de uso e ocupação da terra, nesta pesquisa, foi realizada na escala 1:10.000, que se encontra no terceiro nível, e a definição e a nomenclatura das classes de uso foram baseadas na proposta do IBGE (2006). Tal proposta sofreu adaptações para a escala do trabalho e para a realidade da área, principalmente em relação à parte urbana a fim de mostrar a evolução do meio urbano e os seus usos dentro e nas proximidades do perímetro. Portanto, as classes estabelecidas e mapeadas foram as seguintes:

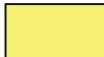
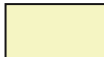



Quadro 5: Classes - Áreas Antrópicas Não Agrícolas

Classe	Descrição	Cor
Áreas/quadras com edificações	Áreas totalmente construídas, geralmente associadas com uma urbanização consolidada.	
Áreas/quadras parcialmente edificados	Áreas que apresentam uma mistura de lotes edificados e não construídos com áreas verdes (gramíneas e árvores de pequeno porte), ligados principalmente a áreas de expansão urbana.	
Áreas/quadras sem edificação	Não há nenhuma construção em seu interior, apresentando arruamentos ao seu arredor.	
Indústrias	Situadas nas margens das rodovias (Anhanguera e Wilson Finardi) e também dentro da malha urbana.	
Chácara	Área que apresenta construção com área	

	verde significativa (gramíneas, arbustos e árvores) ao seu redor. Esta classe encontra-se nas partes mais periféricas da mancha urbana, podendo ocorrer dentro da mancha urbana e na parte rural.	
Áreas recreativas	Praças que apresentam infraestrutura como quadra poliesportiva, playground e aparelhos de ginásticas para o lazer da população. Há também presença de vegetação.	
Cemitério	Possui uma área significativa e tem uma função específica.	
Construção rural	Representa casas e galpões na parte rural	
Área verde urbana	Vegetação de porte significativo presente em praças e canteiros centrais	
Cobertura herbácea	Cobertura rasteira ou de porte pequeno que se desenvolve de forma espontânea ou não, ligadas principalmente aos canteiros centrais e as rotatórias tanto da malha urbana quanto de rodovias.	
Solo exposto	Áreas que não possuem vegetação	



Fonte: IBGE, 2006. Elaborado e organizado pela autora, 2015.

Quadro 6: Classes – Áreas Antrópicas Agrícolas

Classe	Descrição	Cor
Cultura Canavieira	Cultura tradicional no município e região	
Cultura Anual	Cultivos ligados a hortaliças, café ou milho.	
Citrus	Cultivo de laranjas, tradicional na região, porém vem perdendo espaço devido à cana – de – açúcar.	
Silvicultura	Fragmentos associados ao cultivo/resquícios de eucaliptos e pinus.	
Pastagem	Presença de gramíneas, que pode ter a ocorrência de arbustos e árvores de pequeno a médio porte de forma espaçada.	



Fonte: IBGE, 2006. Elaborado e organizado pela autora, 2015.

Quadro 7: Classes – Área de Vegetação

Classe	Descrição	Cor
Vegetação/mata	Desenvolve-se ao longo dos cursos d'água de forma natural ou induzida pelo homem. Pode representar também resquícios da vegetação natural ou ser induzida pelo homem na parte rural.	
Vegetação de área alagada	Encontra-se próximo de cursos d'água, apresentando setores brejosos, taboas e vegetação de pequeno porte.	

Fonte: IBGE, 2006. Organizado e elaborado pela autora.

Quadro 8: Classes – Águas

Classe	Descrição	Cor
Rios	Corpos hídricos que apresentam fluxo	
Lagos, lagoas e represamentos	Corpos hídricos represados de forma natural ou não.	

Fonte: IBGE, 2006. Elaborado e organizado pela autora.

É interessante destacar que se criou uma classe para representar a área não mapeada no cenário de 1997, pois o aerolevante contemplou a parte urbana toda e alguns setores da zona rural exposto anteriormente neste capítulo. Desta forma, o mosaico de fotos aéreas não cobre a área inteira da bacia hidrográfica no referido intervalo de tempo. Outro ponto que merece ser lembrado é que se criaram classes também para as rodovias Anhanguera (SP – 330), Wilson Finardi (SP – 191) e Carlos Penteado da Silva Telles (SP – 165) e para os arruamentos também.

A quantificação das áreas mapeadas aconteceu por meio do *software* ArcGIS®. Os passos para calcular a área são os seguintes:

- 1º passo: o sistema de coordenadas deve estar em UTM;
- 2º passo: clicar com o botão direito do mouse em cima do *shapefile* e navegue até *Open Attribute Table*.
- 3º passo: Na janela *Open Attribute Table*, clicar em *Table Options>Add Field...* com o objetivo de criar um campo no qual serão inseridos os valores da área mapeada.

- 4º passo: Na janela que se abre, precisa preencher alguns campos com algumas informações. Em *Name*, coloque o nome para a coluna, no caso *Area_km*. Já em *Type*, escolher a opção *Double*. Em *Field Properties*, deve-se preencher 0 para *precision* e 0 para *scale*. Por fim, clicar em OK.
- 5º passo: Clicar com o botão direito do mouse em cima da coluna (*Area_km*), que foi criada e navegue até a opção *calculate geometry*.
- 6º passo: Na janela *Calculate Geometry*, deve-se escolher algumas opções. Em *property*, escolher a opção área. Já em *coordinate system*, indicar a primeira opção (*use coordinate system of data source*). No campo *units*, optar por *square Kilometers [sq km]*. Para finalizar clicar em OK.

Feito esse processo, o cálculo da área é apresentado na coluna (*Area_km*) para cada feição desenhada. Esse procedimento foi realizado com todos os *shapefiles* de cada classe, exceto para as rodovias, os arruamentos e os rios. Utilizou-se o Microsoft Office Excel® com objetivo de facilitar os cálculos da área de cada classe e as análises por meio de gráficos e tabelas.

Cabe salientar ainda que a escolha do termo terra está baseada nas discussões e pesquisas bibliográficas que Simon (2007) faz sobre os termos uso do solo e uso da terra. Para o autor, as discussões de vários trabalhos a respeito do termo uso do solo indicam que esse possui um significado voltado para a pedologia e é utilizado no desenvolvimento de pesquisas em ciências agrárias e, também, em geociências e ciências humanas. Nessas duas últimas áreas do conhecimento, o termo é empregado de forma confusa e próxima do sentido de terra (SIMON, 2007, p. 22). Já o termo o uso terra possui uma definição mais abrangente, pois envolve diversos aspectos físicos como pedológicos, geológicos, hidrológicos e os efeitos da ação antrópica. Este é próximo da ciência geográfica, porque permite a relação e o entendimento dos sistemas ambientais e socioeconômicos. (SIMON, 2007, p. 22 e 23)

Dessa forma, este trabalho optou por utilizar o termo uso da terra já que este comporta o espaço de uma forma global em seus aspectos físicos (geológico, pedológico, hidrológico, entre outros) e humanos (sociais, econômicos – produção do espaço pelo homem), buscando a relação e a compreensão entre esses e os

efeitos que o homem provoca no meio ambiente, neste caso no sistema geomorfológico.

4.2.6 Áreas de Preservação

Após a confecção das cartas geomorfológicas, uso e ocupação da terra e clinográfica, construiu-se um documento para mostrar as áreas de preservação e as transgressões conforme a legislação vigente, a nível federal e municipal, que a presente área de estudo sofreu e vem sofrendo principalmente em relação ao uso da terra e as intervenções antrópicas por meio de obras.

Para construir esta carta foi necessária uma pesquisa das legislações urbanísticas e ambientais que limitam o parcelamento do solo conforme os parâmetros geomórficos. Portanto, foram consideradas as seguintes leis para a bacia hidrográfica do córrego do Facão:

- Lei federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 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 complementar número 3.902 de 06 de outubro de 2006, a qual dispõe sobre o parcelamento do solo e urbanização especial do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras providências:

TÍTULO II
DO ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
CAPÍTULO I
DO PARCELAMENTO DO SOLO

SEÇÃO II DOS TERRENOS A URBANIZAR

[...] Art. 8º – Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zona urbana e ou de expansão.

§ 1º - Não será permitido o parcelamento do solo em terrenos:

I. Alagadiços e sujeitos a inundações, sem que sejam previamente aterrados ou executadas as obras de drenagem necessárias para rebaixar o lençol freático a, pelo menos, um metro abaixo da superfície do solo;

[...]

II. Com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências técnicas específicas formuladas pela Prefeitura;

[...]

- Lei complementar número 3.903 de 06 de outubro de 2006 que dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras providências:

TÍTULO II DO ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO CAPÍTULO II DO ZONEAMENTO 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:

§ 1º - A Macrozona de Preservação Ambiental Permanente – ZONA RURAL, fica assim subdividida:

- Zona de Preservação Permanente – ZOPP;
- Zona de Uso Sustentável – ZUS;
- Zona de Proteção de Atividades Agrícolas – ZOPAG; e
- Zona de Proteção de Mananciais – ZPM.

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

- Zona Especial de Preservação do Patrimônio Arquitetônico e Cultural – ZEPAC (ZEPAC1, ZEPAC2 e ZEPAC3);
- Zona Exclusivamente Residencial – ZER (ZER1 e ZER2);
- Zona Predominantemente Residencial – ZPR;
- Zona Mista – ZM (ZMC – Central e ZMG – Geral);
- Zona Industrial, Comercial e de Prestação de Serviços – ZI;
- Zona Urbana de Preservação Permanente – ZUPP;
- Zona Especial de Proteção Permanente – ZEPP;
- Zona Especial de Interesse Social – ZEIS;
- Zona Especial de Transporte – ZETR; e
- Zona Institucional – Zinst;

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

- Zona de Expansão Urbana – ZEU;

- b. Zona Especial de Aeroporto – ZEA; e
 - c. Zona Especial de Núcleos de Rurbanos – ZENUR.
- Lei federal número 12.651 de 25 de maio de 2012 – 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 efeito desta Lei:

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

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

[...]

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

V – as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

[...]

Cabe ressaltar ainda que a Lei 12.651, atual Código Florestal, entende Área de Preservação Permanente (APP) da seguinte forma:

CAPÍTULO I
DISPOSIÇÕES GERAIS

[...]

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

[...]

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

[...]

Para construir esta carta foram utilizadas as redes de drenagem referente do ano de 2010 (ortofotos) e os dados da base cartográfica, extraídos das cartas topográficas do ano de 1979 como uma forma de comparar as mudanças que ocorreram pela intervenção antrópica. Estas foram elaboradas em meio digital, no

software ArcGIS® para gerar os *buffers* dos cursos fluviais e das nascentes. A criação do *buffer* das nascentes ocorre da seguinte forma:

- 1º passo: criar um *shapefile*⁶ em forma de ponto e vetorizar a rede de drenagem.
- 2º passo: buscar a ferramenta *Buffer* na *Arctoolbox: Analysis Tools> Proximity> Buffer*
- 3º passo: Preencher os campos para gerar o *buffer*. Em *Input Features* colocar o *shape* da nascente (ponto). Já no campo *Output Feature Class*, escolher a pasta onde será salvo e o nome para o arquivo que será criado. Em *Distance* colocar 50 metros e para finalizar clicar em Ok. O *buffer* está feito.

Esse procedimento foi realizado com a rede de drenagem, inserindo o *shapefile* (hidrografia) para gerar o raio de 30 metros previsto na legislação federal.

A vetorização das classes, que possuem restrição ao parcelamento do solo urbano e a preservação de áreas com declividade superior a 45° (100%), foi realizada a partir da carta clinográfica. Já para delimitar o zoneamento criou-se *shapefile*⁷ no formato polígono para recobrir cada zona conforme estabelecido pela lei complementar municipal número 3.903. Utilizaram-se as fotografias aéreas (referente ao ano de 2010) e a malha urbana para realizar este processo.

Depois de finalizar este trabalho e o cruzamento das informações, foi realizado trabalho de campo a fim de constatar as situações detectadas nos mapeamentos e apresentá-las na forma de registros fotográficos.

⁶ A criação do *shapefile* (ponto) seguiu os mesmos passos descritos no subcapítulo 4.2.1 Base Cartográfica.

⁷ A criação do *shapefile* (polígono) seguiu os mesmos passos descritos no subcapítulo 4.2.1 Base Cartográfica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos através de análises quantitativas e qualitativas da carta clinográfica (Figura 18), das cartas geomorfológicas dos cenários de 1997 e 2010 (Figura 19), das cartas de uso e ocupação da terra dos anos de 1997 e 2010 (Figura 20) e das cartas de áreas de preservação de acordo com os parâmetros geomórficos – ambientais⁸ (Figuras 21 e 22).

Para facilitar a apresentação dos dados obtidos através dos produtos cartográficos confeccionados, optou-se por mostrar, primeiramente, as informações da bacia hidrográfica em sua totalidade. Em seguida, buscou-se fazer uma análise setorizada da área de estudo com a intenção de avaliar as principais alterações geomorfológicas causadas pela ação antrópica.

Cabe salientar que a comparação dos dados referentes ao ano de 2010⁹ e sua apresentação ocorreram até o limite do mapeamento que foi possível realizar para o cenário de 1997, possibilitando a comparação e o entendimento dos mesmos. Ainda, convém ressaltar que a impressão das cartas confeccionadas foi feita na escala 1:13.000 ao invés da escala 1:10.000, na qual se obteve a aquisição das informações. Portanto, a impressão, nesta escala, não causou perda de qualidade das informações obtidas nos mapeamentos.

De uma forma geral, a bacia hidrográfica do córrego do Facão apresentou alterações de relevo no período selecionado (1997 – 2010), que estão vinculadas ao uso e ocupação da terra que esta apresenta. Para explicar e demonstrar essas mudanças foram avaliadas as feições erosivas, feições hidrográficas e o modelado antrópico.

⁸ Confeccionou-se duas cartas com os dados extraídos das cartas topográficas do governo do Estado de São Paulo do ano de 1979 (escala 1:10.000) e das ortofotos do sistema mapeia SP da EMPLASA.

⁹ Tabela com as informações geomorfológicas e de uso e ocupação da terra com a área total, referente ao de 2010 estará no apêndice (capítulo 9).

Figura 18: Carta clinográfica da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP)

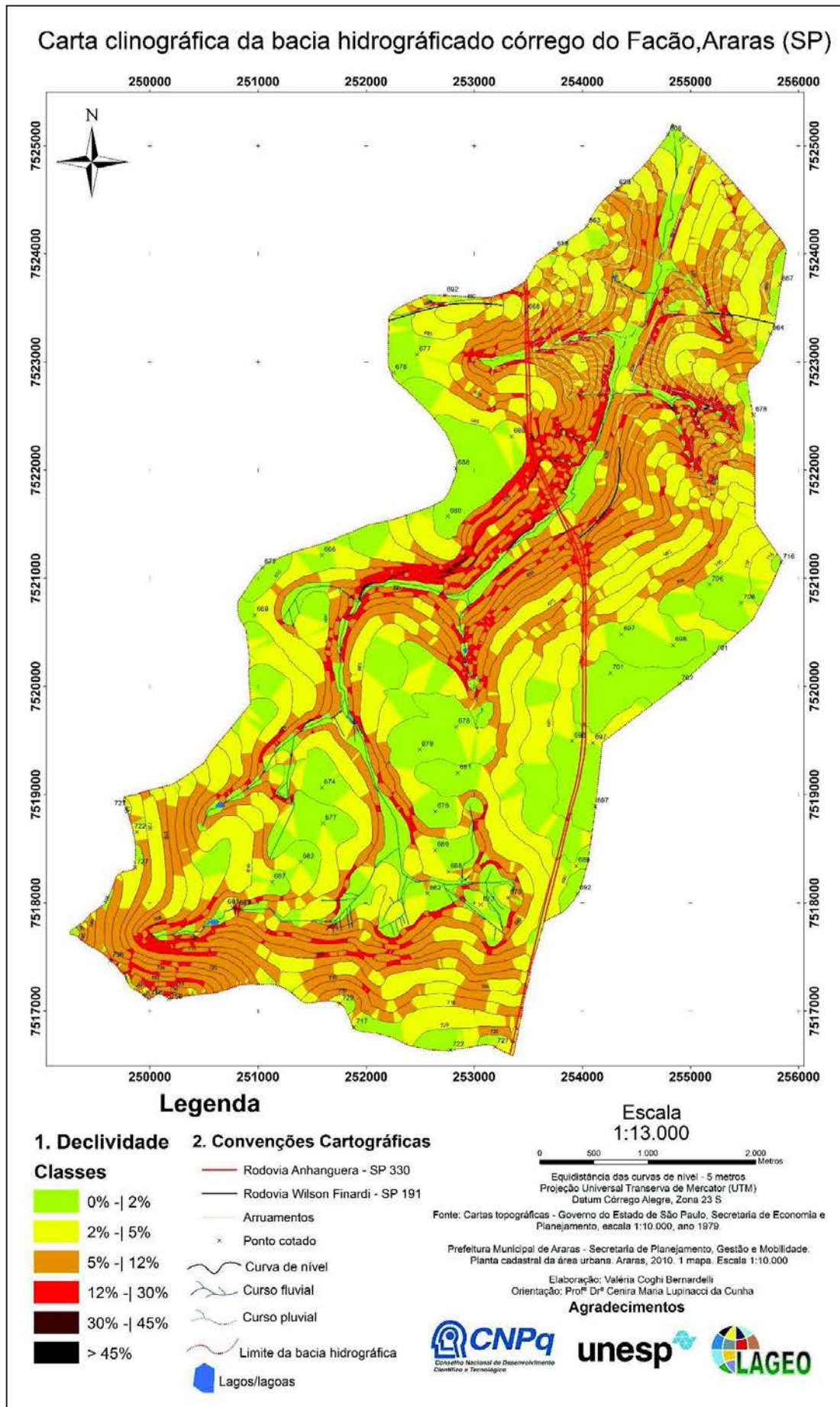


Figura 19: Cartas geomorfológicas da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP)

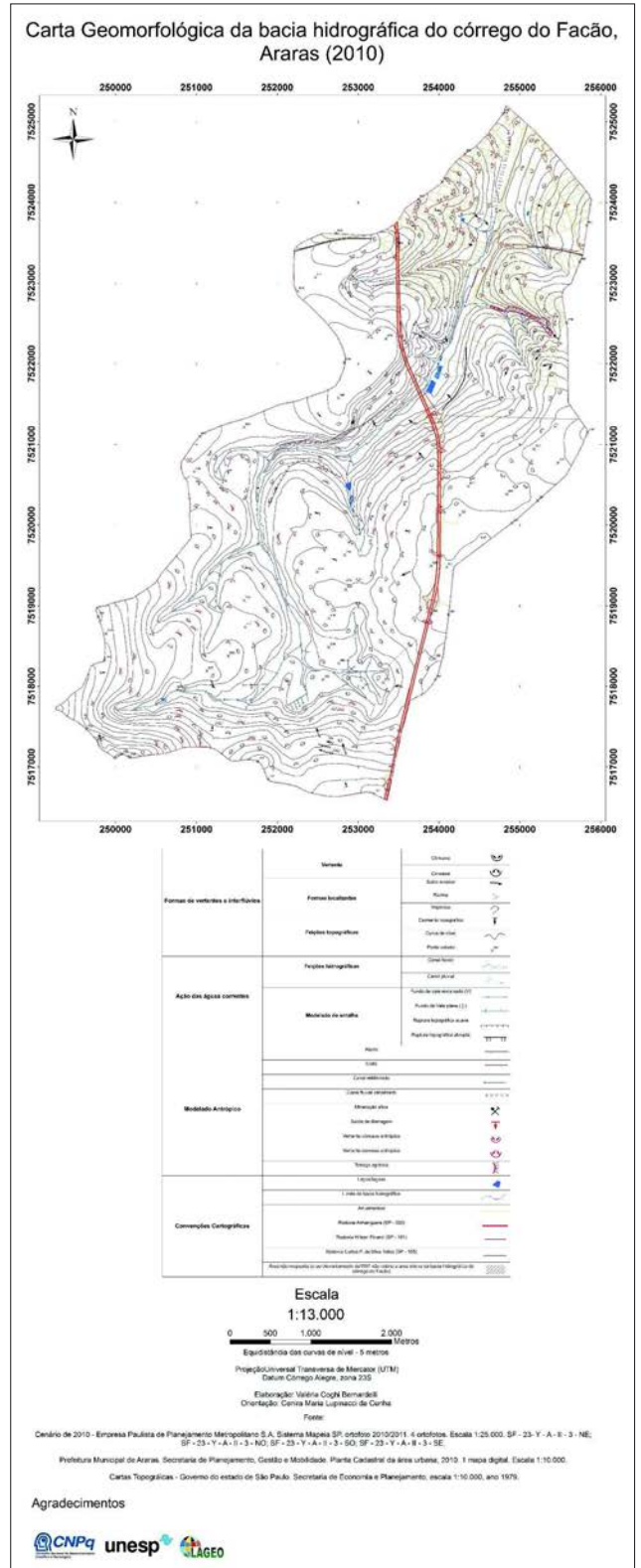
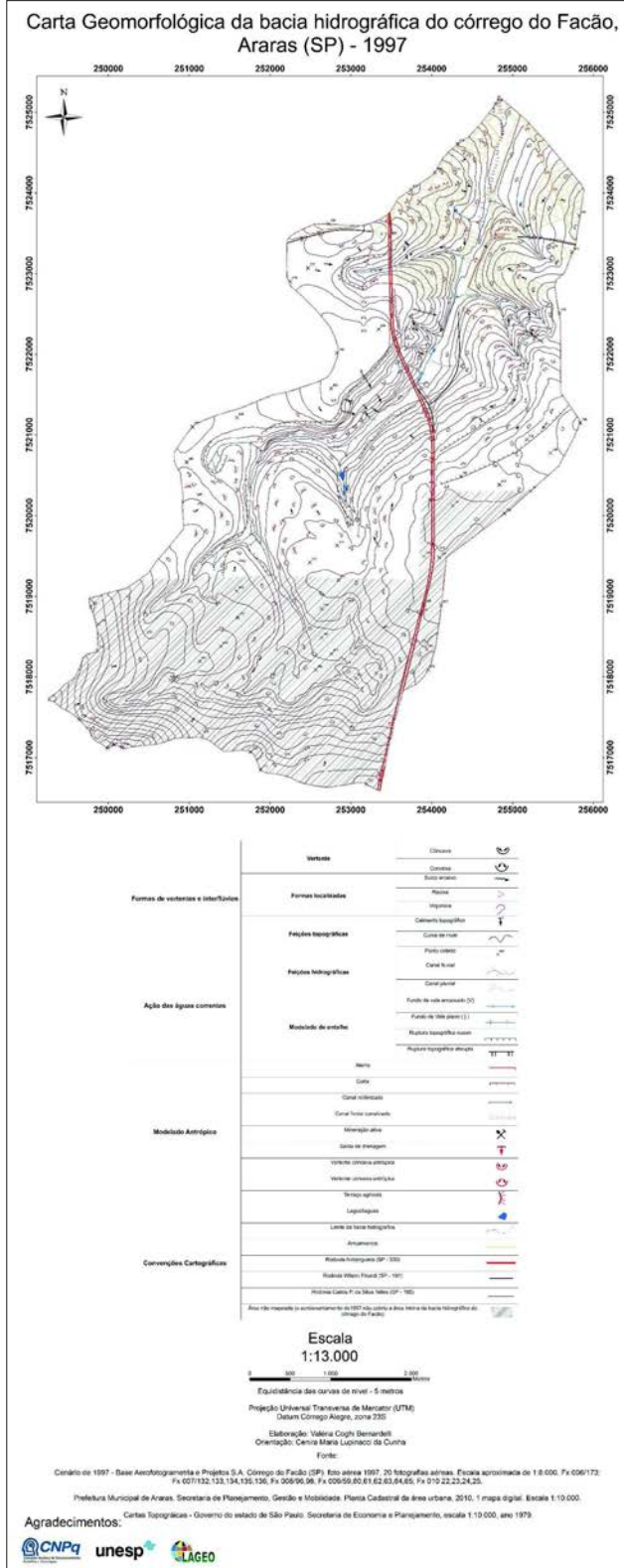


Figura 20: Cartas de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do córrego do Facão, Araras (SP)

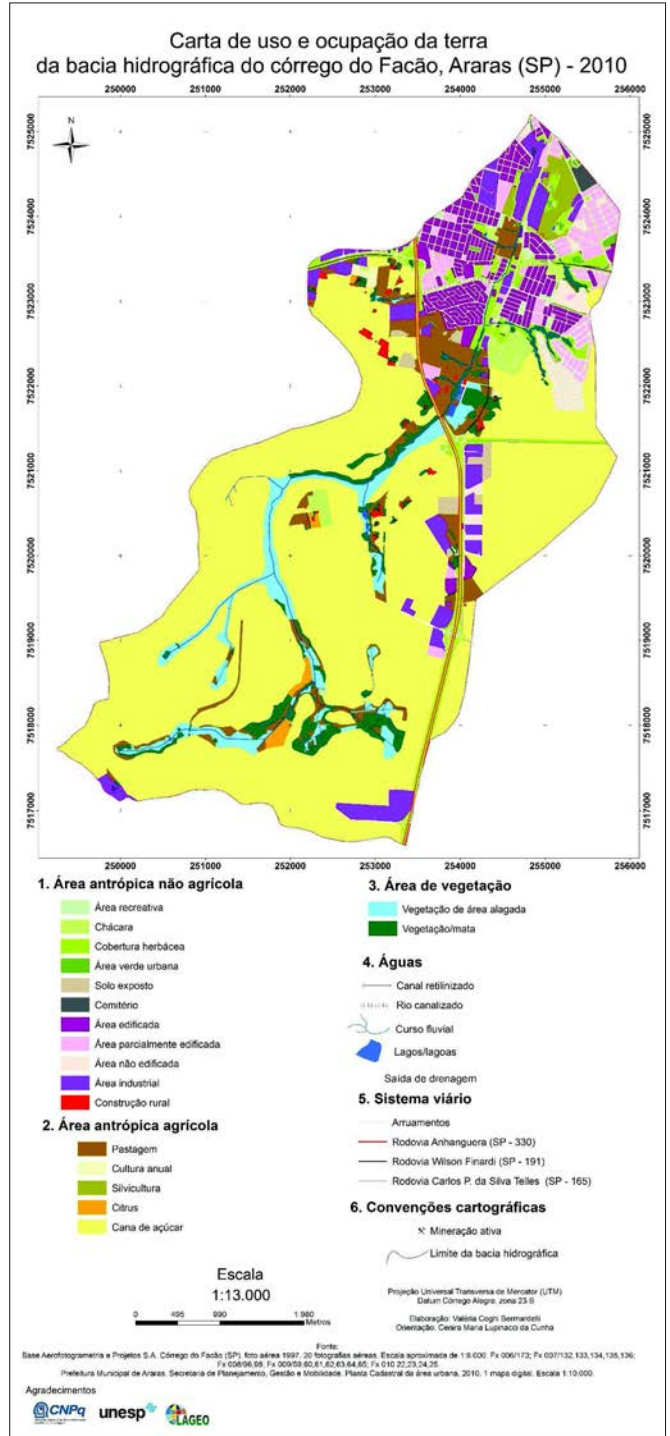
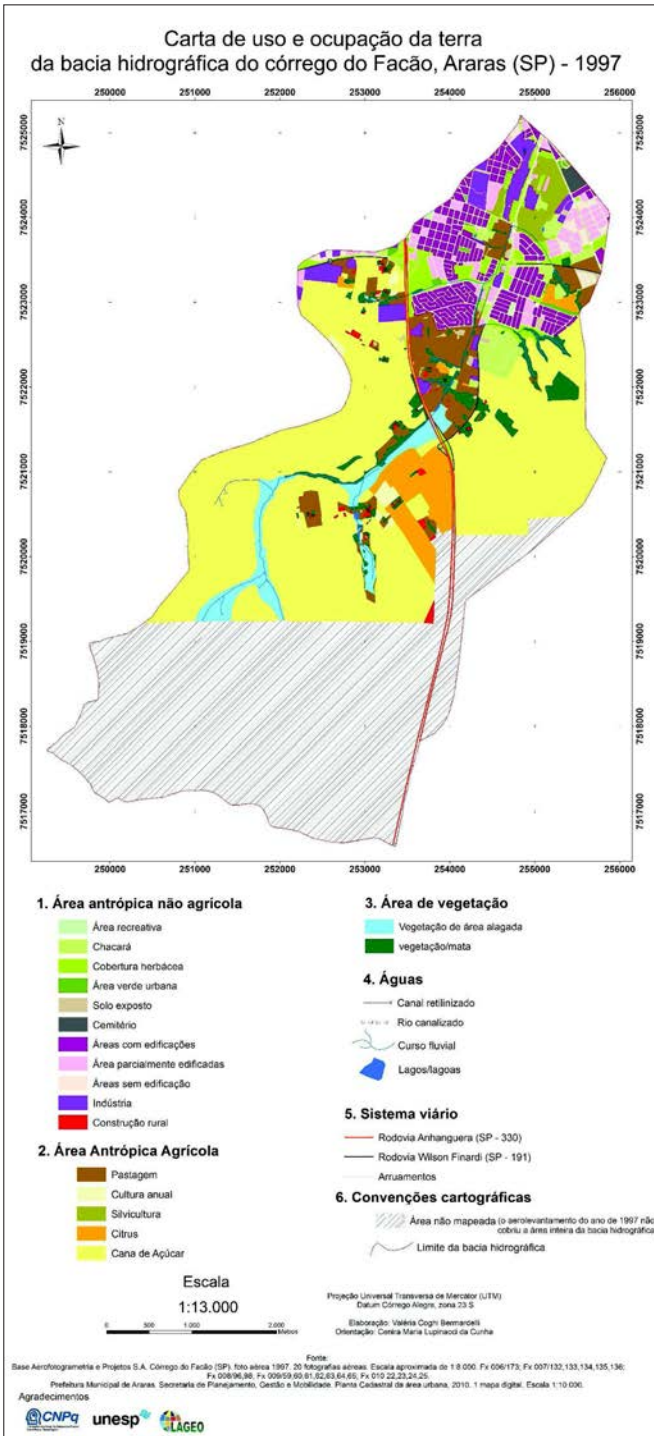


Figura 21: Áreas de preservação da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) – ortofotos da EMPLASA do ano de 2010.

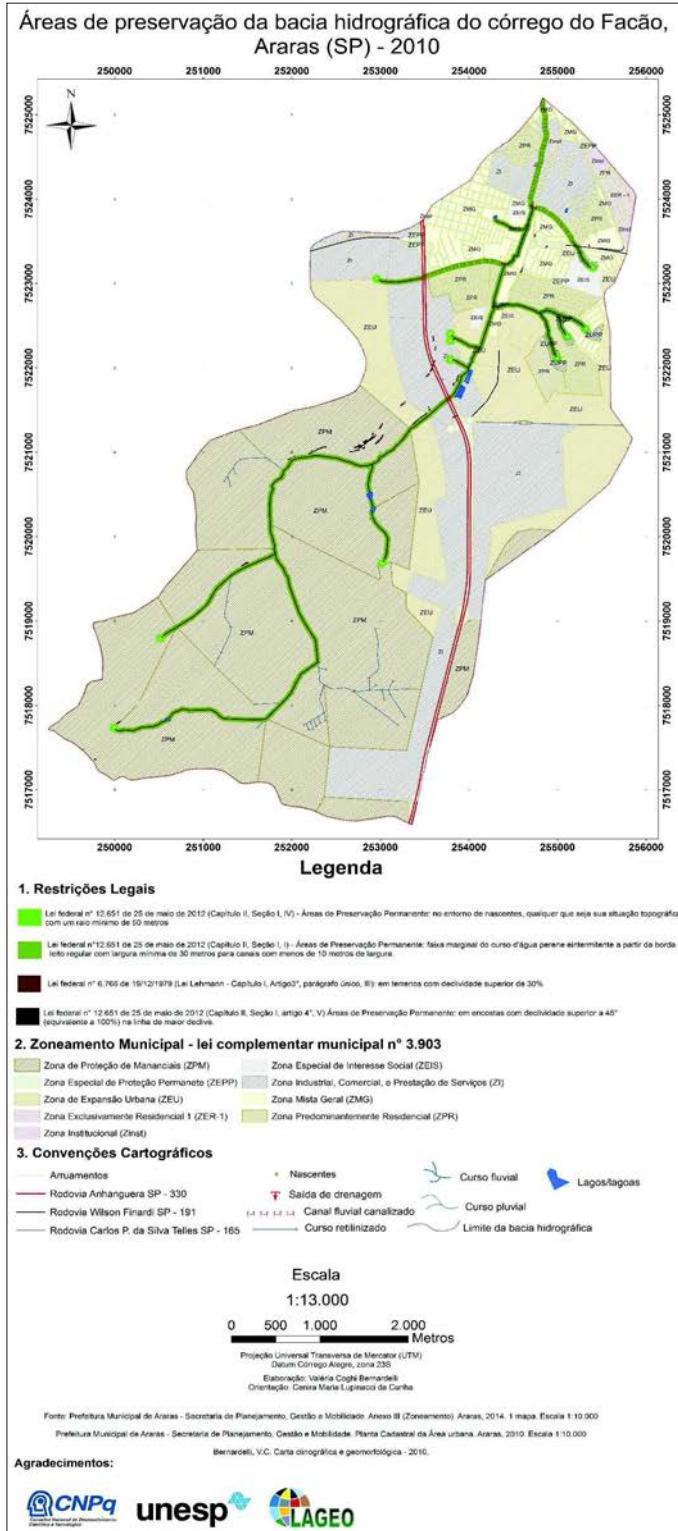
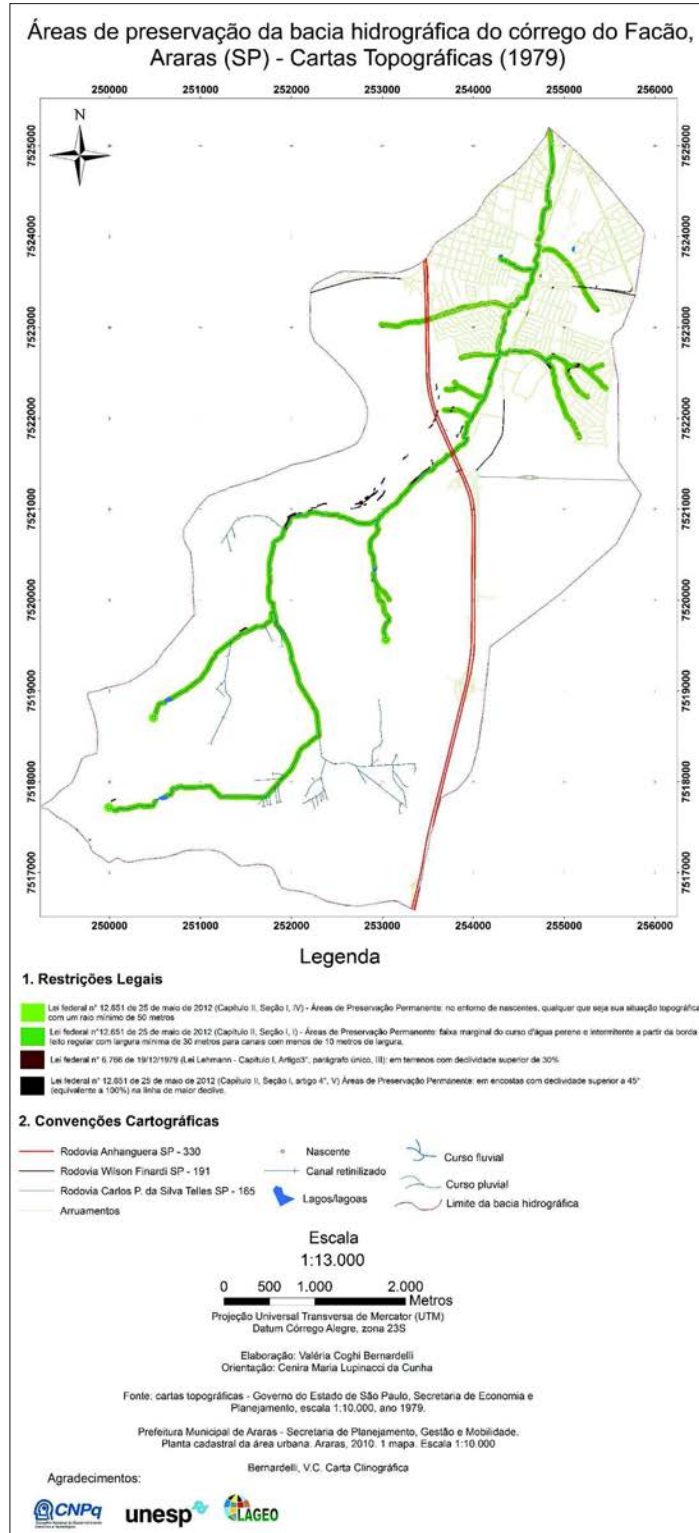


Figura 22: Áreas de preservação da bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) – cartas topográficas de 1979 (governo do estado de São Paulo)



Em relação às feições erosivas, constatou-se o desenvolvimento de sulcos erosivos e ravinas nos períodos selecionados, apresentando uma diminuição de 18 e 1, respectivamente, para o cenário de 2010 (Tabela 2 e figura 19). Essas feições estão associadas ao uso da terra (Tabela 2) pelo cultivo da cana - de - açúcar (tradicional na região e no município), por pastagem e por cobertura herbácea na parte urbanizada, assim como nas áreas que estão passando por obras/construções (Figuras 20 e 23). Além disso, esses fenômenos se desenvolvem em áreas que apresentam declividade considerável (intervalos de 5 -| 12 % e 12 -| 30%). É interessante ressaltar que no cenário de 2010 houve a identificação de uma voçoroca¹⁰. A comparação das rupturas topográficas no período selecionado foi complicada devido à falta de estereoscopia das fotografias aéreas de 2010 conforme exposto anteriormente. Contudo, observou-se que, na parte urbanizada de 1997 e 2010, não se registraram rupturas topográficas, demonstrando como o uso urbano transforma as formas de relevo e impede a sua evolução natural. Na parte rural do ano 1997 e 2010, as rupturas topográficas suaves estão ligadas ao manejo da cultura canavieira. Em 1997, identificou-se uma única ruptura topográfica abrupta (Figura 19).

Figura 23: Sulcos erosivos em área de construção



Fonte: autora 09/06/2015

¹⁰ Este fato será descrito com maior detalhe na análise setorizada da bacia hidrográfica

Tabela 2: Quantificação das feições geomorfológicas na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) nos cenários de 1997 e 2010.

Feições Geomorfológicas	Período	
	1997	2010
Aterro	0,31 km	1,34 km
Corte	1,76 km	1,54 km
Canal pluvial	3,93 km	4,30 km
Canal retelinizado	1,39 km	0,88 km
Cursos fluviais	15,77 km	15,30 km
Curso fluvial canalizado	1,33 km	2,78 km
Cursos fluviais de fundo plano	11,17 km	9,20 km
Cursos fluviais de fundo em V	3,26 km	3,31 km
Lagos/lagoas	0,01 km ²	0,02 km ²
Ravina	4	3
Ruptura topográfica suave	14,53 km	3,35 km
Ruptura topográfica abrupta	2,22 km	--
Sulco erosivo	37	19
Voçoroca	--	1,87 km

Fonte: carta geomorfológica de 1997 e 2010. Organizado e elaborado pela autora, 2015.

Tabela 3: Quantificação das classes de uso e ocupação da terra nos anos de 1997 e 2010 na bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP)

Classes de uso e ocupação da terra	Período			
	1997		2010	
	Km ²	%	Km ²	%
Áreas/quadras com edificações	1,18	6,77%	1,33	7,60%
Áreas/quadras parcialmente edificadas	0,51	2,93%	0,75	4,31%
Áreas/quadras sem edificação	0,12	0,71%	0,23	1,33%
Indústrias	0,55	3,14%	0,89	5,08%
Chácara	0,40	2,32%	0,35	2,01%
Áreas recreativas	0,01	0,07%	0,07	0,43%
Cemitério	0,05	0,29%	0,05	0,29%
Construção Rural	0,08	0,50%	0,10	0,62%
Área verde urbana	0,08	0,49%	0,12	0,72%
Cobertura herbácea	0,68	3,91%	0,83	4,73%
Solo exposto	0,11	0,65%	0,24	1,40%
Cultura Canavieira	9,42	53,74%	9,31	53,14%
Cultura Anual	0,11	0,66%	0,05	0,29%
Citrus	0,80	4,59%	0,02	0,14%
Silvicultura	0,32	1,84%	0,18	1,07%
Pastagem	1,18	6,77%	1,00	5,70%
Vegetação/mata	0,71	4,05%	0,60	3,47%
Vegetação de área alagada	0,69	3,96%	0,58	3,32%
Lagos/lagoas	0,01	0,08%	0,02	0,16%
Outras classes (rodovias, arruamentos)	0,42	2,53%	0,71	4,19%
Total	17,52 Km²	100%	17,52 Km²	100%

Fonte: carta de uso e ocupação da terra – 1997 e 2010. Organizado e elaborado pela autora, 2015.

Já as feições hidrográficas apresentaram transformações consideráveis quanto aos tipos de fundo de vale (plano e encaixado), aos lagos/lagoas e as canalizações ocorridas nos períodos selecionados. Os cursos fluviais tiveram uma diminuição ligeira de 0,47 Km entre 1997 (15,77 Km) e 2010 (15,30 Km). Isso se deve ao avanço da urbanização e dos diferentes usos da terra detectados no mapeamento de uso e ocupação da terra nos cenários de 1997 e 2010 que impedem a sua evolução natural. Os fundos de vale também experimentaram

mudanças relevantes. Os cursos fluviais de fundo plano tiveram uma diminuição de um período para outro na ordem de 1,97 Km, já os de fundo encaixado (V) apresentaram um aumento de 0,05 Km. Esse aumento pode ter ocorrido devido à disposição dos arruamentos no sentido do declive, o que potencializa a velocidade das águas pluviais que chegam aos rios. Já a diminuição dos primeiros é explicada pela canalização dos rios de fundo de vale plano. Os canais pluviais apresentaram pouca alteração de 1997 (3,93 Km) para 2010 (4,30 Km). Vale lembrar que o aumento dos lagos/lagoas foi de cerca de 0,01 Km na área de estudo, fato que está vinculado a um pesqueiro (Figura 24), provocando mudanças consideráveis na paisagem.

Figura 24: Pesqueiro próximo à rodovia Anhanguera (SP – 330) no sentido capital – interior.



A seta indica o córrego do Facão.
Fonte: autora, 09/06/2015.

É no modelado antrópico que se observam as mais significativas transformações geomorfológicas através dos aterros, dos cortes, da canalização dos cursos fluviais, dos canais retinizados e dos terraços agrícolas. Os cortes foram verificados nos dois períodos, exibindo uma diminuição do cenário de 1997 para o de 2010, na ordem de 0,22 Km. Essa feição está vinculada à corte de estradas (rodovias Anhanguera SP – 330 e Wilson Finardi SP – 191) e as construções/obras de indústrias e praças, principalmente no ano de 1997. Já os aterros tiveram grandes mudanças no intervalo de 1997 a 2010. Estes se encontram próximos às margens do córrego do Facão como uma forma de evitar os alagamentos/enchentes que a área sofre.

Os canais fluviais também sofreram com as ações antrópicas na parte urbana. O aumento (1,45 Km) da canalização dos cursos fluviais (principalmente os de fundo de vale plano, citados anteriormente) foi grande do ano de 1997 para o de 2010 devido à consolidação do urbano, ou seja, das áreas edificadas e parcialmente edificadas (Figuras 19 e 20).

Um fato interessante, que chamou a atenção durante os mapeamentos, foi a grande quantidade de vertentes cujo formato côncavo ou convexo se devem as ações antrópicas (símbolos em vermelho – Figura 19) identificadas tanto na parte urbana como na rural, estando atreladas a rodovias, estradas e ruas, demonstrando como o uso da terra e as ações antropogênicas alteram as formas de relevo e o equilíbrio do sistema geomorfológico.

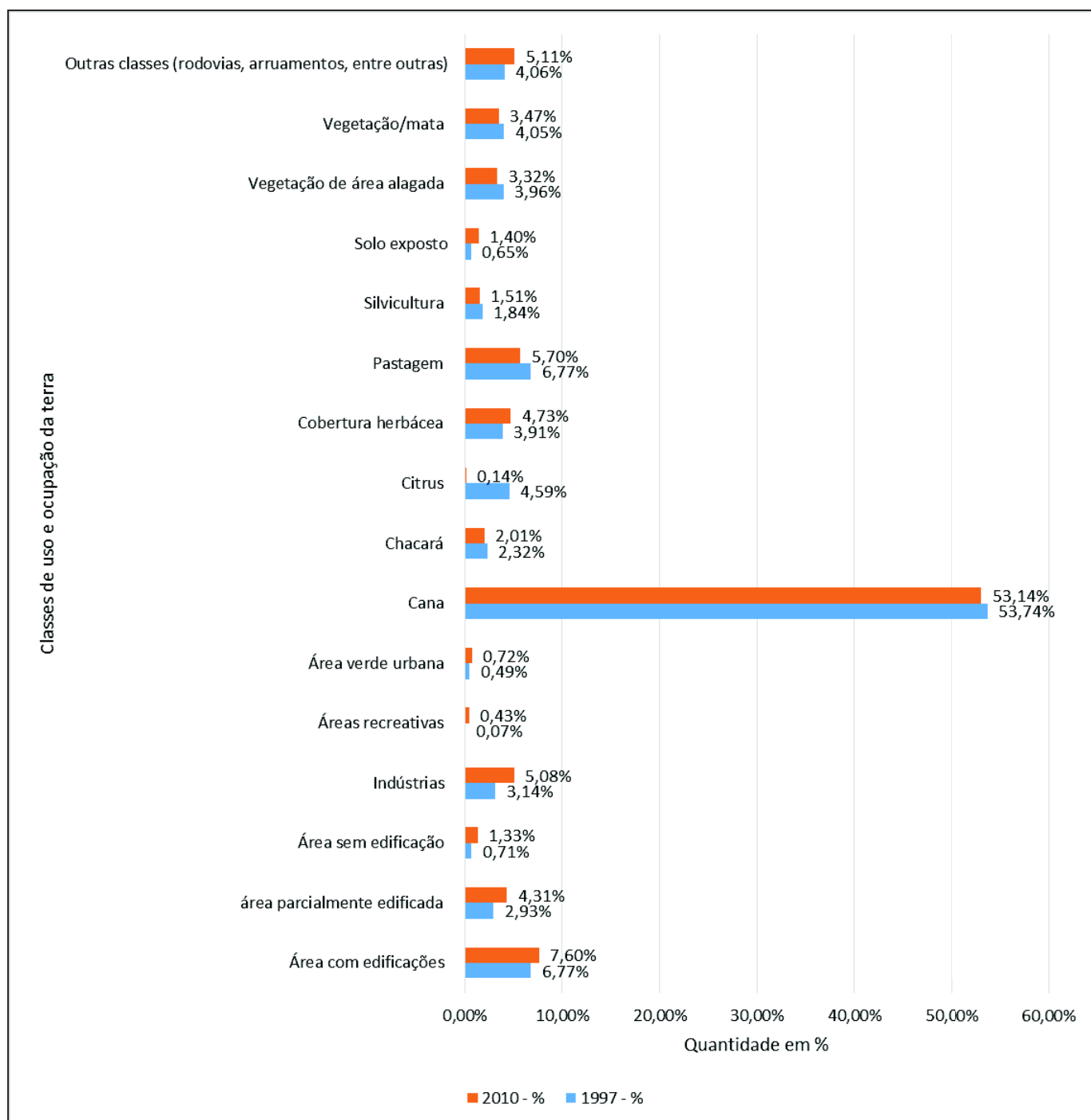
O modelado antrópico também é verificado na parte rural da bacia hidrográfica do córrego do Facão. As principais feições observadas foram os terraços agrícolas, que estão relacionados com a classe de uso pela cana - de - açúcar (53,14% - tabela 3), e os canais retinizados¹¹. Os primeiros ocorrem devido ao sistema de manejo da cultura canavieira, marcado pela presença de curvas de nível e terraceamentos para conter os processos erosivos e perdas do solo.

Todas essas mudanças ocorreram em um relevo que possui declividade favorável para o uso e ocupação da terra (Figura 18). Assim, os intervalos de declividade que mais se destacam na bacia hidrográfica do córrego do Facão encontram-se nas seguintes classes: 0% -| 2%, 2% -| 5% e 5% -| 12%. Ainda convém lembrar a existência de declives entre 12% -| 30% e 30% -| 45%, os quais são registrados de forma discreta e dificultam o uso da terra, constituindo-se o valor de 30% o limite máximo para urbanização sem restrições.

Dessa forma, a figura 25 mostra a evolução do uso e ocupação da terra na área de estudo em um relevo com declividades relativamente suave.

¹¹ Este fato será melhor discutido e entendido na análise setorizada da bacia hidrográfica.

Figura 25: Evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) em porcentagem



Fonte: Cartas de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do córrego do Facão nos cenários de 1997 e 2010. Organizado e elaborado pela autora, 2015.

Os dados da tabela 3 e da figura 25 apontam que a classe que tem maior expressão, tanto no ano de 1997 quanto em 2010, é da cultura canavieira. Isto se deve a vinda da agroindústria canavieira na década de 1950 como exposto anteriormente e a presença de solos férteis na região. A segunda classe, que

apresenta relevância na área de estudo, são as áreas/lotes edificadas com aumento de 0,83% no período. Vale lembrar que as áreas parcialmente edificadas, áreas sem edificação e áreas recreativas possuíram um acréscimo também na ordem de 1,58%, 0,62% e 0,36%, respectivamente. Logo em seguida, pastagem e indústrias (criação dos distritos industriais nas proximidades da rodovia Anhanguera SP – 330 e da Rodovia Wilson Finardi SP - 191) ocupam uma área considerável assim como cobertura herbácea e outras classes (rodovias, arruamentos). Na área de estudo, o uso da terra vinculado a pastagem apresentou uma diminuição de cerca de 1,07%, enquanto a classe indústrias, cobertura herbácea e outras obtiveram um aumento de 1,94%, 0,82% e 1,66%, respectivamente, entre 1997 e 2010. O aumento de outras classes ocorreu em função da construção da rodovia Carlos Pentead da Silva Telles, SP – 165 (Figura 26) e do surgimento dos novos loteamentos (Figura 20).

Figura 26: A seta indica a construção da rodovia Carlos P. da Silva Telles, as imagens buscam comparar o uso da terra neste setor.

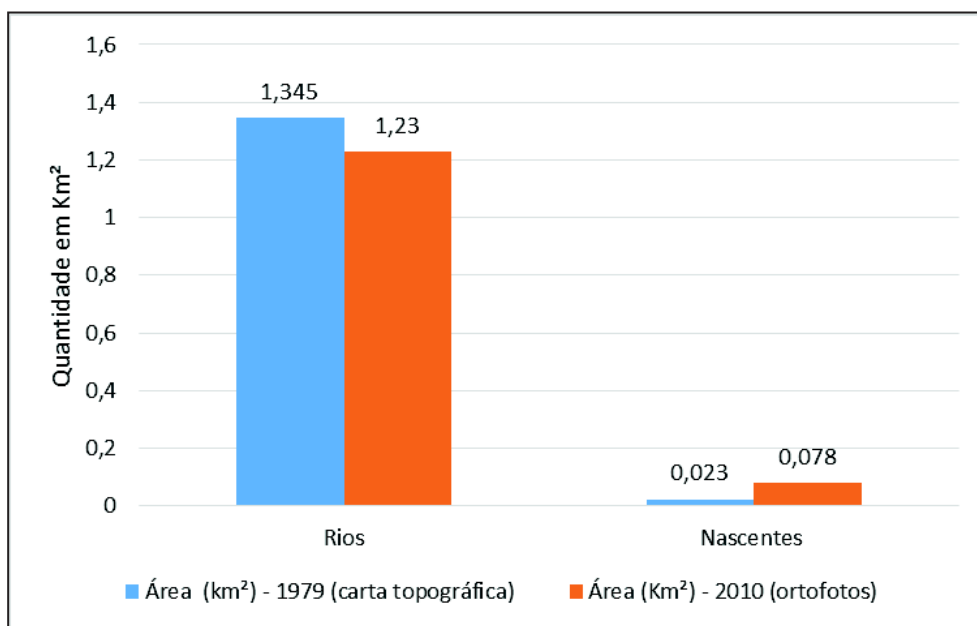


Fonte: fotografia aérea (nº 63) de 1997 e ortofoto da EMPLASA (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO) de 2010. Elaborado e organizado pela autora, 2015.

É importante destacar também que as áreas de vegetação/mata e vegetação de área alagada exibiram uma diminuição de 0,58% e 0,64% respectivamente, no período selecionado. Essa diminuição aconteceu em função da expansão das áreas/lotes com edificações, parcialmente edificadas e sem edificação e, também, do cultivo de cana - de - açúcar na área de estudo.

Neste sentido, vale destacar as áreas que deveriam ser preservadas segundo a legislação ambiental em vigor (Figuras 21 e 22). A figura 27 mostra a quantidade em Km² da mata ciliar ao longo dos cursos fluviais e das nascentes, que deveriam ser resguardadas de acordo com a legislação ambiental vigente.

Figura 27: Áreas de preservação permanente em Km² de acordo com a Lei 12.651 nos cenários de 1979 e 2010



Fonte: Mapas das áreas de preservação de 2010 e de 1979. Elaborado e Organizado pela autora, 2015.

O total das áreas de preservação permanente, conforme a Lei 12.651, é de 1,368 Km² para as informações da rede de drenagem obtidas das cartas topográficas do ano de 1979 e 1,308 Km² para os dados obtidos pelas ortofotos da EMPLASA do ano de 2010, demonstrando uma diferença de cerca de 0,060 Km². Essa diferença pode ser explicada pelos rios das cartas topográficas (informações datadas no ano de 1979) possuírem um comprimento maior em comparação aos rios mapeados no ano de 2010.

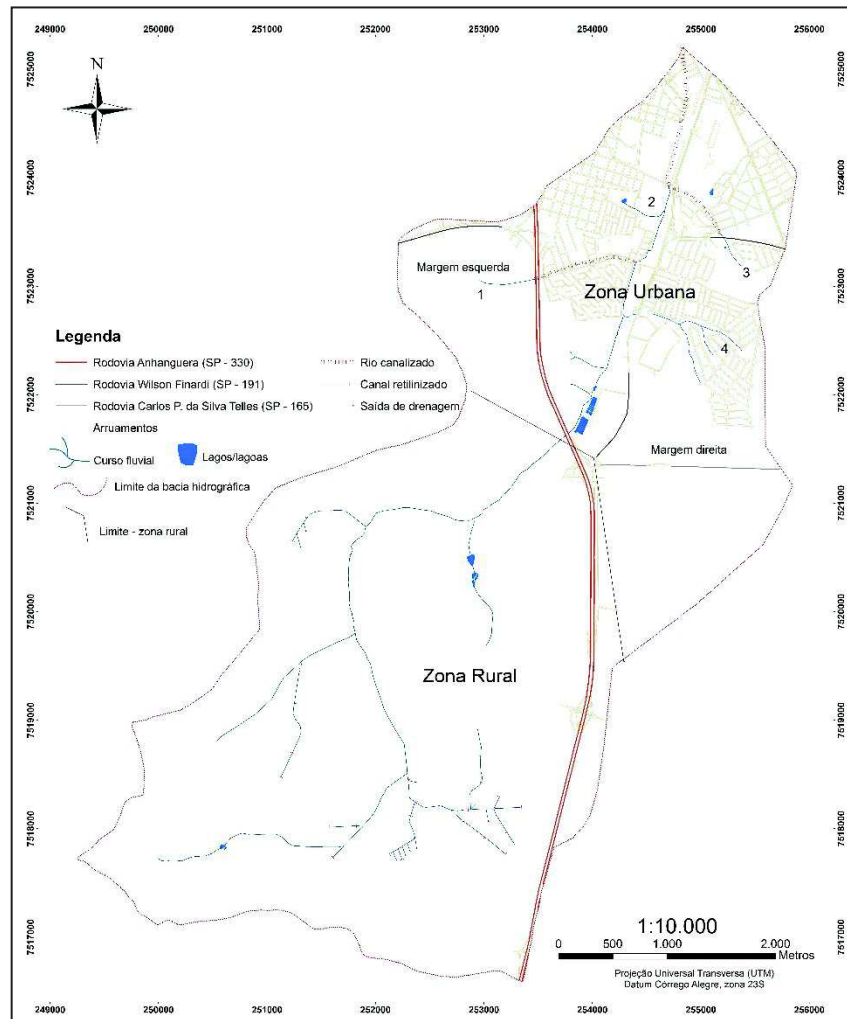
Contudo, as margens dos rios na bacia hidrográfica do córrego do Facão estão ocupadas com diversas classes de uso e ocupação da terra, como pode ser verificado na figura 20, apresentando alguns vestígios de vegetação/mata nas mesmas. A situação ideal seria ter a classe de vegetação/mata de forma homogênea no entorno dos cursos d'água que abrangem a zona urbana e a zona rural, totalizando 1,23 Km² como prevê a Lei Federal 12.651, capítulo II, artigo 4º, inciso Ia (Figura 27). Nas nascentes, as áreas de preservação permanente não se encontram dentro dos parâmetros legais, pois estas sofrem pressão da cana - de - açúcar, pastagem e a expansão das áreas urbanas (áreas sem edificação). Neste caso, o correto seria a presença de 0,078 km² de vegetação/mata nas mesmas (Figura 27).

É neste contexto que se processou e se processam as alterações geomorfológicas em decorrência da ação antropogênica através do uso e ocupação da terra (Tabela 3 e Figura 20), as quais acarretam mudanças de um sistema não isolado aberto (visão funcional) e processo – resposta (complexidade estrutural) para um sistema controlado (intervenção do homem), o qual comporta o espaço urbano e rural juntamente com as intervenções antrópicas impostas na área de estudo. Essa situação muda os fluxos de energia e matéria nos diversos sistemas que compõem o cenário de estudo.

Os mapeamentos geomorfológicos, de uso e ocupação da terra e das áreas de preservação, juntamente com o trabalho de campo, permitiram identificar as alterações das mais simples até as mais drásticas na paisagem da bacia hidrográfica do córrego do Facão no município de Araras, São Paulo.

Desse modo, com a intenção de facilitar a exposição desses resultados obtidos, criou-se uma setorização da bacia hidrográfica e exemplos pontuais para demonstrar as mudanças mais drásticas. Assim, a bacia encontra-se dividida da seguinte forma: zona rural - até o córrego do Facão atingir o espaço urbano (rodovia Anhanguera nas saídas que dão acesso rumo as cidades de Conchal e Mogi – Mirim) e zona urbana - em margem esquerda e direita, sendo alguns setores especificados por números para identificar os exemplos que serão desenvolvidos a seguir (Figura 28).

Figura 28: Setorização da bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP)



Fonte: planta cadastral do município e ortofotos da EMLASA (2010). Elaboração e organização: autora.

Por meio dos mapeamentos geomorfológicos, constatou-se que a zona rural também sofre com as intervenções antrópicas em decorrência da cultura canieira, sendo o principal uso da terra neste setor. Os terraços agrícolas foram registrados tanto no ano de 1997 quanto no ano de 2010 já que estes fazem parte do sistema de manejo que objetivam atenuar os processos erosivos nas vertentes. Mesmo com o emprego desta técnica, os sulcos erosivos se desenvolvem principalmente em áreas que apresentam declividade nos intervalos de 12% -| 30% e de 30% -| 45%. Cabe destacar que esta técnica altera as formas de escoamento de água na vertente e conseqüentemente o seu processo de evolução, ou seja, o sistema geomorfológico do cenário de estudo.

Já as rupturas topográficas foram detectadas de forma eficiente no ano de 1997 em função das fotografias aéreas possuírem estereoscopia, facilitando a visualização do terreno em três dimensões, já as do ano de 2010 não tinham este recurso (Figura 19). Em 1997, as rupturas topográficas suaves estavam presentes próximos aos cursos d'água nos setores de vegetação de área alagada, enquanto as outras foram visualizadas como parte do sistema de manejo com a intenção de diminuir a velocidade da água nas vertentes. Já em 2010, a identificação das rupturas topográficas foi prejudicada (ortofotos não tinham estereoscopia), mas as poucas registradas encontram-se próximas do curso fluvial, da antiga linha férrea (FEPASA) e das chácaras.

Um fato que chamou a atenção, na área rural, foi a presença de canais retilinizados em ambos os cenários, principalmente no ano de 2010. A criação desses canais ocorreu com o objetivo de drenar as áreas alagadas, que possuem solos com hidromorfia, como uma forma de aumentar a área apropriada para o cultivo de cana - de - açúcar (Informação verbal¹²). Esses solos encontram-se próximos aos cursos d'água e coincidem com a classe de uso de vegetação de área alagada. Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992, p. 167), as principais características destes solos são:

[...] desenvolvidos em várzeas, áreas deprimidas, planícies aluvionais, vale dizer, locais de terras baixas, vinculadas a excesso d'água, ou mesmo em bordas de chapadas em áreas de surgência de água subterrânea (BRASIL, 1969). Devido à circunstância de terem origem em situações de aportes de colúviação ou de aluvionamento e também devido ao micro relevo dos terrenos, esses solos não apresentam um padrão de distribuição uniforme das características morfológicas e analíticas ao longo do perfil nem horizontalmente. (OLIVEIRA; JACOMINE; CAMARGO, 1992, p. 167)

Os referidos autores (1992, p. 168) afirmam que estes solos possuem limitações para o uso agrícola por causa da presença do lençol freático elevado e as possíveis inundações. Caso estes solos forem drenados e corrigidos quimicamente é possível desenvolver cultura canavieira, bananicultura e olericultura como aponta Oliveira, Jacomine e Camargo (1992, p.168).

¹² Informação fornecida pelo agrônomo José Maria Baptista de Souza, que trabalha na casa da agricultura em Araras – (SP).

Essa alteração ficou bem evidente nas fotografias aéreas de 1997 e nas ortofotos de 2010 (traços retilíneos) principalmente (Figura 29). Vale lembrar que este tipo de solo (hidromórficos) é bem marcante tanto no município de Araras (SP) quanto nas cidades próximas ao longo dos cursos fluviais. Ainda, é importante ressaltar que esses solos foram registrados no levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo do ano de 1981 na escala 100.000, o que indica que sua área de abrangência é significativa (Figuras 7 e 30).

Figura 29: Canais retilíneos identificados nas ortofotos da EMPLASA - 2010.

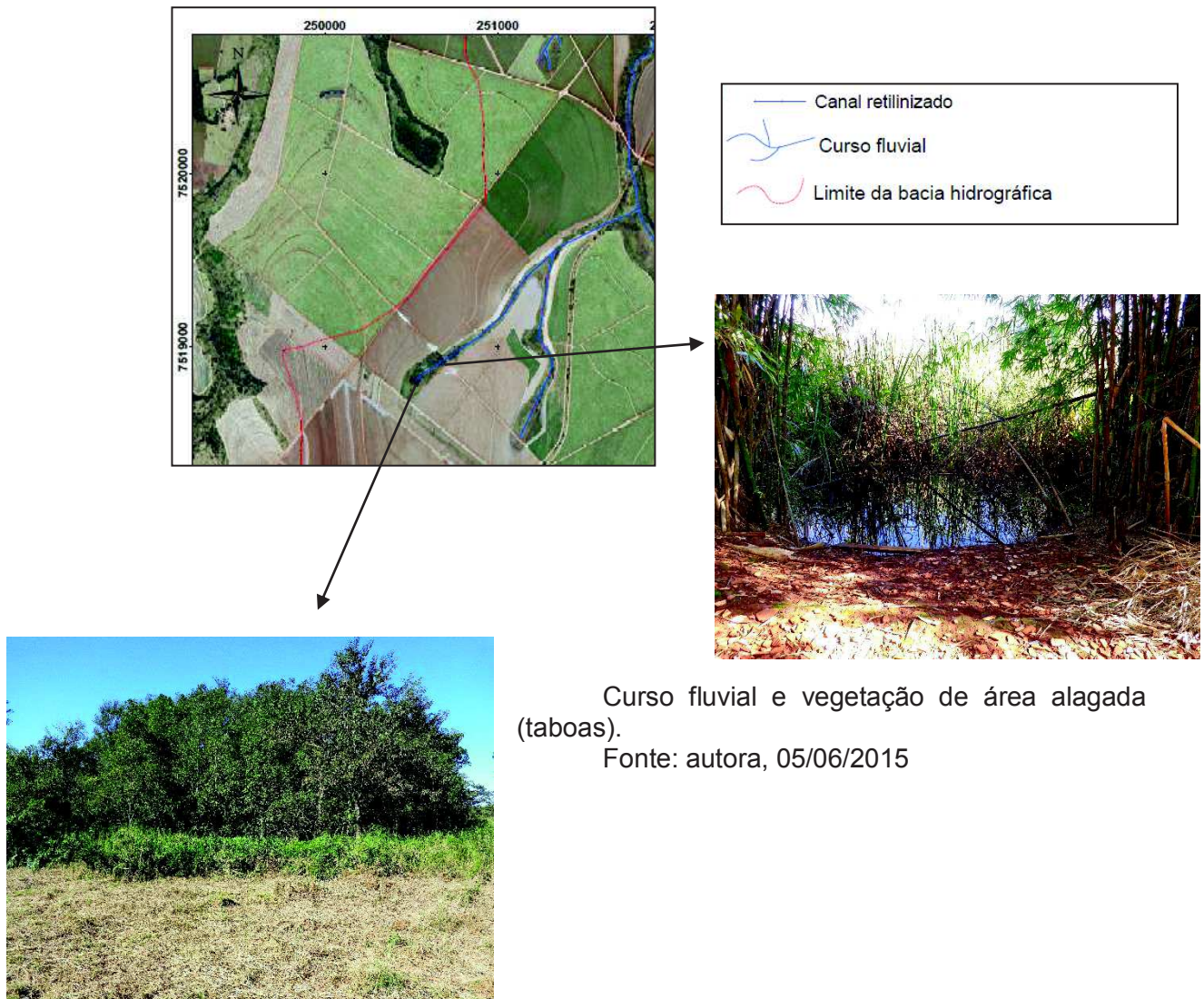


Seta vermelha indica os canais retinizados.

Fonte: Ortofoto da EMPLASA (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO) de 2010; carta geomorfológica – cenário de 2010.



Figura 30: Curso fluvial com vegetação de área alagada na parte rural da bacia hidrográfica



Curso fluvial e vegetação de área alagada (taboas).

Fonte: autora, 05/06/2015

Nascente do curso fluvial com vegetação/mata.

Fonte: autora, 05/06/2015

Ainda neste setor da bacia hidrográfica, o uso e ocupação da terra também sofreram transformações significativas. Notou-se que em 1997 havia uma área considerável de citricultura, porém em 2010 esta área sofreu pressão da cana de açúcar e perdeu o seu espaço para a mesma, assim como a cultura anual que se fazia presente no ano de 1997. Em 2010, constatou-se o desenvolvimento de indústrias (criação dos distritos industriais) e postos de combustível nas proximidades da rodovia Anhanguera (SP – 330), entretanto isto não foi observado no ano de 1997, que possuía um uso voltado para a atividade agrícola (cana – de -

açúcar e citricultura). No ano de 2010, constatou-se um complexo de chácaras neste setor que não foi observado em 1997.

Esse uso da terra intenso por parte da cultura canavieira provoca pressão nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), aproximando-se do limite das áreas resguardadas. Neste setor da bacia hidrográfica, os cursos fluviais exibem uma vegetação característica de área alagada (vegetação arbustiva/rasteira, taboas e setores brejosos), porém estas não apresentam os 30m ao longo dos cursos fluviais de forma homogênea como prevê a legislação (Lei 12.651 e Lei complementar municipal número 3.903¹³). O ideal seria a preservação dessas áreas para evitar o assoreamento dos cursos fluviais e o desenvolvimento de processos erosivos nas vertentes. Nos trechos dos cursos fluviais que a vegetação de área alagada não atinge os 30m, poderia ter o plantio de vegetação recorrente da região (Cerrado e/ou Mata Atlântica) para evitar os problemas citados anteriormente (assoreamento dos córregos e feições erosivas).

Há um pequeno espaço que merece destaque neste setor ainda, é uma área preservada que apresenta a classe de uso vegetação próximo à rodovia Anhanguera (SP – 330), no sentido interior – capital, na saída 165 (retorno para Conchal e Mogi – Mirim), visto que o terreno possui uma declividade no intervalo de 30% -| 45% e maior que 45%, estando de acordo com a legislação vigente (Lei 12.651). Nas proximidades desta área de preservação permanente, o principal uso da terra é o cultivo de cana de açúcar (Figura 20).

A parte urbana da bacia hidrográfica do córrego do Facão também sofreu transformações relacionadas às ações antropogênicas assim como a zona rural descrita anteriormente. A margem esquerda (Figura 34 - setores 1 e 2) passou por alterações consideráveis devido ao uso e ocupação da terra e também das ações antropogênicas exercidas neste setor da bacia hidrográfica.

O setor 1 (Figura 34) situa-se tanto na zona rural, onde está sua nascente e um pequeno trecho do curso fluvial, quanto na zona urbana quando suas águas atingem os seguintes bairros: conjunto habitacional Narciso Gomes, Vila São Jorge (parte sul), Parque Industrial, Jardim Santa Catarina e o conjunto habitacional Arnaldo Mazzon. Em relação ao uso e ocupação da terra na parte rural deste setor,

¹³ De acordo com o artigo 20, subseção, da zona de proteção dos mananciais, deve-se preservar os córregos da porção oeste que abastecem as represas do município de Araras (SP) conforme o anexo VIII do plano diretor.

verificaram-se mudanças notáveis. A cultura canavieira teve um pequeno aumento no período de 1997 e 2010 já a cultura anual se manteve estável. As construções rurais e as indústrias (presença do distrito industrial) tiveram um aumento de área de um período para o outro, enquanto a vegetação de mata e a vegetação de área alagada denotaram uma diminuição por causa do acréscimo da classe pastagem e a pressão da cultura canavieira principalmente na nascente do córrego. Quando o curso fluvial atinge a parte urbana, as mudanças são significativas do ano de 1997 para o ano de 2010. Em 1997, a cobertura herbácea era bem expressiva, a qual sofreu uma diminuição em função do avanço da urbanização por meio das áreas parcialmente edificadas (expansão urbana – Jardim Catarina) e da consolidação e crescimento das áreas edificadas (conjunto habitacional Arnaldo Mazon). No ano de 2010, observou-se o surgimento de áreas recreativas, as quais apresentam quadra poliesportiva, equipamentos de ginástica, playground, quiosques e resquícios de vegetação rasteira e arbórea, contudo este fato não foi registrado no período de 1997. O estabelecimento da classe área recreativa ocorreu em virtude das mudanças viárias nas proximidades do córrego (Figura 31).

Figura 31: Mudanças viárias e criação das áreas recreativas – Setor 1



A seta indica o local das mudanças

Fonte: Fotografia aérea (nº 63) de 1997 da Base Aerofotogrametria e projetos s.a.; ortofoto da EMPLASA (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO) - 2010

Este uso da terra descrito acarretou mudanças nas formas de relevo e na paisagem. As feições erosivas, que se desenvolviam em uma declividade de 5% -| 12%, diminuíram de um cenário para o outro em função do aumento das áreas construídas, que estancam o desenvolvimento dos processos erosivos lineares de superfície. Os canais pluviais não expressaram grandes mudanças. A ruptura topográfica foi registrada na cabeceira do curso fluvial, porém esta sofreu uma diminuição na sua extensão do ano de 1997 para 2010. Esta atua na redução da velocidade das águas pluviais. Já na zona urbana, não houve identificação de

rupturas topográficas, demonstrando como o uso urbano provoca transformações nas formas do relevo. Outra forma detectada foram os aterros, tanto de uma indústria para nivelar o terreno, como, nas proximidades do córrego do bairro Narciso Gomes para evitar os alagamentos.

A grande alteração notada de um período para o outro ocorreu devido a canalização do trecho do curso fluvial na parte urbana em função da mudança viária e do avanço das áreas edificadas e parcialmente edificadas (expansão urbana). Para Oliveira, Reckziegel e Robaina (2006, p. 105 - 106), as intervenções nos cursos fluviais na zona urbana podem ser classificadas da seguinte maneira:

- **Canais abertos:** cursos fluviais que drenam as suas águas abertamente com modificações nas margens e leitos;
- **Canais fechados:** águas fluviais escoam por condutos de concretos completamente fechados;
- **Canais mistos:** os canais têm uma combinação de canais abertos e fechados ao longo do curso;
- **Canal Retificado:** diminuição da sinuosidade do curso d'água;
- **Barramentos:** obras feitas no canal fluvial com a intenção de barrar a água quando existe um aumento da vazão das águas.

Dessa forma, a canalização do córrego do bairro Narciso Gomes o transformou em um canal fechado conforme a classificação proposta por Oliveira, Reckziegel e Robaina (2006, p. 105 - 106) (Figura 32). Vale destacar que no trabalho de campo, identificou-se um pequeno conduto de concreto por onde as águas fluviais escorrem e o mesmo localiza-se em uma estrada na parte rural deste ponto para permitir a passagem dos transportes (Figura 33).

Com essas transformações processadas, as áreas de preservação resguardadas pela legislação ambiental não são respeitadas. As margens do curso fluvial do bairro Narciso Gomes encontram-se ocupadas por diversos tipos de uso. Na parte rural, a nascente apresenta sua APP com vegetação natural, no entanto suas margens estão tomadas, na sua maioria, pela classe pastagens com pequenos vestígios de vegetação/mata e vegetação de área alagada. Quando o curso fluvial atinge o meio urbano, suas águas fluem por um conduto de concreto e sua APP

encontra-se urbanizada com diversas classes de uso como arruamentos, áreas edificadas, áreas recreativas, entre outras. O ideal seria que as margens deste córrego tivessem a classe vegetação/mata ao longo de todo o curso fluvial.

Figura 32: Córrego do bairro Narciso Gomes desaguando no córrego do Facão.



O pequeno conduto, acima da foz do curso fluvial do bairro Narciso Gomes, é para o escoamento das águas pluviais.

Fonte: autora, 09/06/2015.

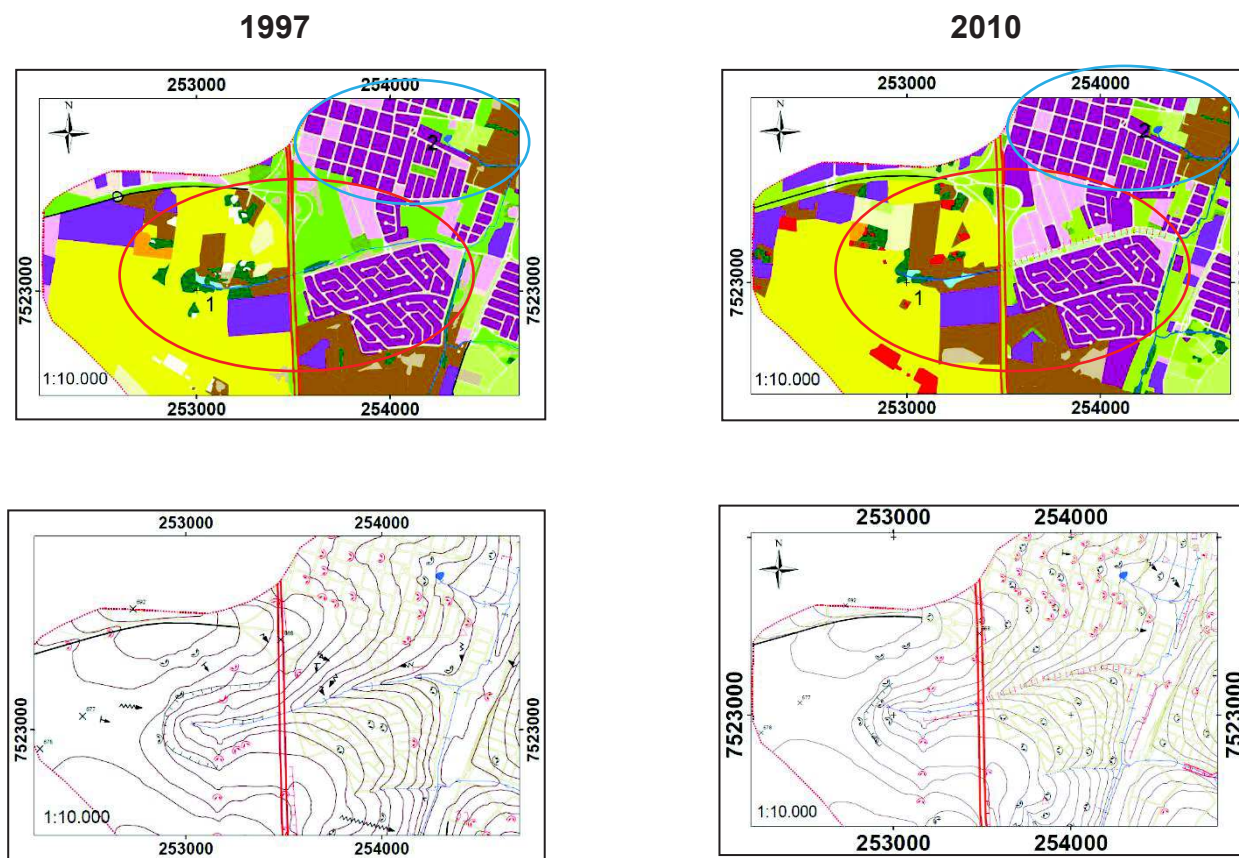
Figura 33: Conduto de concreto (seta) na parte rural do curso fluvial do bairro Narciso Gomes



Fonte: autora, 09/06/2015.

A figura 34 demonstra as alterações que este ponto sofreu no período selecionado.

Figura 34: Alterações do córrego do bairro Narciso Gomes (setor 1 – círculo vermelho) e Vila Dona Rosa Zurita (setor 2 - círculo azul)



Fonte: carta uso e ocupação da terra (1997 e 2010) e geomorfológico (1997 e 2010).

Ainda, na margem esquerda da área de estudo, o setor 2 apresentou modificações assim como o 1 em decorrência do uso e ocupação da terra nesta parte. Este setor localiza-se inteiramente na parte urbana e é ocupada pelos bairros: Jardim Marabá, Vila Dona Rosa Zurita e uma parte da Vila São Jorge (norte).

O uso e ocupação da terra apresentam poucas variações de um período para o outro. No geral, as classes de pastagem, vegetação/mata, área verde urbana se mantiveram estáveis, enquanto chácara, áreas edificadas e áreas recreativas tiveram um aumento ligeiro. (Figura 34)

Esse uso da terra acarretou algumas mudanças na paisagem desse setor 2. As feições erosivas identificadas foram sulcos erosivos e ravinas tanto em 1997 quanto em 2010. No ano de 1997, a ravina desenvolveu-se em uma área declivosa, no final do trecho impermeabilizado do arruamento nas proximidades da Vila São Jorge e Vila Dona Rosa Zurita. Já em 2010, esta ravina desapareceu e surgiu outra no Jardim Marabá com as mesmas características descritas anteriormente, registraram-se sulcos erosivos em ambos os cenários. As ruas em declive potencializam a velocidade das águas no segmento final, colaborando para o desenvolvimento dessas feições erosivas. Os canais pluviais tiveram uma redução de um período para o outro, conforme a figura 34. A área do lago não apresentou variações significativas. Em 1997, a sua área era de 0,0013 Km² quando em 2010 possuía uma dimensão na ordem de 0,0014 Km². Isso pode ter acontecido em função do uso da terra (pastagens e chácaras) que é favorável a infiltração da água no solo, ajudando na alimentação do lago.

No modelado antrópico, o que chamou atenção foi a grande quantidade de vertentes côncavas antrópicas (símbolos em vermelho – Figura 34), demonstrando como o uso urbano, no caso das áreas edificadas, transforma as formas de relevo e altera a sua evolução. Em 1997, um corte foi registrado e vincula-se as construções, já no ano de 2010, um aterro foi identificado nas proximidades do curso fluvial da Vila Dona Rosa Zurita para evitar alagamentos e também aplainar o terreno (Figura 34).

Essas alterações provocaram a supressão das APPs, as quais são protegidas pela Lei Federal 12.651/2012. As áreas de preservação permanente encontram-se ocupadas pela classe de uso pastagem e alguns resquícios de vegetação/mata. No entanto, o correto seria a presença da classe vegetação/mata de forma homogênea para evitar assoreamento do curso e processo erosivos.

A figura 34 mostra as alterações que o setor 2 sofreu neste intervalo de tempo.

As vertentes da margem direita (setores 3 e 4) do córrego do Facão apresentaram transformações relevantes na paisagem vinculadas ao uso e ocupação da terra e da ação antrópica assim como já foi descrito para a margem esquerda.

O setor 3 (Figura 39) está situado totalmente na zona urbana e é composto pelos bairros: Jardim dos Ypês, Jardim 8 de Abril, Jardim Universitário, parte do Jardim Copacabana, Geny Mercatelli, parte do Jardim Bela Vista, Jardim Flamboyant, Vila Rodini e Jardim Fátima.

Neste setor, o uso da terra apresentou diversas classes que variaram de um período para o outro. Algumas classes como cobertura herbácea, vegetação/mata, área verde urbana e cemitério denotaram uma estabilidade entre 1997 e 2010. Já outras classes experimentaram um decréscimo com destaque para pastagem, silvicultura e chácaras. A classe citricultura chama atenção, pois em 1997 ocupava uma área considerável, porém atualmente este plantio não se faz presente em função de um empreendimento imobiliário (Jardim Bosque dos Ipês). Neste sentido, é interessante salientar que a antiga área de citricultura é considerada uma zona de expansão urbana (ZEU) conforme o zoneamento municipal, lei complementar municipal número 3.903 de 06 de outubro de 2006 (Figura 21). Este empreendimento imobiliário (Figura 35) encontra-se no período pré-urbano e de construção (NIR, 1983), ou seja, de colocação de sarjetas, colocação de galerias de águas pluviais, definição dos lotes, entre outros. Desta maneira, notou-se um acréscimo das áreas edificadas e principalmente das áreas parcialmente edificadas e não edificadas. Além disso, ocorreu um aumento da indústria (ampliação do centro de distribuição da Dairy Partners Americas – DPA¹⁴) e das áreas recreativas. A manifestação desta última classe mencionada ocorreu da mesma forma que do setor 1 (margem direita) em virtude do avanço/consolidação da urbanização e de mudanças no sistema viário (Figura 36).

O uso das terras provocou e está provocando alterações nas formas do relevo e nos fluxos de energia e matéria neste setor da bacia hidrográfica. Observou-se que não houve desenvolvimento de sulcos erosivos no cenário de 2010, porém em

¹⁴ *Joint-Venture* entre Nestlé e a cooperativa neozelandesa Fonterra.

1997 constataram-se sulcos erosivos em áreas com declividade considerável e no final do trecho impermeabilizado do arruamento. Estes, também, se desenvolviam em áreas que tinham construções no ano de 1997. Cabe lembrar que os referidos estão ocorrendo atualmente no loteamento Jardim Bosque dos Ipês verificados no trabalho de campo.

Convém, lembrar que não se identificaram rupturas topográficas (1997 e 2010) no setor 3, evidenciando novamente como o uso urbano transforma o relevo e altera o seu processo de evolução natural.

Figura 35: Placa do empreendimento imobiliário na antiga área de citricultura e próximo do curso fluvial



Fonte: autora, 09/06/2015

Essa ação antropogênica produziu um modelado antrópico com cortes, os quais estão vinculados a estradas (no caso a rodovia Wilson Finardi SP – 191) e as possíveis construções que deram origem as vertentes côncavas antrópicas tanto em 1997 quanto no ano de 2010. Neste contexto de intervenções antropogênicas, é interessante ressaltar o período pré-urbano e de construção (NIR, 1983) identificado neste ponto do empreendimento imobiliário (Jardim Bosque dos Ipês). Assim, constatou-se a existência de cortes, sulcos erosivos, retirada da vegetação, sistema de drenagem das águas pluviais, trazendo como consequência o assoreamento do curso fluvial do Jardim dos Ypês e mudança do escoamento superficial das águas (Figura 37).

Figura 36: Mudanças viárias e criação de áreas recreativas no entorno do curso fluvial do bairro Jardim dos Ypês



A seta vermelha indica as áreas recreativas no cenário de 2010. Já a seta de cor preta indica as mudanças no sistema viário em detalhes.

Fonte Fotografia aérea de 1997 (nº 136) da Base Aerofotogrametria e projetos s.a. e ortofoto da EMPLASA (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO) - 2010

Figura 37: Área do empreendimento imobiliário Jardim Bosque dos Ipês



Seta preta mostra a localização do córrego do Jardim dos Ypês.

Seta vermelha assinala como os sedimentos chegarão ao curso fluvial e consequentemente o assoreamento do mesmo.

Notar a retirada de vegetação.

Fonte: autora, 09/06/2015

A grande modificação observada no período selecionado foi a canalização de um setor do curso d'água do bairro Jardim dos Ypês em virtude da indústria

(construção do centro de distribuição da DPA), do avanço da urbanização e mudanças realizadas no sistema viário para ligar os bairros deste setor (3). Este trecho do curso fluvial é um canal retificado (Figura 38) e fechado (Figura 38) quando o mesmo atinge a rodovia Wilson Finardi (SP – 191) e a rua Paulo Marques de Figueiredo, segundo a classificação de Oliveira, Reckziegel e Robaina (2006, p. 105-106).

Figura 38: canal retificado e canalizado do bairro Jardim dos Ypês quando perpassa o urbano.



Seta vermelha: em dias de chuva, o sistema de drenagem da pista desloca as águas pluviais para o córrego.

Seta preta: indica o conduto de concreto por onde a água flui em canal retilinizado até atingir o canal fechado.

Fonte: autora, 09/06/2015

O uso e ocupação da terra juntamente com a ação antrópica imprimiram mudanças na paisagem, que podem ocasionar supressão das APPs previstas pelos parâmetros legais. A nascente e as margens do córrego do Jardim dos Ypês apresentam suas áreas de preservação permanente (APPs) ocupadas com a classe vegetação/mata, as quais se localizam no empreendimento imobiliário, Bosque Jardim dos Ipês (antiga área de cultivo de citricultura), dentro dos parâmetros legais. Cabe lembrar que essas APPs atenuarão o processo de assoreamento do curso fluvial característico do período pré-urbano e de construção (NIR, 1983). Quando o curso fluvial atinge o Jardim dos Ypês (o urbano consolidado), as suas águas escorrem por um conduto de concreto fechado, desaguando no córrego do Facão. Contudo, suas áreas de preservação permanente são infligidas por diversas classes de usos (arruamentos, áreas recreativas, áreas edificadas, silvicultura, indústrias). O

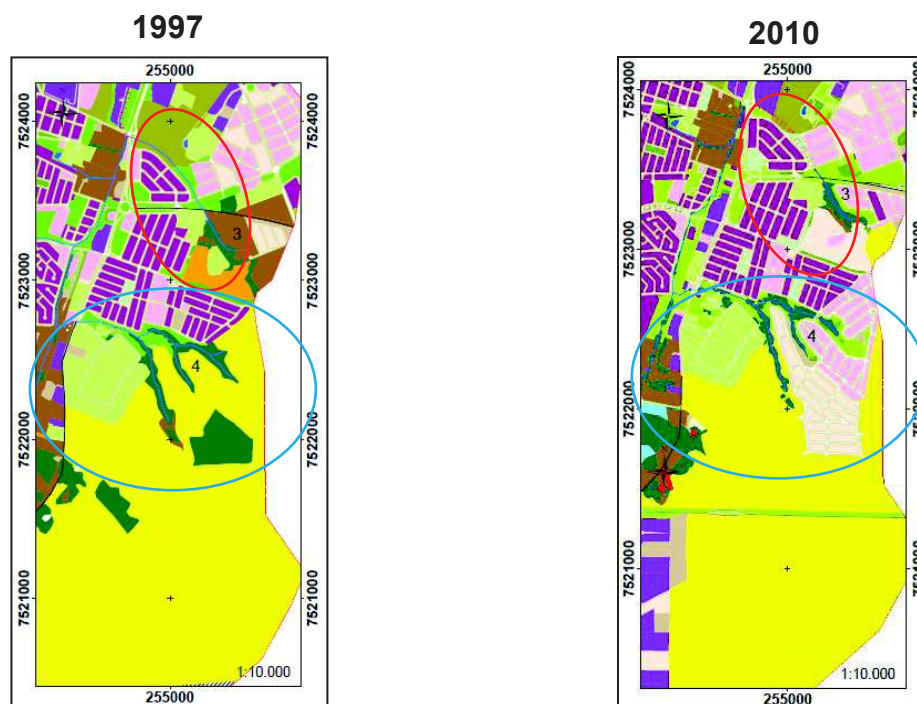
correto seria a presença da classe vegetação/mata ao longo deste trecho também, conforme a legislação vigente.

A figura 39 resume essas alterações no setor 3.

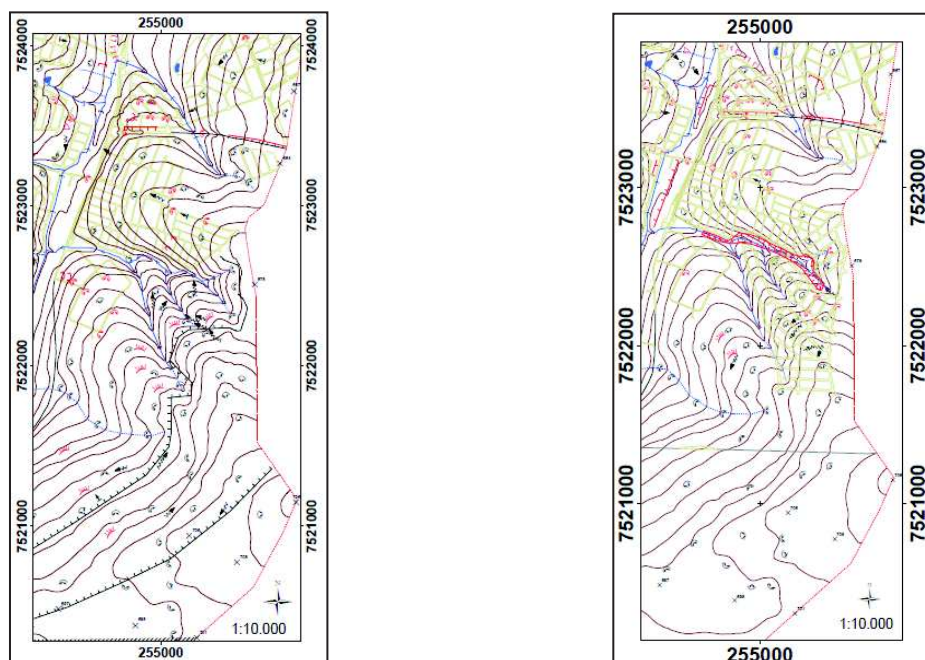
Na margem direita, o setor 4 (Figura 39) apresenta alterações significativas no que diz respeito ao uso da terra e ações antrópicas impostas na paisagem em comparação aos outros setores descritos (1, 2 e 3). Tais alterações são mais significativas por registrarem os 3 períodos proposto por NIR (1983, p. 117) para avaliação do urbano, a saber: pré-urbano, construção e urbano consolidado.

As classes de uso da terra, neste ponto, passaram e estão passando por mudanças consideráveis. A classe de uso chácaras continuou estável no período selecionado, enquanto pastagem não se faz presente atualmente. Já a cana e a vegetação/mata experimentaram um decréscimo devido ao avanço do urbano neste setor do cenário de estudo. A diminuição das classes citadas anteriormente, entre 1997 e 2010, foi provocada pelo aumento das áreas edificadas e principalmente das áreas parcialmente edificadas no Jardim Dalla Costa e não edificadas dos loteamentos Jardim Esplanada e Jardim Planalto (empreendimento recente). Além disso, as áreas recreativas e de cobertura herbácea exibiram um aumento em 2010. Assim, esses acréscimos e decréscimos que aconteceram neste setor encontram-se em conformidade com o plano diretor da cidade, no qual essa área é considerada uma zona de expansão urbana (ZEU) de acordo com a lei complementar municipal número 3.903 (Figuras 21 e 39).

Figura 39: Alterações do curso fluvial do Jardim dos Ypês (setor 3 - círculo vermelho) e Jardim Dalla Costa (setor 4 - círculo azul)



Observar o surgimento das indústrias próximo à rodovia Anhanguera (SP – 330) e a rodovia Carlos Pentead da Silva Telles (SP – 164) de um cenário para o outro



Fonte: carta uso e ocupação da terra (1997 e 2010) e geomorfológica (1997 e 2010)

Esta dinâmica do uso da terra ocasionou o desenvolvimento de alguns fatos geomorfológicos com destaque para o surgimento de uma voçoroca. Os sulcos erosivos foram observados em ambos os períodos em terrenos com declividade

entre os intervalos 5% -| 12% e 12% -| 30% (Figura 39). Em 1997, o aparecimento dessas feições erosivas ocorria no uso da terra realizado pela cultura canavieira, mesmo com a presença dos terraços agrícolas para evitar os processos erosivos. Vale destacar que os terraços agrícolas diminuíram já que o cultivo de cana de açúcar perdeu espaço para os loteamentos (áreas parcialmente edificadas e não edificadas). Já no ano de 2010, os sulcos erosivos (Figura 23) se desenvolveram em virtude da retirada da vegetação para a colocação de sarjetas, galerias de águas pluviais e postes de iluminação dos empreendimentos imobiliários (Jardim Esplanada e Planalto) em terrenos com declividade considerável (intervalos: 5% -| 12%, 12% -|30% e 30% -| 45%) (Figura 39).

Durante o trabalho de campo realizado no dia 06 de junho de 2015, constatou-se a presença de uma voçoroca de cabeceira com cerca de 1,87 Km de extensão e uma ravina. A identificação desses fenômenos durante os mapeamentos foi prejudicada em função da presença de vegetação/mata no seu entorno. O desenvolvimento dessas feições erosivas ocorre na área da Formação Piraçununga (Tp). Para Ferreira (2005, p. 55), as principais características dessa formação geológica são:

A Formação Piraçununga é composta por depósitos arenosos que recobrem indistintamente as unidades geológicas da Bacia do Paraná, na região de Piraçununga e Porto Ferreira, ocupando principalmente o vale do rio Mogi-Guaçu. Caracteriza-se por sedimentos areno-argilosos inconsolidados, de coloração vermelho-amarelada, estrutura de aspecto maciço com raras estratificações cruzadas tabulares pobremente selecionadas, exibem nível conglomerático basal e espessura máxima de 20m. (FERREIRA, 2005, p. 55)

Bufon (2006, p. 30) descreve de forma semelhante a Formação Piraçununga:

[...] sedimentos arenosos inconsolidados, não estratificados e sem estrutura, verticalmente homogêneo, sobrepostos indiferentemente às formações mais antigas. Sua espessura provavelmente não ultrapassa 20m e dispõe-se de modo descontínuo. A coloração predominante desses sedimentos é marrom avermelhada, com baixo grau de seleção, contendo minerais argiloso, grãos de quartzo com vários índices de arredondamento, às vezes película de óxido de ferro secundário e minerais máficos. (BUFFON, 2006, p. 30)

Segundo Buffon (2006, p. 30), o ambiente de sedimentação seria continental. Essa formação é composta também por seixos e cascalhos e possui suscetibilidade a erosão segundo Ferreira (2005, p. 38).

A idade da Formação Piraçununga é do período Terciário da era Cenozoica como aponta o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1981, p. 92) e Ferreira (2005, p. 38). Cabe lembrar que a Formação Piraçununga é correlata a Formação Rio Claro (IPT, 1981, p. 92)

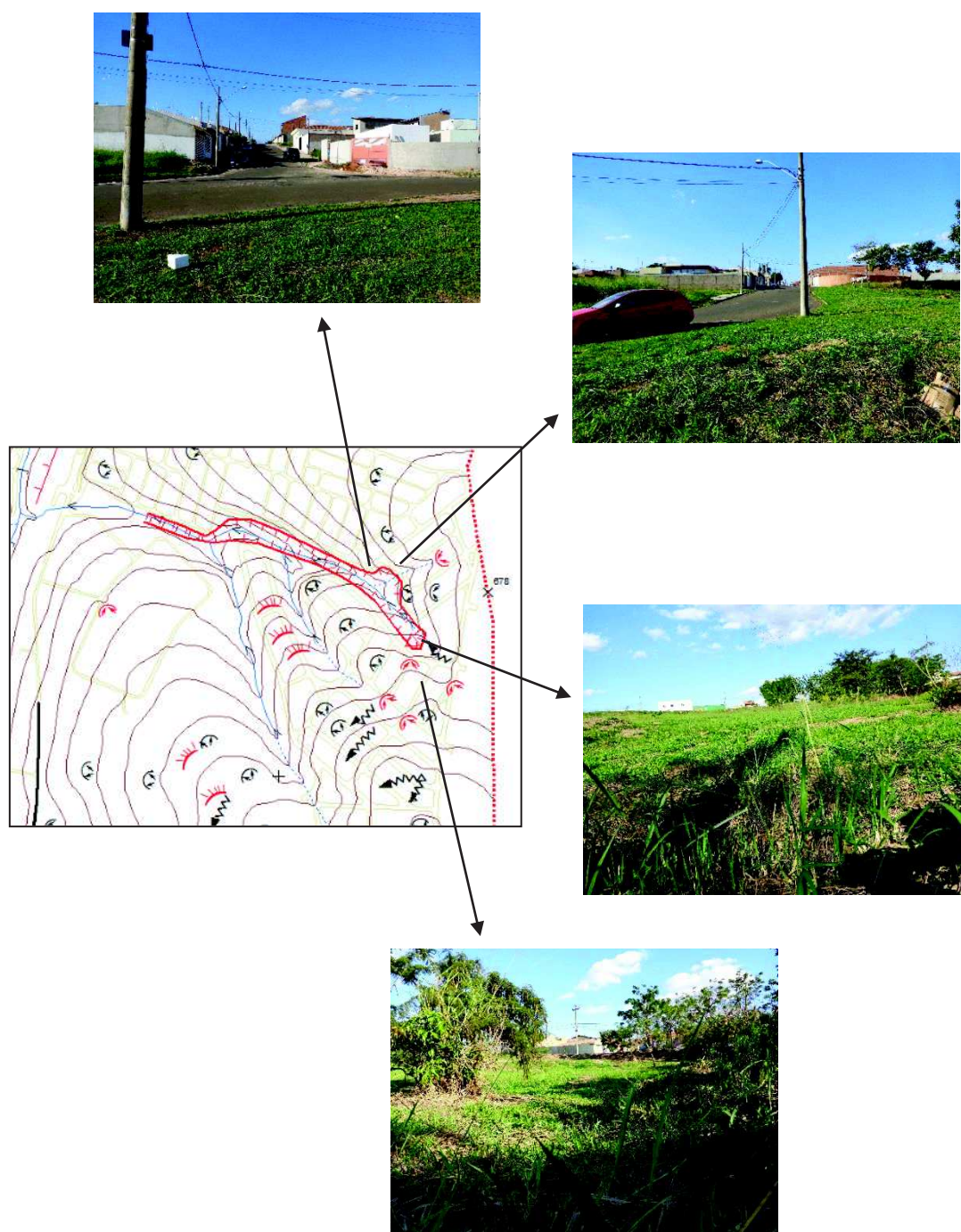
Tanto a voçoroca quanto a ravina (Figura 40) se desenvolvem em uma litologia arenosa com discordâncias granulométricas que favorecem esses processos erosivos. Outro fator que contribui para esses fenômenos é a disposição dos arruamentos impermeabilizados, principalmente em declive (Figura 41) e as galerias de águas pluviais que potencializam a velocidades das águas que chegam ao leito dos rios e conseqüentemente colaboram na aceleração da erosão neste setor da área de trabalho em uma litologia friável. Constata-se que o uso urbano (a expansão urbana e urbano consolidado) intensifica a criação dessas feições erosivas, trazendo conseqüências para o próprio homem, ou seja, o avanço da erosão em direção ao urbano.

Figura 40: Ravina desenvolvida na Formação Piraçununga



O triângulo vermelho mostra uma ravina no setor 4.
Fonte: autora, 09/06/2015.

Figura 41: Características das ruas, em declive próxima a voçoroca



Fonte: autora, 09/06/2015.
Elaboração e organização: autora.

Os canais pluviais experimentaram mudanças com aumento de extensão do ano de 1997 para o ano de 2010. A identificação das rupturas topográficas foi complicada devido à falta de estereoscopia das ortofotos da EMPLASA exposto anteriormente. Porém, no trabalho de campo realizado, constatou-se que as

mesmas tiveram uma redução em sua extensão e até o desaparecimento em virtude do avanço das áreas edificadas, parcialmente edificadas e não edificadas.

Ainda, foi na categoria modelado antrópico que se verificaram de forma mais significativa a atuação antropogênica e as mudanças que a mesma provoca nos sistemas da área de estudo. Novamente, as vertentes côncavas antrópicas são evidentes, demonstrando como o homem transforma as formas de relevo. No trabalho de campo, notaram-se a presença de aterros (Figura 43) e cortes (Figura 42) para aplainar o terreno e sustentar a construção das casas, sedimentação do curso fluvial por materiais da construção civil (Figura 44), formação de sulcos erosivos devido a retirada da vegetação para lotear o terreno. Essa sedimentação é notória na foz do córrego do Facão (Figuras 46 e 48). Observaram-se também impermeabilização do terreno (diminuição da infiltração no terreno) e mudanças do escoamento superficial natural para o artificial, que é direcionado para as galerias de águas pluviais. Assim, esta área encontra-se no período pré-urbano, de construção e urbano consolidado segundo NIR (1983, p. 117), apresentando desequilíbrios no sistema geomorfológico e outros sistemas da área de pesquisa também.

Cabe destacar que essas alterações ocorrem em terrenos com declividade entre 5% -| 12 % e 12% -| 30%, (Figura 18) atingindo o limite máximo para urbanização da área sem restrições segundo a lei Lehmann (número 6.766).

Figura 42: Corte no lote no Jardim Dalla Costa



Seta vermelha: mostra o corte realizado para aplainar o terreno e facilitar a construção.

Fonte: autora, 06/09/2015.

Figura 43: Aterro na construção da creche – Jardim Dalla Costa



Seta vermelha mostra o aterro. É interessante ressaltar que este se situa próximo da nascente do curso fluvial e da voçoroca e ravina identificadas.

Fonte: autora, 09/06/2015.

Figura 44: Sedimentos da construção civil no córrego Jardim Dalla Costa – bairro Bosque de Versailles.



Seta preta aponta a sedimentação no curso por materiais da construção civil dos Jardins Dalla Costa, Esplanada e Planalto.

Fonte: autora, 09/06/2015

As áreas de preservação permanente não foram respeitadas como estabelece os parâmetros legais em virtude das grandes transformações na paisagem provocadas pelo uso e ocupação da terra. A nascente do córrego do Jardim Dalla

Costa e dos seus afluentes não apresentam APP com raio mínimo de 50m (Lei 12.651), pois estão ocupadas por cobertura herbácea. Essa situação também acontece no curso fluvial do córrego do Jardim Dalla Costa e seus afluentes que não possuem os 30m de APP ao longo dos mesmos devido ao uso da terra (arruamentos, cobertura herbácea, solo exposto). É importante salientar que alguns trechos de fundo de vale têm a presença de vegetação/mata, porém não ocorrem de forma contínua como seria desejável. Algumas áreas de preservação permanente com declividade maior que 30% também não estão sendo preservadas nesse setor. A situação ideal seria a existência da vegetação/mata nas nascentes (raio de 50m), nos cursos fluviais (30m – largura de até 10m) e setores com declividade maior que 30% com o objetivo de evitar a erosão nas vertentes e margens do córrego, assim como o assoreamento dos cursos d'água (Figura 45).

Figura 45: Erosão e sedimentação no córrego do Jardim Dalla Costa – bairro Bosque de Versalles



Seta vermelha indica a sedimentação
Seta preta mostra o sentido das atividades erosivas na margem do córrego
Observar lixo e materiais da construção civil nas margens do rio.
Fonte: autora, 09/06/2015.

O córrego do Facão, curso principal, também está passando por intervenções antrópicas como canalização, alargamento das margens, colocação de aduelas, construção de barragens com vertedouro e troca de ponte, provocando mudanças em sua forma (sinuosidade). Essas intervenções começaram no ano de 2013 e

terminaram em 2014, sendo realizadas com recursos do governo federal através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de acordo com notícias publicadas no site da Prefeitura (ARARAS, 2013, 2014). Segundo diversas notícias publicadas no site da Prefeitura de Araras, essas obras tem o objetivo de aumentar a capacidade de escoamento das águas e evitar os alagamentos que ocorrem na Vila São Jorge, que se encontra na área de estudo, e outras localidades que sofrem de forma direta, como Rua Bolívia (proximidades do Flat Lagoa Serena Hotel - direta), e indireta, tal como Avenida Ângelo Franzini (antiga Avenida Limeira) e Avenida Dona Renata (próximo do Colégio COC).

A canalização do córrego do Facão aconteceu em dois trechos do curso fluvial (ARARAS, 2013, 2014):

- Começa na rua Henrique Dias (próximo da Nestlé) e segue até o conjunto habitacional Arnaldo Mazon (Figura 46);
- Avenida Ângelo Michelin e Rua Bolívia. Neste trecho, houve o alargamento das margens e canalização com placas de concreto. Vale lembrar que este trecho já era canalizado. (Figura 48)

Cabe salientar que essas mudanças também estão ocorrendo em outros cursos fluviais (Ribeirão das Furnas e das Araras) na parte urbana do município de Araras com a finalidade de conter os alagamentos e as enchentes (Avenida Dona Renata – próximo do Colégio COC Cognus e hipermercado Walmart) (ARARAS, 2013, 2014).

Figura 46: Trecho da canalização (vermelho) da rua Henrique Dias até o conjunto habitacional Arnaldo Mazon.



Fonte: autora, 12/04/2014



Fonte: autora, 09/06/2015



Seta preta: sulcos erosivos
 Seta vermelha: sistema de águas pluviais. Fonte: autora, 09/06/2015

Seta amarela indica a construção dos reservatórios.

Fonte: Ortofoto da EMLASA (SF – 23 – Y – A – II – 3 – SO) – 2010.

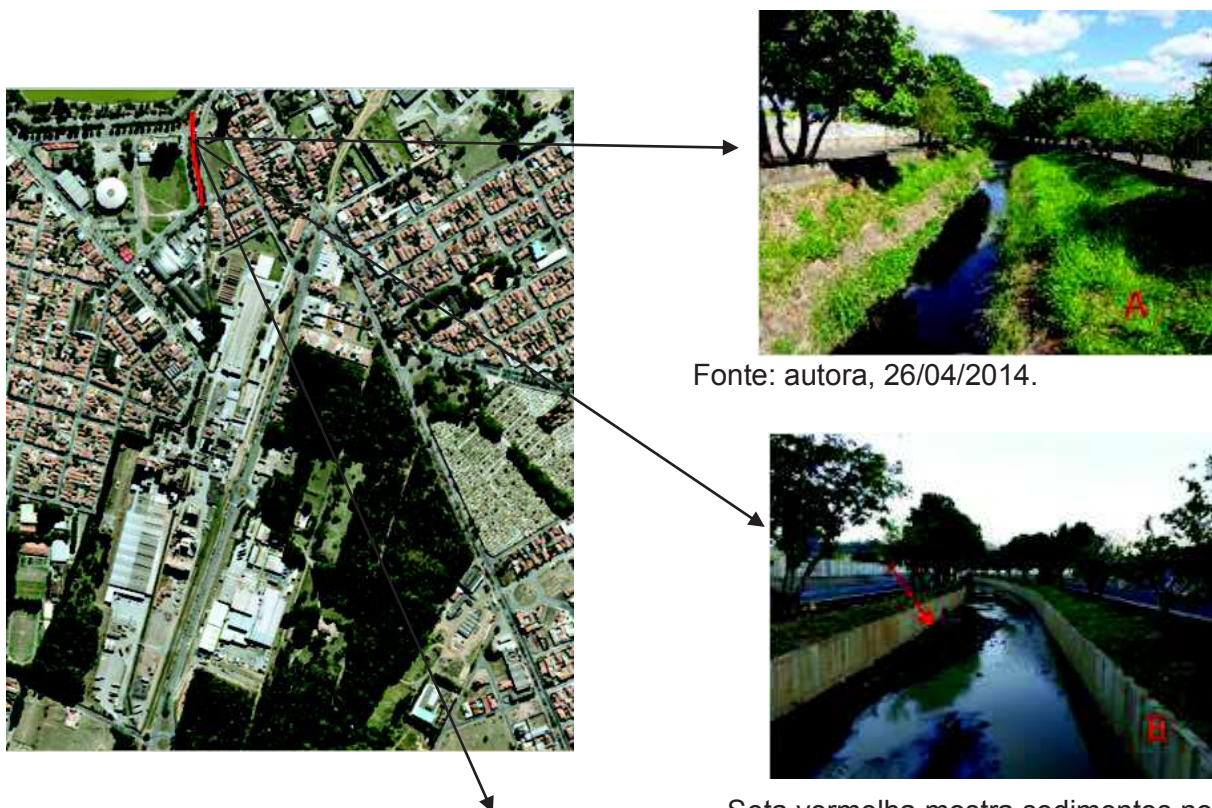
A foto A (Figura 46) demonstra a grande quantidade de sedimentos vindos das obras do Jardim Planalto, Jardim Esplanada entre outros bairros e das obras de modificação do próprio curso fluvial, citadas anteriormente. Ao fundo desta foto, nota-se o córrego do Jardim dos Ypês desaguando no córrego do Facão e o sistema de águas pluviais. Já a foto B mostra a canalização, o alargamento das margens e a colocação de grades para evitar acidentes ao longo do córrego no bairro Narciso Gomes e conjunto habitacional Arnaldo Mazon. Enquanto, a foto C aponta a formação de sulcos erosivos (seta preta) na margem em função da falta da APP (no caso a inexistência da cobertura herbácea) e os sistema de águas pluviais (seta vermelha) do bairro. Além da canalização e do alargamento das margens do córrego do Facão, verificou-se a construção de reservatórios (setas amarelas e figura 47) e um vertedouro para controlar as águas nos dias de chuva dos bairros próximos e também do sistema de drenagem da rodovia conforme as informações publicadas no site da Prefeitura Municipal (Figura 47).

Figuras 47: Reservatório construído e vertedouro no córrego do Facão – bairro Narciso Gomes



Notar sacos de areia nas margens.
Seta aponta o vertedouro.
Fonte: autora, 09/06/2015.

Figura 48: Trecho da canalização (vermelho) da rua Ângelo Michelin até Avenida Dona Renata



Fonte: autora, 26/04/2014.

Seta vermelha mostra sedimentos no leito do rio

Fonte: autora, 09/06/2015.



Fonte: autora, 09/06/2015.

Fonte: ortofoto da EMLASA (SF – 23 – Y – A II – 3 – NO) – 2010.

A imagem B (Figura 48) evidencia a quantidade de sedimentos (seta vermelha indica esse fato) como terra, areia, materiais da construção e lixo no leito do córrego do Facão. Isso possivelmente ocorre devido aos loteamentos Jardim Esplanada, Planalto e Bosque dos Ipês, sistema de drenagem de águas pluviais, que carregam sedimentos diversos na água, e de resquícios das obras efetuadas no

córrego do Facão. A canalização do rio (imagem B) tem o objetivo de escoar a água de forma mais rápida possível da cidade (parte urbana). Para aumentar o escoamento da água, houve o alargamento das margens do córrego, fato que fica perceptível pela imagem A, na qual o curso já era canalizado. Na imagem C, identificou-se erosão nas margens impermeabilizadas em decorrência da ação da água, da canalização realizada nos anos 1950 e da supressão da área de preservação permanente (APP) nas margens do córrego em virtude da presença de casas e de uma indústria desativada (Figura 48).

Portanto, pela classificação de intervenções antrópicas nos cursos fluviais de Oliveira, Reckziegel e Robaina (2006, p. 105-106), o córrego do Facão é um canal aberto, retificado e com barramentos.

Na parte urbana da área de estudo, a impermeabilização é alta o que provoca diminuição da infiltração da água, aumento do escoamento superficial, resultando em alagamentos e enchentes, pois as águas pluviais chegam muito rápido aos rios (DREW, 2005, p.178). A instalação de grande número de redes artificiais (galerias de água) é uma forma de evacuar as águas, porém esta contribui ainda mais para potencializar esse problema já que estas atingem o curso d'água rapidamente, acarretando alagamentos. Observa-se que as áreas impermeáveis provocam diminuição da vazão dos rios, fato constatado em campo, visto que não há infiltração para contribuir na recarga de água para o rio e para o lençol freático. Além disso, o assoreamento e a impermeabilização podem ocasionar a transformação dos cursos d'água em canais pluviais. Esses problemas citados anteriormente poderiam ser evitados se as áreas de preservação permanente, resguardadas pela lei 12.651, fossem respeitadas (Figura 21).

Dessa forma, as atividades antrópicas concentradas em espaços pequenos (descritos nos setores 1, 2, 3 e 4) são intensas e provocam a aceleração ou desaceleração dos processos naturais como aponta Nir (1983, p. 13 – 14)

Por meio dos produtos cartográficos e pelo trabalho de campo, foi possível identificar e constatar diversas alterações nas formas do relevo efetuadas pela ação antrópica, provocando a mudança de sistema não isolado para um controlado entre os anos de 1997 e 2010.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As modificações/transformações no espaço se processam desde os primórdios com a intenção de atender as necessidades humanas, ocasionando impactos ambientais no meio. Porém, foi a partir da Revolução Industrial e Tecnológica do século XVIII que o homem imprimiu grandes mudanças na paisagem (cortes, aterros, canalização dos cursos fluviais, impermeabilizações entre outros), acarretando mudanças significativas no funcionamento dos sistemas (geomorfológico, climático, etc.) e impactos ambientais de grande magnitude.

Com a pesquisa e as técnicas cartográficas empregadas, foi possível constatar que as alterações antrópicas nas formas do relevo, no período selecionado de 1997 até 2010 (13 anos), foram intensas em toda a extensão da bacia hidrográfica do córrego do Facão, em Araras (SP). Isso demonstra que o funcionamento e a evolução do sistema geomorfológico e dos outros sistemas que compõem a área de estudo não se processam mais de forma natural, mas na velocidade da atuação antrópica. Portanto, o homem constitui-se, de fato, em agente geomorfológico capaz de mudar o fluxo de matéria e energia dos sistemas (*outputs e inputs*) e o equilíbrio dos mesmos.

Para verificar, analisar e entender as mudanças ocorridas, realizou-se um cruzamento de informações referentes à declividade, ao uso e ocupação da terra, informações geológicas, pedológicas e climáticas da área de trabalho. A teoria geral dos sistemas permitiu relacionar/conectar os diversos dados e compreender as alterações sofridas na área de estudo.

Na parte urbana, as alterações foram significativas em relação as mudanças das formas das vertentes, à inexistência de rupturas topográficas, ao surgimento de uma voçoroca de cabeceira (litologia friável e urbanização) e ao aumento da extensão da canalização (aberto e fechado) dos cursos fluviais detectados nos mapeamentos geomorfológicos. As cartas de áreas de preservação permanente confeccionadas a partir das legislações federal e municipal juntamente com a carta de uso e ocupação da terra apontaram diversas transgressões aos parâmetros legais assim como ao parcelamento do solo em declividades que chegam ao limite máximo permitido sem restrições pela legislação vigente.

Os produtos cartográficos elaborados e o trabalho de campo possibilitaram averiguar que as áreas rurais também sofrem com as transformações e intervenções

antrópicas assim como a parte urbana. Na zona rural da bacia hidrográfica, identificaram-se vários terraços agrícolas que fazem parte do manejo da cultura canavieira, mudando as formas originais das vertentes e sua evolução. Um fato que chamou atenção foi a grande quantidade de canais retelinizados, os quais precisam ser melhor estudados e compreendidos.

Dessa forma, os resultados obtidos por meio da cartografia geomorfológica de detalhe foram satisfatórios, demonstrando ser uma técnica eficiente na identificação das alterações geomorfológicas decorrentes da ação antropogênica.

Esta técnica também pode auxiliar na elaboração do planejamento tanto do espaço urbano quanto rural através do reconhecimento das áreas favoráveis ou não para o uso e ocupação da terra e das áreas susceptíveis a processos erosivos, buscando prevenir/evitar desastres naturais e problemas às populações, assim como promover equilíbrio no sistema geomorfológico e nos outros sistemas que compõem a paisagem.

Espera-se que esta pesquisa contribua para os estudos e avanços da geomorfologia antrópica e urbana de Araras e que auxilie também no planejamento do município. Vale ressaltar que esta área ainda necessita de mais estudos, principalmente pesquisas voltadas a zona rural para analisar e entender as grandes alterações impostas pela ação antrópica parcialmente detectadas nos mapeamentos geomorfológicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A.N. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, São Paulo, n.12, 343 p.

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

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

ARARAS. **Dados**. (2015). Disponível em: <<http://www.araras.sp.gov.br/dados/>> Acesso em: 23 abr. 2015

ARARAS. Lei Complementar Municipal nº 3.902 de 06 de outubro de 2006. Dispõe sobre o parcelamento do solo e urbanização especial do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras providências. **Serviço de Comunicações da Prefeitura Municipal de Araras**. Araras, SP, 2006. Disponível em: <http://www.araras.sp.gov.br/servicos_ao_cidadao/legislacao/arquivos/PLANO_DIRETOR/Parcelamento_de_Solo/Lei_Complementar_3902_2006.pdf> Acesso em: 01 mai. 2015.

ARARAS. Lei Complementar Municipal nº 3.903 de 06/10/2006. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Araras, suas normas disciplinadoras e dá outras providências. **Serviço de Comunicações da Prefeitura Municipal de Araras**. Araras, SP, 06 de out. 2006. Disponível em: <http://www.araras.sp.gov.br/servicos_ao_cidadao/legislacao/arquivos/PLANO_DIRETOR/Uso_e_Ocupa%C3%A7%C3%A3o_de_Solo/Lei_Complementar_3903_2006.pdf> Acesso em: 01 mai. 2015.

ARARAS. **PAC 2: obras de macrodrenagem seguem com duas frentes de trabalho** (2013). Disponível em: <<http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=10002>> Acesso em: 09 ago. 2015

ARARAS. **PAC 2: entenda porque a maioria das obras contra enchentes será na zona sul** (2013). Disponível em: <<http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=10094>> Acesso em: 09 ago. 2015.

ARARAS. **PAC 2: iniciada mais etapa das obras para conter enchentes (2013)**. Disponível em: <<http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=9854>> Acesso em: 09 ago. 2015.

ARARAS. **PAC 2: obra de macrodrenagem inclui 1,5 Km de canalização e represa de retenção** (2013). Disponível em: <<http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=10309>>. Acesso em: 09 ago. 2015.

ARARAS. **Reservatórios do PAC serão apresentados nesta sexta-feira (2013)**. Disponível em: < <http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=13759>>. Acesso em: 09 ago. 2015.

ARARAS. **PAC 2: canalização do córrego do Facão segue próximo ao Flat Lagoa Serena** (2014). Disponível em: < <http://www.araras.sp.gov.br/e/?c=noticias&i=13316>> Acesso em: 09 ago. 2015.

ARARAS. **História do município**. (2015). Disponível em: < <http://www.araras.sp.gov.br/historia/>> Acesso em: 21 abr. 2015.

BOTELHO, R.G.M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In GUERRA, A.J.T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S.da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. (orgs.). **Reflexões sobre Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 153 – 192.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, DF. 28 de mai. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm > Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Lei Federal nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 18 out. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm > Acesso em: 12 fev. 2015

BRASIL. Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 20 de dez. 1979. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm> Acesso: 27/03/2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites das áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 13 de mai 2002. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html> > Acesso em: 15 mai 2015.

BRASIL. Decreto nº 89.917 de 20 de junho de 1984. Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. **Normas Técnicas da Cartografia Nacional**, Brasília, jun. 1984. Disponível em: < <http://www.concar.ibge.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=8> > Acesso em: 28/12/2014.

BUFON, A.G.M **Estudo do assoreamento e sua relação com a vida útil do reservatório “Represa Velha”, CEPTA/IBAMA, Pirassununga (SP)**. 313f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

CASETTI, V. **Ambiente e Apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). **Clima dos Municípios Paulistas – Resultados tabulares**. (2015). Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_038.html> Acesso em: 04 fev. 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo: HUCITEC, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Aspectos geográficos da cidade de Araras (SP)**. Boletim Paranaense de Geografia. Paraná, nºs 8 e 9, p. 51 – 61, 1963.

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

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

CONTI, J.B. Clima Urbano. _____. **Clima e meio ambiente** 7ª ed. São Paulo: Atual, 2011.

CUNHA, C.M.L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2001.

CUNHA, C.M.L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M.C. **A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Brasil, v.4, n. 1, p. 01 – 09, 2003. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2003/Revista4-1_Artigo01_2003.pdf> Acesso em: 03 mai. 2015.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A. J.T. Degradação Ambiental. In GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B da (orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2006. p. 337 – 379.

CUNHA, S.B.da. Geomorfologia Fluvial. In GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 211 – 252.

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

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.

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

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. (EMPLASA). [2015]. **Indicadores >> Aglomeração Urbana de Piracicaba**. Disponível em: < <http://www.emplasa.sp.gov.br/Emplasa/Indicadores/piracicaba.asp> > Acesso em: 23 abr. 2015.

FAGUNDES, A. **Análise das alterações geomorfológicas decorrentes dos processos de urbanização na bacia hidrográfica do córrego Lavapés, em Rio Claro (SP)**. 2012. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2012.

FERREIRA, S.R. **Análise pedoestratigráfica das formações Rio Claro e Piraçununga, no centro –leste do estado de São Paulo**. 2005. 157f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2005.

FRANZIN, M.E. **Diagnóstico Antropogeomorfológico em Bacia Hidrográfica Urbana: o caso do córrego do Jardim São João, Araras (SP)**. 2013. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

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

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades @**. [2015]. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=350330&search=|infogr%E1ficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio_> Acesso em: 04 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas de população para 1º de julho de 2014**. [2015]. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_tcu.shtm > Acesso em: 22 abr. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. São Paulo: IPT, 1981. 94 p.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. São Paulo: IPT, 1981. 125 p.

JORGE, M.C.O. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In GUERRA, A.J.T (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-145.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

MARINHO, V.L.F. **Estudo Ambiental na Bacia do Ribeirão das Furnas/Araras (SP)**. 1999. 113f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 1999.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

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.

NIR, D. **Man a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

OLIVEIRA, E.L.A.; RECKZIEGEL, B.W.; ROBAINA, L.E.S. Modificações na morfologia dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS. **Revista RA’EGA – O espaço geográfico em análise**. Curitiba, n.11, p. 103-113, 2006. Disponível em: <
<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/7752> > Acesso em: 22 abr. 2015

PASCHOAL, L.G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão de Santa Gertrudes/SP**. 2010. 105f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.

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 de Geomorfologia, Recife: UGB, 2010, p.1 – 13.

PASCHOAL, L.G.; CUNHA, C.M.L. Uso da terra na bacia hidrográfica Córrego do Marroti e Córrego Gonçalves e sua interferência nos elementos hidrogeomorfológicos: área de mineração. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 9, 2012, Rio de Janeiro, **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2012, p.1 - 4. Disponível em: < <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/8/8-86-182.pdf> > Acesso em: 24 mai. 2015.

PELLOGIA, 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 (USP)**. São Paulo, n.16, p.24 – 31, out. 2005.

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

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

PITTON, S.E.C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**.1997. 272 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

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

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 2012. (Coleção Repensando a Geografia)

SANTOS FILHO, R. D. dos. Antropogeomorfologia Urbana. In GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 227-246.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira** 5 ed.. São Paulo: EDUSP, 2009

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. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.

SIMON, A.L.H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007. 185f.

Dissertação (mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007.

SOUZA, T.A. **Uma contribuição ao conhecimento geomorfológico do litoral paulista**. 2008. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

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.

STEINKE, E.T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

TAVARES, A.C.; SILVA, A.C.F. **Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica**. Climep. Rio Claro, v.3, n.1, janeiro/junho 2008, p.4-18.

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.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

NESTLÉ. **Dairy Partners Americas (DPA) inaugura novo Centro de Distribuição em Araras (SP)**. [2013]. Disponível em: < [http://corporativo.nestle.com.br/media/pressreleases/dairy-partners-americas-\(dpa\)-inaugura-novo-centro-de-distribui%C3%A7%C3%A3o-em-araras-\(sp\)](http://corporativo.nestle.com.br/media/pressreleases/dairy-partners-americas-(dpa)-inaugura-novo-centro-de-distribui%C3%A7%C3%A3o-em-araras-(sp)) > Acesso em: 04 ago. 2015.

SILVA, C.M.dos SANTOS. **Mineração de areia e cascalho e o meio ambiente num setor do Rio Mogi – Guaçu (Município de Araras/SP)**. 1997. 126f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1997.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, n.20, p. 111 – 125, agos. 2010.

SATO, S.E. **Zoneamento Geoambiental do Município de Mongaguá Baixada Santista (SP)**. 2008. 167f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

9. APÊNDICES

Tabela 4: Quantificação das feições geomorfológicas na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) no cenário de 2010 - área total.

Feições Geomorfológicas	Período
	2010
Aterro	1,34 Km
Corte	2,49 Km
Canal pluvial	5,80 Km
Canal retelinizado	7, 19 Km
Cursos fluviais	19,84 Km
Curso fluvial canalizado	2,78 Km
Cursos fluviais de fundo plano	13, 75 Km
Cursos fluviais de fundo em V	3,31 Km
Lagos/lagoas	0,03 Km
Ravina	3
Ruptura topográfica suave	3,35 Km
Ruptura topográfica abrupta	--
Sulco erosivo	27
Voçoroca	1,87 Km

Fonte: carta geomorfológica de 2010. Elaborado e organizado pela autora

Tabela 5: Quantificação das classes de uso e ocupação da terra no ano de 2010 na bacia hidrográfica do córrego do Facão – Araras (SP) – área total

Classes de uso e ocupação da terra	Período	
	2010	
	Km ²	%
Áreas/quadras com edificações	1,36	4,91%
Áreas/quadras parcialmente edificadas	0,80	2,89%
Áreas/quadras sem edificação	0,35	1,27%
Indústrias	1,21	4,39%
Chácaras	0,35	1,27%
Áreas recreativas	0,07	0,27%
Cemitério	0,05	0,18%
Construção rural	0,10	0,39%
Área verde urbana	0,12	0,45%
Cobertura herbácea	1,07	3,87%
Solo exposto	0,25	0,92%
Cultura canavieira	16,95	61,25%
Cultura anual	0,05	0,18%
Citrus	0,12	0,45%
Silvicultura	0,26	0,96%
Pastagem	1,44	5,20%
Vegetação/mata	1,04	3,78%
Vegetação de área alagada	1,14	4,13%
Lagos/lagoas	0,03	0,11%
Outras classes (rodovias, arruamentos ...)	0,83	3,13
Total	26,68	100%
	Km ²	

Fonte: carta de uso e ocupação da terra – cenário de 2010. Elaborado e organizado pela autora