

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Campus de Rio Claro

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREA
URBANA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO DO CASTELO, BAURU (SP)**

LEONARDO DA SILVA THOMAZINI

Rio Claro, SP
2013

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Campus de Rio Claro

LEONARDO DA SILVA THOMAZINI

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREA
URBANA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO DO CASTELO, BAURU (SP)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Rio Claro, SP
2013

551.4a Thomazini, Leonardo da Silva
T465a Análise da fragilidade ambiental em área urbana: o caso da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo, Bauru (SP) / Leonardo da Silva Thomazini. - Rio Claro, 2013
143 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Genira Maria Lupinacci da Cunha

1. Geomorfologia. 2. Expansão urbana. 3. Fragilidade física. I. Título.

LEONARDO DA SILVA THOMAZINI

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREA
URBANA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO DO CASTELO, BAURU (SP)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof.^a Dr.^a Cenira Maria Lupinacci da Cunha – Orientadora
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro

Prof.^a Dr.^a Regina Célia de Oliveira
Instituto de Geociências
Universidade Estadual de Campinas

Prof.^a Dr.^a Andréia Medinilha Pancher
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro

Rio Claro, SP ____ de _____ de _____

**Dedico este trabalho aos meus
pais Oswaldo e Aida e a minha
noiva Talita Antunes.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, criador e mantenedor da vida e fonte de sabedoria.

Agradeço a minha família, em especial os meus pais, Aida e Oswaldo Thomazini, pelos esforços feitos sem medida para a realização do meu sucesso e da minha felicidade. Aos meus avós, em especial meu avô Oswaldo Thomazini pela dedicação e ajuda nos trabalhos de campo e ao meu primo Gabriel Salazar pela colaboração na vetorização dos mapas. Também agradeço ao meu irmão Bruno, um grande exemplo na minha vida.

Agradeço especialmente a minha noiva, amiga e companheira, Talita Antunes, por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis, me incentivando e acreditando no meu sucesso. Obrigado por fazer parte da minha vida, meu “porto seguro”.

Agradeço a minha orientadora Prof^ª Dr.^a Cenira Maria Lupinacci da Cunha, responsável pelo meu crescimento e desenvolvimento acadêmico e para a qual possuo imensa admiração, sempre comprometida com a geografia, um exemplo de profissionalismo, orientação e amizade.

Agradeço aos amigos Felipe Comitre (Fantoche), Anderson Akio (Mizu), Renato, Luis Campanha (Lui), Pedro Henrique (BH), Josué Lodi (Zucão) Leandro Campos e Guido DalCol, Danilo Souza (Salame) pela eterna amizade; em especial ao Eli Fernando, amigo sempre presente, ao Felipe Zanatta, “amigo geomorfólogo”, pelos diversos auxílios aos mapas e figuras e ao Guilherme Caramel.

Agradeço ao LAGEO (Laboratório de Geomorfologia) e ao LAFS (Laboratório de Análises de Formações Superficiais) do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) da UNESP/ Rio Claro, em especial a Suely Teodoro de Souza Martins, pela orientação das análises granulométricas em laboratório e ao CNPQ pelo financiamento deste trabalho, sem o qual não seria possível a concretização do mesmo.

Agradeço a Prefeitura Municipal de Bauru, pelo fornecimento dos materiais e informações necessárias à concretização deste trabalho.

Para ser sábio, é preciso primeiro temer a Deus, o Senhor. Se você conhece o Deus Santo, então você tem compreensão das coisas. A sabedoria fará com que você viva uma vida mais longa. (Bíblia Sagrada, Provérbios 9:10 e 11, NTLH)

RESUMO

O crescimento urbano no Brasil, observado nos últimos anos, processa-se sobre um ambiente natural, que é alterado e transformado pelas ações antrópicas exercidas sobre o relevo. A paisagem natural, agora urbanizada, apresenta uma nova dinâmica morfológica e que carece ser estudada seguindo as proposições apresentadas pela Geomorfologia Urbana, a qual considera o desenvolvimento dos processos geomorfológicos no período de tempo humano. Diante das observações *in loco* do desenvolvimento de processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo, localizada no município de Bauru (SP) e que possui características de expansão urbana, organizou-se este trabalho que tem como objetivo geral diagnosticar as condições físico-ambientais da Bacia do Córrego do Castelo, apontando os problemas oriundos da urbanização, bem como as fragilidades do relevo nas áreas de expansão urbana. A fim de alcançar tal objetivo, o presente trabalho pautou-se no arcabouço teórico-metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, o qual considera a Bacia Hidrográfica como um sistema aberto, exercendo o sistema de *output* e *input* de energia, e na proposta metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001) referente às unidades ecodinâmicas instáveis e estáveis. Para isso, foram elaborados materiais cartográficos de síntese como, a carta de Fragilidade Ambiental, Fragilidade Física e Derivações Ambientais e Transgressões Legais, respaldadas pela carta Geomorfológica, o esboço Morfo-Pedológico, a carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra e a carta de Concentração do Escoamento Superficial. As análises dos materiais cartográficos, juntamente com os trabalhos de campo, sob a visão holística, possibilitaram a realização do objetivo proposto, à medida que foram identificadas as áreas de maior fragilidade ambiental e física da Bacia do Castelo, bem como a influência da urbanização no desenvolvimento dos processos erosivos.

Palavras Chave: Geomorfologia Urbana, Bacia Hidrográfica, Fragilidade Ambiental.

ABSTRACT

Urban growth in Brazil, observed in recent years, takes place on a natural environment, which is changed and transformed by human actions exerted on relief. The natural landscape, now urbanized, presents a new dynamic morphological and needs to be studied by following the proposals presented by the Urban Geomorphology, which considers the development of geomorphological processes in human time. With these observations *in loco* of the development of erosion processes in Watershed of Stream Castelo, set in the city of Bauru (SP), which has the characteristics of urban expansion, this work was organized that has as general aim to diagnose physical and environmental conditions of Watershed of Stream Castelo, pointing out the problems arising from urbanization as well as the weaknesses of the relief in the areas of urban expansion. To achieve this goal, this study was based on theoretical-methodological General Systems Theory, which considers the watershed as an open system, exercising the system of output and input power, and the proposed methodological Ross (1990, 1994 and 2001) for the ecodynamic units stable and unstable. For this were developed cartographic synthesis materials as the map of Environmental Fragility, Physical Fragility and Environmental Derivations and Legal Violations, supported by Geomorphological letter, Morpho-Pedological sketch, the letter of Vegetation Cover and Land Use and the letter of Concentration of Superficial Flow. The analysis of cartographic materials, along with the field work, under the holistic view, allowed the realization of the proposed objective as were identified the areas of greatest environmental and physical fragility of Castle Watershed as well as the influence of urbanization on development of erosion processes.

Keywords: Urban Geomorphology; Watershed; Environmental Fragility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do córrego do Castelo.....	26
Figura 2 - Local do ponto de coleta na bacia do córrego do Castelo, com imagens das respectivas coletas.	28
Figura 3 - A. – Fotomicroscopia da amostra 1 com ampliação de 4x3x (nicóis invertidos); B. - Fotomicroscopia da amostra 1 com ampliação de 10x3x (nicóis invertidos).....	29
Figura 4 - Fotomicroscopia da amostra 1 sendo: A. – ampliação de 10x3 e B. - ampliação de 10x3x (nicóis invertidos).....	30
Figura 5 - Fotomicroscopia da amostra 2 com um mineral de Zircão, sendo: A. – ampliação de 10x3 e B. - ampliação de 10x3x (nicóis invertidos).....	31
Figura 6 - Fotomicroscopia da amostra 2 mostrando a cimentação por argila, sendo: A. – ampliação de 63x3 e B. - ampliação de 63x3x (nicóis invertidos).....	33
Figura 7 - Pluviograma do Posto Bacia Bauru - Acumulado Médio Mensal de 1939 a 1999.....	35
Figura 8 - Carta Clinográfica da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo.....	37
Figura 9 - Base Cartográfica da Bacia do Córrego do Castelo – Bauru (SP).....	56
Figura 10 - Unidades Taxonômicas do relevo.....	58
Figura 11 - Símbolos da carta Geomorfológica e os respectivos autores.....	62
Figura 12 - Bacia hidrográfica do córrego do Castelo com destaque para : 1 – uso da terra de Urbanização Densa e 2 – uso da terra de Expansão Urbana;.....	65
Figura 13 - Bacia hidrográfica do córrego do Castelo com destaque para: 1 – uso da terra de Cobertura Herbácea e 2 – uso da terra de Ocupação Ribeirinha	67
Figura 14 - Base cartográfica da bacia do córrego do Castelo, com os pontos de coleta das amostras de solo para a construção do Esboço Morfo-Pedológico.	74
Figura 15 - Triângulo para determinação das classes texturais.	75
Figura 16 - Compilação das características do solo; A - solo de textura homogênea, B - solo de textura heterogênea.....	76
Figura 17 - Setores de Planejamento do município de Bauru	Erro! Indicador não definido.
Figura 18 - Bacias hidrográficas da área urbana de Bauru e seus respectivos setores de planejamento.	Erro! Indicador não definido.
Figura 19 - Macrozoneamento do município de Bauru.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 20 - Sobreposição dos materiais cartográficos para a confecção da carta de Fragilidade Ambiental.....	88

Figura 21 - Sobreposição dos documentos cartográficos para a confecção da carta de Fragilidade Física.....	90
Figura 22 - Carta da Fragilidade Física da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	93
Figura 23 - Carta da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	94
Figura 24 - Carta Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	95
Figura 25 - Carta da Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	96
Figura 26 - Carta da Concentração do Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	97
Figura 27 - Esboço Morfo-Pedológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	98
Figura 28 - Carta de Restrições Legais e Derivações Ambientais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo.....	99
Figura 29 - Divisão da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo em Setores para a análise dos resultados.....	100
Figura 30 - Identificação do Setor de análise 1, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	101
Figura 31 - Identificação do Setor de análise 2, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	103
Figura 32 - Identificação do Setor de análise 3, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	106
Figura 33 - Identificação do Setor de análise 4, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	108
Figura 35 - Identificação do Setor de análise 5, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	110
Figura 36 - Identificação do Setor de análise 6, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	112
Figura 37 - Identificação do Setor de análise 7, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	114
Figura 38 - Identificação do Setor de análise 8, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	116
Figura 39 - Identificação do Setor de análise 9, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	119
Figura 40 - Identificação do Setor de análise 10, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz dos índices de dissecação do relevo da bacia hidrográfica do córrego do Castelo...59
Tabela 2 - Distribuição das classes da carta de Escoamento Superficial71
Tabela 3 - Valores das variáveis utilizadas na construção da carta de Fragilidade Ambiental.....85
Tabela 4 - Classes da Fragilidade Ambiental87
Tabela 5 - Classes de Fragilidade Física91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Padrões de forma de relevo	59
Quadro 2 - Elementos de interpretação de imagem.....	63
Quadro 3 - Combinações dos valores referentes as variáveis utilizadas na confecção da carta de Fragilidade Ambiental, em suas respectivas classes.	86
Quadro 4 - Combinações dos valores referentes as variáveis utilizadas na confecção do carta de Fragilidade Física, em suas respectivas classes.	90

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Avenida Nuno de Assis as margens do Rio Bauru.....	41
Foto 2 - Canalização do Córrego do Castelo	44
Foto 3 - Construção da Avenida Nações Norte.....	44
Foto 4 - Avenida Nações Norte.....	45
Foto 5 - Ressignificação da Avenida Nações Norte pela população.	47
Foto 6 - Carros parados na Avenida Nações Norte, proporcionando momentos de lazer mediante o som alto.	48
Foto 7 - Processo de construção da Avenida Nações Norte, com destaque ao fundo do Futuro Parque do Castelo.....	49
Foto 8 - Rupturas topográficas, no contato do Setor 2 com o 10, a montante do Córrego do Castelo.	104
Foto 9 - Modificação do relevo por meio de aterros e cortes topográficos para a construção da Avenida Nações Norte.	105
Foto 10 - Alterações topográficas no relevo para a construção da Avenida Nações Norte	105
Foto 11 - Formação de sulcos erosivos, nos arruamentos característicos do uso da terra de Expansão Urbana.....	113
Foto 12 - Formação de sulcos por meio da concentração do escoamento superficial.	117
Foto 13 - Acumulação de sedimentos de planície no Córrego do Castelo, devido ao aumento dos sedimentos oriundos das voçorocas a montante e dos afluentes.....	120
Foto 14 - Voçoroca no afluente na margem direita do Córrego do Castelo, presente no Setor 10.	122
Foto 15 - Voçoroca antes da construção da Avenida Nações Norte.....	123
Foto 16 - Voçoroca depois da construção da Avenida Nações Norte.....	123

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem da participação das classes de fragilidade ambiental.....	89
Gráfico 2 - Porcentagem da participação das classes de fragilidade física	91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS	18
3. PRINCÍPIOS TEÓRICOS: RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS URBANOS E A GEOMORFOLOGIA	19
4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
4.1.EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA OCUPAÇÃO E URBANIZAÇÃO DE BAURU	38
4.2. DESENVOLVIMENTO E EVOLUÇÃO URBANA DE BAURU	40
4.3. A AVENIDA NAÇÕES NORTE E SUA FUNCIONALIDADE.....	43
5. MÉTODOS E TÉCNICAS	51
5.1. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS	55
5.1.1. Carta Geomorfológica.....	57
5.1.2. Carta da Cobertura Vegetal e Uso da Terra	62
5.1.3. Carta da Concentração de Escoamento Superficial	68
5.1.4. Esboço Morfo-Pedológico	71
5.1.5. Carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais	78
5.1.6 Carta de Fragilidade Ambiental.....	83
5.1.7. Carta de Fragilidade Física.....	89
6. ANÁLISE DOS RESULTADOS	92
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
REFERÊNCIAS BOBLIOGRÁFICAS.....	129
APÊNDICE A - Quadros com as características de cada amostra de solo coletado, sua classificação textural e fotos do momento da coleta.....	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

O objeto de estudo da geografia veio ao longo do tempo ganhando novos atributos e se constituindo no que hoje chamamos de espaço geográfico. A princípio, o objeto de estudo da geografia tradicional naturalista, personificada em Alexandre Von Humboldt, constituía-se na paisagem física e visual, com seus elementos bióticos e abióticos (MORAES, 2007; SPOSITO, 2004).

No final do século XIX e início do XX, eclodindo o pensamento humano/social na geografia, a paisagem ganha uma nova perspectiva relacionada às atividades socioeconômicas. Neste contexto, Christofolletti (1999), apresenta a utilização desta variável por diversas escolas geográficas como a russa e a francesa, destacando as obras de Dokoutchaev e Vidal de La Blanche, respectivamente. A partir do posicionamento destes autores, o homem passa a integrar o espaço geográfico e, portanto, ser elemento essencial de análise do objeto de estudo da geografia. Além de pertencer a este objeto, o homem também cria e o transforma segundo seus interesses e necessidades.

Com o evoluir do conhecimento geográfico e ecológico e em face de perspectivas mais abrangentes sobre as características da natureza, inúmeras propostas foram sendo apresentadas para definir e delinear as unidades componentes da superfície terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 39)

Complementando tal pensamento, Ross (1990) salienta que:

Nesse panorama enormemente diversificado de ambientes naturais, o homem, como ser social, interfere criando novas situações ao construir e reordenar os espaços físicos com a implantação de cidades, estradas, atividades agrícolas, instalações de barragens, retificações de canais fluviais, entre inúmeras outras. (p. 12)

As questões ambientais atuais associadas à ação antrópica, passam então a integrar o objeto de estudo da geografia, que têm na teoria Geral dos Sistemas suas bases metodológicas. Assim, surgem trabalhos que visam à gestão territorial por meio da geomorfologia, nos quais são considerados tanto os *geossistemas* quanto os *sistemas socioeconômicos*.

Em relação a estes dois sistemas, Christofolletti (1999) os denomina como sendo de aspectos físico e socioeconômico, respectivamente, compondo assim uma determinada

paisagem e dando origem, através de sua integração, à *organização espacial*, a qual constitui o objeto de estudo da geografia. Assim, “a Geografia não é o estudo do espaço nem simplesmente dos lugares, mas sim da organização espacial” (CHRISTOFOLETTI, p.41, 1999).

Entre as organizações espaciais, destacam-se as que estão relacionadas com os ambientes urbanos, pois, constituem-se numa importante forma de transformação e recriação da paisagem, onde os aspectos físicos, bióticos, sociais e econômicos interagem, formando um complexo sistema de análise geográfica.

Dentro do ambiente urbano, é possível distinguir diversas escalas de análises, variando desde uma grande metrópole até um pequeno bairro, assim como adotar diversas formas de delimitações dos objetos de estudo, podendo ser tanto o perímetro urbano, como uma bacia hidrográfica. Para este estudo será adotada esta última forma de delimitação.

Segundo Christofolletti (2008, p.427),

[...] a abordagem relacionada com a análise integrativa, na escala local ou regional, representa exemplo da aplicabilidade da concepção holística. Essa concepção abrange a totalidade do sistema, servindo como exemplo o planejamento de bacias hidrográficas.

Assim, o estudo dos impactos ambientais, especificamente nas bacias hidrográficas, numa área urbana, auxilia para que o planejamento urbano seja realizado, considerando não apenas o aspecto territorial, mas sim a qualidade de vida da população, bem como o aproveitamento adequado do território, através do uso e ocupação da terra. Deste modo, são importantes os estudos das formas de relevo que constituem a paisagem a ser ocupada, pois,

A esculturação das formas da paisagem é dinamicamente efetuada através da atuação de inúmeros mecanismos ou processos geomórficos, os quais são iniciados e desenvolvidos pela ação de determinados agentes escultores; dentre esses se destaca a água, considerada o mais importante modelador da paisagem, o agente universal. (CARVALHO et. al. 2001, p. 61).

A bacia hidrográfica torna-se instrumento valioso para se estudar as transformações da paisagem, relacionando os aspectos naturais com os antrópicos, onde se manifestam os resultados dos agentes modeladores. Dessa forma, estudar tais resultados através da ótica geomorfológica pode auxiliar na compreensão dos desequilíbrios naturais e assim, colaborar para um planejamento urbano nos moldes da urbanização sustentável. Além de trazer, como

nas palavras de Carvalho *et. al.* (2001, p.59), “diagnósticos de situações bem como subsídios para o planejamento territorial em suas diversas escalas”, integrando os fatores naturais com os antrópicos, relacionando-os com o crescimento urbano, tendo como finalidade o planejamento.

Através de um estudo geomorfológico adequado, é possível obter resultados bem como uma análise dos processos transformadores da paisagem, que auxiliarão num melhor uso e ocupação da terra. Para Ross (1995, p. 68), “a geomorfologia, pelo seu papel integrador nas ciências da terra, é uma disciplina que muito atende aos interesses da geografia e do planejamento territorial/ambiental”. Assim, contribui-se para que o planejamento urbano vise o desenvolvimento urbano, social e ambiental.

A bacia hidrográfica do Córrego do Castelo, objeto de estudo deste trabalho, é afluente do principal rio que perpassa a cidade de Bauru/SP e está localizada no perímetro urbano que, contudo, não possui todos os elementos urbanos consolidados, podendo caracterizá-la como área de expansão urbana.

Com isso, são intensas as atuações antrópicas sobre o relevo, modificando a paisagem e a morfodinâmica da bacia, como observado *in loco*.

Assim, a bacia do Córrego do Castelo mostra-se como uma área de estudo desafiadora para os estudos geomorfológicos, pautados nos princípios da Geomorfologia Urbana, sob o arcabouço teórico-metodológico da Teoria Geral dos Sistemas.

A seguir serão apresentados os objetivos deste trabalho, os quais impulsionaram a realização das tarefas ao longo da pesquisa: os princípios teóricos pautam este trabalho; as características da área de estudo; o método e as técnicas utilizadas na construção dos produtos cartográficos, essenciais para a concretização dos objetivos; as análises dos resultados obtidos pelos produtos cartográficos e averiguações em campo; por fim, as considerações finais.

2. OBJETIVOS

Este trabalho originou-se das observações e indagações referentes aos processos erosivos presentes na bacia hidrográfica do Córrego do Castelo, localizada em área de expansão urbana e de intensa ação antrópica, proporcionando modificações na paisagem e, conseqüentemente, na morfodinâmica.

Com o intuito de analisar a relevância das ações antrópicas sobre a bacia e considerando as fragilidades ambientais da mesma, tem-se como objetivo geral diagnosticar as condições físico-ambientais da Bacia do Córrego do Castelo, apontando os problemas oriundos da urbanização, bem como as fragilidades do relevo nas áreas de expansão urbana.

Para atingir tal meta, foram traçados como objetivos específicos:

- Analisar a morfometria do relevo e os elementos de superfície por meio de materiais cartográficos;
- Avaliar a dinâmica de uso da terra, por meio do produto da carta de cobertura vegetal e do uso da terra, a fim de compreender a influência dos usos no desenvolvimento dos processos erosivos, bem como identificar as derivações ambientais e transgressões legais, por meio do material cartográfico de síntese;
- Caracterizar o escoamento superficial a fim de compreender os problemas atualmente existentes referentes à drenagem urbana;
- Analisar correlativamente os dados do meio físico adaptando a metodologia de análise integrada da paisagem proposta por Ross (1990, 1994 e 2001) , bem como identificar os impactos existentes na área e as transgressões à legislação ambiental vigente;

Para a concretização de tais propostas, foram elaborados materiais cartográficos de síntese como as cartas de Fragilidades Ambientais, de Fragilidade Física, de Derivações Ambientais e de Transgressões Legais, utilizando-se de adaptações às propostas de Ross (1990, 1994 e 2001) e Moroz, Canil e Ross (1994), respectivamente.

Após a elaboração de tais cartas de síntese, com o respaldo na análise sistêmica, pretendeu-se, de forma holística, abarcar todos os aspectos necessários para se alcançar o objetivo proposto.

3. PRINCÍPIOS TEÓRICOS: RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS URBANOS E A GEOMORFOLOGIA

O crescimento econômico do Brasil nas últimas décadas, juntamente com o desenvolvimento industrial e tecnológico, vêm proporcionando ao país o aumento e o crescimento das cidades. Esta tendência do aumento das cidades mediante o crescimento econômico, foi observada na Inglaterra desde a Revolução Industrial, no século XVIII, e nas demais nações que passaram por tal revolução.

No Brasil, o desenvolvimento urbano intensificou-se a partir da segunda metade do século XX, com os planos de governo do período militar, os quais visavam à construção de obras de infraestrutura como rodovias, ferrovias, portos, produção energética, etc. (SANTOS, 1996; SANTOS e SILVEIRA; 2001).

Para a construção de tais obras, era necessária muita mão-de-obra. Originário do campo, o trabalhador preferiu a cidade para instalar-se, acreditando ser a melhor opção para o seu crescimento financeiro e, conseqüentemente, melhor suporte para a família, pois a cidade proporcionava oportunidades que o campo não dispunha, como serviços diversificados e ascensão social, mesmo que os moldes e a eficiência de tais serviços sejam, ainda hoje, discutíveis. Contudo, fato inegável é que o aumento das concentrações humanas, por meio das cidades, associadas ao desenvolvimento tecnológico e científico, reduziram as taxas de mortalidade e aumentaram a expectativa de vida, proporcionando o aumento vertiginoso da população brasileira, e esta, contribuindo para o crescimento urbano (tanto em número de população, quanto de cidades) (SANTOS, 1996), (SANTOS e SILVEIRA; 2001).

A expansão da malha urbana e a criação de novas estruturas antrópicas ocorreram sobre um estrato (geológico, pedológico e geomorfológico) natural, ou seja, onde a paisagem era, anteriormente, dominada por córregos, morros, vegetação, vales e etc., passou-se a contar com a presença de prédios, avenidas de fundo de vale, ruas pavimentadas... descaracterizando-a e alterando a dinâmica morfogênica (JORGE, 2011).

Segundo Jorge (2011, p. 131), a “geomorfologia é a ciência das formas de relevo e dos processos que as criam”. Estando estes sob as estruturas urbanas, surge a preocupação de estudá-los mediante uma nova ótica, a ação antrópica. Os ambientes urbanos são caracterizados por uma intensa metamorfose, tendo suas paisagens constantemente

modificadas e distantes da forma natural. Deste modo, os padrões aplicados aos meios urbanos, não podem ser os mesmos utilizados em meios naturais.

Os primeiros estudos geomorfológicos relacionados ao ambiente urbano no Brasil, se remetem aos trabalhos de doutoramento de Aziz Ab'Saber (1957, 2007) intitulado *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*, que para Jorge (2011, p.125), é uma obra direcionada “a diversos profissionais, principalmente aos que trabalham com planejamento urbano ou zoneamento dos espaços urbanos, planos de uso e ocupação do solo urbano e políticas públicas de habitação, entre outros”. Entretanto,

[...] ao empregar a expressão sítio urbano, a toma em seu sentido geográfico mais simples, ou seja, o de um pequeno quadro do relevo que efetivamente engloba um organismo humano, ele analisa *a priori*, o *assoalho topográfico* sob a qual se assentou a metrópole (JORGE, 2011, p. 125.).

Contudo, o desenvolvimento dos estudos geomorfológicos em ambientes antropomorfizados exigiu amadurecimento na compreensão da ação humana sobre a morfogênese e a morfodinâmica do relevo, ou seja, a relação e os efeitos da ação humana sobre o relevo, de forma integradora.

Este pensamento, o qual salienta a ação antrópica sobre a morfogênese do relevo e sua dinâmica, irá ganhar destaque nas duas últimas décadas do século XX, tendo como referência o trabalho de Dov Nir (1983), intitulado *Man, A Geomorphological Agent*, o qual apresenta o homem como agente geomorfológico, responsável não apenas pela transformação da paisagem, mas na morfogênese do relevo, alterando a concepção do tempo geológico e, conseqüentemente, a relação espaço-tempo da dinâmica geomorfológica. Concomitante com as ações dos elementos físicos, como o clima, a vegetação, o substrato geológico e a declividade, estão as ações humanas.

Para Christofolletti (1990, p.26),

As potencialidades do grupamento humano ou da sociedade controlam o usufruto da superfície terrestre para satisfazer suas necessidades e interferem sobre os processos e dinâmica reinantes nos elementos dos geossistemas e, também, modificam as características morfológicas.

De acordo com Nir (1983), os efeitos da implantação das estruturas urbanas sobre o ambiente natural consistem, essencialmente, na remoção da vegetação natural, nas restrições de drenagem e na aceleração do *input* e *output* da água no sistema urbano, alterando as

topografias e hidrografias originais, tendo como fim um profundo distúrbio do ecossistema. Para analisar tais efeitos, o autor propõe uma classificação da urbanização em três fases, sendo: o Pré-Urbano, caracterizado pelo período que compreende a transição do ambiente rural para o urbano; o de Construção, indicando um processo mais avançado de urbanização; e o de Desenvolvimento Urbano, onde a malha urbana encontra-se consolidada. (NIR, 1983; JORGE, 2011).

Esta abordagem conceitual e metodológica apresentada por Nir (1983) resultou no termo *Antropogeomorfologia*, que para Santos Filho (2011, p. 230) “é o estudo do ambiente que resulta da presença e da intervenção antrópica no meio natural”. Quando os reflexos de tais intervenções compreendem o meio urbano, construindo uma “interface entre o ambiente construído e o natural”, constituir-se-á em uma *Antropogeomorfologia Urbana*, visando “contribuir para o estudo da cidade no que se refere aos problemas geológico-geomorfológicos em áreas urbanas” (SANTOS FILHO p. 231 - 232).

Segundo Jorge (2011), a ação antrópica sobre a morfodinâmica do relevo presente nos ambientes urbanos é caracterizada pela *Geomorfologia Urbana*, sendo esta, de acordo com Goudie e Viles (1997 *apud* JORGE, 2011, p. 131) “uma compreensão da relação existente entre fatores do meio físico e os impactos provocados pela ocupação humana”. Guerra e Marçal (2006) salientam, também, o trabalho desses autores, destacando que,

[...] a Geomorfologia Urbana procura compreender a relação existente entre a combinação dos fatores do meio físico (chuvas, solos, encostas, redes de drenagem, cobertura vegetal etc.) e os impactos provocados pela ocupação humana, que induzem e/ou causam a detonação e aceleração dos processos geomorfológicos, muitas vezes assumindo um caráter catastrófico. (GUERRA E MARÇAL, 2006, p. 30)

Deste modo, as contribuições da *Antropogeomorfologia Urbana* ou *Geomorfologia Urbana* mostram-se essenciais ao planejamento urbano, tendo em vista que,

[...] o processo de ocupação antrópica altera a configuração geomorfológica – com a inserção de novos volumes (casas e caminhos), ele também altera a drenagem e redesenha as bacias hidrográficas além de outras modificações paisagísticas notáveis, cujo resultado só poderá ser o dano ambiental e o risco ao patrimônio” (SANTOS FILHO, 2011, p. 241)

A capacidade de alteração da paisagem pela ação antrópica é tão significativa, que Peloggia (1998) relaciona os efeitos ao sexto (formas de processos atuais), quinto (tipos de vertentes) e até quarto táxon (tipos de forma de relevo), segundo a classificação taxonômica

do relevo de Ross (1992), propondo, também, um novo período geológico para caracterizar esta época de intensa ação antrópica sobre o relevo, o *Quinário* ou *Tecnógeno*. Deste modo, o uso do primeiro termo refere-se a um período posterior ao Quaternário, e o segundo refere-se ao período por este ser caracterizado pela presença da técnica nas ações humanas.

Para Oliveira (1990 *apud* PELOGGIA, 1997, p. 263), alguns autores utilizam-se do termo *Antropógeno* para “indicar o período geológico mais recente, marcado pela evolução do homem”. Nesse, os processos ditos *Antropogênicos* estariam indicando o período de suas ocorrências, podendo ou não estar relacionados às atividades humanas. Assim, salienta que para identificar um período ligado à ação humana sobre os ambientes naturais, melhor seria empregar o termo *tecnógeno* (originado pela técnica), pois este,

[...] destaca a importância em se considerar que os eventos resultantes da ação humana refletem uma ‘ação técnica’ e, neste aspecto sua adoção tem larga vantagem sobre a do antropogênico, pois a técnica, conjunto dos processos por meio dos quais os homens atuam na produção econômica e qualquer outra que envolve objetos materiais, surge com o homem. (OLIVEIRA, 1990 *apud* PELOGGIA, 1997, p.263)

Deste modo, “todo evento tecnogênico (origem) seria antropogênico (período), o inverso não sendo necessariamente verdadeiro” (OLIVEIRA, 1990 *apud* PELOGGIA, 1998, p.34).

Portanto, *Quinário* ou *Tecnógeno* seria

[...] o período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais. (OLIVEIRA, 1990 *apud* PELOGGIA, 1997, p.263).

Este período tem início na chamada Revolução Neolítica, marcando as profundas transformações da natureza impressas pelo homem a partir da produção agrícola e pastoril, seguindo até as mais intensas e modernas industrializações hoje vivenciadas, o que define o Holoceno como época de transição entre o Quaternário (Pleistoceno) e o *Quinário* ou *Tecnógeno*.

Como a Revolução Neolítica não ocorreu em tempos semelhantes em todo o mundo, a passagem do Quaternário para o *Quinário* se deu de forma anacrônica. (PELOGGIA, 1998).

As consequências deste período, além da transformação da paisagem e a inserção de uma nova dinâmica morfogênica do relevo, foram responsáveis pelo surgimento dos depósitos Tecnogênicos, o qual

[...] caracteriza uma vasta gama de depósitos formados como resultado da ação humana (...). Tentativamente, poder-se-ia classificá-los em três tipos [genéticos] principais: “construídos” (aterros, corpos de rejeito, etc.); “induzidos” (assoreamento, aluviões modernos, etc.); e “modificados” (“depósitos” naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos, etc.). (OLIVEIRA, 1990 *apud* PELOGGIA, 1998, p. 73)

Contudo, os processos tecnogênicos, capazes de influenciar e alterar a dinâmica e gênese do relevo, não devem ser desvinculados dos processos naturais, pois, mesmo tendo cada agente do relevo funções e importâncias definidas, é impossível tratá-los separadamente, sendo necessário caracterizá-los como um sistema. Assim, um sistema é caracterizado pelas suas partes, onde a atuação individual dos elementos influencia no todo e, por sua vez, o todo influenciará em cada parte. (NIR, 1983).

A relação entre os sistemas físicos e sociais, apresentada pela geomorfologia antropogênica (NIR, 1983) e abarcada pela Geomorfologia Urbana, é de suma importância à gestão urbana e ambiental, pois, desta forma é possível entender a intensidade de ação do homem sobre o meio físico e “compreender em que medida essas transformações do meio ambiente, causadas pelo homem, podem ser responsáveis pela aceleração de certos processos geomorfológicos.” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 29). Ou seja, em que medida o desmatamento para a ocupação urbana das vertentes, a impermeabilização dos solos, a canalização e concentração dos cursos d’água, bem como os diversos tipos de uso e ocupação da terra, podem contribuir para a ocorrência anormal de processos erosivos como sulcos, ravinas, voçorocas e, até mesmo, movimentos gravitacionais, nos diversos ambientes geomorfológicos.

As intensas modificações e transformações da paisagem em áreas urbanas, como aterros e cortes topográficos, canalização de drenagens e, conseqüentemente, alteração do nível de base das mesmas, proporcionam uma evolução geomorfológica acelerada, alterando a dinâmica natural da paisagem, levando ao desenvolvimento dos processos erosivos. (CHRISTOFOLETTI, 2008)

O desenvolvimento de tais processos em ambientes naturais está, frequentemente, associado ao desequilíbrio do sistema, ocasionando *cicatrices* na paisagem. Quando esses

processos se desenvolvem em ambientes antropizados, ocasionam os impactos ambientais. Ainda, quando os ambientes antropizados são ocupados, como nos ambientes urbanos, além dos impactos ambientais há o risco à vida da população ali instalada (GERRA e MARÇAL, 2006)

A ação humana torna-se, portanto, fator chave na morfodinâmica dos ambientes naturais, à medida que o homem ocupa áreas impróprias ao assentamento urbano como, encostas íngremes, fundos de vale e, também, quando impermeabiliza o solo, modificando os padrões de infiltração, escoamento superficial e vazão das drenagens, além de interferir no ciclo hidrológico.

A ampliação das áreas urbanizadas, devido à construção de áreas impermeabilizadas, repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e a ocorrência de ondas de cheia. (CHRISTOFOLETTI, 2008, p. 424)

Com isso, mostra-se necessário os estudos da Geomorfologia Antropogênica para a gestão urbano-ambiental, com destaque à Geomorfologia Urbana, pautados sob o arcabouço teórico-metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, que sob a visão holística, visa integrar os elementos físicos e sociais do sistema.

Para Christofoletti (2008, p. 422), a aplicação do conhecimento geomorfológico ao planejamento urbano dá-se em duas perspectivas: “o estudo específico das características morfológicas e dos processos morfogenéticos enquadra-se na perspectiva de analisar os componentes do sistema ambiental físico em áreas urbanizadas”, enquanto a “segunda perspectiva consiste em analisar a vulnerabilidade das áreas urbanizadas, em face dos azares naturais”.

Dessa maneira, buscou-se, com este trabalho, desenvolver um estudo capaz de auxiliar os órgãos responsáveis no planejamento territorial de áreas urbanizadas, a fim de que as decisões tomadas possam contribuir para o desenvolvimento social com qualidade ambiental.

4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica do córrego do Castelo (BAURU - SP) possui uma área de aproximadamente 10,93 km², estando situada na cidade de Bauru, no estado de São Paulo, limitada pelas coordenadas geográficas 22° 17'S e 22° 18'S e 49° 3'W e 49° 6'W (Figura 1), sobre formações geológicas pertencentes ao Grupo Bauru, localizadas no compartimento geomorfológico do Planalto Ocidental Paulista, o qual se insere na Bacia Sedimentar do Paraná, no estado de São Paulo.

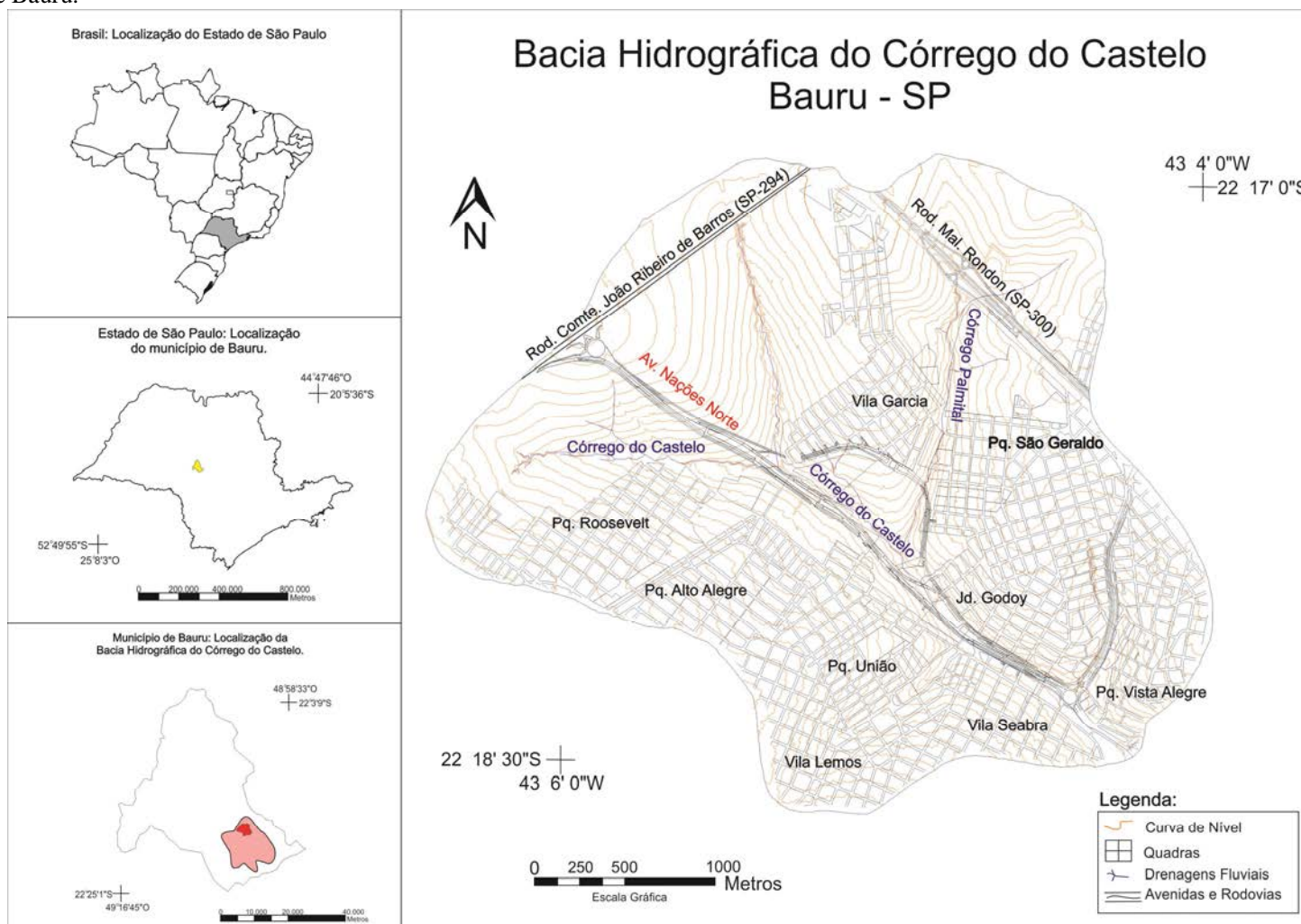
A maior parte do território do Estado de São Paulo se encontra na unidade geológica da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta, segundo o IPT (1981b), constitui uma unidade geotectônica estabelecida sob a Plataforma Sul-Americana, a partir do Devoniano, ou até mesmo do Siluriano.

Segundo o mesmo autor (p.46), “a subsidência dessa bacia, mesmo com caráter oscilatório, permitiu a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio”, que juntamente com uma inclinação homoclinal das camadas paleozoicas e mesozoicas em direção ao interior da bacia, a oeste do Estado de São Paulo, permitiram a formação de um grande grupo geológico, o Grupo Bauru, recobrando as lavas basálticas do Planalto Ocidental.

O Grupo Bauru, datado do Cretáceo Superior, abrangendo a área da bacia do córrego do Castelo, é constituído, segundo Soares (1980) e Almeida (1980, *apud* IPT, 1981a), pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Para Almeida Filho (2000), na bacia do rio Bauru, onde se insere a Bacia do Córrego do Castelo, são encontradas as Formações Adamantina e Marília em proporções semelhantes. Esta última se encontra nas regiões mais altas, recobrando a Formação Adamantina, que por sua vez, aparece nas “porções mais rebaixadas dos vales dos principais rios”. (IPT, 1981a, p. 73)

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do córrego do Castelo; no contexto do estado de São Paulo, do município de Bauru e da área urbana de Bauru.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal (2012);
Elaboração: Felipe Zanatta e Autor (2013)

A formação Adamantina,

[...] abrange um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, cor de róseo a castanho, portanto estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 metros, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho avermelhado a cinza-castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, frequentemente com marcas de onda a microestratificação cruzada. (SOARES, 1980, p. 180 *apud*. IPT, 1981a, p.73).

Ainda, o IPT (1981a, p.73) salienta a “ocorrência de seixos de argilito da própria unidade, cimento e nódulos carbonáticos”.

Já a Formação Marília “depositou-se em um embaciamento localizado ao término da deposição Bauru, em situação parcialmente marginal, repousando geralmente sobre a formação Adamantina”, localizando-se “entre os médios vales dos rios Tietê e Paranapanema” (IPT, 1981a, p. 77), sendo composta:

[...] por arenitos de grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis; ocorre em bancos com espessura média entre 1 e 2 m, maciços ou com acamamento incipiente, subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados, raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários são encontrados. (SOARES 1980, p.182 *apud* IPT, 1981, p.77)

Na bacia estudada há a ocorrência de dois afloramentos rochosos, dos quais foram coletadas amostras (Figura 2), efetuada a laminação destas e análises no microscópio.

Figura 2 - Local do ponto de coleta na bacia do córrego do Castelo, com imagens das respectivas coletas.



Ponto de coleta 1



Ponto de coleta 2



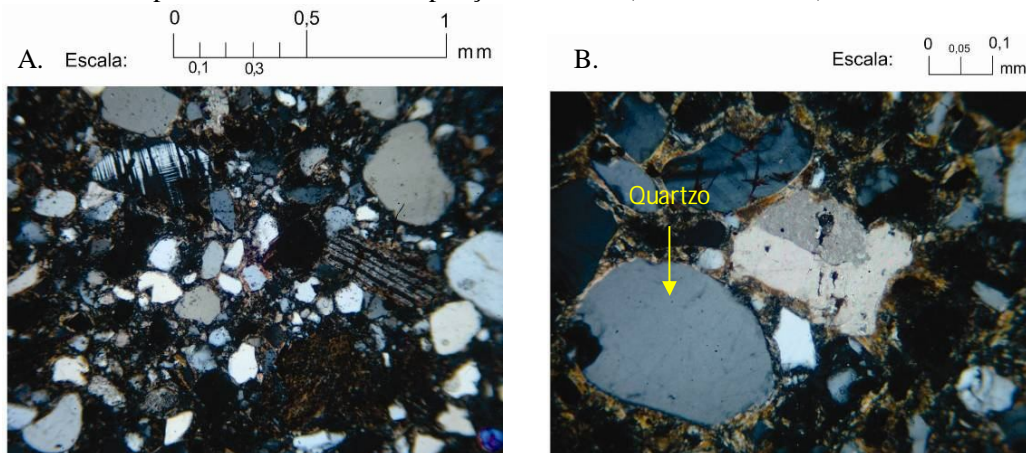
Fonte: Fotos obtidas pelo autor, 2012.

As análises microscópicas das amostras foram assistidas pelo professor Dr. Antenor Zanardo, do Departamento de Petrologia e Metalogenia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, campus Rio Claro.

Na amostra número 1, referente ao ponto de coleta 1, a análise permitiu classificar a rocha como: *Arenito conglomerático subarcoziano, com seixos de rocha carbonática e vulcânica*. Apresentando, na descrição mesoscópica, características de rocha marrom avermelhado com difusas manchas milimétricas a centimétricas de tonalidade creme acinzentado, com formas arredondadas (elípticas a esféricas) correspondentes a seixos.

Na análise microscópica (Figura 3 e 4), a amostra apresentou estrutura maciça (isótropa), difusamente maculada pela presença de seixos arredondados de rocha sedimentar carbonática ou psamo-pelítica, com diâmetros milimétricos a quase centimétricos. A textura é composta de psamíticas com matriz/cimento argilosos, localmente carbonático com cimento sustentado por grãos e, localmente, em seixos, grãos sustentados por carbonato e/ou argila. Os maiores grãos de quartzo atingem cerca de 700 μm .

Figura 3 - A. – Fotomicroscopia da amostra 1 com ampliação de 4x3x (nicóis invertidos); B. - Fotomicroscopia da amostra 1 com ampliação de 10x3x (nicóis invertidos)



Fonte: Arquivo pessoal

Assim, o quartzo forma grãos com esfericidade e arredondamentos bem variados de alto a baixo, com diâmetro máximo entre 0,7 a 0,8 mm e distribuição granulométrica serial (Figura 3). Os aspectos texturais mostram ser provenientes de diversas fontes, incluindo retrabalhamento de sedimentos ou rochas sedimentares.

Os feldspatos apresentam granulação média pouco inferior ao do quartzo e grau de esfericidade e arredondamento também inferior ao do quartzo. São representados por

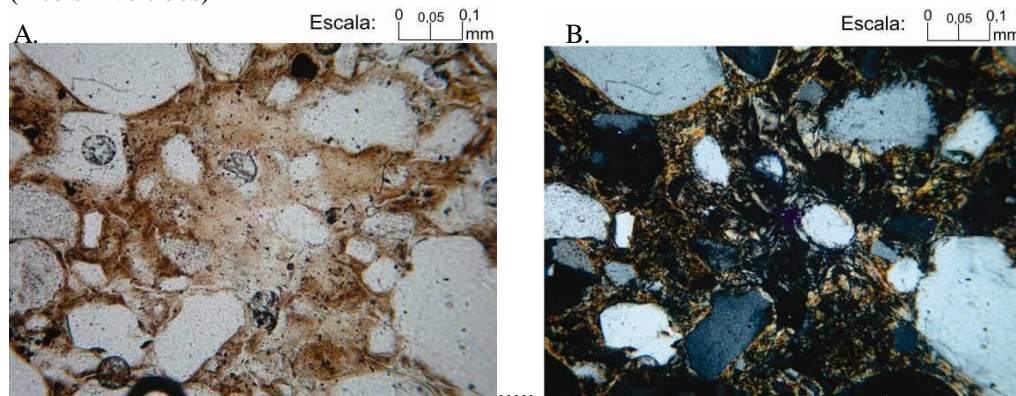
feldspato potássico (microclínio e ortoclásio triclinizado) e secundariamente por plagioclásio, fase cristalina que se encontra mais alterada que a potássica.

O carbonato ocorre distribuído heterogeneamente, formando concentrações arredondadas sustentando grãos de quartzo e feldspatos, localmente mostrando crescimento orientado perpendicularmente às paredes dos grãos. Há a ocorrência, também, como grãos detríticos isolados e raramente cimentados, de grãos que não sejam seixos líticos sedimentares. Aparenta ser representado essencialmente por calcita. A distribuição do carbonato configura seixos arredondados e subarredondados milimétricos a quase centimétricos.

O argilomineral constitui agregados microcristalinos dispostos na forma de películas que envolvem os grãos detríticos, apresentando difusa fibrosidade paralela ou perpendicular ao contorno dos grãos e seixos (Figura 4). Possui boa cristalinidade, dimensões médias entre 2 e 5 μm , birrefringência moderada e coloração marrom, em função da impregnação de hidróxidos de ferro. Localmente aparece em maior concentração sustentando grãos de quartzo detríticos, mostrando tratar-se de seixos argilosos, possivelmente resultantes de retrabalhamento, por enxurradas de material argiloso ressecado (gretas de contração), em função de clima semiárido.

Na rocha foram observados ainda pequenos seixos arredondados de rocha vulcânica básica e/ou vidro vulcânico desvitrificado contendo pequenos cristais de feldspatos e inossilicato parcialmente alterados. Os seixos vulcânicos sugerem ser de rocha básica a intermediária (basalto e/ou alcalinas). Como grãos detríticos pesados, além dos opacos, foram observados zircão, turmalina, rutilo, epidoto e restos de clinopiroxênio.

Figura 4 - Fotomicroscopia da amostra 1 sendo: A. – ampliação de 10x3 e B. - ampliação de 10x3x (nicóis invertidos)



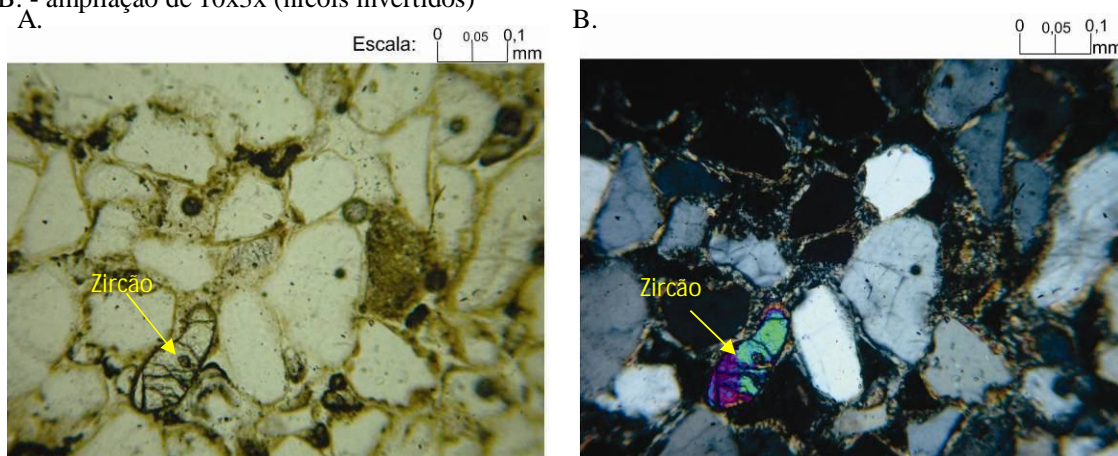
Fonte: Arquivo pessoal

A mineralogia e textura/estrutura evidenciam ser produto de fluxo de detrito em meio aquoso, com grande quantidade de sólidos (corrente de lama), que teria retrabalhado sedimentos lagunares, depositados em ambiente de clima seco (semiárido). Os seixos parecem ser produto de greta de contração de lama carbonática e argilosa depositados em lagos efêmeros. A disposição dos cristais de argilominerais sugere a percolação de água rica em cátions que teria retrabalhado a matriz ou mesmo depositado o material por filtragem químico/mecânica.

A amostra 2, do ponto de coleta 2 (Figura 2), foi classificada como *Arenito arcoziano* a *subarcoziano*, com micro seixos de origem vulcânica, cimentado por argilominerais.

A análise microscópica (Figura 5 e 6) permitiu observar estrutura isótropa com algumas máculas geradas pela presença de seixos milimétricos (até 4 mm de diâmetro) e textura psamíticas de granulação média, com distribuição granulométrica serial, com os maiores grãos de quartzo atingindo cerca de 1,5 mm, seixos líticos de cerca de 4 mm, com a granulação média dos grãos detríticos ficando entre 200 e 300 μm .

Figura 5 - Fotomicroscopia da amostra 2 com um mineral de Zircão, sendo: A. – ampliação de 10x3 e B. - ampliação de 10x3x (nicóis invertidos)



Fonte: Arquivo pessoal

Os grãos exibem esfericidade e arredondamento variado de alto a baixo, evidenciando fontes e graus de retrabalhamento diferentes. Os grãos estão envoltos por película de argila (Figura 6), com fibrosidade paralela e perpendicular aos limites dos grãos clásticos ou seixos líticos. A disposição dos argilominerais, que chegam a formar franjas ao redor dos grãos,

sugere colocação e/ou forte retrabalhamento posterior à sedimentação, processo responsável pela redução acentuada da porosidade inicial.

Assim, o quartzo ocorre sob a forma de grãos predominantemente monocristalinos, com grau de arredondamento moderado a alto, e esfericidade alta a baixa. Alguns grãos são policristalinos ou mostram terem sido deformados antes da sedimentação, evidenciando ser originados de rochas metamórficas; os maiores aparentam ser provenientes de rochas graníticas e de outras rochas sedimentares.

Os feldspatos são menos arredondados e esféricos que o quartzo e apresentam granulação média também, pouco inferior. São representados por feldspatos potássico (microclínio perfitico ou não; e ortoclásio triclinizado), que constitui a fase dominante e, secundariamente, por grãos de plagioclásio que apresentam grau de alteração variado e nitidamente superior ao do feldspato potássico.

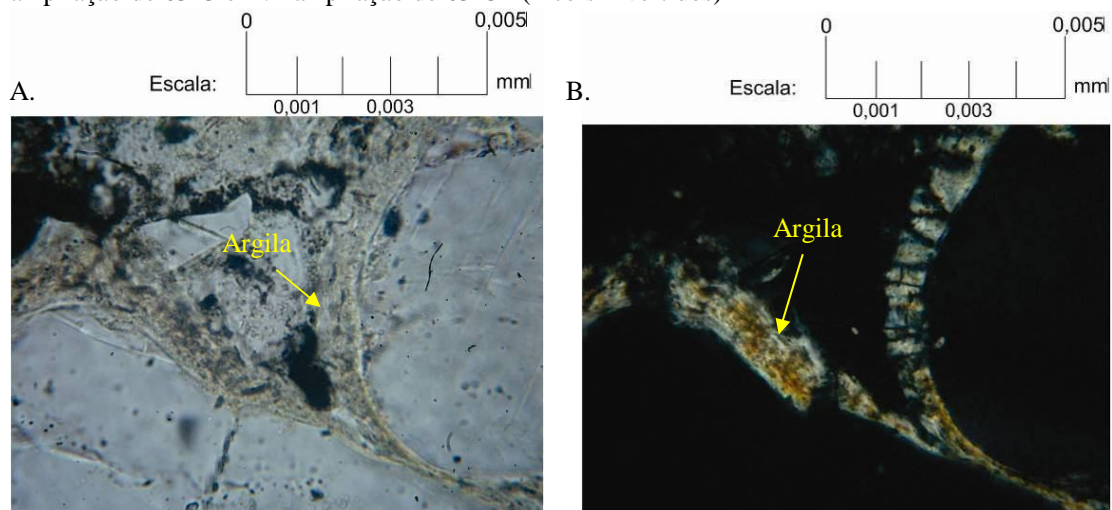
O argilomineral mostra boa cristalinidade, birrefringência moderada, fibrosidade e granulação relativamente grande para argilominerais. A fibrosidade aparece disposta perpendicularmente às bordas dos grãos clásticos, bem como disposição paralela, evidenciando que a organização ocorreu posteriormente à sedimentação. Localmente, a fibrosidade paralela mostra rearranjo para orientação perpendicular ao limite dos grãos. As características ópticas sugerem tratar-se de illita e/ou palygorskita.

Os micro seixos são de natureza bem diversa, exibem esfericidade e arredondamento de moderado a alto, dimensões variando de micrométrica a milimétrica (até 4 mm) e são representados por rocha vulcânica efusiva e/ou vidro vulcânico desvitrificado, com índices de refração parcial a totalmente alterados para filossilicatos microcristalinos, contendo ou não pequenos cristais de plagioclásio, piroxênio e opacos, de natureza básica ou intermediária (basalto e/ou rocha alcalina).

Como grãos detríticos isolados observam-se raras palhetas de muscovita e biotita, restos de clinopiroxênio parcialmente alterados, minerais opacos que ocorrem sob a forma de pequenos grãos arredondados a irregulares, dispostos intersticialmente, apresentando granulação média inferior ao do quartzo e feldspato e similar ao dos outros minerais detríticos pesados (zircão, turmalina, epidoto e rutilo).

O carbonato ocorre como pontuações localizadas, alguns sugerindo tratar-se de grãos clásticos e outros como cimento.

Figura 6 - Fotomicroscopia da amostra 2 mostrando a cimentação por argila, sendo: A. - ampliação de 63x3 e B. - ampliação de 63x3x (nicóis invertidos)



Fonte: Arquivo pessoal

Estas características conferem a esta rocha origem e evolução similar a anterior sem a presença dos seixos líticos carbonáticos, maior quantidade de seixos vulcânicos e menor dimensão dos seixos, além de apresentar evolução diagenética idêntica à rocha da amostra 1.

Esses fatores conferem aos solos boa aderência e compactação, mas o cimento dos grãos é facilmente decomposto pela água, tornando-os suscetíveis ao forte escoamento superficial, o que acarreta na perda das características naturais de tais solos, propiciando o desenvolvimento de processos erosivos.

As características dessas rochas assemelham-se tanto as rochas da formação Marília quanto Adamantina, inviabilizando a identificação da formação a qual a rocha pertence, apenas pela análise microscópica.

Tais condições geológicas refletem nas características do relevo e nos tipos de solos da área estudada. Desta forma, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado São Paulo (ROSS e MOROZ, 1997), a cidade de Bauru, inserida no compartimento geomorfológico do Planalto Ocidental Paulista, apresenta solos do tipo Latossolo Vermelho – Amarelo, que ocorre de forma generalizada, e Argissolo Vermelho – Amarelo, comumente localizado nas vertentes mais inclinadas, ambos possuindo textura média à arenosa.

Diante das condições litológicas, verifica-se no município de Bauru o predomínio de solos muito desenvolvidos, com alteração pronunciada dos minerais primários, característicos de clima quente e úmido (Figura 7). Assim, Almeida Filho (2000) descreve o solo bauruense,

na maior parte do território, como Latossolos Vermelho Escuro, textura média e Argissolos Vermelho, textura arenosa-média.

Segundo Cavaguti (1993, *apud* ALMEIDA FILHO, 2000, p.72) “constatou-se maior tendência à erosão linear em solos Argissolos [sic] que em Latossolos, embora as boçorocas de maior dimensão tenham se desenvolvido em Latossolos”. Isso porque os Latossolos são bem desenvolvidos, estáveis e bem drenados, mas quando sofrem atividades excessivas de ocupação irregular, perdem seus microagregados causando maiores desgastes, surgindo, assim, as voçorocas.

Tais condições pedológicas também se relacionam diretamente a topografia regional. Assim, tanto Ross et. al. (1997) como o IPT (1981b) afirmam que o Planalto Ocidental Paulista, onde se insere a área estudada, abrange cerca de 50% de todo o território paulista, sendo que para Ross (1997) “neste planalto pode-se identificar variações fisionômicas regionais” (p.42), diferenciando algumas fisionomias dentro do Planalto Ocidental. O autor delimita, portanto, o Planalto Centro Ocidental entre tais variações, no qual se insere a bacia do córrego do Castelo. Tal unidade morfoescultural “limita-se ao norte com o Estado de Minas Gerais, a noroeste com o Estado de Mato Grosso do Sul, a sudoeste com o Estado do Paraná e ao sul e leste com a Depressão Periférica Paulista” (p.42), constituindo-se por um relevo de “colinas amplas e baixas com topos convexos e topos tabulares”.

Apresenta, também, entalhamento médio dos vales, inferior a 20m, extensos interflúvios na ordem de 1.750 e 3.750m e declividades médias das vertentes predominando os valores entre 2 e 10%,

[...] esta unidade apresenta um nível de fragilidade potencial baixo, nos setores aplanados dos topos das colinas, entretanto face as características texturais dos solos, os setores de vertentes pouco mais inclinados são extremamente susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando se desenvolvem escoamentos concentrados. (IPT, 1981b, p. 42).

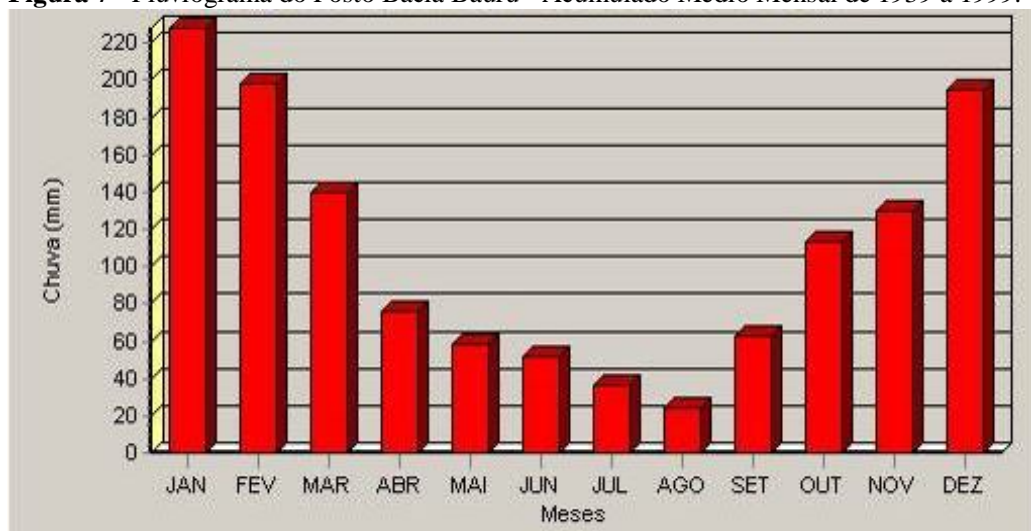
Já na caracterização do IPT (1981b), a mesma área é definida como áreas indivisas, pois, não se assemelham as zonas definidas como Planalto de Marília, Planalto de Monte Alto e Planalto de Catanduva. Possui um relevo com colinas amplas, extensos interflúvios com topos aplanados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão subdentriticó e vales abertos.

A baixa densidade de drenagem provavelmente deve-se as condições lito-pedológicas já que, segundo Santos e Castro (2006), o clima dominante é tropical úmido, tipo Cwa na classificação de Koëppen, com

duas estações bem definidas, uma seca (maio-setembro) e outra chuvosa (outubro-abril), o que lhe atribui características de mesotérmico de inverno seco. A precipitação anual fica ao redor de 1500 mm, a temperatura média do mês mais frio é de 20° C e a do mês mais quente de 27°C. (SALOMÃO, 1994 *apud.* SANTOS; CASTRO, 2006, p. 49)

Os meses mais chuvosos são janeiro e fevereiro e o mais seco é agosto que se caracteriza como o período de maior estiagem (Figura 7).

Figura 7 - Pluviograma do Posto Bacia Bauru - Acumulado Médio Mensal de 1939 a 1999.



Fonte: SIGRH. Município Bauru, posto bacia Bauru,
Localização: 22°19'49"02"Bauru

Deste modo, a Bacia do Córrego do Castelo, no período chuvoso, recebe grande quantidade de água pluvial, direcionada às áreas de várzea, ocasionando enchentes, destruindo obras públicas como ruas, pontes e até mesmo algumas casas dos moradores que se assentaram em áreas impróprias à ocupação urbana. Além do aumento do escoamento superficial, estas condições pluviométricas influenciam diretamente na formação dos processos erosivos lineares da região (ROSS e MOROZ, 1997).

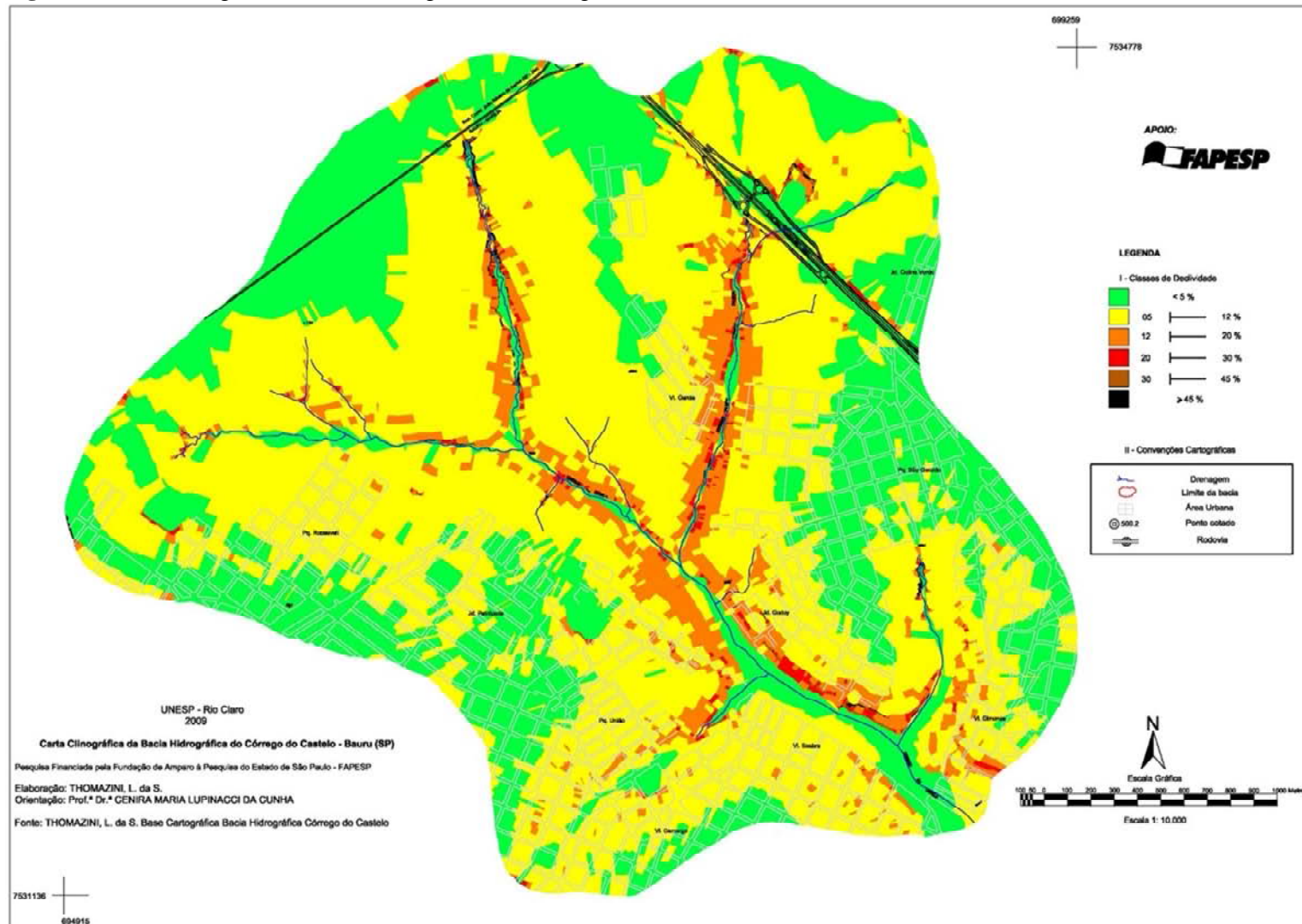
Os extensos interflúvios, característicos da região, proporcionam à área de estudo declividades predominantes entre <5% e 5 a 12% (Figura 8). Apesar dos baixos índices clinográficos, as longas vertentes contribuem para as elevadas taxas de Energia do Relevo se comparadas aos aspectos físicos do relevo, com destaque para as classes *Fraca* e *Forte* (THOMAZINI, 2010). Tais características, somadas à impermeabilização do solo oriundo da urbanização, imputem às águas pluviais, alto nível da energia de escoamento superficial. Como o solo está impermeabilizado, a água e, conseqüentemente, sua energia, são direcionadas para as drenagens, acarretando em erosões no fundo de vale, aumento de vazão e do poder erosivo do rio, trazendo desequilíbrio, deste modo, para toda a dinâmica da bacia hidrográfica.

De acordo com Almeida Filho (2000), a região drenada pela Bacia do Córrego do Castelo apresenta duas grandes voçorocas, uma no bairro Parque União e outra no São Geraldo. A primeira possui aproximadamente 200 metros de comprimento por 6 metros de profundidade e 20 metros de largura, originada pela expansão urbana que propiciou o aumento das águas pluviais por meio da canalização, gerando sucessivos processos de reativação, os quais atualmente encontram-se recuperados. Já a do bairro São Geraldo é uma das maiores da cidade com 800 metros de comprimento por 7 metros de profundidade e 20 metros de largura, possuindo uma faixa de 200 metros nas laterais sem ocupação urbana. Após esta, a área está densamente urbanizada.

Trata-se de uma erosão aterrada com lixo/ terra na cabeceira, onde foi implantada linha de tubos por toda a sua extensão, coletando águas pluviais de montante e das laterais. Esta rede implantada foi totalmente destruída pela concentração das águas superficiais e ação da água subterrânea “piping”, e implantação da rede de drenagem sobre aterro com lixo. Atualmente, a área está sendo urbanizada pela prefeitura com a construção de uma avenida e contempla medidas de estabilização da boçoroca. (ALMEIDA FILHO, 2000, p. 150)

Portanto, trata-se de uma área com suscetibilidade à formação de processos erosivos devido às condições litológicas, pedológicas e climáticas. Esses processos erosivos podem ser agravados pela ocupação urbana por meio da construção de loteamentos, avenidas, rodovias e aterros, dando novas características à formação de erosões, diferentes das condições normais conhecidas para tal ambiente.

Figura 8 - Carta Clinográfica da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo



Fonte: Thomazini, 2010

4.1.EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA OCUPAÇÃO E URBANIZAÇÃO DE BAURU

A ocupação da região onde hoje se localiza a cidade de Bauru remete ao tempo de desbravamento do interior paulista, a partir da segunda metade do século XIX, quando o declínio das minas de ouro, da então Província das Minas Gerais, e o crescente desenvolvimento da cultura cafeeira paulista, intensificaram os movimentos migratórios às regiões até então denominadas como “terras desconhecidas habitadas por índios” (LICEU NOROESTE, [1977?], p.7).

No entanto, há registro de tentativas de ocupação e estabelecimento de lavouras por meio do bandeirante Manuel Lopes, em 1750, com a finalidade de abastecer as monções do rio Tietê, mas que barraram na resistência dos silvícolas e dos índios Caingangues (LICEU NOROESTE, [1977?]). Há que destacar alguns bravos exploradores do sertão paulista de terras inóspitas, como Pedro Francisco Pinto e Sebastião Pereira. Tendo este último adentrado pela foz do ribeirão Bauru e achado terras férteis próximas ao ribeirão da Água Parada e constituído uma lavoura (LICEU NOROESTE, [1977?]).

A intensificação das incursões no interior de São Paulo, nos anos de 1850, destacam dois grandes personagens: Felicíssimo Antônio de Souza Pereira e Antônio Pereira do Espírito Santo; os quais se estabeleceram em terras da Água Parada e do córrego Águas das Flores, respectivamente (LICEU NOROESTE, [1977?]).

Além do mais, Felicíssimo Antônio de Souza Pereira,

[...] estava vinculado à preocupação dos governos das Províncias de São Paulo e Mato Grosso que, além da formação de novos núcleos, pretendiam realizar uma ligação entre as duas províncias através da abertura de um grande ‘picadão’ que, partindo de Piracicaba, atingisse Santana do Parnaíba, passando pela região de Avanhandava, o que também facilitaria o acesso à colônia militar instalada naquele local. (LICEU NOROESTE, [1977?], p. 8)

Desta maneira, como o último posto mais importante era a vila de Botucatu, Felicíssimo Antônio Pereira iniciou sua empreitada nos fins dos Campos Novos de Bauru, sendo responsável pela abertura do picadão que ligaria a Vila de Botucatu até o Salto de Avanhandava. Tal atividade proporcionou a instalação de diversas fazendas ao longo do ribeirão Bauru, constituindo o denominado “bairro Bauru” (LICEU NOROESTE, [1977?], p. 9).

Em 15 de novembro de 1884, Antônio Teixeira do Espírito Santo, destacado anteriormente, fez a doação de 57 hectares e 25 acres aos santos: Divino Espírito Santo e São Sebastião de Bauru, sendo o início do patrimônio de Bauru. Em 17 de abril de 1888, por meio de Faustino Ribeiro da Silva, presidente da Câmara de Lençóis, é designado um arruador para o Bairro do Bauru e 10 mil réis para a construção da capela.

Contudo, no ano de 1889, a capela e Bairro de Fortaleza, próximos ao Bairro do Bauru, é elevada a condição de município. Mas a chegada de diversas famílias como as de Azarias Leite, Coronel João Batista de Araújo Leite e Coronel José Ferreira de Figueiredo, sendo este último o fundador da fazenda Val de Palmas, plantando 500 mil cafeeiros em suas terras, destinaram suas atividades à lavoura e outras funções rurais, proporcionando um desenvolvimento econômico e uma ocupação territorial mais intensa e significativa, capaz de atrofiar o progresso da, então, cidade de Fortaleza (LICEU NOROESTE, [1977?]).

Com isso, criou-se uma disputa política entre o município de Fortaleza e os bauruenses, os quais exigiam a criação do distrito de paz, concedido pelo estado em agosto de 1893, sendo João Batista de Araújo Leite eleito Juiz de Paz.

Ao longo dos anos, o Bairro do Bauru foi somando terras que eram doadas e aumentando, cada vez mais, sua população chegando, em 1985, a ter mais eleitores do que Fortaleza. A disputa entre as duas localidades ficaram ainda mais acirradas quando foram eleitos mais vereadores que eram moradores de Bauru do que de Fortaleza.

Sob tal pressão, seguiu o movimento de transferência municipal para o Bairro do Bauru, narrada pelo vereador Domiciano Silva:

Desembaraçados, pois, de qualquer dificuldade desta ordem, os vereadores de Bauru partiram a cavalo em direção a Fortaleza, às 6 horas da manhã do dia 7 de Janeiro de 1986, lá chegando às 10 horas. Cada um levou a sua matula, que consistiu no clássico virado de feijão, consumido pouco antes de se chegar.

Às onze e meia, os vereadores de Bauru, cujo relógio marcava doze horas, entraram no recinto da Câmara. Declarando a ausência do Presidente da Legislatura anterior, José Teodoro Petente, a quem cumpria de acordo com a Lei, instalar a sessão, eu, na qualidade de Vice-Presidente, o declarei feito, e convidei o vereador eleito mais idoso, que era Manuel Jacinto Bastos, a assumir a Presidência. [...] Foi eleito para presidente Joaquim Pedro da Silva; eu para Vice-Presidente e José Alves de Lima para intendente. A seguir, o Capitão João Antônio Gonçalves, nosso companheiro, tirou do bolso a indicação histórica, que eu redigira aqui em Bauru, e que ele fora incumbido de apresentar, propondo a mudança da sede do município. [...] Em seguida, sob protesto, fez entrega a José Alves de Lima dos livros da Câmara e do saldo existente na ocasião [...]. Pusemos tudo nas garupas e

fechamos a Câmara, mandando buscar mais tarde os móveis, que vieram num carro de bois de José Alves de Lima, que nada cobrou pelo serviço. [...] A recepção em Bauru, à noite, deu-se ao estrondo de fogos e foram pronunciados os discursos. (LICEU NOROESTE, [1977?], p. 15 – 16).

A Câmara Municipal começou suas atividades em uma casa localizada entre, o que são hoje as ruas 1º de Agosto e Araújo Leite, e mesmo sem a aprovação do Senado, emitida em todas as documentações a denominação “Município de Bauru” (LICEU NOROESTE, [1977?], p. 16).

Até que, por meio do telégrafo, veio a notícia do reconhecimento oficial do Município de Bauru, pela Lei n.º 428 de 1º de Agosto de 1896:

Muda a sede do Município do Espírito Santo da Fortaleza para a povoação de Bauru, a denominação desta última localidade.
O Dr. Manuel Ferraz de Campos Salles, Presidente do Estado de São Paulo.
Faço saber que o Congresso Legislativo decretou e eu promulgo a Lei seguinte:
Artigo 1º) O município de Espírito Santo da Fortaleza passa a denominar-se Bauru mudando-se a sua sede para esta última povoação.
Artigo 2º) Revogam-se as disposições em contrário
O Secretário de Estado para os negócios do Interior assim o faço executar.
Palácio do Governo do Estado de São Paulo, em 1º de Agosto de 1896.
(LICEU NOROESTE, [1977?], p. 16).

A constituição do município de Bauru foi motivo de grande comemoração e orgulho para os bauruenses, os quais organizaram diversos festejos e mudança do nome das ruas em homenagens àqueles que participaram das ações políticas.

4.2. DESENVOLVIMENTO E EVOLUÇÃO URBANA DE BAURU

A cidade de Bauru teve seu desenvolvimento urbano análogo às ferrovias do estado de São Paulo. Antes mesmo da fundação da cidade (1896) num período de quatorze anos, entre 1886 até 1900, a cidade teve um crescimento populacional de 40% e já nos doze primeiros anos do século XX, o crescimento foi de 215% (MUNHÓZ, 1997).

Esse aumento populacional se deu mediante a chegada das companhias ferroviárias: Noroeste do Brasil, com início das primeiras obras em 15 de julho de 1905; Sorocabana, vindo de Botucatu em março de 1905; e a Paulista, em 1910. Formando um entroncamento

ferroviário no coração do estado de São Paulo, escoando milhares de toneladas de café à capital e atraindo, conseqüentemente, milhares de trabalhadores.

A instalação deste contingente populacional se deu principalmente às margens do rio principal da cidade, o rio Bauru (Foto 1), no qual deságuam as águas da Bacia do Córrego do Castelo e onde se instalou a estação ferroviária. Foi no entorno da estação que surgiram os hotéis, os comércios e as primeiras casas e ruas, originando o que se tornaria mais tarde o centro da cidade de Bauru.

Apareceram os grandes armazéns, garagens e as firmas de transformação dos produtos agrícolas que foram se localizando em Bauru, encontrando também facilidade de mão de obra, função bancária se desenvolvendo como prolongamento direto da função comercial. (LICEU NOROESTE, [1977?], p. 21).

Na década de 1910, a cidade se estende entre o rio Bauru, ribeirão das Flores e a Rua 15 de Novembro, além de certos eixos onde se desenvolvia o comércio, como as Avenidas Rodrigues Alves, Batista de Carvalho e a Rua Araújo Leite, localizados na margem direita do rio Bauru.

Foto 1 - Avenida Nuno de Assis as margens do Rio Bauru.



Fonte: Obtida pelo autor, 2013

As características geomorfológicas sobre as quais a cidade de Bauru se instalou, influenciaram em sua evolução. A margem esquerda do rio Bauru possui um vale mais extenso, favorecendo a instalação da linha férrea Sorocabana, a primeira a ser instalada na cidade, chegando às proximidades do ribeirão da Grama, à frente da qual foi edificada a primeira estação ferroviária.

Em seguida, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, vinda de Pederneiras, adentra no município, também pelo vale do rio Bauru, na margem direita, até confluir com a linha da Sorocabana. A Estrada de Ferro Noroeste, que se iniciava no ponto de encontro da Cia Paulista e Sorocabana, demanda pelo vale do ribeirão da Grama, estendendo-se ao longo do espigão dos rios Tietê e Feio. Constitui-se assim, um traçado ferroviário predominante de fundo de vale, ordenando o desenvolvimento e crescimento urbano, mediante a implantação de serviços destinados a tal setor econômico e já evidenciando os obstáculos geográficos a serem vencidos pelo traçado das drenagens e da morfologia do relevo.

Com um traçado urbano em forma de xadrez, a cidade se expandiu à margem direita do rio Bauru, deixando a margem esquerda para instalações mais populares. Em torno do núcleo central desenvolveram-se diversos loteamentos, formando uma compacta malha urbana.

Em meados da década de 1920 e 1930, Bauru possuía três lagoas que serviam de área de lazer aos munícipes, sendo a mais famosa delas a represa do Ministro, situada na confluência do rio Bauru e dos córregos do Castelo e das Flores. Além de uma área de lazer, o lugar recebia competições de remo e festividades, as quais inundavam o local com ornamentos multicoloridos (PELEGRINA, 2007).

Com esta atração ao lazer, foram surgindo na região os primeiros comércios, dando origem a uma urbanização no setor jusante do Córrego do Castelo. Porém, em meados dos anos 1930, uma forte chuva alimentou o leito dos córregos carregando grande quantidade de água, terra, entulho e pedra, destruindo a represa, pondo fim ao período das três lagoas da cidade (PELEGRINA, 2007). No entanto, tal fato não é isolado na cidade, visto os constantes desastres ocorridos devido às enchentes nos períodos chuvosos, demonstrando os efeitos da urbanização na dinâmica fluvial.

Contudo, o maior desenvolvimento urbano da cidade se deu à margem esquerda do rio Bauru, sentido contrário ao Córrego do Castelo. Somente no final da década de 1960 houve

uma expansão urbana no baixo curso do córrego, seguido por outro período de expansão no início da década de 1990, atingindo áreas do alto e médio curso (MUNHÓZ, 1997).

4.3. A AVENIDA NAÇÕES NORTE E SUA FUNCIONALIDADE

Atualmente, presencia-se uma nova fase de expansão urbana na bacia do córrego do Castelo, como observado *in loco*, mediante ao prolongamento da Avenida Nações Unidas, a qual vem modificando a estrutura organizacional urbana da área de estudo por meio da canalização dos canais fluviais (Foto 2), cortes e aterros topográficos (Foto 3), valorização imobiliária e o surgimento de novos assentamentos urbanos.

A Avenida Nações Norte (Foto 4) é assim denominada, por ser um prolongamento da Avenida Nações Unidas e estar localizada no setor norte da cidade. Estende-se desde a confluência do Córrego do Castelo com o Rio Bauru, nas proximidades da rodoviária, até a rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP 294), mais conhecida como Bauru-Marília.

Em toda sua extensão, a Avenida Nações Unidas apresenta uma diversidade comercial e de lazer, com shopping, parques, restaurantes, bares, prédios residenciais, comerciais e igrejas, imputando para si uma importância na dinâmica da cidade, bem como aos moradores, além de ser um dos cartões postais de Bauru. Contudo, seu início encontrava-se na intersecção de outra avenida importante para a cidade, a Nuno de Assis, um dos principais pontos de acesso da cidade, ligando a Rodovia Marechal Rondon (SP-300) a rodoviária, formando um dos eixos de circulação mais importantes de Bauru. Posteriormente, seu início foi prolongado em aproximadamente 500m já sob o leito do Córrego do Castelo e por aí permaneceu por um longo tempo.

Foto 2 - Canalização do Córrego do Castelo



Fonte: Obtida pelo autor, 2010

Foto 3 - Construção da Avenida Nações Norte



Fonte: Obtida pelo Autor, 2010

Foto 4 - Avenida Nações Norte



Fonte: Obtida pelo autor, 2013.

O projeto de construção da Avenida Nações Norte iria estender seu início, ao longo do curso do Córrego do Castelo, até a Rodovia Bauru-Marília, uma extensão de aproximadamente 3,5Km, ligando as rodovias Comandante João Ribeiro de Barros e Marechal Rondon, com as Avenidas Nuno de Assis e Nações Unidas, proporcionando nova alternativa ao eixo rodoviário e ao acesso à cidade.

Entretanto, segundo Souza (2007), tal projeto foi idealizado em 1983, na gestão do prefeito Edson Gasparini, mas somente executado em 2009 e entregue em 2011. De acordo com o mesmo autor,

O maior problema é que a Nações Norte foi muito usada em período eleitoral, e depois surgiram vários empecilhos para a construção da avenida. No ano passado, o então governador Cláudio Lembo chegou a assinar a liberação de recursos para a retomada do projeto, mas até o momento, nenhuma verba surgiu e a Nações Norte continua sendo apenas sonho dos moradores de Bauru, principalmente dos bairros vizinhos ao córrego Água do Castelo.

O maior problema é um imbróglio judicial envolvendo a construtora Camargo Corrêa. No final de junho passado, o governador paulista Cláudio Lembo chegou a autorizar despesa de até R\$ 29 milhões para utilização na

obra. A medida tornaria o projeto realidade se não viessem outros obstáculos de cunho jurídico-administrativo. (SOUZA, 2007).

Após diversas negociações e algumas modificações no projeto original, realizado pela Secretaria do Planejamento (SEPLAN), a Avenida foi construída pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER – SP) custando, aproximadamente, 58 milhões de reais.

As condições físicas da bacia do Castelo, somadas a falta de estruturas urbanas como ruas asfaltadas e coletores de águas pluviais, originaram ao longo da Avenida Nações Norte problemas ambientais urbanos.

A falta de asfalto nas ruas de pelo menos seis bairros ao longo da avenida Nações Unidas Norte, cujas obras foram iniciadas pelo governo do Estado, vão deslocar lama e prejuízos com assoreamento sobre as novas pistas se a Prefeitura de Bauru não pavimentar e instalar galerias de águas pluviais, guias e sarjetas nos bairros do entorno. (GONÇALVES; CENTURION, 2009).

No Entanto,

A preocupação é reconhecida pelo prefeito Rodrigo Agostinho (PMDB). Mas, apesar do investimento de quase R\$ 50 milhões pelo governo estadual nas pistas e marginais da nova avenida, a administração municipal comenta que não há disponibilidade de recursos próprios para a pavimentação de todo o entorno. “Vai encher de lama na Nações Norte, não tem jeito e eu já avisei isso. Reconhecemos o enorme investimento que o Estado está fazendo na avenida, mas a prefeitura tem de dizer que não há recursos para pavimentar todos os bairros do entorno e vai ter problemas”, confessa Agostinho. (GONÇALVES; CENTURION, 2009).

A importância econômica da Avenida é observada pela valorização dos terrenos nos bairros do entorno, a facilitação da circulação, os acessos rodoviário e ao Distrito Industrial III de Bauru e a melhoria do sistema viário, que denotam a caráter emergencial da obra.

Entre desapropriações e autorizações ambientais realizadas pelos órgãos municipais competentes, a Avenida Nações Norte caracterizou-se como uma das obras mais caras dos últimos anos. Por passar por uma região de bairros periféricos, ocupados por população de baixa renda e carente de infraestrutura, a “nova” avenida ganha funções diversificadas, definidas pela própria comunidade que a cerca.

Onde anteriormente era um “buraco”, descrito por alguns moradores e relatado por Oshiro (2011), hoje há uma área toda aberta, onde as pessoas podem caminhar se encontrar, ouvir música, soltar pipa e obter momentos de lazer. Assim,

Aos sábados e domingos, o tranquilo local de lazer se transforma em point. Desde que foi inaugurada, no dia 18 de junho, a avenida tornou-se local de encontro de jovens e adultos atraídos pelo “campo de batalha” de pipas, por conhecer gente nova, tomar uma cervejinha e ou simplesmente ouvir ao ecletismo musical que, em poucos metros e carros de som à frente, varia do rap (predominante) ao sertanejo universitário.

Mais do que um meio de ligação entre os bairros, a Nações Norte tornou-se o que, com muita propriedade, define o encarregado Márcio Amilton Nunes, 35 anos, como a Nações da Periferia”. (OSHIRO, 2011)

A definição dos moradores de “Nações da Periferia” demonstra a percepção do indivíduo em relação ao espaço em que vive. Reconhecendo que sua habitação e seu bairro não apresentam os mesmo elementos dos bairros e casas presentes em outros setores da mesma Avenida, o morador se reconhece no espaço, socialmente dividido, e nomeia os novos elementos urbanos presentes em sua realidade (Foto 5).

Foto 5 - Ressignificação da Avenida Nações Norte pela população.



Fonte: Obtida pelo autor, 2011

Deste modo, é que surgem as manifestações apresentadas por Oshiro (2011), o encontro social, o passeio com a família, a música e a cervejinha com os amigos, num espaço construído para outros fins, ou seja, uma estrutura urbana, a avenida, construída com a finalidade de facilitar o fluxo viário, ganha outro significado, área de encontro de brincadeiras, por uma população carente de áreas de lazer (Foto 6).

Com foco em assentamentos da periferia, a pesquisa do professor Fernandes elucida outra faceta interessante do fenômeno. A própria estrutura precária das moradias repele a população para as ruas. “As casas são pequenas e geralmente as famílias são numerosas. Assim, não ficam dentro de casa. Preferem ficar na rua. E, como não existem opções de lazer, eles se apropriam do que já existe. É por isso que, na Nações Norte, enxergam e fazem um lazer improvisado”, conclui o professor. (OSHIRO, 2011)

Foto 6 - Carros parados na Avenida Nações Norte, proporcionando momentos de lazer mediante o som alto.



Fonte: Obtida pelo autor, 2013.

Ciente da precariedade nos bairros periféricos de áreas de lazer, o Prefeitura Municipal de Bauru projetou um parque no centro da Avenida com um lago, servindo de piscinão nos períodos das chuvas, centros de convenções e apresentações artísticas. O Parque do Castelo (Foto 7), popularmente denominado de “Ibirapuera do Interior”, terá uma área 15 vezes maior que o Parque Vitória Régia, atual parque da parte antiga da Avenida Nações Unidas, localizado próximo a bairros nobres.

Foto 7 - Processo de construção da Avenida Nações Norte, com destaque ao fundo do Futuro Parque do Castelo.



Fonte: Obtida pelo autor, 2010.

Assim, Oshiro (2011) salienta que:

Para o professor Cláudio Bertolli, a tendência é de que, com a própria urbanização e o passar dos meses, a avenida Nações Norte recupere sua significação natural. “Ao passo que os motoristas entendam e se acostumem a usar a via, acredito que, dentro de alguns meses, o local voltará a ter seu primeiro objetivo, que é o de ser uma simples avenida”. A utilização do espaço para o lazer deve continuar – de forma bem melhor - somente se for construído o Parque do Castelo. (OSHIRO, 2011)

A construção da Avenida Nações Norte em uma região de expansão urbana, onde a maioria dos bairros adjacentes possui caráter periférico, com falta de infraestrutura adequada como ruas pavimentadas e áreas de lazer, trouxe à região um novo significado espacial aos seus moradores.

Mesmo estando sobre um relevo de baixas declividades e sem preocupação aparente de problemas ambientais, a obra trouxe preocupações durante seu desenvolvimento em relação ao escoamento de superficial oriundo das vertentes do entorno, ocupadas por moradias com as ruas não pavimentadas, ressaltando a fragilidade do ambiente periférico. Entretanto, as

necessidades de construção da Avenida, somadas a alegada falta de recursos públicos, fizeram com que as obras seguissem sem que tal fato, identificado pelos órgãos públicos responsáveis, fosse evitado.

A importância da Avenida, primeiramente se dá no contexto econômico, onde mediante o desenvolvimento da cidade, novos eixos de circulação são exigidos, para que os fluxos, de pessoas e mercadorias, possam continuar a ocorrer.

Após a finalização da obra, percebe-se uma nova valorização do espaço pelos moradores dos bairros em seu entorno. Onde antes era um local considerado como sendo apenas ‘mato’ ou um grande ‘buraco’, passa agora a ser local destinado ao encontro social e lazer dos moradores locais (Foto 6).

Assim, a ressignificação do espaço construído escancara a incapacidade dos órgãos públicos de oferecerem e mesmo de fornecer as estruturas sociais necessárias ao município, principalmente o da periferia.

Vale destacar que em qualquer intervenção espacial, das mais planejadas e complexas, até as mais simples, os aspectos socioeconômicos são alterados. Através do trabalho de campo e análises das reportagens, foi possível depreender a satisfação e a insatisfação dos moradores do entorno da Avenida Nações Norte. Isso atesta a complexidade de qualquer intervenção na espacialidade geográfica, denotando a esta análise caráter de recorte espacial e temporal.

No mais, o desenvolvimento urbano acelerado atrelado às fragilidades ambientais, já repercute no desequilíbrio ambiental. Se durante a implantação de novas estruturas e no planejamento urbano-ambiental não forem adotadas medidas adequadas, com métodos e técnicas apropriados às características da área, poderá ocasionar maiores prejuízos aos cofres públicos, à população e até perdas de vidas humanas.

Assim, sob o arcabouço teórico–metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, que tem por princípio a visão holística, busca-se debruçar sobre uma proposta que utiliza-se de técnicas capazes de desenvolver mecanismos de auxílio ao planejamento urbano–ambiental da área de estudo, as quais são descritas a seguir.

5. MÉTODOS E TÉCNICAS

A presente pesquisa foi pautada no arcabouço teórico-metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, o qual vem sendo utilizado nas mais diversas pesquisas geográficas.

Relacionada aos estudos geomorfológicos por Arthur Strahler, em 1952 (CHRISTOFOLETTI, 1990), e destacando-se nas obras de Hack (1960), Chorley (1962) e Howard (1965) (*apud* TORRES; MARQUES NETO e MENEZES, 2012), a Teoria Geral dos Sistemas compreende os objetos de estudo como um conjunto de elementos (objetos) que se relacionam entre si. Cada elemento pode ser estudado individualmente e cada conjunto pode ser considerado um sistema e estudado como tal. Assim, “um Sistema é 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, condicionado ou dependente do estado das outras unidades”. (MILLER, 1965 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1).

Quanto à composição dos sistemas, é preciso considerar a matéria, a energia e a estrutura que os constituem. Para a geomorfologia, considerando os fluxos de matéria e energia, é possível compreender, por intermédio da relação entre seus elementos, a morfogênese do relevo e conseqüentemente sua estrutura.

Para Chorley e Hagget (1975) as análises sistêmicas em geomorfologia partem de três concepções distintas, porém “interligadas marginalmente”, onde o

[...] sistema simplificado de modelo conceitual pode ser focado quer pela tradução em tempo e/ou espaço para produzir um *sistema análogo natural*, quer pela dissecação em partes supostamente integrais, que são examinadas em termos de *sistema físico*, quer por uma concepção ampla, sendo o fenômeno estruturado desde o início no *sistema geral* completo. (CHORLEY; HAGGET, 1975, p. 33).

Os sistemas podem ser classificados segundo critérios variados. Para a análise geográfica, o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes.

O critério funcional, segundo Forster, Rapoport e Trucco (*apud*. CHRISTOFOLETTI, 1979) distingue os seguintes tipos de sistemas:

- a) Sistemas isolados, são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam.
- b) Sistemas não-isolados mantém relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, podendo ser subdivididos em:

- Fechados, quando há permuta de energia (recebimento e perda), mas não de matéria.
- Abertos, são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo. Os sistemas abertos são os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, vertentes, homem, cidade, indústria, animal e muitos outros. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 14 – 15)

Outro fator importante para os estudos geomorfológicos diz respeito às estruturas. Dentre os onze tipos de estruturas, descritos por Chorley e Kennedy (1971, p. 4 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 15), foram utilizados os sistemas *morfológicos*, sistemas *processo-resposta* e sistemas *controlados*.

Os sistemas morfológicos são compostos somente pela associação das propriedades físicas do fenômeno (geometria, composição, etc) constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem às formas, sobre as quais se podem escolher diversas variáveis a serem medidas (comprimento, altura, largura, declividade, granulometria, densidade e outras). (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 15)

Mesmo sendo os menos complexos das estruturas naturais, os sistemas morfológicos são extremamente importantes, pois,

[...] as redes de drenagem, as vertentes, as praias, os canais fluviais, as dunas e as restingas são exemplos de sistemas morfológicos, nos quais se podem distinguir, medir e correlacionar as variáveis geométricas e as de composição. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.15).

Os sistemas de processos-respostas são formados pela combinação dos sistemas *morfológicos* e dos em *sequência*. Sendo os *morfológicos* representantes da forma e os em *sequência* do processo, qualquer tipo de alteração no processo morfogenético refletir-se-á na forma do relevo, assim:

Ao definir os sistemas de processos-respostas, a ênfase maior está focalizada para identificar as relações entre o processo e as formas que delas resultam. Consequentemente, pode-se estabelecer um equilíbrio entre o processo e a forma, de modo que qualquer alteração no sistema em sequência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 17)

Já os sistemas *controlados*, estão relacionados à ação antrópica sobre os sistemas *processos-respostas*, onde a complexidade é aumentada pela intervenção humana. Deste

modo, observa-se que os sistemas se complementam, inviabilizando a realização da pesquisa sem a utilização conjunta destes.

Quando se examina a estrutura dos sistemas de processos-respostas, verifica-se que há certas variáveis-chaves, ou válvulas, sobre as quais o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas em sequências e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 19)

A Teoria Geral dos Sistemas, alvitada pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy em 1901, fundamentada na 2ª (segunda) Lei da Termodinâmica, “visava tanto à investigação científica dos sistemas em várias ciências quanto sua aplicação tecnológica e, ainda, a própria filosofia dos sistemas, no sentido de promover a discussão desse novo paradigma científico.” (RODRIGUES, 2001, p.72).

Inclusive, Bertalanffy (2010, p.33), salienta que “a teoria dos sistemas abertos foi proposta, baseada no fato bastante trivial de que o organismo é um sistema aberto, embora na época não existisse nenhuma teoria desse tipo”. Assim, “o sistema aberto define-se como um sistema em troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem” (BERTALANFFY, 2010, p. 186).

No entanto, a teoria sistêmica foi difundida apenas em meados do século XX, por meio das aplicações do geógrafo alemão Carl Troll, que em 1938 criou o termo Ecologia da Paisagem. Buscando uma maior ligação entre a ecologia e a geografia, o autor buscou integrar as questões da biologia com os da geografia, relacionando assim, os aspectos bióticos e abióticos da paisagem com o homem. Contudo, como as obras deste autor estavam em idioma alemão, demorou a ganhar espaço nas ciências geográficas, sendo então difundida pelos americanos Naveh e Liberman com a obra *Landscape Ecology* de 1984 (CHRISTOFOLETTI, 1999; ROSS, 2006).

Desde então, advieram conceitos como *geossistemas* dos pesquisadores soviéticos, tendo em Sotchava (1976 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999) os principais trabalhos realizados e a disseminação dos conceitos e estudos em *geografia da paisagem*, *geofísica da paisagem*, *síntese das paisagens*, *geoecologia*, *ecogeografia*, entre outros. Assim, Christofolletti (1999) salienta que:

[...] o contexto inerente às diversas denominações engloba uma visão renovada e moderna da Geografia Física, no tocante ao estudo de objeto

expressando unidade complexa e interativa. Em todas essas nuances verificamos a proposição de abordagem holística, tendo como subjacente os fundamentos ligados com a teoria dos sistemas. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.46).

Nesta visão metodológica renovada, destacamos os estudos referentes à morfodinâmica e ecodinâmica de Tricart (1977, 1992), os quais influenciaram os estudos e proposições de Ross (1990, 1994 e 2001) para análises geográficas integradas aplicadas ao planejamento territorial, com vista à gestão ou gerenciamento ambiental.

Segundo Silveira (2009, p. 24), Tricart,

[...] argumenta que a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema, determinando a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais medidas devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação. Para isso, exige-se um elevado conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia e matéria que o caracterizam.

A necessidade de Tricart (1977) em estabelecer uma taxonomia dos tipos de ambiente deu origem à noção de estabilidade e instabilidade morfodinâmica, respondendo às exigências de uma conservação/restauração da dinâmica dos recursos ecológicos. Assim sendo, classificou as unidades ecodinâmicas ou unidades morfodinâmicas em três categorias: Os meios estáveis, intergrades e instáveis.

Sob essa ótica, Ross (1990, 1994 e 2001) propôs novos critérios referentes às áreas cuja intervenção antrópica alterou significativamente o ambiente e aos ambientes poupados de tal intervenção, encontrando-se em seu estágio natural. Além disso, ampliou a visão de análise, hierarquizando as unidades ecodinâmicas instáveis ou de instabilidade emergente variando desde ‘muito fraca’ a ‘muito forte’, ocorrendo o mesmo com as unidades estáveis ou de instabilidade potencial.

Como o objeto de estudo do presente trabalho encontra-se num ambiente de expansão urbana, onde a ação antrópica sobre o meio ambiente é profundamente significativa, ocorrendo diversos níveis de degradação ambiental e alteração da paisagem, considera-se a metodologia de Ross (1990, 1994 e 2001) importante na realização dos objetivos delineados nesta pesquisa, uma vez que propõe, por meio da Teoria Geral dos Sistemas, uma visão

holística, na qual não somente os aspectos físicos se fazem importantes, como também o contexto socioeconômico.

Desta forma, os materiais cartográficos confeccionados e apresentados a seguir, como a carta Geomorfológica, de Uso e Ocupação da Terra e a de Escoamento Superficial, juntamente com o esboço Morfo-Pedológico, de Derivações Ambientais e Transgressões Legais, Fragilidade Ambiental e Fragilidade Física, permitiram a materialização dos conceitos aqui expressos. Apresentando as áreas susceptíveis ao desenvolvimento dos processos erosivos, sendo, conseqüentemente, as regiões mais frágeis ambientalmente, possibilitaram relacioná-las com os assentamentos urbanos, identificando suas influências nas ocorrências dos impactos ambientais; caracterizando assim, o pensamento holístico deste trabalho.

5.1. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS

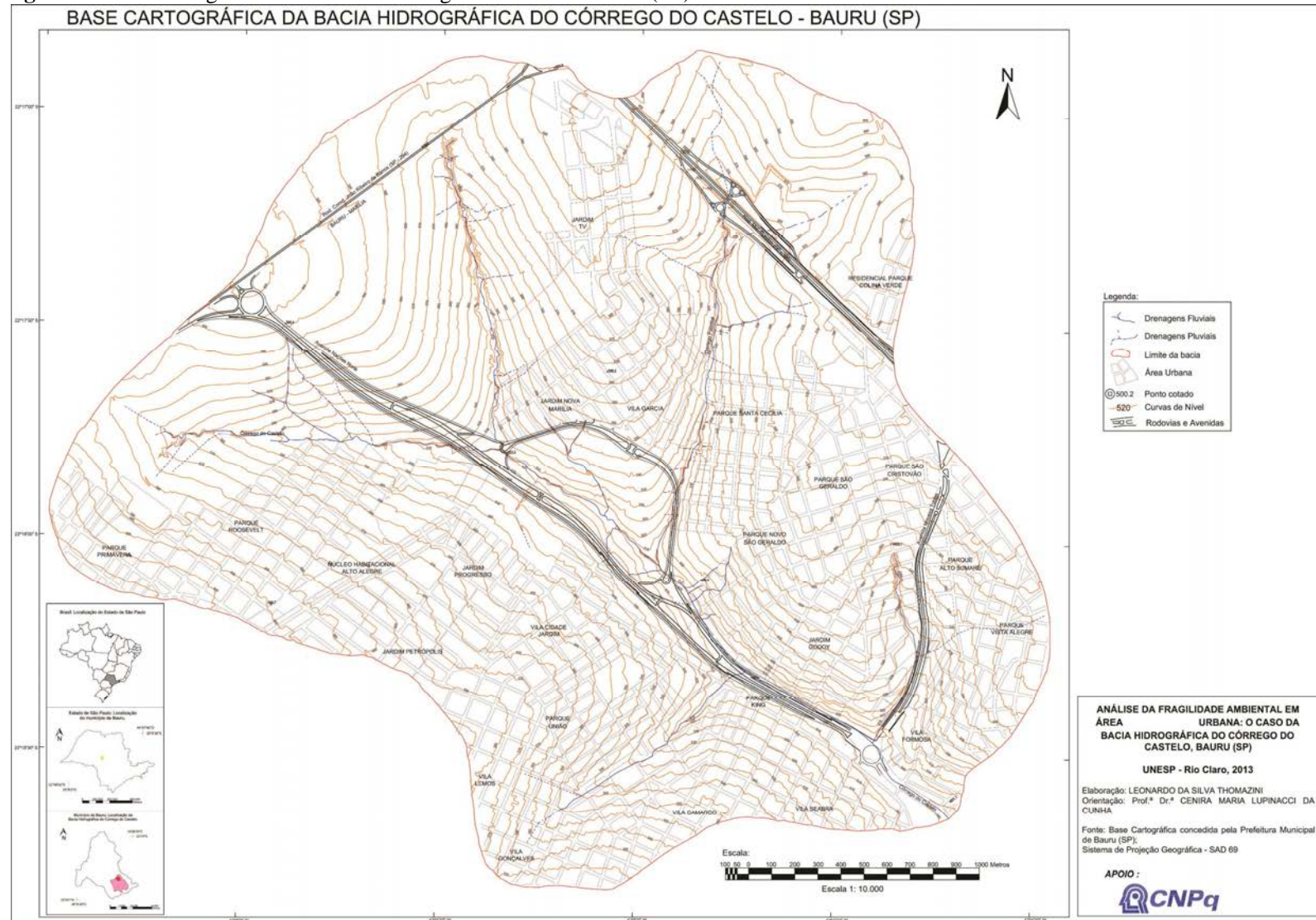
Os produtos cartográficos foram desenvolvidos mediante a vetorização da base cartográfica fornecida de forma impressa pela Prefeitura Municipal, em escala de 1:10.000 (Figura 9), no software AutoCad.

Esta base cartográfica diferencia-se no traçado de suas curvas de nível, pois, apresenta as alterações topográficas provenientes da urbanização, como aterros e cortes para a instalação de moradias, rodovias, ruas e avenidas.

A presença das alterações antrópicas sobre o relevo, representada pelas curvas de nível, contribuíram para que os materiais cartográficos confeccionados neste trabalho apresentassem maior semelhança à realidade, tendo em vista que a área de estudo compreende uma região de expansão urbana, onde as ações antrópicas são constantes, alterando a paisagem em relação ao seu estado natural. Assim, tal característica da base cartográfica agregou a metodologia utilizada novas contribuições de análise, uma vez que Ross (1990,1994 e 2001) utiliza-se de bases cartográficas que apresentam o relevo em seu estado natural, tornando-se de suma importância para que os resultados obtidos fundamentassem as análises, compreendendo os objetivos propostos.

Cabe ressaltar, que as cartas morfométricas, apresentadas por Thomazini (2010), corroboraram para a caracterização e análise da área e conseqüentemente, para a formulação dos resultados.

Figura 9 - Base Cartográfica da Bacia do Córrego do Castelo – Bauru (SP)



Fonte: Fornecida pela Prefeitura Municipal de Bauru (SP).

5.1.1. Carta Geomorfológica

O mapeamento geomorfológico no Brasil até a primeira metade do século XX era pouco desenvolvido, restringido às universidades e pautados em modelos estrangeiros (LIMA, 2008).

A partir do final da década de 1960, com a criação do Projeto RADAM (Radar na Amazônia) iniciam-se os primeiros ensaios sobre a cartografia geomorfológica brasileira, a qual sofreu diversas atualizações e adaptações ao longo das pesquisas, principalmente com a extensão deste projeto a todo o país. O resultado deste esforço foi a criação de uma metodologia, apresentada no Manual de Geomorfologia (IBGE, 1995) e que tem influenciado diversos autores em variadas pesquisas.

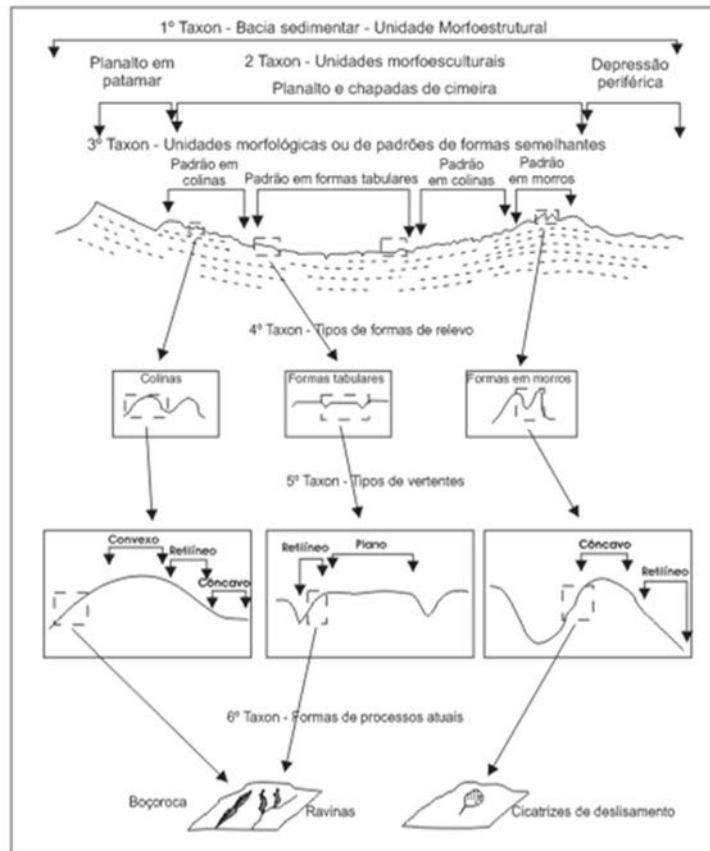
Assim, a elaboração da carta Geomorfológica pautou-se na proposta dos níveis taxonômicos do relevo de Ross (1990, 1992 e 2001), obtendo-se os dados morfométricos da Base Cartográfica e as formas do relevo da interpretação dos pares estereoscópicos das fotografias aéreas, datadas de 1996, na escala de 1:10.000, cedidas pela Prefeitura Municipal de Bauru, bem como a validação mediante as observações em campo.

Ross (1992) propõe uma fundamentação teórico-metodológica com raízes pautadas na concepção de Walter Penck (1953, *apud* ROSS, 1992), “que definiu com clareza as forças geradoras das formas do relevo terrestre” (ROSS, 1992, p.18). Assim, Penck (1953, *apud* ROSS, 1992) afirma que a constituição do relevo terrestre seria o antagonismo de forças motoras dos processos endógenos e exógenos.

Tendo como base este princípio, Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) (*apud* ROSS, 1992) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, sendo o primeiro relacionado com a ação interna da Terra sobre o relevo, ou seja, as forças endógenas e o segundo, as forças exógenas, que esculpem o relevo, estando relacionado às condições climáticas. “Assim todo relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura” (ROSS, 1992, p. 19).

Dentro desta concepção, o autor salienta que a unidade morfoestrutural corresponde ao táxon maior e que dentro ocorre um táxon menor que são as unidades morfoesculturais. Dentro do táxon maior (morfoestrutura), podem ocorrer diversos táxons menores (morfoesculturas) (Figura 10).

Figura 10 - Unidades Taxonômicas do relevo



Fonte: Ross (1992)

Passando ao 3º táxon, chega-se a análise das Unidades dos Padrões de Tipos de Formas Semelhantes do Relevo ou os Padrões de Tipos de Relevo. Estas, “correspondem às unidades em manchas de menor extensão territorial e se definem por conjuntos de tipologias de formas que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e aspecto fisionômico.” (ROSS, 1992, p. 26).

Identificados por um conjunto de letras e símbolos, seguidos de um conjunto de números arábicos, podem ser originários das formas agradacionais (acumulação) ou denudacionais (erosão). As formas agradacionais recebem a primeira letra maiúscula A (de agradação), seguida de duas letras minúsculas, as quais identificam a gênese e o processo de geração da forma de agradação (Quadro 1). É importante frisar que as formas de Agradação não recebem os algarismos arábicos, pois estas não apresentam dissecação por erosão.

Da mesma maneira, as formas denudacionais (D) (Quadro 1) “são acompanhadas de outra letra minúscula que indica a morfologia do topo da forma individualizada que é reflexo do processo morfogenético que gerou tal forma” (ROSS, 1992, p. 28).

Quadro 1 - Padrões de forma de relevo

Formas Denudacionais (D)	Da – denudacional de topo aguçado Dc - denudacional de topo convexo Dt - denudacional de topo tabulare Dp - denudacional de topo plano
Formas Agradacionais (A)	Apf – acumulação de planície fluvial Apm – acumulação de planície marinha Apl – acumulação de planície lacustre Atf – acumulação de terraço fluvial

Fonte: Adaptado de ROSS (1992 e 2001)

Concomitante a tais procedimentos, o 3º táxon abarca os dados morfométricos, com destaque à Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo (Tabela 1), a qual “contempla as informações da dimensão interfluvial média, nas colunas horizontais e entalhamento médio dos vales nas colunas verticais”. (ROSS, 1992, p. 26).

Tabela 1 - Matriz dos índices de dissecação do relevo da bacia hidrográfica do córrego do Castelo.

Grau de Entalhamento dos Vales (m)	Dimensão Interfluvial Média (m)				
	Muito Baixa >900 (1)	Baixa 750 - 850 (2)	Média 500 - 700 (3)	Alta 350 - 450 (4)	Muito Alta < 120 (5)
Muito Fraco ≤ 30 (1)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Fraco 40-50 (2)	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Médio 65-75 (3)	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Forte ≥ 80 (4)	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5

Fonte: Adaptado de ROSS (1992);
Elaboração: Autor, 2012

Já as formas de relevo individualizadas dentro de cada Unidade de Padrão de Formas Semelhantes, correspondem ao 4º táxon. “Assim sendo, dois morros que façam parte de uma mesma Unidade Morfológica, Unidade de Padrão de Formas Semelhantes, na realidade têm aspectos fisionômicos e genéticos ligeiramente diferenciados.” (ROSS, 1992, p. 21).

A identificação dos Padrões de Tipo de Relevo (3º Táxon) baseou-se nas rugosidades topográficas apresentadas pela base cartográfica e na carta de Declividade ou Clinográfica (Figura 8). Após a delimitação das unidades de relevo, foram identificadas apenas Formas Denudacionais (D), com o padrão (4º Táxon) de Topo Convexo (Dc).

A estes, foram somados os números arábicos (Tabela 1) obtidos dos cálculos realizados para a obtenção do Grau de Entalhamento dos Vales e da Dimensão Interfluvial Média, resultando em uma nomenclatura, por exemplo, Dc 2.4, onde o Padrão do Relevo (3º Táxon) Denudacional (D), possui um Padrão de Formas do Relevo (4º Táxon) de Topo Convexo, com um Grau de Entalhamento dos Vales *Fraco*, indo de 40 a 50m e uma Dimensão Interfluvial *Alta*, indo de 350 a 450m.

O 5º táxon refere-se às vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. Assim, os setores do relevo podem ser caracterizados como: escarpada (Vc), convexas (Vc), retilíneas (Vr), côncava (Vcc), em patamares planos (Vpp), em patamares inclinados (Vpi), topos convexos (Tc), topos planos (Tp). Salientando que, diante da escala das fotografias aéreas, foram “identificadas por seus diversos setores, que indicam determinadas características genéticas” (ROSS, 1992, p. 28).

Por fim, o 6º táxon corresponde às formas menores, produzidas pelos processos erosivos ou depósitos atuais.

Assim, mediante a área e a escala de análise, que segundo as orientações de Ross (1992, 2006) devem ser de detalhe, nesta pesquisa 1:10.000, o mapeamento realizado destacou os 3º, 4º, 5º e 6º táxons, enquadrando-se “em ordens de grandeza inferior, correspondendo às formas cujas dimensões são iguais ou inferiores a uma dezena de Km², assumindo maior significado as formas esculturais.”(ROSS, 1990, p. 53).

Cabe ressaltar, que as identificações das formas dos respectivos níveis taxinômicos foram auxiliadas pela interpretação das fotografias aéreas, validadas em campo e pontuadas mediante a nomenclatura apresentada.

Ross (1992) ainda salienta a problemática da padronização e homogeneização das representações gráficas das cartografias geomorfológicas, pois, “ao contrário de outros tipos

de mapas temáticos, não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos” (p. 55).

Associados a tais interesses está a representação da *morfologia antropogênica* (RODRIGUES 2005), a qual caracteriza-se por considerar a:

[...] própria interferência antrópica como ação geomorfológica, ação essa que pode: modificar propriedades e localização dos materiais superficiais; interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia [...]. (p. 101).

Estas morfologias, presentes na área de estudo, por se tratar de uma bacia hidrográfica peri-urbana, com significativo processo de expansão das estruturas urbanas. Assim, seu estudo e, conseqüentemente, sua representação, é de fundamental importância para a compreensão “de vários processos hidrogeomorfológicos atuais em áreas urbanas.” (RODRIGUES, 2005, p. 101.), contribuindo assim, para alcançar o objetivo geral deste trabalho.

Com o intuito de representar as formas do relevo, tanto naturais quanto antrópicas, do relevo, optou-se por uma simbologia diversificada e, quando necessário, adaptada (Figura 11).

Figura 11 - Símbolos da carta Geomorfológica e os respectivos autores.

ELEMENTOS	DENOMINAÇÃO		SÍMBOLOS e LETRAS	FONTE	
Formas de Interflúvios	Forma Denudacional de Topo Plano		Dp	Ross (1992)	
	Forma Denudacional de Topo Convexo		Dc		
	Vertente Convexa		Vc		
	Vertente Côncava		Vcc		
	Vertente Retilínea		Vr		
	Topo Convexo		Tc		
	Topo Plano		Tp		
Formas de Erosão Linear	Linha de Cumeada	Levemente Convexizada		Tricart (1965)	
		Sulco Erosivo		Verstappen e Zuidam (1975)	
		Ravina			
		Voçoroca			
Caimento Topográfico					
Ação das Águas Correntes	Feições de Drenagens	Canal Fluvial		Convenção Cartográfica/ Tricart (1965)	
		Canal Pluvial			
	Modelado de Entalhe	Ruptura Topográfica	Suave		Verstappen e Zuidam (1975)
			Abrupta		
		Fundo de Vale	Em V		
		Fundo Plano			
Modelado Antrópico	Terraço Agrícola			Adaptação de Verstappen e Zuidam (1975)	
	Talude	Suave		Adaptação de Rodrigues (2005)	
		Abrupto			
Drenagem Canalizada				Simon (2009)	
Acumulação de Planície e Terraço Fluvial (Aptf)				Adaptação de Tricart (1965)	

Elaboração: Autor, 2012

5.1.2. Carta da Cobertura Vegetal e Uso da Terra

Os levantamentos da ocupação urbana e da ação antrópica sobre a bacia hidrográfica do Córrego do Castelo foram feitos através de estudos comparativos das fotografias aéreas, datadas de 1996, com o levantamento de dados em campo.

Para Jensen (2011, p. 132) estas fotografias aéreas “são valiosos registros históricos de fenômenos naturais e da atuação do homem”, capazes de proporcionar maior e melhor “entendimento sobre os processos – naturais e induzidos pelo homem – que atuam sobre uma paisagem”.

Assim, neste material cartográfico foi realizada uma atualização, por meio de levantamentos em trabalhos de campo, da Carta de Uso e Ocupação da Terra elaborada por Thomazini (2010), a qual foi confeccionada através da interpretação das fotografias aéreas cedidas pela Prefeitura Municipal, datadas de 1996, em escala 1:10.000. A fotointerpretação foi organizada segundo as orientações apresentadas por Ceron e Diniz (1966), quanto à identificação das formas de utilização da terra (cor, textura, forma da parcela, espaçamento e arranjo espacial), bem como os princípios fundamentais apresentados por Jensen (2011), compreendendo os “elementos de interpretação de imagem” (Quadro 2).

Quadro 2 - Elementos de interpretação de imagem

Elemento	Adjetivos Comuns (quantitativos e qualitativos)
Localização X, Y	coordenadas X, Y de imagens: coordenada (X) coluna e (Y) linha em uma imagem não – retificada coordenadas X, Y de carta-imagem: os cristais de haleto de prata ou pixels em fotografias ou imagem são retificados para projeção de mapas (p.ex, UTM)
Tom, cor	tom de cinza: claro (brilhante), intermediário (cinza), escuro (negro) cor: IHS = intensidade, matiz (H), saturação; RGB = vermelho, verde e azul; Munsell
Tamanho	comprimento, largura, perímetro, área (m ²) pequeno, médio (intermediário), grande
Forma	características geométricas de um objeto: linear, curvilínea, circular, elíptico, radial, quadrado, retangular, triangular, hexagonal, pentagonal, estrela, amorfo, etc.
Textura	arranjo e disposição característicos de repetição de tom e cor liso, intermediário (médio), rugoso (grosseiro), mosqueado, salpicado
Padrão	arranjo espacial de objetos no terreno: sistemático, não-sistemático ou randômico, linear, curvilinear, retangular, circular, elíptico, paralelo, centrípeto, serrilhado, estriado, trançado
Sombra	uma silhueta causada por iluminação solar lateral
Altura/ Profundidade/ Volume/ Declividade/ Aspecto	elevação – Z (altura), batimetria – Z (profundidade), volume (m ³), declividade (°), aspecto (°)
Sítio/ Situação / Associação	sítio: elevação, declividade, aspecto, exposição, adjacente a água, meios de transporte, serviços públicos situação: os objetos estão colocados em uma ordem ou orientação um em relação ao outro associação: fenômenos relacionados estão, normalmente, presentes

Fonte: Jensen, 2011

Deste modo, as fotografias aéreas foram convertidas em arquivos digitais e georreferenciadas no *software* AutoCAD. Com o auxílio da interpretação estereoscópica, foram identificados manualmente os usos da terra presentes na Bacia e então delimitadas as parcelas referentes a cada atividade. Sendo identificado os seguintes usos: área urbanizada, área de expansão urbana, comercial e serviços, horticultura, reflorestamento, pasto sujo, ocupação ribeirinha e por fim, cobertura herbácea.

A definição desta nomenclatura foi baseada no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), bem como sua identificação pelo sistema de cores RGB (Red-Green-Blue). De acordo com o autor, o sistema de classificação da cobertura e do uso da terra é dividido em níveis dependendo da escala de análise, onde o **Nível I** é a *Classe* (ex.: Áreas Antrópicas Agrícolas), o **Nível II** a *Subclasse* (ex.: Pastagem) e o **Nível III** a *Unidade* (ex.: Pecuária bovina extensiva para corte em pastos plantados). Entretanto, “o sistema de classificação está aberto para a inclusão de níveis mais detalhados, ressaltando-se que, quanto maior o nível de detalhamento pretendido, maior a exigência de informação suplementar” (IBGE, 2006, p. 37). Este aspecto permitiu maior flexibilidade à identificação e ao mapeamento dos usos.

Durante a identificação dos tipos de uso e ocupação da terra, visando uma melhor análise, optou-se por diferenciar as áreas densamente urbanizadas das destinadas à expansão urbana. Isso porque, as áreas densamente urbanizadas (Figura 12) por possuírem os objetos urbanos já consolidados como ruas pavimentadas, aterros impermeabilizados, sistemas de abastecimento de água e esgoto entre outros, surte um efeito diferente sobre o relevo em relação às áreas de expansão urbana (Figura 12), onde muitas ruas não são pavimentadas, muitos lotes sem construções, solos expostos e constante alteração do relevo, por meio dos cortes e aterros topográficos.

Figura 12 - Bacia hidrográfica do córrego do Castelo com destaque para : 1 – uso da terra de Urbanização Densa e 2 – uso da terra de Expansão Urbana;



Fonte: Google Earth;
Elaboração: Autor

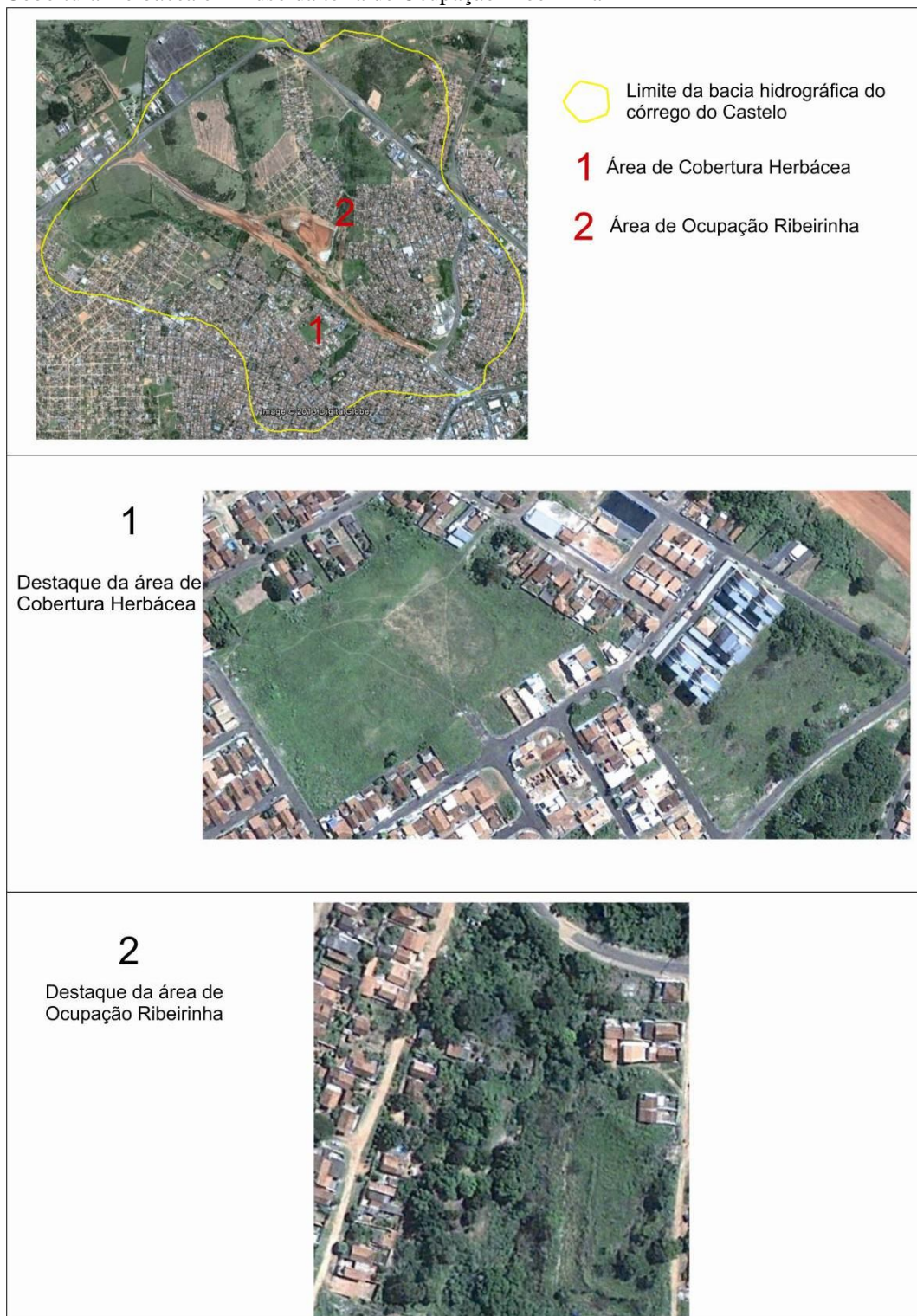
Outra característica encontrada diz respeito aos espaços abertos em meio à urbanização, denominados de “*coberturas herbáceas*”, como evidencia a figura 13.

Tais áreas são constituídas de uma vegetação secundária, com muitas gramíneas e algumas árvores de porte pequeno a médio. Elas não possuem nenhum tipo de atividade econômica, nutrindo certa identificação com as áreas de especulação imobiliária.

Foi observado também, nas áreas próximas aos córregos, a permanência de ocupação urbana, as “*mini-chácaras*” ou “*ocupação ribeirinha*” (Figura 13) como denominada na carta de Uso da Terra, caracterizada por moradias de baixa renda, com caráter rural e em áreas, muitas vezes, irregulares à tais ocupações.

Segundo Thomazini (2010), esta ocupação ocorria, principalmente, nas margens do córrego do Castelo e Palmital. Contudo, com a construção da Avenida Nações Norte, ocupando significativa parcela do leito do córrego do Castelo, estes assentamentos foram desapropriados e a população remanejada, tendo permanecido às margens do Palmital, uma ocupação ribeirinha remanescente.

Figura 13 - Bacia hidrográfica do córrego do Castelo com destaque para: 1 – uso da terra de Cobertura Herbácea e 2 – uso da terra de Ocupação Ribeirinha



Fonte: Google Earth;
Elaboração: Autor

Devido à construção da Avenida, foi destinada, no fundo de vale do córrego do Castelo, uma área para a implantação do futuro Parque do Castelo. Atualmente, esta área encontra-se com solo exposto, em sua maioria, e algumas vegetações rasteiras. Por ser uma área destinada para um uso específico, foi diferenciada dos demais usos como *Futuro Parque do Castelo*, mesmo que tal uso ocorra futuramente.

Assim, as áreas destinadas às rodovias e os estabelecimentos localizados próximos a estas, foram classificados como *Comercial e Serviços*. As áreas com plantações de pinos, eucaliptos e outras culturas homogêneas foram classificadas como *Reflorestamento* e não como *Silvicultura*, uma vez que estas nem sempre possuem o caráter comercial. Outro fator de destaque é a presença apenas dos *Pastos Sujos*, pois possuem diversas vegetações arbustivas e algumas cabeças de gado pertencentes aos moradores ribeirinhos que os utilizam como força de tração em carroças ou na obtenção de alimento pelo leite, não caracterizando tais áreas como criadoras de gado.

Por fim, a construção da legenda por meio das cores do sistema RGB, apresentadas pelo IBGE (2006), é detalhada até o Nível II e como as atividades identificadas são de escala local que ultrapassam este Nível, foi preciso diversificar as cores; todavia sempre considerando os aspectos das respectivas Classes, os Níveis I e II.

Com isso, buscou-se obter um registro da ocupação urbana e da ação antrópica na bacia hidrográfica em estudo, já que este material é essencial para a construção das cartas de síntese propostas para este trabalho e que respaldaram as análises e conclusões dos objetivos.

5.1.3. Carta da Concentração de Escoamento Superficial

O estudo e análise da concentração do escoamento superficial mostram-se de suma importância, principalmente em ambientes urbanos, tendo em vista a impermeabilização do solo pelas estruturas urbanas tais como, ruas asfaltadas, calçadas de concreto, casas, etc.

Estas estruturas modificam as características naturais do escoamento por meio de obstáculos, como as sarjetas, lombadas e canaletas, concentrando-os em locais específicos e aumentando a quantidade do fluxo, tanto pela canalização como pelas águas que antes infiltravam, mas agora com a impermeabilização passam a compor o escoamento superficial.

Tal fato é presenciado em ambientes urbanos que se constituem sobre bacias hidrográficas e as consequências são conhecidas pelas populações, muitas vezes de forma drástica.

Com o aumento do escoamento superficial, uma maior quantidade de água é escoada até as drenagens, nos fundos de vales, muitas vezes, ultrapassando a carga possível de ser suportada pelo rio, ocasionando as enchentes, muito presentes nas grandes e médias cidades brasileiras.

Não obstante, antes das águas chegarem ao fundo de vale, durante o escoamento superficial, essas ganham força e velocidade, aumentando seu poder abrasivo e originando diversos problemas urbanos como degradação da massa asfáltica e intensificação dos processos erosivos, criando sulcos e ravinas, se tal escoamento passar por áreas não impermeabilizadas. A estes fatos deve-se agregar o ganho de velocidade das drenagens, as quais intensificam o poder erosivo das margens, podendo ocasionar desmoronamentos.

Esses fatores, se associados com maiores declividades, podem provocar desastres de maior intensidade, como deslizamento de encostas, desmoronamento de pontes, avenidas e casas, que além de trazer prejuízos aos cofres públicos, podem ocasionar até a perda de vidas humanas.

Assim sendo, identificar as áreas onde há maior concentração do escoamento superficial pode contribuir com o planejamento urbano ambiental, a fim de adotar medidas mitigadoras para que tais problemas não ocorram, ou se ocorrerem, que seja com menor intensidade possível.

Para tal identificação, seguindo o método de *fluxo múltiplo (multiple flow)*, realizou-se o mapeamento de *Transferência de Fluxo Distribuída* ou *Fluxo Distribuído*, o qual permite calcular áreas contribuintes de fluxos superficiais a montante de uma área, tendo o fator declividade como principal parâmetro dos cálculos, por ser este, a principal variável-controle na determinação das zonas de saturação (RAMOS *et. al.*, 2003 *apud* FONTES, 2009).

Assim, Fontes (2009) salienta que,

[...] tal método gera uma espacialização das áreas de contribuição que corresponde à tendência do percurso do escoamento em condições naturais. Oferece também recursos para verificar o fluxo diante de barreiras artificiais e incorpora influências de movimentações de terra em função da urbanização se estiverem descritas na base topográfica. (FONTES, 2009, p.150)

Tendo em vista que a base cartográfica utilizada nessa pesquisa apresenta as alterações antrópicas do relevo, mediante o processo de urbanização, o resultado ratificou as considerações de Fontes (2009), mostrando-se de grande valia para a realização dos objetivos.

O procedimento metodológico baseia-se numa matriz gerada a partir da base cartográfica, a qual é inserida no *software* ArcGis para gerar o Modelo Digital do Terreno (MDT) pela ferramenta *Topo to Raster – Spatial Analyst*, tendo como base as curvas de nível, drenagens e os pontos cotados, salvo em formato *GRID* na raiz do computador (diretório C:).

Cabe ressaltar que foram efetuados diversos testes na realização do MDT e que, diante da escala da base cartográfica e dos resultados obtidos, o MDT gerado com células 1x1m, ou seja, cada *pixel* equivale a 1m² na realidade, mostrou-se satisfatório, apresentando maiores detalhes.

Após a geração do MDT, esse é adicionado no programa Arc View para modelar os fluxos de escoamento (Flow), por meio da ferramenta *Hidrotools*. Durante a interpolação dos dados, há a opção de três tipos de fluxos: Fluxo Simples (*single flow*), Fluxo Múltiplo (*multiple flow*) e Dinf ou D ∞ .

Segundo Fontes (2009), o fluxo simples seleciona, na matriz do terreno (*Grid* gerado pelo MDT), apenas a célula de declive mais íngreme para a orientação do fluxo a jusante, tornando-se um método simplista, passível de generalizações, fugindo das condições reais.

Já o fluxo múltiplo “calcula a área de contribuição considerando a distribuição proporcional do escoamento do fluxo entre todas as células a jusante de uma célula central” (FONTES, 2009, p. 150). Assim, esta proposta tende a minimizar os erros gerados pelo método do fluxo simples visto que, em condições naturais, o escoamento superficial tende a seguir diferentes orientações. Dessa forma, esse foi o método escolhido para a confecção desta carta. Além do mais, como salienta Fontes (2009),


O modelo que apresenta o escoamento de forma mais dispersa também responde de maneira mais adequada à realidade de ambientes quentes e úmidos, de muita água e relevo com concavidades de vertentes, que concentram os fluxos, e convexidades, que dispersam o fluxo, como é o caso do Brasil. (FONTES, 2009, p. 151).

O material gerado foi novamente salvo no formato *GRID* e exportado para o *software* ArcGIS 9.2, o qual gerou uma escala de 5 intervalos variando proporcionalmente entre o número de *pixels* existentes.

Com o intuito de melhor representar o escoamento superficial e conhecendo as características da área, foram realizados diversos testes reclassificando os valores obtidos.

Assim, o escoamento superficial foi definido entre o intervalo de 0m^2 a $>500\text{m}^2$ (Tabela 2), onde os *pixels* mais claros recebem menor contribuição de montante em relação aos mais escuros. Considerando que cada *pixel* possui 1m^2 , este receberá a contribuição do escoamento superficial referente a tonalidade do *pixel*. Do mesmo modo, quanto mais claro for o *pixel*, menor será a área a sua montante que interfere no seu escoamento; em contrapartida, quanto mais escuro, maior será a contribuição, ou seja, um *pixel* de tonalidade mais escura, significa que esse recebe escoamento de mais de 500m^2 de área de montante.

Tabela 2 - Distribuição das classes da carta de Escoamento Superficial

INTERVALO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	TONALIDADES DOS <i>PIXELS</i>
0 m^2	
100 – 200 m^2	
300 – 400 m^2	
$>500\text{m}^2$	

Fonte: Carta da Concentração do Escoamento Superficial

5.1.4. Esboço Morfo-Pedológico

Para a elaboração deste material cartográfico, buscou-se uma adaptação da cartografia geotécnica de Material Inconsolidado, apresentada por Zuquette e Gandolfi (2004). Em relação à carta de Material Inconsolidado, “entende-se por material inconsolidado todos os materiais geológicos, residuais e retrabalhados, que ocorrem desde o topo da rocha sã até a

superfície”, sendo que “a importância dos materiais inconsolidados reside no uso do solo e as alterações que esse uso propicia.” (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004, p.102 e 104).

Os autores apresentam dois grupos de materiais inconsolidados referentes à sua origem: os retrabalhados e os residuais. Estes materiais serão caracterizados por atributos que permitam identificá-los e definir o limite entre os dois grupos.

Uma vez determinado o limite entre os dois tipos de materiais inconsolidados, eles devem ser caracterizados e analisados com objetivo de avaliar os graus de descontinuidade e de heterogeneidade. Esses dois aspectos são fundamentais a previsão de comportamentos (geotécnico e ambiental), bem como para a definição da forma de amostragem e seleção dos ensaios de caracterização. (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004, 104).

Para a avaliação da descontinuidade e heterogeneidade dos materiais inconsolidados retrabalhados, Zuquette e Gandolfi (2004, p. 105) apresentam a “granulometria, mineralogia e cimento das partículas constituintes e alternância de camadas com diferentes graus de cimentação, minerais, distribuição das partículas, grau de compactação, e distribuição lateral, observando o maciço”.

Analisados esses parâmetros, deve-se classificá-los como:

- Homogêneo e Contínuo: caracterizado por pacotes de materiais que apresentam variações verticais e laterais, seja em constituição ou maciço.
- Homogêneo Contínuo: apresenta características como camadas ou parcelas dos materiais que controlam o comportamento dos mesmos.
- Heterogêneo Contínuo: abrange pacotes de materiais de diferentes tipos e características bem distintas, porém com continuidade.
- Heterogêneo Descontínuo: possui camadas de materiais distintos, propriedades variáveis e distribuição espacial restrita de forma a gerar comportamento descontínuo.

Já os materiais inconsolidados residuais abordam a região limítrofe entre o material inconsolidado e a rocha mãe, e o limite entre a rocha alterada e a rocha sã. Para diagnosticar esses dois limites, é necessário considerar “a intensidade de alguns atributos, como descoloração, desintregação, decomposição e feições reliquias.” (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004, p. 106).

Após a identificação e definição dos dois grupos, estes deverão ser avaliados com base na massa e continuidades, conforme a proposição da Geological Society (1990, 1995),

Derman (1995), Hencher e McNicholl (1995), (*apud* ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004, p. 104).

Contudo, como os solos da área de estudo são espessos, chegando a dezenas de metros, foi inviável a avaliação dos materiais inconsolidados residuais, focando-se, assim, nos retrabalhados. Em relação à área de coleta de dados, a avaliação se deu onde a urbanização ainda não implantou todas as suas formas, apresentando a superfície ainda exposta, uma vez que o solo encoberto impossibilitou a coleta de materiais.

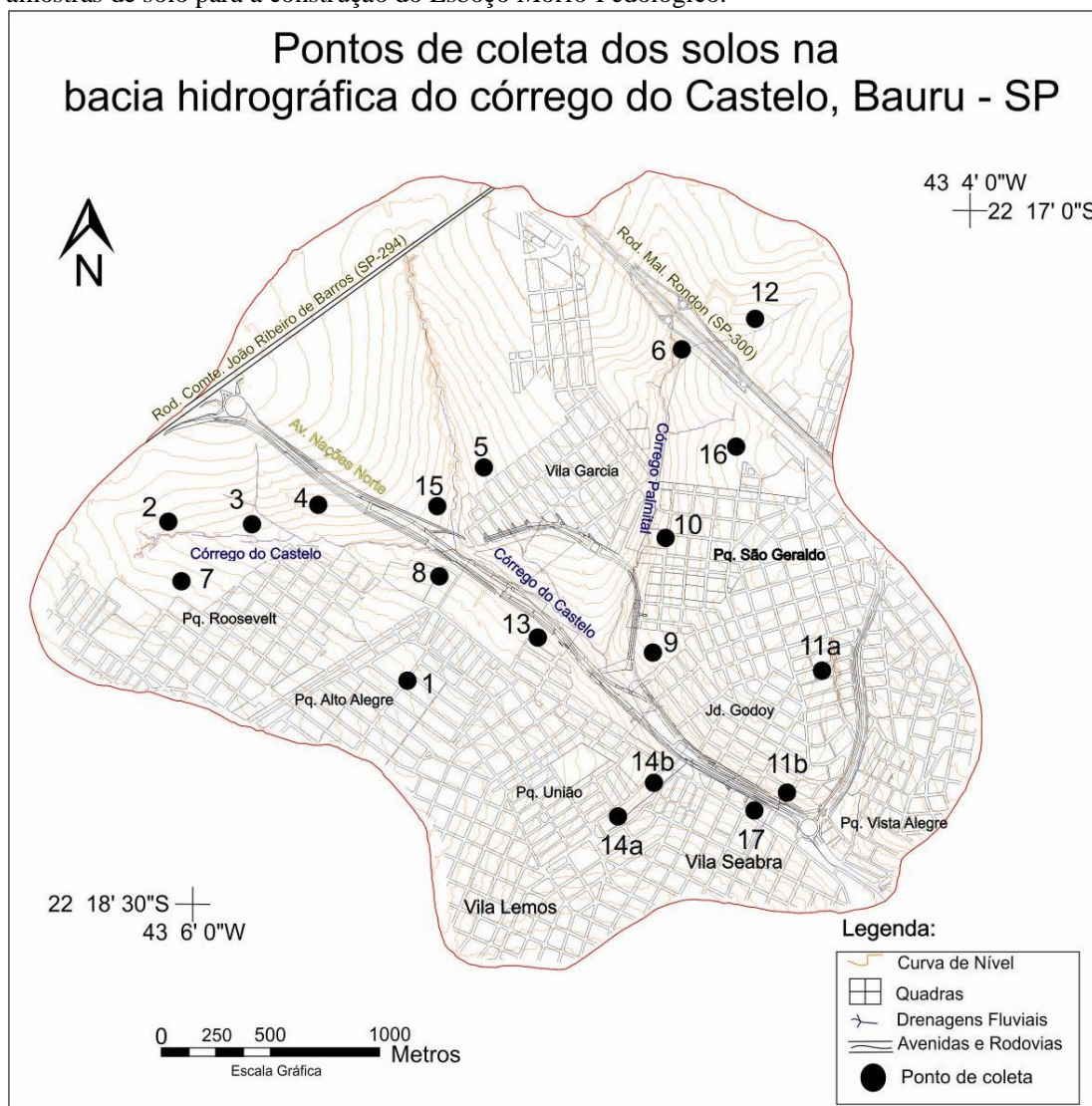
Convém esclarecer que não existe material cartográfico de detalhe sobre os solos da área por tratar-se de área de expansão urbana. Esta carta pode fornecer informações importantes para o atendimento do objetivo desta pesquisa.

Foram coletadas amostras em 17 pontos distribuídos ao longo da bacia (Figura 14), visando abarcar as seções topográficas da vertente (baixas, médias e altas vertentes), bem como uma eventual ruptura topográfica apresentada pelas curvas de nível. As coletas e armazenamento das amostras foram realizadas segundo as orientações de Santos (*et. al.* 2005).

Desta forma, no desenrolar das coletas viu-se necessário, diante da variação topográfica, coletar amostras em pontos próximos aos já definidos pontos 14 e 11, originando os pontos 14b e 11b. A fim de seguir a ordem já definida, os pontos pré-definidos foram identificados como 14a e 11a e as suas extensões foram identificados como 14b e 11b.

Em cada ponto foram coletadas com auxílio de um trado, no mínimo, três amostras sendo 40 cm, 1,5m e 3m de profundidade; contudo, houve situações onde a discordância textural e/ou de cor foram observadas fora das medidas estabelecidas; em tais situações, a coleta não se restringiu a apenas três profundidades, o que proporcionou pontos, nos quais foram obtidas mais de três amostras, com o intuito de identificar os locais de transição dos materiais inconsolidados, segundo as orientações de Zuquette e Gandolfi (2004).

Figura 14 - Base cartográfica da bacia do córrego do Castelo, com os pontos de coleta das amostras de solo para a construção do Esboço Morfo-Pedológico.



Fonte: Base Cartográfica
Elaboração: Autor

Cabe salientar os cuidados tomados em fazer a limpeza física do trado, a qual consiste em coletar a segunda amostra do perfil desejado para que os resíduos do perfil anterior saiam junto com a primeira amostra, eliminando o risco de contaminação da amostra com materiais não pertencentes a ela.

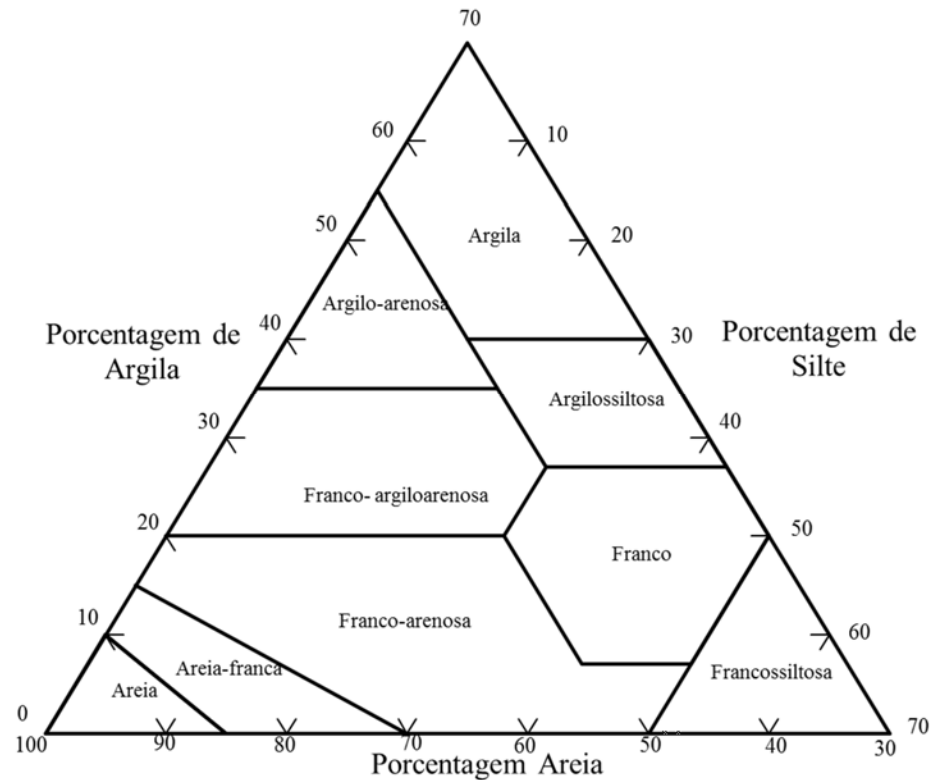
Após coletadas, as amostras foram armazenadas em sacos devidamente identificados e lacrados. Em seguida, tais amostras foram manipuladas no *Laboratório para Análise de Formações Superficiais* (LAFS), do *Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento* (DEPLAN), do *Instituto de Geociências e Ciências Exatas* (IGCE) da

Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Rio Claro, para as análises granulométricas.

As análises granulométricas foram pautadas nas orientações de Camargo (*et. al.*, 2009, p. 47), que tem por objetivo a “determinação da distribuição percentual das partículas primárias do solo”, sob o princípio da “desagregação mecânica da amostra, dispersão e avaliação da proporção relativa das partículas primárias por sedimentação em meio aquoso”.

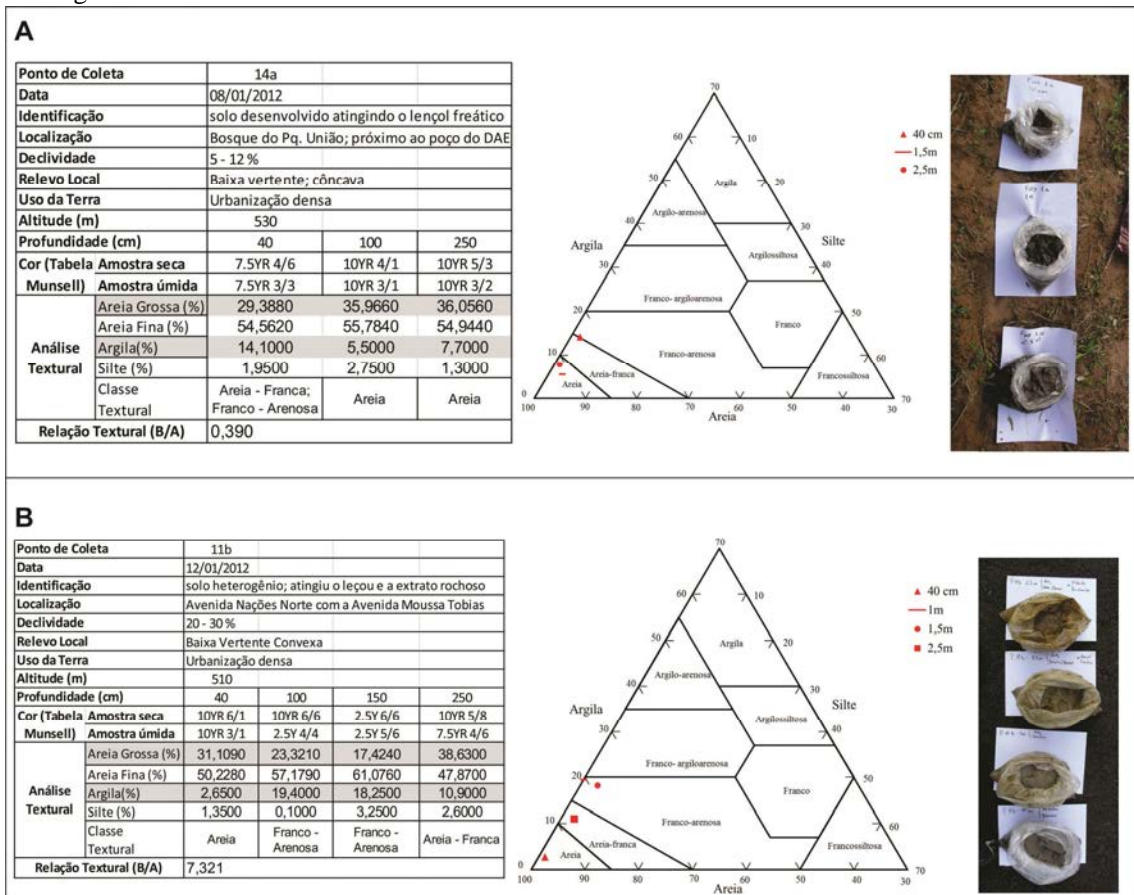
Após preparada a amostra, processada e quantificada, os dados foram plotados no Triângulo para a Determinação das Classes Texturais (Figura 15). De acordo com as porcentagens de Argila, Silte, Areia Grossa e Fina, obtidas durante o procedimento em laboratório, a amostra foi posicionada em um determinado ponto na pirâmide, caracterizando-a como Argilosa, Siltosa ou Arenosa, demonstrado na figura 16.

Figura 15 - Triângulo para determinação das classes texturais.



Fonte: CAMARGO; *et. al.* 2009

Figura 16 - Compilação das características do solo; A - solo de textura homogênea, B - solo de textura heterogênea



Fonte: Base cartográfica (2012), carta clinográfica (2010), carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2013), trabalhos de campo, análises laboratoriais, tabela Munsell e fotos obtidas pelo autor, 2012.

Após os procedimentos laboratoriais, realizou-se a relação textural entre os horizontes A e B de cada ponto, considerando que a primeira coleta (referente a 40 cm) seria o horizonte A e a segunda (referente a 150 cm ou a alteração observada) o horizonte B, como exemplificado na figura 16, sendo a figura 16-A referente a solo de textura homogêneo e a figura 16-B, de textura heterogêneo.

As relações texturais abruptas foram obtidas segundo a definição do Sistema Brasileiro Classificação de Solos (SBCS), publicado pela Embrapa (2006), o qual considera a mudança textural abrupta quando:

[...] consiste em um considerável aumento no teor de argila dentro de pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Quando o horizonte A ou E tiver menos que 200g de argila/kg de solo, o teor de argila do horizonte subjacente B, determinado em uma distância vertical <7,5cm, deve ser pelo menos o dobro do conteúdo do

horizonte A ou E. Quando o horizonte A ou E tiver 200g/kg de solo ou mais de argila, o incremento de argila no horizonte subjacente B, determinado em uma distância vertical <7,5cm, deve ser pelo menos de 200g/kg a mais em valor absoluto na fração terra fina (por exemplo: de 300g/kg para 500g/kg, de 220g/kg para 420g/kg). (EMBRAPA, 2006, p.12).

A identificação das relações texturais dos solos permitiram classificá-los entre *Homogêneos* (quando não há mudança textural abrupta) e *Heterogêneos* (quando há mudança textural abrupta) e assim, aproximando das orientações de Zuquette e Gandolfi (2004), quanto à definição do comportamento do solo diante das ações antrópicas e dos escoamentos superficiais. A importância do levantamento granulométrico dos solos é justificado por Lepsch (2002), ao salientar que:

[...] a proporção dos componentes de tamanho menor (argila e silte) e maior (areia e cascalho), juntamente com seu arranjo em agregados irá determinar no solo algumas características bastante importantes, como tamanho e quantidade de poros, permeabilidade à água, grau de plasticidade, pegajosidade, facilidade de trabalhos com máquinas e resistência à erosão. (LEPSCH, 2002, p. 38)

Assim, solos *Homogêneos* apresentam maiores semelhanças texturais entre seus horizontes, acarretando maior padronização na percolação das águas pluviais, grau de saturação hídrica e no escoamento de subsuperfície; já em relação aos solos *Heterogêneos*, devido à variação textural abrupta, apresentam discordância de saturação hídrica e percolação das águas pluviais entre os horizontes. Deste modo, os solos *Homogêneos* foram considerados mais estáveis que os *Heterogêneos*.

Plotados os resultados das análises dos solos na base cartográfica, utilizando o *software* AutoCad, foi possível identificar na área de estudo duas regiões distintas: as de solos *Homogêneos* e as de solos *Heterogêneo*, constituindo o Esboço Morfo-Pedológico. Contudo, a ausência de dados mais detalhados impossibilitou a definição do limite exato entre estes dois tipos de solos, justificando a criação das regiões no Esboço Morfo-Pedológico sem os limites entre solos de texturas homogêneas dos de texturas heterogêneas.

No mais, as informações de cada ponto de coleta, com suas respectivas porcentagens e classificações texturais, encontram-se no apêndice – A.

Portanto, as definições granulométricas e texturais das amostras determinaram aspectos importantes das características físicas do solo, contribuindo para alcançar os objetivos deste trabalho.

5.1.5. Carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais

A elaboração deste produto cartográfico de síntese foi fundamentada na proposta técnica apresentada por Moroz, Canil e Ross (1994), que propõem a construção de um material cartográfico de síntese, calcado nos resultados obtidos das cartas intermediárias como de Declividade ou Clinográfica (Figura8), Cobertura Vegetal e Uso da Terra e somadas às informações referentes à legislação ambiental vigente.

Para este trabalho, vê-se necessário, também, utilizar como material cartográfico intermediário, a carta geomorfológica, pois, assim como salienta Silveira (2009), a utilização de tal carta,

[...] justifica-se pela aquisição de informações relativas às formas erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), retiradas de material, mineração e canalização de cursos fluviais, que passaram a ser tratadas como derivações ambientais, enriquecendo o produto cartográfico de síntese. (SILVEIRA, 2009, p. 68)

Os dados relacionados as declividades e que pautaram a lei de Parcelamento do Solo, Lei Federal n.º 6766/79 (Lei Lehmann), a qual impede, no Art. 3, o loteamento em terrenos com declives superiores a 30% de declividade, foram obtidos por meio da Carta de Declividade elaborada e apresentada por Thomazini (2010), na escala de 1:10.000.

Utilizou-se também a Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, referente ao Código Florestal, a qual estabelece, no Art. 4º, inciso I, os parâmetros, definições e limites às Áreas de Preservação Permanente (APP's), sendo:

Art. 4º: [...]

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

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

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

(BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, grifo nosso).

Diante da necessidade de uma legislação que norteasse e ordenasse as decisões políticas do município, foi criada a Lei 4.126 em 12 de Setembro de 1996, instituindo O Plano Diretor do município de Bauru. Posteriormente, em 2008, foi criado o Plano Diretor Participativo, instituído pela Lei Municipal 5.631, de 22 de Agosto.

No Plano Diretor de 1996, são criadas, no Art. 18, inciso I e II, as Áreas de Proteção Ambiental (APA's) e os Setores Especiais de Conservação de Fundo de Vale (SEC's), respectivamente e no Art. 19, foram apresentadas as definições de APA's sendo:

Art. 19 - As áreas de proteção ambiental - APA's são unidades de conservação destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando à qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais. (BAURU, Lei nº 4.126, de 12 de Setembro de 1996).

Bem como, definidas as áreas referentes as APA's:

I - APA - 1 = a encosta do Rio Batalha;
II - APA - 2 = o entorno do Parque Ecológico Tenri-Cidade Irmã/Jardim Botânico Municipal de Bauru, conforme Anexo 1;
III - APA - 3 = Bacia do córrego Água Parada [...].
(BAURU, Lei nº 4.126, de 12 de Setembro de 1996)

Já as SEC's são definidas no Art. 20 como:

Art. 20 – [...] faixas de terreno localizadas ao longo dos cursos de água que, pelas suas características ambientais, hidrográficas, topográficas e inserção no tecido urbano, configuram-se como elementos estratégicos na estruturação física e no desenvolvimento das funções sociais da cidade. (BAURU, Lei nº 4.126, de 12 de Setembro de 1996)

Essas áreas constituem assim, as Unidades de Conservação Ambiental do Município de Bauru. No entanto, Barbosa e Nascimento Junior (2008), fazem ressalva de que as SEC's, no Plano Diretor, não são consideradas Áreas de Proteção Permanente (APP). No Art. 21, nos incisos de I ao V, são definidas as proibições referentes ao exercício do direito de propriedade nas APA's e nas SEC's:

Art. 21 - [...]:

- I - o parcelamento para fins urbanos;
- II - as atividades de terraplenagem, mineração, drenagem, escavação, desmatamento e outros que venham a causar danos ou degradação do meio ambiente, perigo para a população ou para a biota;
- III - o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou acentuado assoreamento das coleções hídricas;
- IV - instalação de indústrias ou outras atividades potencialmente poluidoras;
- V - o exercício de atividades que ameacem extinguir as espécies raras da biota regional

(BAURU, Lei nº 4.126, de 12 de Setembro de 1996)

Já o Plano Diretor de 2008, elaborado nos termos do Art. 51 da Lei Orgânica do Município de Bauru, mostra-se mais elaborado e com parâmetros ambientais e de planejamento urbano melhor definidos, a começar pela divisão dos 21 Setores de Planejamento, referentes às áreas urbanas e rurais (Figura 17), com 12 setores pertencentes a zona urbana, definidos através das bacias hidrográficas, sendo o setor 6 definido pela a Bacia do córrego do Castelo (Figura 18).

Dentro do macrozoneamento urbano (Figura 19), foram divididas zonas de acordo com a característica e urbanização, sendo:

Art.24 - A Macrozona Urbana abrange todas as áreas urbanas do Município e divide-se em:

- I - Zona Central;
- II - Zona Consolidada;
- III - Zona em Consolidação;
- IV - Zona não Consolidada;
- V - Zona de Adensamento Controlado;
- VI - Zona de Interesse de Expansão;
- VII - Zona de Expansão Controlada;
- VIII - Zona Exclusivamente Residencial;
- IX - Zona de Parcelamento Proibido;
- X - Zona de Indústria, Comércio e Serviço;
- XI - Zona de Interesse Histórico-cultural;
- XII - Áreas de Interesse Ambiental;
- XIII- Núcleos Urbanos Isolados.

(BAURU. Lei nº 5612, de 22 de Agosto de 2008).

Constatou-se que as zonas *Interesse de Expansão*, *Consolidada*, *Indústria Comércio e Serviços* e de *Interesse Ambiental* distribuem-se pela área da bacia do córrego do Castelo, Setor 6.

As características das zonas são apresentadas, também, no Plano Diretor, sendo as pertencentes ao setor 6 definidas como:

Art.26 - A Zona Consolidada é caracterizada por área razoavelmente servida de infra-estrutura e equipamentos sociais, de uso misto com comércio local diversificado, acessibilidade dificultada pelas barreiras dos córregos, ferrovias e rodovias e carência de áreas públicas para recreação e lazer, com poucos vazios urbanos.

[...]

Art.27 - A Zona em Consolidação é caracterizada pela acessibilidade deficitária, baixa densidade de ocupação, deficiência de infraestrutura, em especial sistema de drenagem e pavimentação, carência de equipamentos sociais, baixo investimento da iniciativa privada, presença de processos erosivos avançados e córregos assoreados, predominância de habitações populares, autoconstrução, concentração de população de baixa renda e ocupações irregulares.

[...]

Art.30 - A Zona de Interesse de Expansão tem características semelhantes à Zona em Consolidação, porém inúmeros vazios urbanos com interesse na urbanização por ser um potencial vetor de desenvolvimento em virtude da futura implantação da Avenida Nações Unidas Norte.

[...]

Art.31 - A Zona de Expansão Controlada é caracterizada por grandes glebas vazias, loteamentos com baixa densidade, população predominantemente de baixa renda, pequenas áreas de ocupação irregular, difícil acesso, falta de infraestrutura, dificuldade de abastecimento de água e problemas de drenagem.

[...]

Art.34- A Zona de Indústria, Comércio e Serviço é caracterizada por faixas localizadas ao longo das rodovias e ferrovias, incluindo os distritos industriais, destinadas à instalação de indústrias, comércio, serviço e uso institucional, infra-estrutura deficitária, falta de acessibilidade.

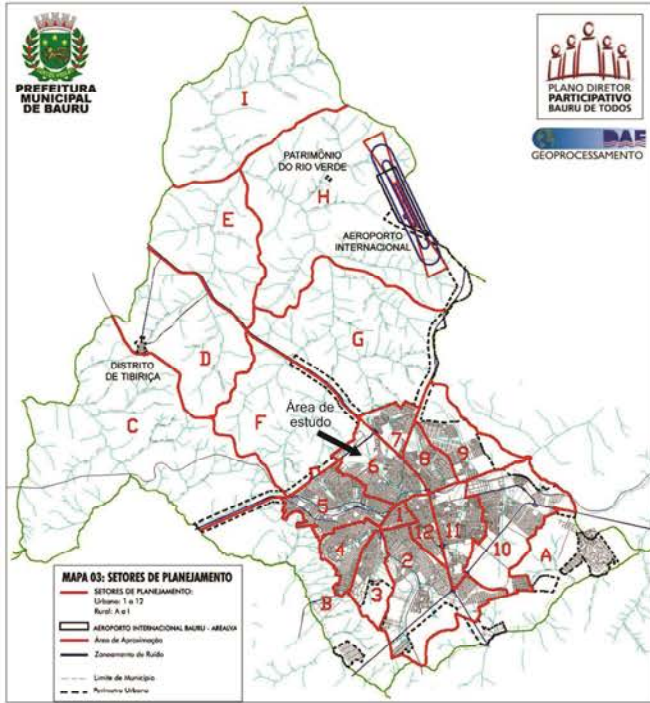
[...]

Art.36- Áreas de Interesse Ambiental é caracterizada por ocorrências ambientais isoladas, tais como remanescentes de vegetação, fundos de vale e paisagens naturais notáveis, áreas de proteção de mananciais, ocupações irregulares, processos erosivos.

(BAURU. Lei nº 5631, de 22 de Agosto de 2008).

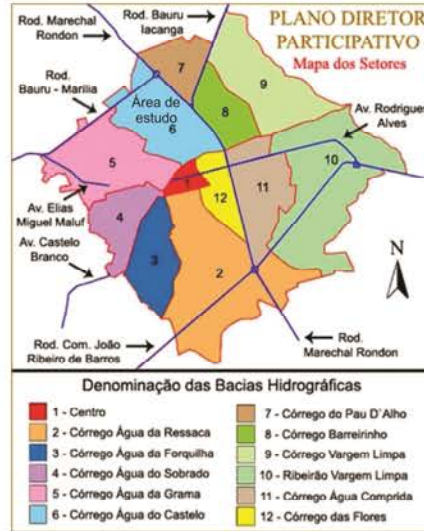
Assim, a *Zona Consolidada* abrange, principalmente, a margem direita do baixo curso do córrego do Castelo, pertencente às Vilas Seabra e Camargo, além do Jardim Bela Vista; a *Zona em Consolidação* localiza-se em uma área de topo, na borda da bacia, próxima a nascente do córrego do Castelo; a *Zona de Interesse de Expansão* abrange a maior parte da bacia, estendendo-se desde o baixo curso, referente à Vila Formosa e Parque Vista Alegre, até às regiões de nascente do córrego do Castelo, compreendendo o Parque Roosevelt, Núcleo Residencial Alto Alegre, Vila Garcia, entre outros; a *Zona de Expansão Controlada* situa-se em região de topo, próxima à Rod. Mal. Rondon (SP-300).

Figura 17- Setores de Planejamento do município de Bauru



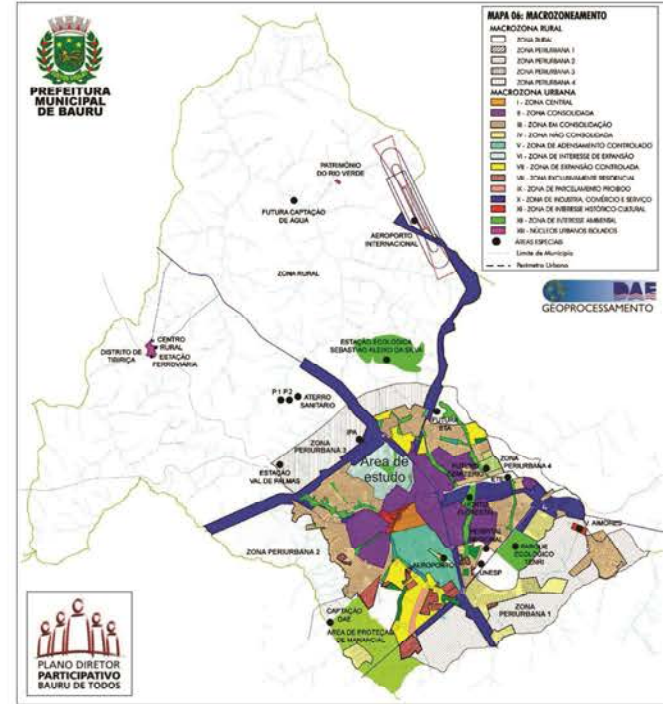
Fonte: <http://hotsite.bauru.sp.gov.br/planodiretor/arquivos/website_planodiretor_cartografia.pdf> acessado em: 14/07/2013

Figura 18 - Bacias hidrográficas da área urbana de Bauru e seus respectivos setores de planejamento.



Fonte: <http://hotsite.bauru.sp.gov.br/planodiretor/mapa_setores.aspx?im=1> acessado em: 14/07/2013

Figura 19 - Macrozoneamento do município de Bauru



Fonte: <http://antigo.bauru.sp.gov.br/prefeitura/conteudo/gabinete/imprensa/pdp_macrozone1.jpg> acessado em: 14/07/2013

Já *Zona de Interesse de Indústria, Comércio e Serviços*, localiza-se às margens das rodovias Mal. Rondon (SP-300) e Comandante João Ribeiro de Bauru (SP-294), próximas, então, aos limites da bacia; e as *Áreas de Interesse Ambiental*, são formadas pelos vales dos córregos do Castelo, do córrego Palmital (afluente da margem esquerda do córrego do Castelo) e, também, a área destinada ao futuro Parque das Nações Norte.

Com o intuito de reunir as informações oriundas das cartas intermediárias, das legislações e dos trabalhos de campo, utilizou-se o *software* AutoCAD para vetorizar os dados e georreferenciá-los.

Primeiramente, foram adicionadas à base cartográfica, juntamente com as drenagens, no *software* ArcGis 9.3, com a ferramenta *Buffer*, os limites de APP ao longo das drenagens fluviais e das nascentes. Em seguida, o *Buffer* foi exportado para o *software* AutoCad e incorporados o *Macrozoneamento Urbano* definido pelo Plano Diretor municipal; as declividades obtidas pela carta Clinográfica (Figura 8), as quais possibilitaram a identificação das transgressões legais quanto ao parcelamento do solo (Lei Lehmann), e os processos erosivos (sulcos, ravinas e voçorocas), bem como as drenagens canalizadas, obtidos da carta Geomorfológica, constituindo as derivações ambientais.

Assim, tendo em vista que “as análises ambientais pressupõem a atuação do homem como agente ativo no processo dinâmico de alteração da natureza”, a utilização da carta de Derivações Ambientais e Transgressões Legais em tais análises foi de suma importância, “na medida em que abrange todo o ambiente natural onde se inserem os meios físicos, bióticos, e sócio-econômicos, possibilitando uma compreensão da realidade espacializada em um determinado território em sua totalidade” (MOROZ, CANIL e ROSS, 1994, p.36).

Deste modo, este material cartográfico proporcionou novas contribuições à metodologia utilizada, das unidades ecodinâmicas, mostrando-se de suma importância a realização dos objetivos propostos.

5.1.6 Carta de Fragilidade Ambiental

Para este trabalho, foi utilizada a proposta metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001), sendo realizadas algumas adaptações a partir do trabalho de Silveira (2009). Tais adaptações se mostram necessárias, uma vez que para Ross (1990, 1994), as fragilidades ambientais são estabelecidas segundo o conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977),

onde são definidas as unidades instáveis, ou de instabilidade emergente, e as estáveis, ou de instabilidade potencial.

A primeira categoria refere-se aos ambientes que receberam ou recebem algum tipo de interferência antrópica, e a segunda, aos que permaneceram intocados e se configuram em seu estado primitivo. Como a área de estudo se enquadra num ambiente de expansão urbana, toda a sua extensão apresenta algum tipo de alteração de ação antrópica, sendo, então, necessárias as adaptações recomendadas por Silveira (2009), para o qual não se utiliza do conceito de instabilidade potencial, mas apenas a hierarquização em classes da instabilidade emergente.

Deste modo, Ross (1990, 1994 e 2001) propõe uma classificação de instabilidade que vai desde muito fraca até muito forte, tendo como parâmetros os dados obtidos nas cartas de declividade (Figura 8), geomorfológicas e de cobertura vegetal e uso da terra. Além disso, a proposta do autor considera as classes de solos.

Contudo, neste trabalho foram avaliadas as condições de escoamento superficial e os dados do Esboço Morfo-Pedológico, já que não existem dados de solos para a área.

Foram definidos os valores para as variáveis utilizadas, sendo estas as Unidades Morfológicas da Carta Geomorfológica, solos Homogêneos e Heterogêneos do Esboço Morfo-Pedológico; os escoamentos superficiais da carta de Escoamento Superficial; e os usos da terra da carta de Uso e Cobertura Vegetal da Terra. Tais informações foram hierarquizadas de forma semelhante ao proposto por Ross (1990, 1994 e 2001), a fim de se proceder a classificação do grau de instabilidade.

Cabe ressaltar que não foi considerada, diretamente, a carta de declividade, pois, para a confecção da carta de Escoamento Superficial, a declividade é um dos parâmetros utilizados. Por essa razão, optou-se em utilizar a carta de Escoamento Superficial ao invés da de Declividade, a fim de ressaltar a importância da concentração do escoamento superficial proporcionando pela urbanização, tendo em vista que na base cartográfica, por meio das curvas de nível, é considerada a ação antrópica sobre o relevo. Foi necessária, também, uma redefinição do Escoamento Superficial criando três classes, de modo que seja viável a diferenciação das concentrações do escoamento superficial.

Deste modo, os valores foram atribuídos de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 - Valores das variáveis utilizadas na construção da carta de Fragilidade Ambiental

VARIÁVEIS		VALORES DE INSTABILIDADE
Unidades Morfológicas	I (Dc 1.4)	1
	II (Dc 2.1)	2
	III (Dc 2.5)	3
	IV (Dc 3.2)	4
	V (Dc 3.2)	4
	VI (Dc 3.2)	4
	VII (Dc 4.3)	5
	VIII (Dc 4.3)	5
	IX (Dc 4.3)	5
	X (Dc 4.4)	6
Solos	Homogêneos	5
	Heterogêneos	10
Escoamento Superficial	0 – 200	3
	200 – 500	6
	> 500	10
Uso da terra	Mata Galeria	0
	Reflorestamento	1
	Urbanização Densa	2
	Comércio e Serviços	3
	Pasto Sujo	5
	Cobertura Herbácea	6
	Parque do Castelo	7
	Ocupação Ribeirinha	8
	Horticultura	9
	Expansão Urbana	10

Fonte: Carta Geomorfológica, esboço Morfo-Pedológico, carta da concentração do Escoamento Superficial e da Cobertura Vegetal e Uso da Terra.

Tendo em vista que o número de variáveis de cada material cartográfico é diferente, buscou-se um ordenamento dos valores indo de 0 a 10, sendo que o valor 0 é atribuído para as

condições de menor fragilidade, e o valor 10 para aquelas de maior fragilidade. A exceção ocorreu com as Unidades Morfológicas classificadas em valores sequenciais, iniciando com valor 1 a unidade de menor dissecação (I – Dc 1.4), até a de maior dissecação (X – Dc 4.4), além de agrupar as unidades de Índice de Dissecação semelhantes, uma vez que os valores dos índices de dissecação são próximos, e classificá-los dentro da escala de 1 a 10, imputaria a algumas Unidades Morfológicas “um valor” denudativo maior que a realidade. Essa situação difere da classificação realizada para o uso da terra, em que algumas classes protegem o relevo mais que outras¹.

As possíveis combinações das variáveis estão entre o menor valor (9) e o maior (36), onde uma área que está na Unidade Geomorfológica I – Dc 1.4, com Solo Homogêneo, Escoamento Superficial 0-200 e Uso da Terra de Mata Galeria, terá valor 9, enquanto que outra área que se localiza na Unidade Geomorfológica X – Dc 4.4, com Solo Heterogêneo, Escoamento Superficial >500 e de Uso da Terra de Expansão Urbana, terá valor 36.

Assim, o quadro 3 apresenta as combinações obtidas com a sobreposição das cartas (Figura 20), realizadas no *software* AutoCad e mapeadas manualmente.

Quadro 3 - Combinações dos valores referentes as variáveis utilizadas na confecção da carta de Fragilidade Ambiental, em suas respectivas classes.

CLASSES	COMBINAÇÕES					
FRACA	1;5;3;2	2;5;3;3	3;5;6;0	3;5;6;2	4;5;3;2	5;5;3;1
	1;5;6;2	2;5;6;3	3;5;3;2	3;5;3;1	4;5;3;3	5;5;3;0
	1;10;3;2	2;5;3;2	2;5;6;5	4;5;6;0	4;5;6;1	5;5;6;0
	1;5;3;6	2;5;6;2	3;5;3;5	4;5;3;1	5;5;3;2	6;5;3;2
	2;5;3;6	3;5;3;0	3;5;6;1	4;5;3;0	5;5;3;3	
MÉDIA	1;5;10;2	2;5;6;5	4;5;10;2	4;10;3;2	5;5;10;3	6;5;6;2
	1;10;6;2	2;5;10;5	4;10;6;2	5;5;3;9	5;10;3;3	6;5;10;2
	1;10;10;2	3;5;6;5	4;5;3;10	5;5;6;8	5;10;6;3	6;5;3;3
	1;10;3;6	3;5;10;5	4;5;10;0	5;5;10;0	5;5;3;5	6;5;6;3
	1;10;6;6	3;5;10;0	4;10;3;0	5;10;3;0	5;5;6;5	6;5;10;3

¹ Como exemplo, podemos citar o uso da terra de *Comércio e Serviços* de valor 3, seguido pelo uso da terra de *Pasto Sujo* com valor 5. Como observado na carta Geomorfológica e nas aferições em campo, o uso da terra de *Pasto Sujo*, possui um ação denudativa sobre o relevo bem maior que o uso da terra de *Comércio e Serviços*, possibilitando empregar ao primeiro um valor superior.

	1;5;6;6	3;5;10;2	4;10;10;0	5;10;6;0	5;10;3;5	6;5;3;5
	1;5;10;6	3;5;10;1	4;10;3;7	5;5;6;1	5;5;3;6	6;5;6;5
	1;10;3;7	4;5;6;3	4;5;3;9	5;5;10;1	5;5;6;6	6;5;3;6
	1;10;6;7	4;5;10;3	4;10;3;6	5;5;6;2	5;10;3;6	6;5;6;6
	2;5;10;2	4;5;3;6	4;10;3;5	5;5;10;2	5;5;3;7	6;5;3;7
	2;5;6;6	4;5;6;6	4;5;3;5	5;10;3;2	5;5;6;7	6;5;6;7
	2;5;10;6	4;5;3;7	4;5;6;5	5;10;6;2	5;5;3;10	6;5;3;10
	2;5;10;3	4;5;6;2	4;5;10;5	5;5;6;3	5;5;3;8	
FORTE	1;10;10;6	4;10;6;7	5;5;6;10	5;10;10;3	5;10;6;7	6;5;10;5
	1;10;10;7	4;10;10;7	5;5;6;9	5;5;10;5	5;10;10;7	6;5;10;6
	4;5;10;6	4;10;3;9	5;5;10;9	5;10;6;5	5;10;3;8	6;5;10;7
	4;10;10;2	4;10;6;9	5;10;3;9	5;10;10;5	5;10;6;8	6;10;3;7
	4;5;6;10	4;5;10;9	5;10;6;9	5;5;10;6	5;5;6;8	6;10;6;7
	4;5;10;10	4;10;10;6	5;5;10;8	5;10;6;6	5;5;10;10	6;5;6;10
	4;10;3;10	4;10;6;5	5;10;10;0	5;10;10;6	5;10;3;10	6;5;10;10
	4;10;6;10	4;10;10;5	5;10;10;2	5;10;3;7	5;10;6;10	
MUITO FORTE	4;10;10;10	4;10;10;9	5;10;10;9	5;10;10;8	5;10;10;10	6;10;10;7

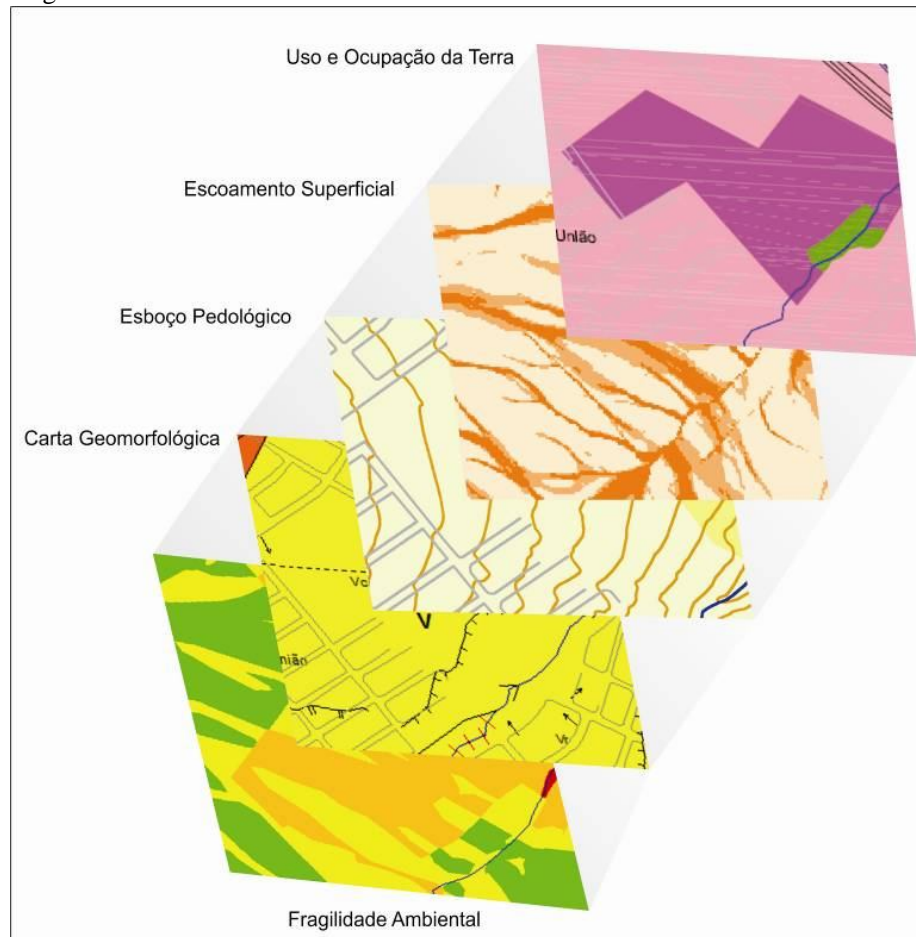
As somas dos valores de cada combinação foram classificadas de *Fraca* a *Muito Forte*, de acordo com a tabela 4, sendo então, possível identificar e mapear as áreas de maior e menor fragilidade ambiental, bem como quantificar a participação de cada classe, descritas percentualmente no gráfico 1.

Tabela 4 - Classes da Fragilidade Ambiental

CLASSES	INTERVALO DAS CLASSES
FRACA	0 - 16
MÉDIA	16 - 24
FORTE	24 - 32
MUITO FORTE	32 - 40

Fonte: Carta da Fragilidade Ambiental

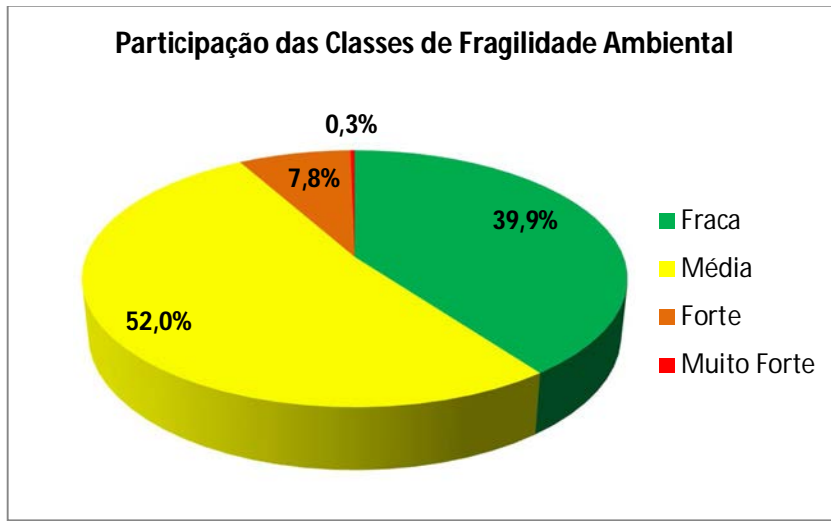
Figura 17 - Sobreposição dos materiais cartográficos para a confecção da carta de Fragilidade Ambiental



Fonte: carta Geomorfológica, Esboço-Pedológico, Concentração do Escoamento Superficial e Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação da Terra.
Elaboração: Autor, 2013

Sendo assim, a Fragilidade Ambiental Média possui a maior participação com aproximadamente 5.498 m², seguida da Fragilidade Ambiental Fraca com 4.213 m², em terceiro lugar a Fragilidade Ambiental Forte com 829 m² e por último a Fragilidade Ambiental Muito Forte com apenas 31 m². Salientando que as fragilidades constituem-se em áreas fragmentadas, intercaladas entre si e que estes valores são a somatória das áreas de cada classe.

Gráfico 1 - Porcentagem da participação das classes de fragilidade ambiental



Fonte: Carta da Fragilidade Ambiental
Elaboração: Autor, 2013

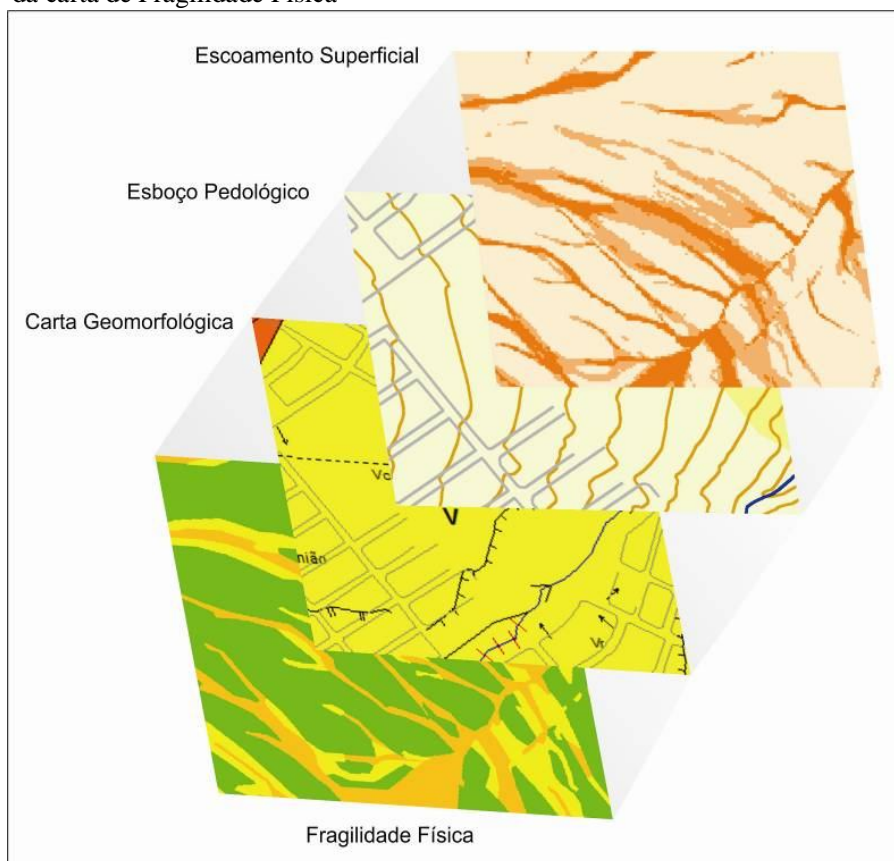
Cabe ressaltar que os dados do escoamento superficial são importantes diante dos problemas de drenagem urbana existentes na área e os solos homogêneos e heterogêneos se justificam perante os processos erosivos já diagnosticados na bacia. Da utilização deste material cartográfico ROSS (1995) salienta que é um

[...] importante produto que subsidia o Zoneamento Sócio-Econômico Ambiental e, conseqüentemente, o planejamento estratégico. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes permite melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial. (ROSS, 1995, p.73)

5.1.7. Carta de Fragilidade Física

A confecção da carta de Fragilidade Física pautou-se nos mesmos princípios da carta de Fragilidade. Contudo, buscou-se uma aproximação à fragilidade potencial e não apenas à emergente, demonstrada pela carta de Fragilidade Ambiental, uma vez que sem a variável direta da ação antrópica, as sobreposições das cartas Geomorfológica, da Concentração do Escoamento Superficial e do esboço Morfo-Pedológico (Figura 21) possibilitaram a identificação da fragilidade quanto às características físicas da área.

Figura 18 - Sobreposição dos documentos cartográficos para a confecção da carta de Fragilidade Física



Fonte: carta Geomorfológica, Esboço-Pedológico e Concentração do Escoamento Superficial.

Elaboração: Autor, 2013

Assim, a variável *Uso da Terra* não foi considerada, obtendo-se as combinações descritas no quadro 4

Quadro 4 - Combinações dos valores referentes as variáveis utilizadas na confecção do carta de Fragilidade Física, em suas respectivas classes.

FRACA	1;5;3	1;5;6	2;5;3	3;5;3	4;5;3
MÉDIO	1;5;10	2;5;6	3;5;6	5;5;3	6;5;3
	1;10;3	2;10;3	4;5;6	5;5;6	
FORTE	1;10;6	3;5;10	4;10;3	5;5;10	6;5;6
	2;5;10	4;5;10	4;10;6	5;10;3	6;10;3
MUITO FORTE	1;10;10	4;10;10	5;10;10	6;10;6	
	2;10;10	5;10;6	6;5;10	6;10;10	

Essas combinações foram classificadas de *Fraca* a *Muito Forte*, de acordo com a tabela 5.

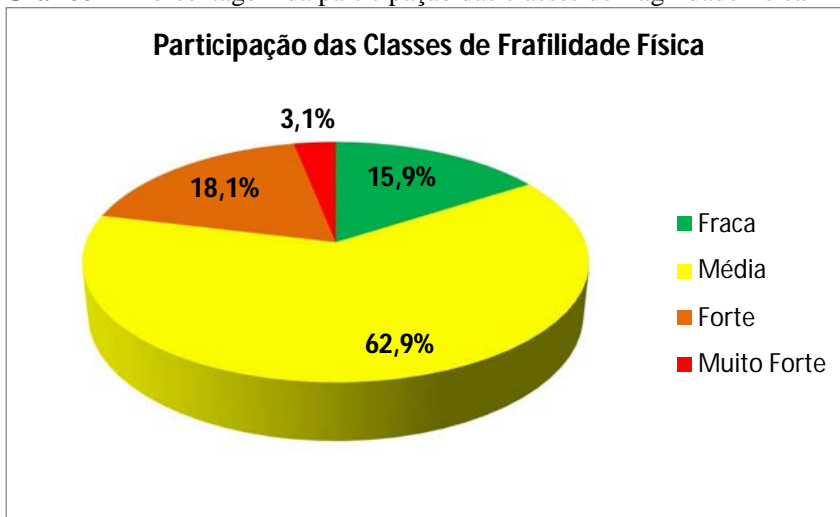
Tabela 5 - Classes de Fragilidade Física

CLASSES	INTERVALO DAS CLASSES
FRACA	8 - 12
MÉDIA	12 - 16
FORTE	16 - 20
MUITO FORTE	> 20

Fonte: Carta de Fragilidade Física

Foi possível, também, quantificação e representar percentualmente (Gráfico 2) a participação das classes na bacia, onde a Fragilidade Física Média possui a maior representatividade com aproximadamente 6.400 m², seguida da Fragilidade Física Forte com 1841 m², depois vem a Fragilidade Física Fraca com 1622 m² e por último a Fragilidade Física Muito Forte com 318 m²

Gráfico 2 - Porcentagem da participação das classes de fragilidade física



Fonte: Carta de Fragilidade Física
Elaboração: Autor, 2013

Assim, a carta da Fragilidade Física, comparada com a carta de Fragilidade Ambiental, possibilita a análise da interferência da ocupação antrópica sobre a área de estudo, enriquecendo os resultados obtidos.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos derivaram das análises dos documentos cartográficos confeccionados e ratificados *in loco*, tendo com base as cartas de Fragilidade Física (Figura 22) e Fragilidade Ambiental (Figura 23), procedidas da análise das cartas Geomorfológica (Figura 24), Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação da Terra (Figura 25), Concentração do Escoamento Superficial (Figura 26) e do Esboço Morfo-Pedológico (Figura 27), que sob a visão holística, juntamente com a carta de Restrições Legais e Derivações Ambientais (Figura 28), possibilitaram alcançar os objetivos propostos neste trabalho.

Para facilitar a análise e a compreensão dos dados fornecidos pelos materiais cartográficos, foram criados setores (Figura 29) a partir de padrões observados na carta de Fragilidade Física e, a partir desta, relacionados com os outros materiais cartográficos.

Cabe lembrar que, segundo a proposta adotada neste trabalho, considera-se que a fragilidade avaliada corresponde a graus de instabilidade. Assim, tendo em vista que a bacia do Córrego do Castelo encontra-se no perímetro urbano do município de Bauru (SP), uma região de fragilidade ambiental *Fraca*, considera-se que essa área possui uma fraca instabilidade ambiental; da mesma forma que uma região de fragilidade física *Forte*, significa uma forte instabilidade física.

Figura 19 - Carta da Fragilidade Física da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

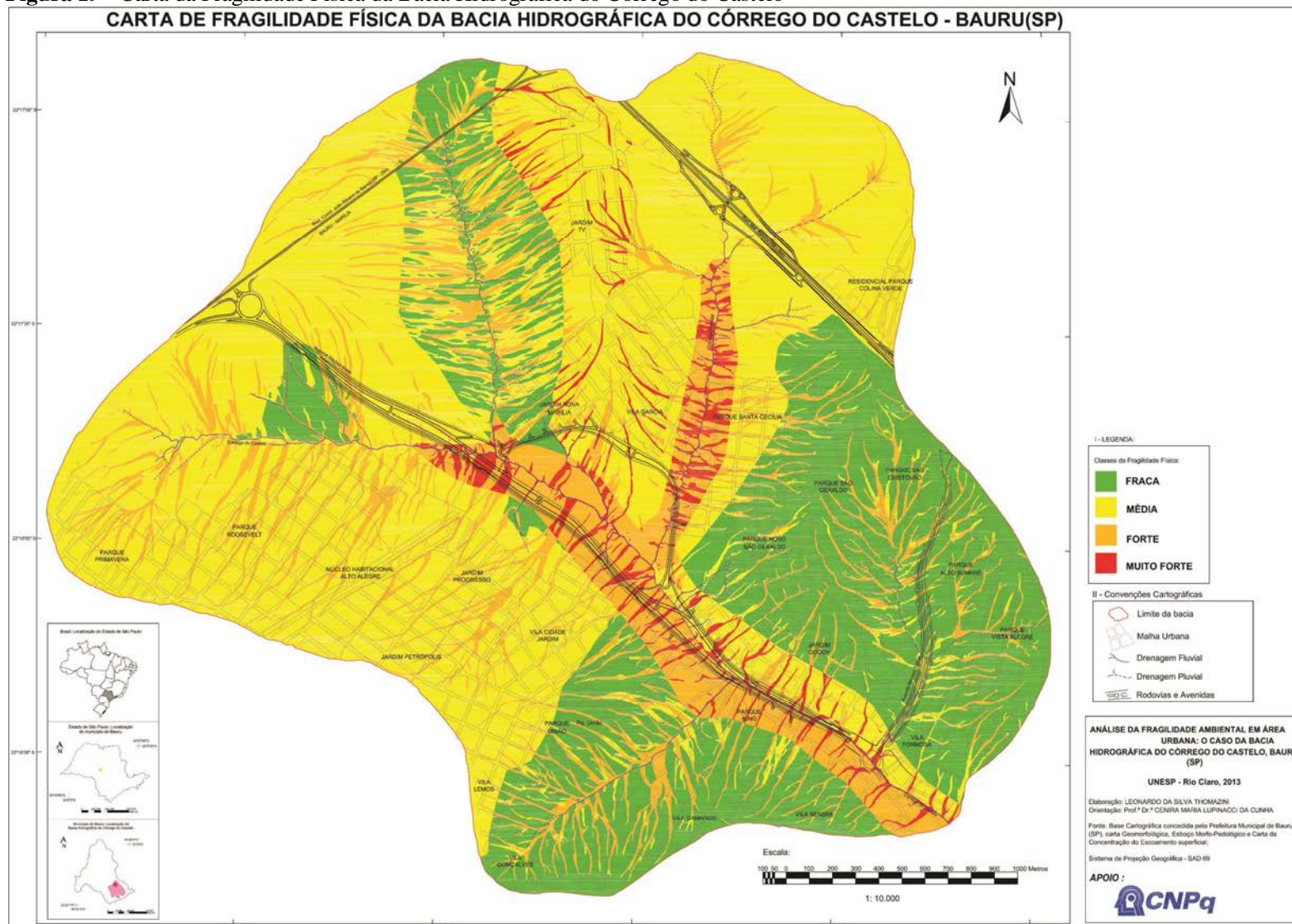
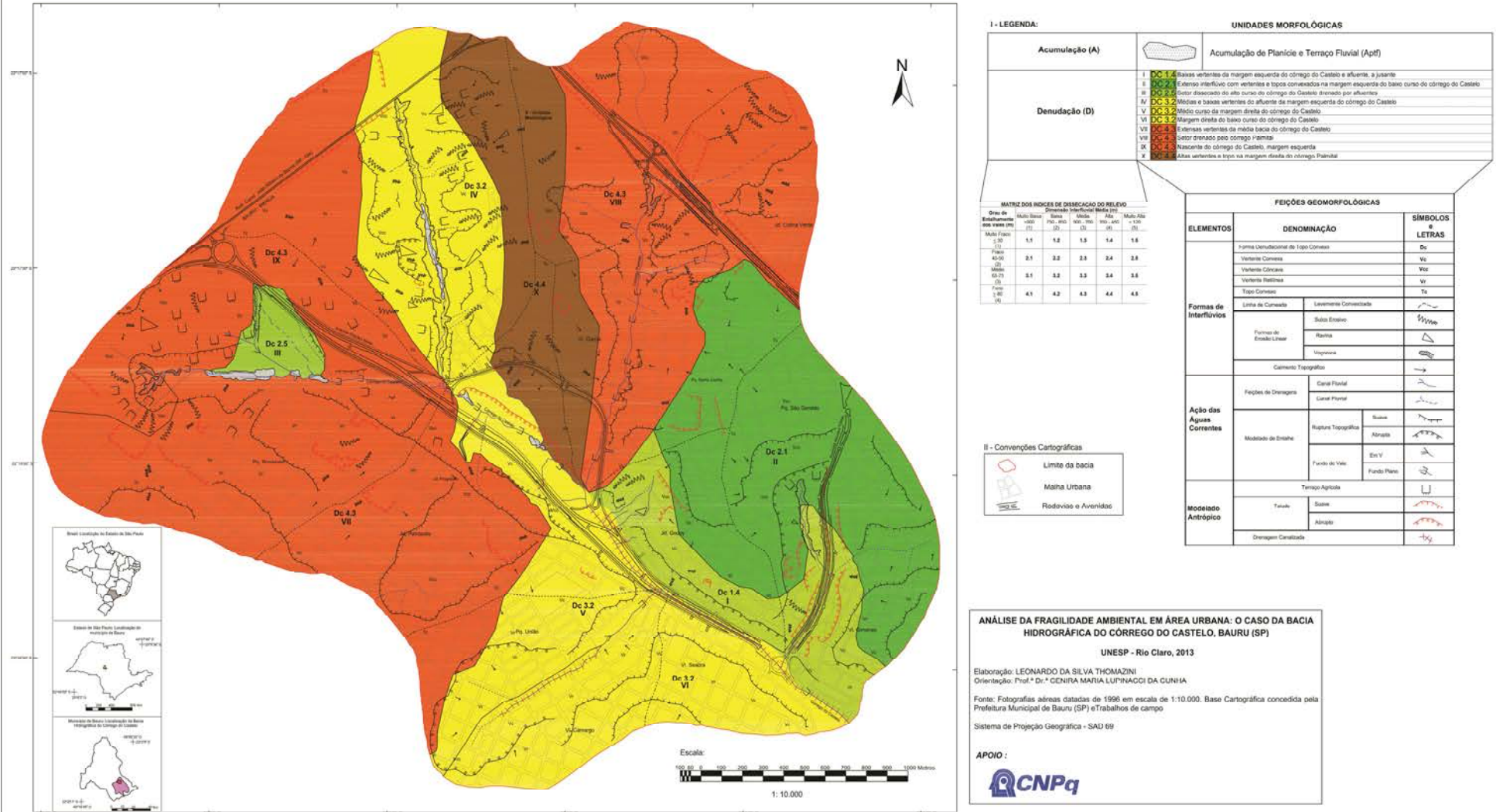


Figura 20 - Carta da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo



Figura 21 - Carta Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

CARTA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO CASTELO - BAURU (SP)



ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREA URBANA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO CASTELO, BAURU (SP)

UNESP - Rio Claro, 2013

Elaboração: LEONARDO DA SILVA THOMAZINI
 Orientação: Prof.ª Dr.ª CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA

Fonte: Fotografias aéreas datadas de 1996 em escala de 1:10.000. Base Cartográfica concedida pela Prefeitura Municipal de Bauru (SP) e Trabalhos de campo

Sistema de Projeção Geográfica - SAD 69

APOIO:

Figura 22 - Carta da Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

CARTA DA COBERTURA VEGETAL E DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO CASTELO - BAURU (SP)

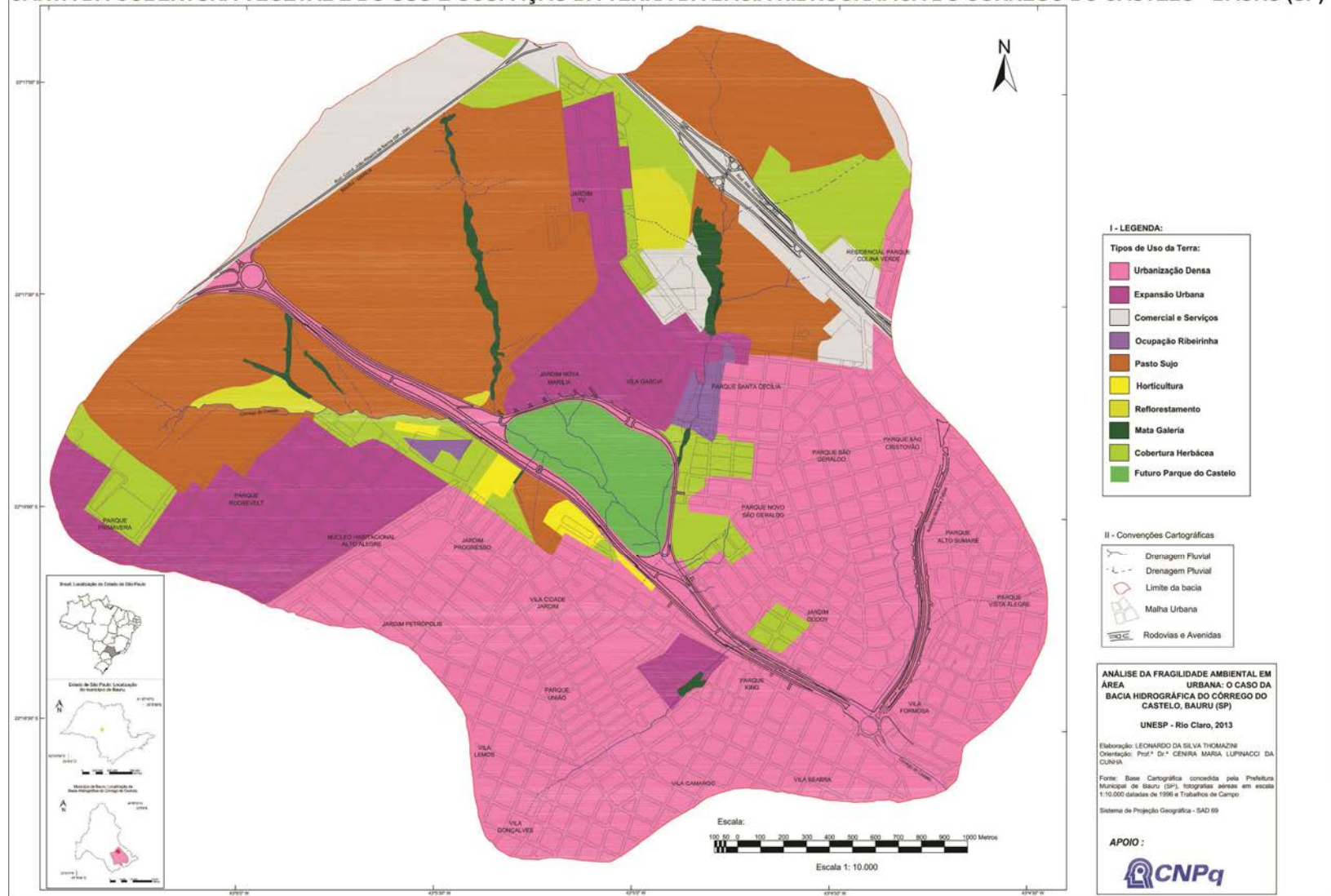


Figura 23 - Carta da Concentração do Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

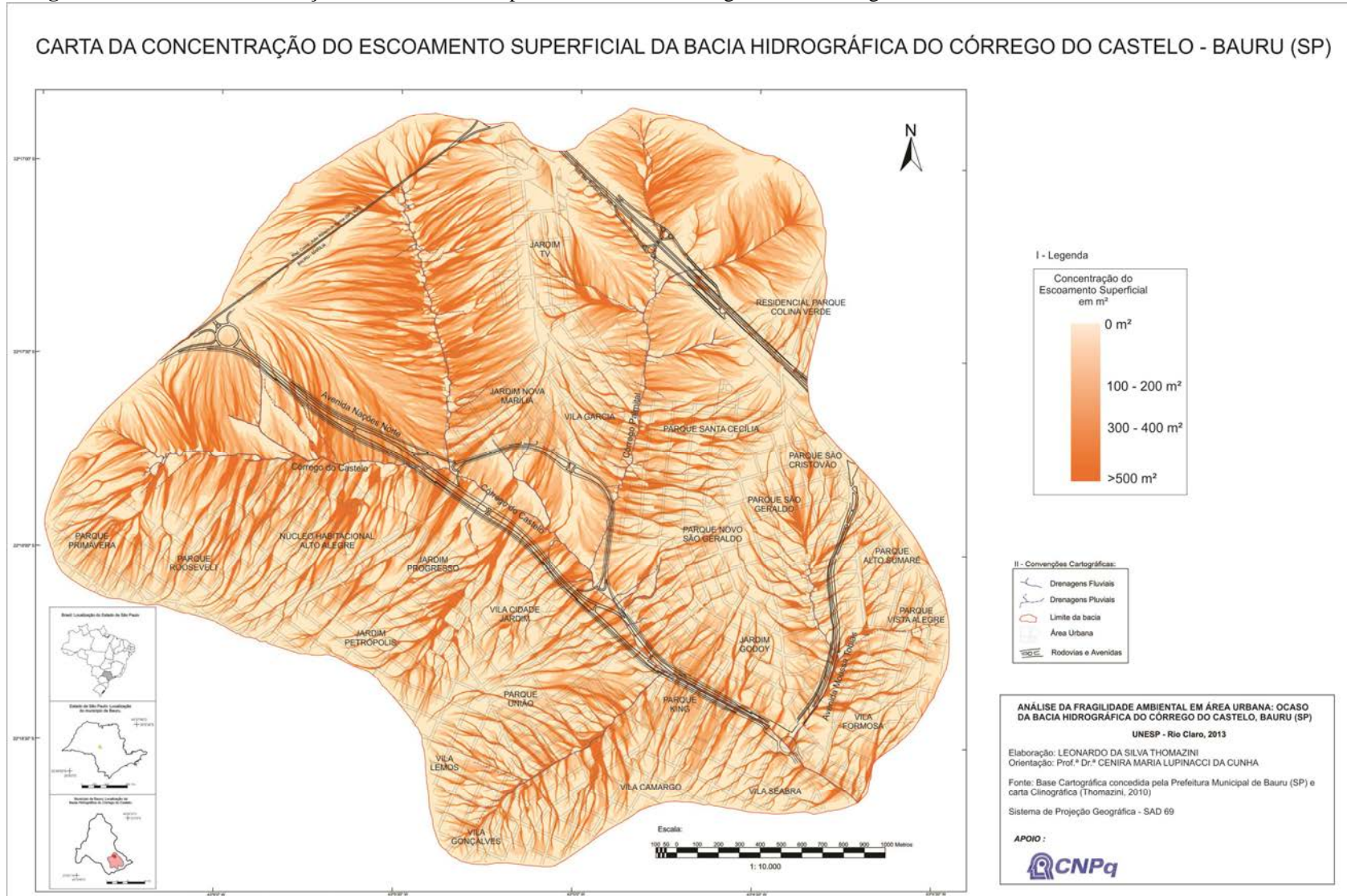


Figura 24 - Esboço Morfo-Pedológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

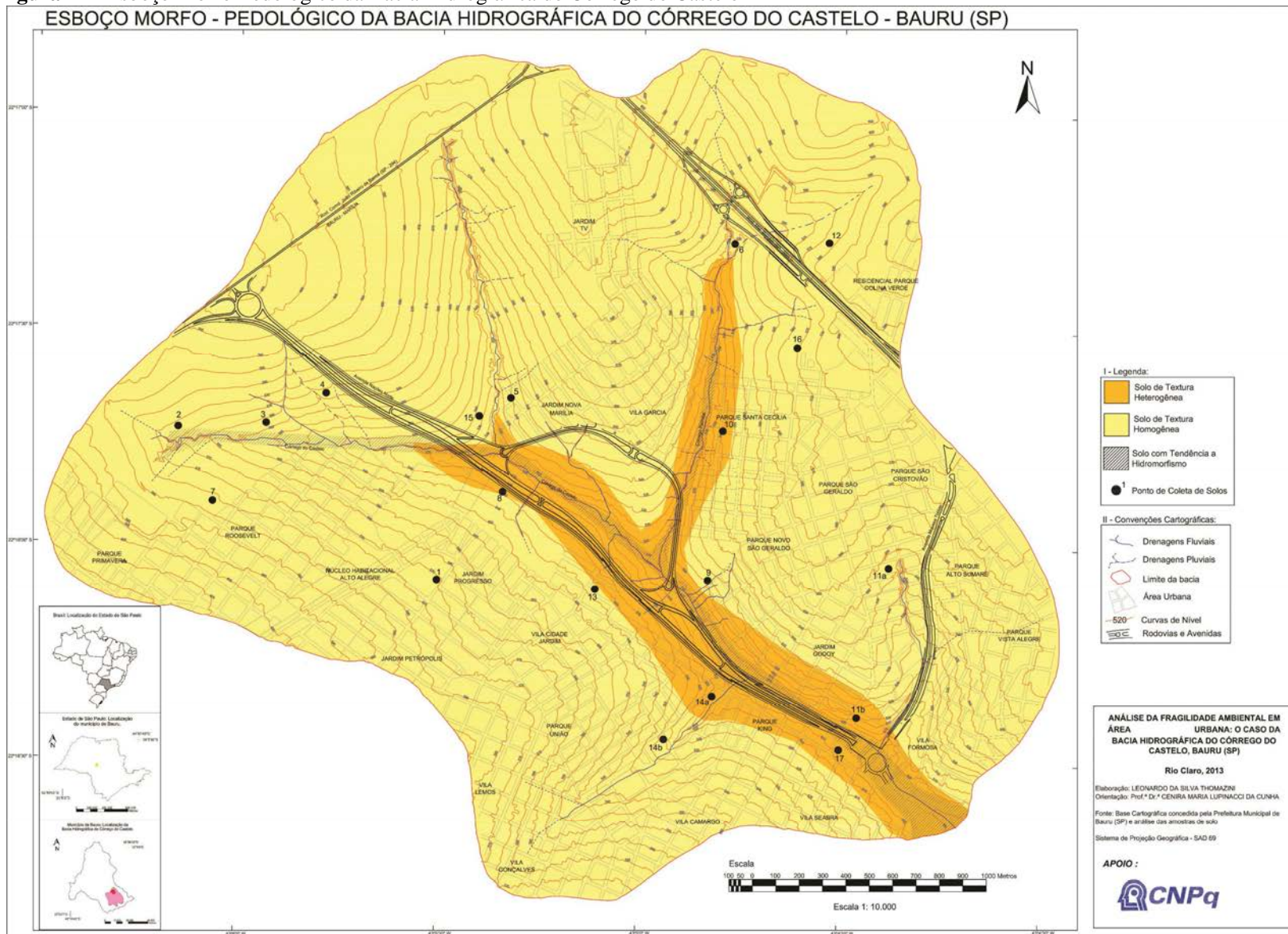


Figura 25 - Carta de Restrições Legais e Derivações Ambientais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo

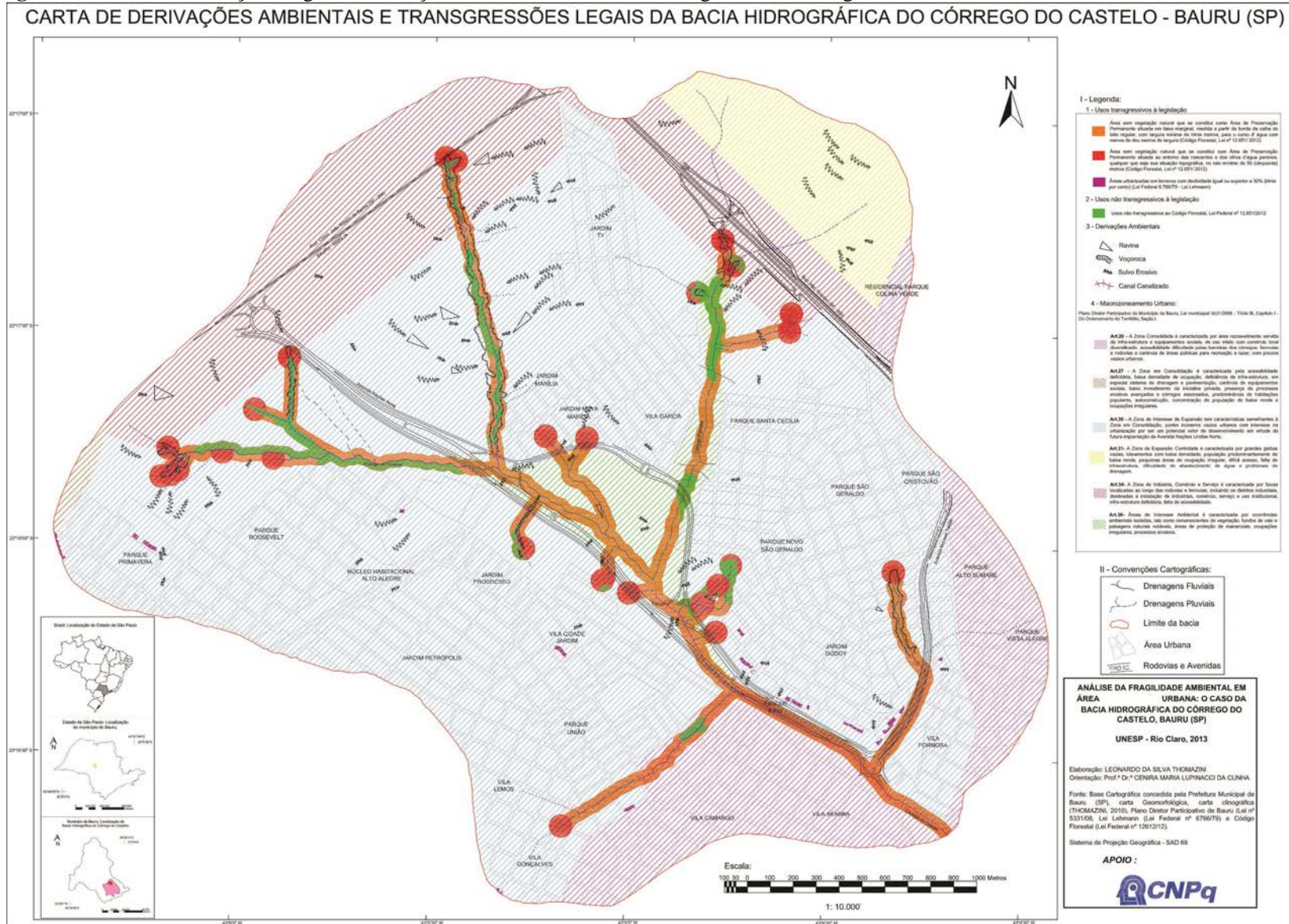
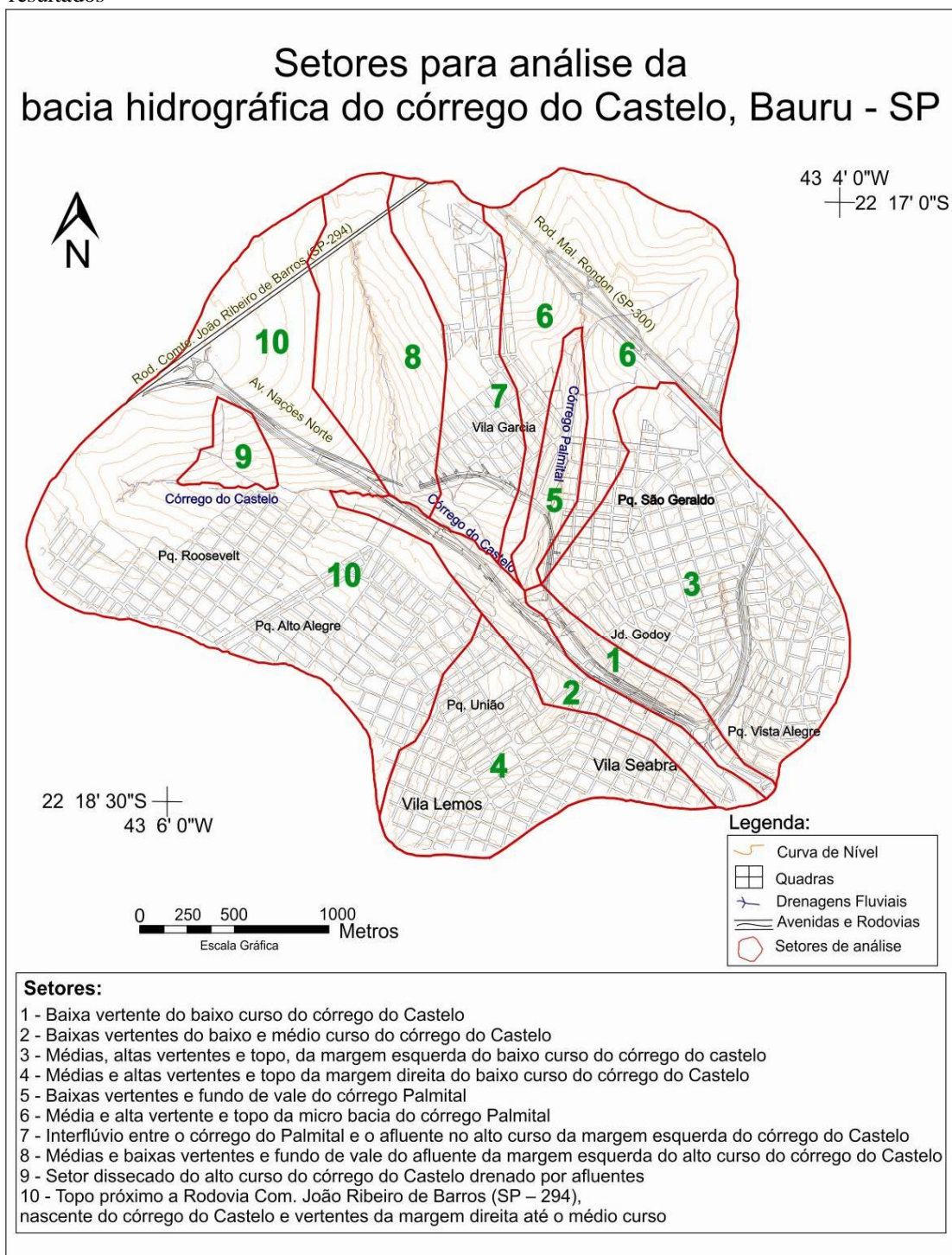


Figura 26 - Divisão da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo em Setores para a análise dos resultados

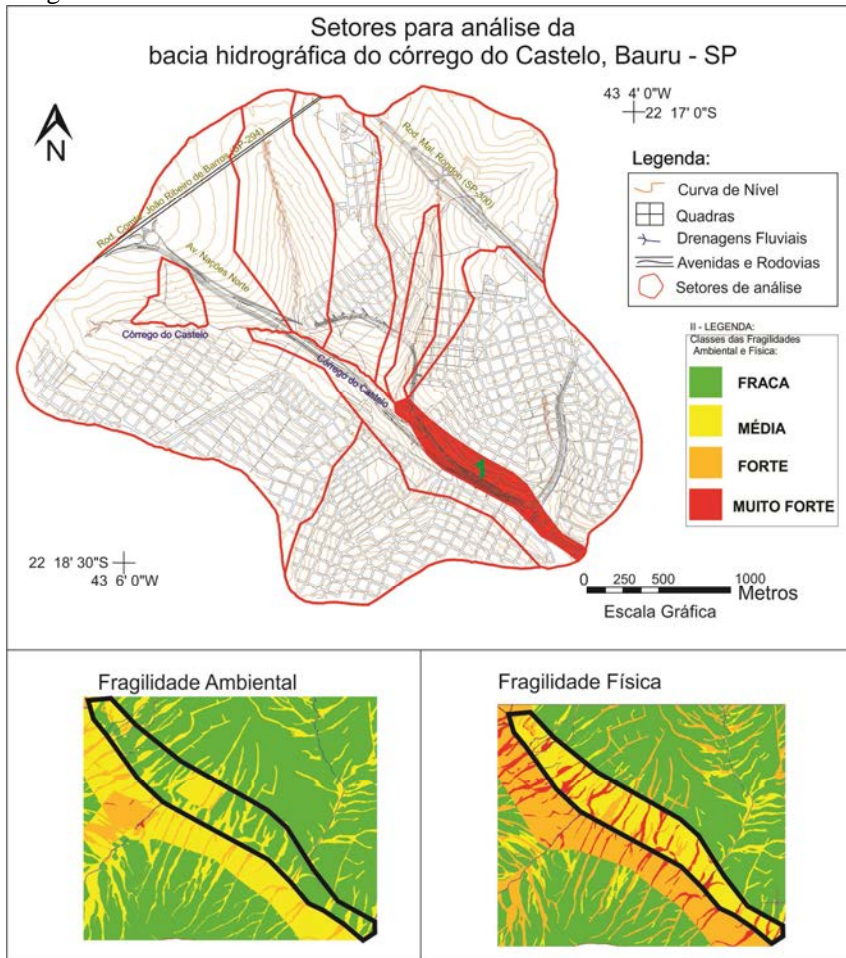


Fonte: Base cartográfica e carta de Fragilidade Física
Elaboração: Autor, 2013

O Setor 1 (Figura 30) refere-se à baixa vertente da margem esquerda do baixo curso do Córrego do Castelo, de solo *Heterogêneo* (Figura 27), com predomínio da fragilidade física *Média* (Figura 22), sendo que em setores onde as concentrações do escoamento superficial (Figura 26) atingem de 200 – 500m² e acima de 500 m², têm-se, respectivamente, classes de fragilidade *Forte* e *Muito Forte*.

Contudo, este setor apresenta uma fragilidade ambiental predominantemente *Fraca* (Figura 23), pois possui uso da terra de *Urbanização Densa* (Figura 25), a qual, diante da impermeabilização do solo, por meio dos elementos urbanos, tais como o concreto e o asfalto, inibem a ação abrasiva do escoamento superficial, caracterizando a fase do *Desenvolvimento Urbano*, de acordo com a proposta apresentada por Nir (1983) para a evolução urbana.

Figura 27 - Identificação do Setor de análise 1, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.
Elaboração: Autor, 2013

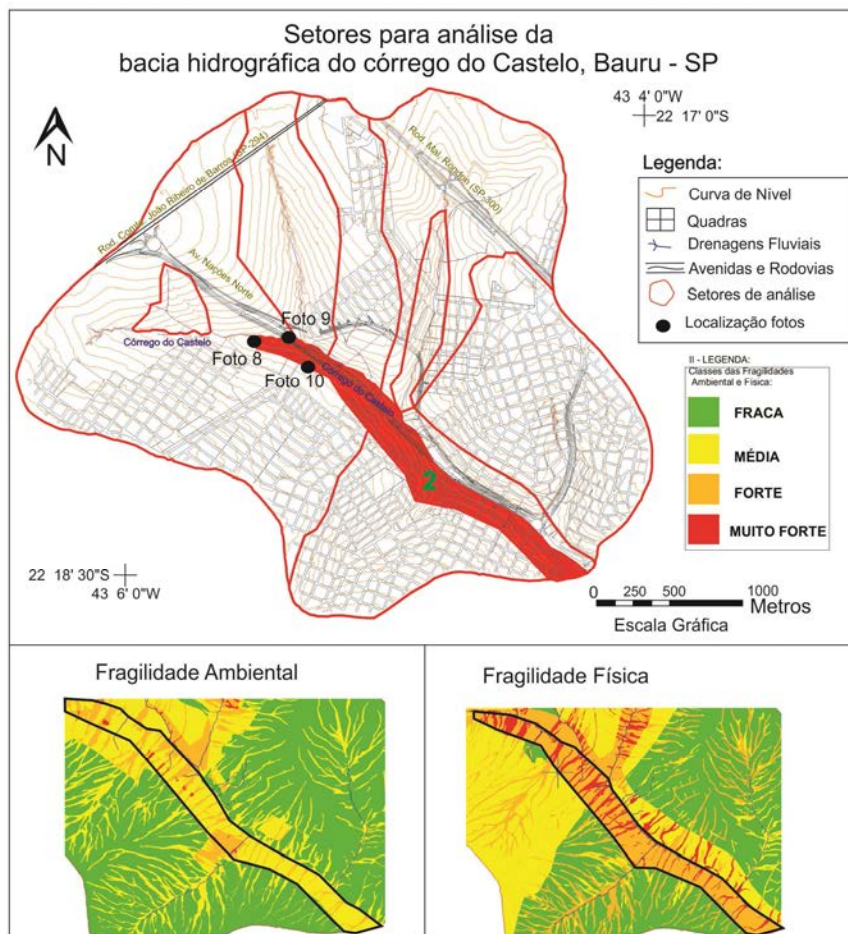
Assim, a energia do escoamento superficial, obtida ao longo da vertente e intensificada pela concentração oriunda dos arruamentos, não atuam diretamente nas áreas que possuem o uso da terra de *Urbanização Densa*. Entretanto, a concentração do escoamento aumenta o grau de fragilidade ambiental elevando-o a *Médio*, com exceção das áreas que possuem o uso da terra de *Cobertura Herbácea*, nas quais a concentração do escoamento superficial proporciona uma instabilidade ambiental *Forte*, justificando a presença de alguns sulcos e pequenas ravinas, identificadas pela carta Geomorfológica, nestas áreas ambientalmente mais instáveis.

Mesmo sem vegetação nas Áreas de Proteção Permanente (APP's) deste setor (Figura 28), em torno do Córrego do Castelo e de alguns afluentes, bem como suas nascentes, a presença de processos erosivos significativos e assoreamento das drenagens não são identificados devido a canalização das mesmas para a construção da Avenida Nações Norte. Segundo o Plano Diretor, este Setor insere-se na *Zona de Interesse de Expansão*. Contudo, apresenta algumas transgressões legais quanto à ocupação urbana em declives superiores a 30%, caracterizando-se por abarcar uma área de baixa vertente, com transição entre solos *Homogêneos* e *Heterogêneos* e coincidindo com rupturas topográficas, apresentadas pela carta Geomorfológica. Essas características apontam, portanto, para terrenos de considerável limitação ao uso urbano.

Já o Setor 2 (Figura 31), caracterizado pela presença do solo *Heterogêneo* (Figura 27), nas baixas vertentes do baixo e médio curso do Córrego do Castelo, apresenta fragilidade física predominantemente *Forte* (Figura 22), intensificada pela concentração do escoamento superficial acima de 500m² (Figura 26), proporcionando fragilidades físicas *Muito Forte* em algumas regiões deste setor.

O uso da terra de *Urbanização Densa* (Figura 25), no baixo curso do Córrego do Castelo neste setor, propicia uma fragilidade ambiental *Média* que é entremeada por uma fragilidade ambiental *Forte* (Figura 23), oriunda da concentração do escoamento superficial maior que 500m² (Figura 26).

Figura 28 - Identificação do Setor de análise 2, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.

Elaboração: Autor, 2013

No médio curso do Córrego do Castelo, o uso da terra de *Horticultura* e *Ocupação Ribeirinha* (Figura 25), associadas à concentração do escoamento superficial $>500\text{m}^2$ (Figura 26), propicia a fragilidade ambiental *Muito Forte* (Figura 23).

Assim, este setor apresenta nas áreas de *Urbanização Densa*, a fase de *Desenvolvimento urbano* (NIR, 1983), interrompido por áreas ainda na fase de *Construção*, mas que tem evoluído rapidamente depois da edificação da Avenida Nações Norte.

Neste setor, também não há vegetação nas áreas de APP's do Córrego do Castelo (Figura 28), devido à construção da Avenida Nações Norte, com exceção de uma pequena vegetação presente à montante do setor e nas nascentes de alguns afluentes, mas não em toda a área destinada por lei. Contudo, mesmo sem a devida proteção do solo, não é observado o

desenvolvimento de grandes processos erosivos, em virtude da impermeabilização do solo para a construção da referida avenida.

No entanto, parte da área sob a Avenida Nações Norte é definida, pelo Plano Diretor, como *Zona de Interesse Ambiental*, constituindo uma incoerência conceitual, à medida que as ações antrópicas se tornam intensas por meio da construção da avenida, impossibilitando a ação pública destinada a tal zoneamento.

De acordo com a carta Geomorfológica, antes da canalização, o Córrego do Castelo, neste setor, apresentava leito chato com algumas áreas de acumulação fluvial propiciada pelo aumento de sedimentos oriundos dos processos erosivos à montante, como nos Setores 5, 9 e 10, e também, rupturas topográficas (Foto 8) no contato com o Setor 10, que sofreram intensas modificações antrópicas durante a construção da Avenida Nações Norte (Foto 9 e 10). Convém lembrar que tais áreas de acumulação significam, também, setores de inundação, os quais foram suprimidos com a construção da referida avenida.

Foto 8 - Rupturas topográficas, no contato do Setor 2 com o 10, a montante do Córrego do Castelo.



Fonte: Obtida pelo autor, 2009

Foto 9 - Modificação do relevo por meio de aterros e cortes topográficos para a construção da Avenida Nações Norte.



Fonte: Obtida pelo autor (2010)

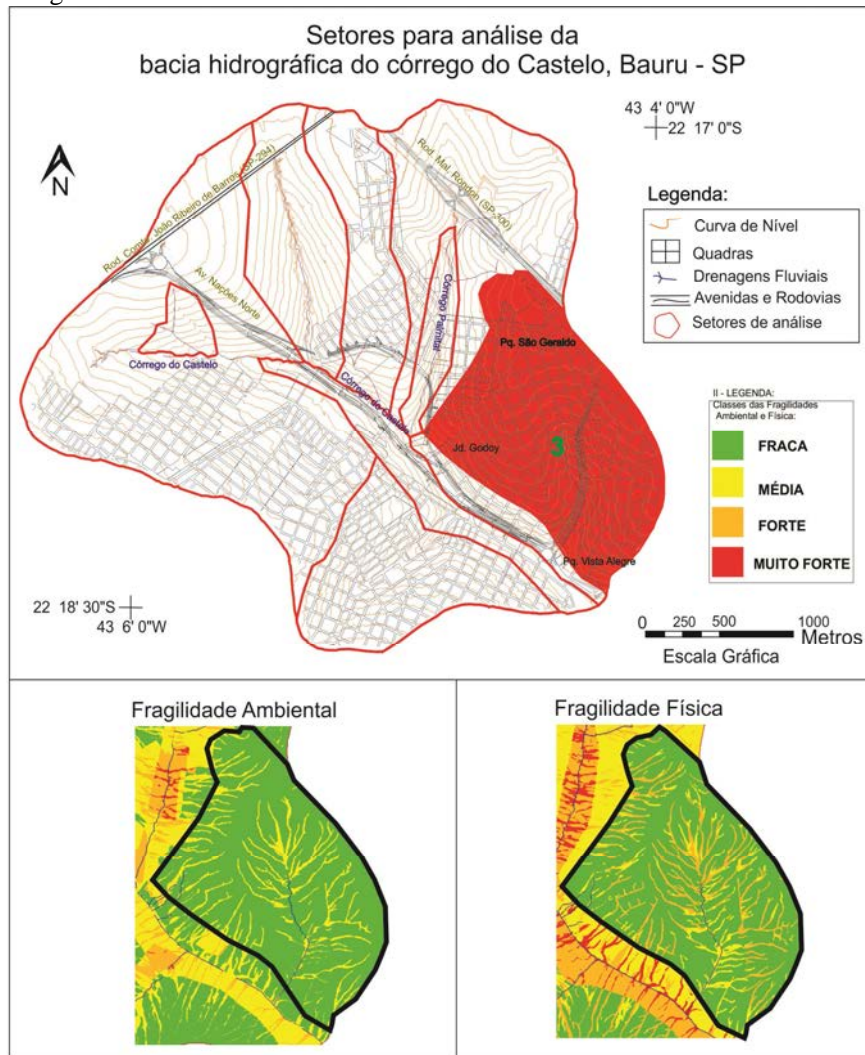
Foto 10 - Alterações topográficas no relevo para a construção da Avenida Nações Norte



Fonte: Obtida pelo autor, 2010

O Setor 3 (Figura 32) compreende as áreas de médias, altas vertentes e topo da margem esquerda do baixo curso do Córrego do Castelo, com solos de textura *Homogênea*, abarcando os bairros Jardim Godoy, Parque São Geraldo e parte do Parque Vista Alegre.

Figura 29 - Identificação do Setor de análise 3, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.

Elaboração: Autor

De acordo com a carta de Fragilidade Física (Figura 22), há um predomínio da fragilidade *Fraca*, a qual se deve à característica do solo (Figura 27) e ao baixo índice de dissecação do relevo (Figura 24). Todavia, ocorrem acréscimos de acordo com o aumento da concentração do escoamento superficial (Figura 26), sendo que de 200 – 500m² tem-se fragilidade *Média* e >500m² fragilidade *Forte*.

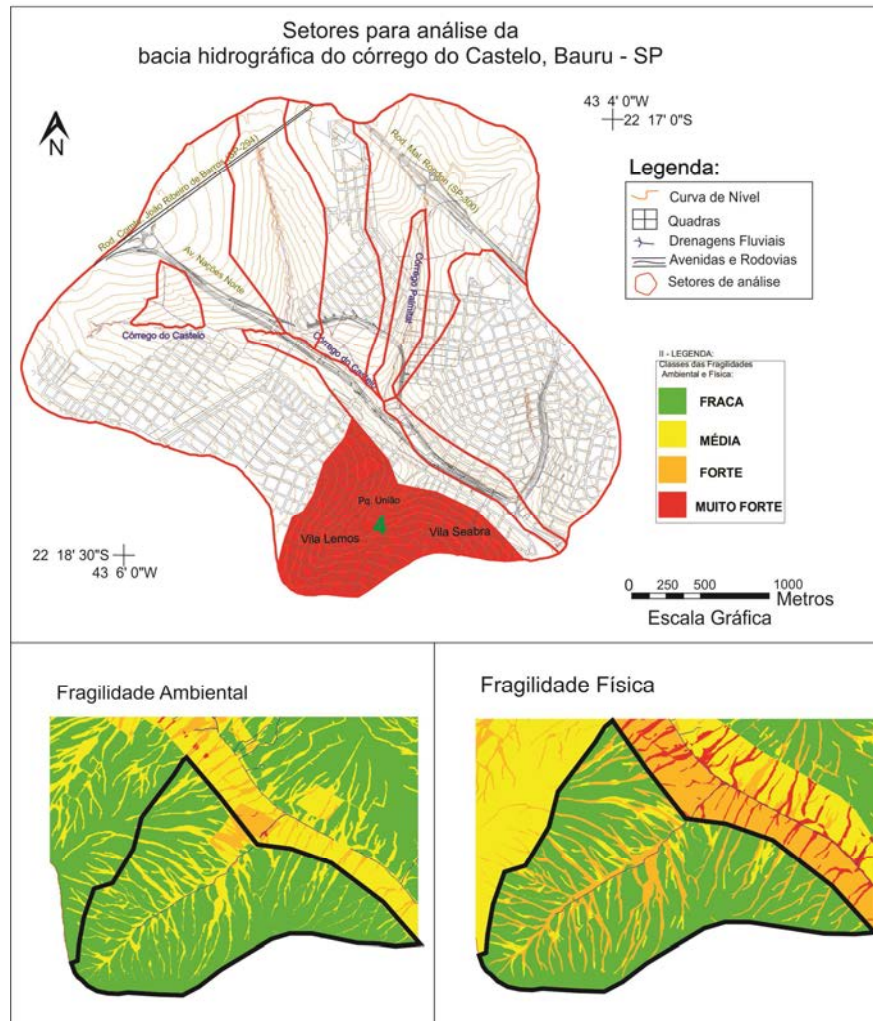
Por ter um uso da terra predominante de *Urbanização Densa* (Figura 25), caracterizando a fase de *Desenvolvimento Urbano* (NIR, 1983), o contato com o Setor 6 demonstra ter áreas na fase de *Construção* (NIR,1983), que apresentam uma fragilidade ambiental (Figura 23), também *Fraca*, com aumento da fragilidade ambiental na concentração do escoamento superficial >500m².

A impermeabilização do solo por intermédio da urbanização diminui as ações denudativas sobre o relevo, mesmo quando se registra o aumento da concentração do escoamento superficial, através dos arruamentos. Por meio da análise da carta geomorfológica (Figura 24), constata-se a ausência de processos erosivos ao longo das vertentes, sendo estes atuantes sobre as áreas ao entorno do setor urbanizado, onde a urbanização não apresenta todos os elementos consolidados tais como asfalto, calçadas concretadas e guias.

Constatou-se, ainda, que a principal drenagem fluvial presente no setor não possui a vegetação destinada por lei (Figura 28), agravando o surgimento de erosões, chegando ao desenvolvimento de uma voçoroca, que remete ao período de expansão e ocupação urbana da área, quando os elementos urbanos não estavam totalmente consolidados. Atualmente, com a urbanização consolidada, não há evolução de tais erosões, como observado *in loco*, mesmo sem a vegetação ciliar.

Das médias, altas vertentes e topo da margem direita, do baixo curso do Córrego do Castelo, constitui-se o Setor 4 (Figura 33), marcado pela presença do solo *Homogêneo* (Figura 27). Este setor, por sua localização na bacia do Córrego do Castelo, apresenta características semelhantes ao setor 3.

Figura 30 - Identificação do Setor de análise 4, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.
Elaboração: Autor

A fragilidade física (Figura 22) predominante é *Fraca*, permeada pelas fragilidades *Média* e *Forte* à medida que aumenta a concentração do escoamento superficial (Figura 26), sendo 200 – 500m² e >500m², respectivamente.

Quanto à fragilidade ambiental (Figura 23), o predomínio da instabilidade ambiental *Fraca* é interrompido pela concentração do escoamento superficial >500m², imputando nessas áreas uma fragilidade ambiental *Média* onde o uso da terra (Figura 25) é dominado por *Urbanização Densa*. Já, onde o uso da terra é de *Expansão Urbana*, a fragilidade ambiental torna-se *Média*, aumentando para *Forte*, com a concentração do escoamento superficial.

Dessa maneira, segundo a evolução da urbanização proposta por Nir (1983), a maior parte deste Setor encontra-se na fase de *Desenvolvimento urbano*, tendo na área de uso da terra de *Expansão Urbana*, características da fase de *Construção*.

Esta área de expansão urbana localiza-se nas proximidades do único canal fluvial que drena este setor. Este canal possui o alto e médio curso canalizado e, conseqüentemente, sem a vegetação de mata ciliar exigida por lei (Figura 28). Do médio curso a jusante, onde o canal aflora, aparece uma vegetação classificada como *Mata Galeria*, mas que não recobre toda a área exigida pela legislação ambiental.

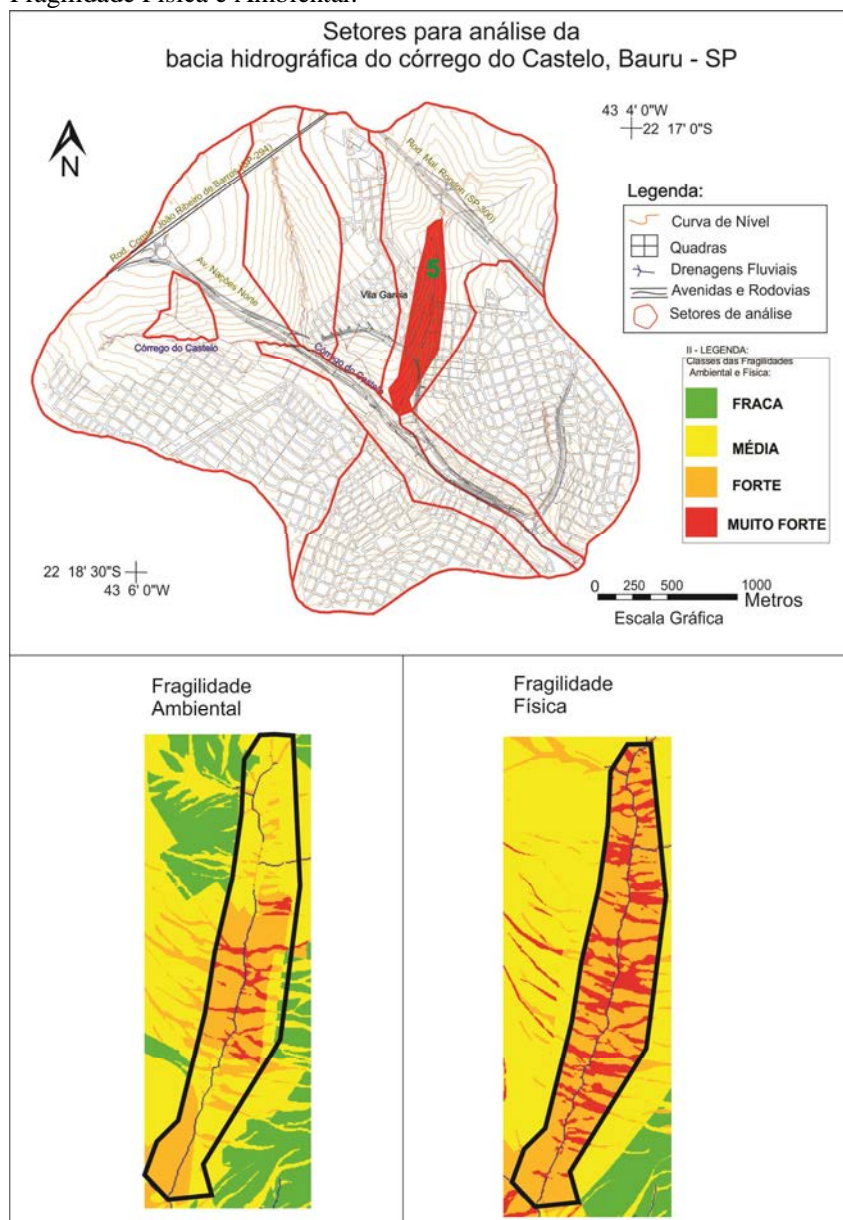
Por possuir uma fragilidade *Fraca* predominante, tanto física como ambiental, e uso da terra de *Urbanização Densa*, este setor não apresenta desenvolvimento de processos erosivos, inclusive onde o uso da terra é de *Expansão Urbana*, pois os arruamentos canalizam e concentram o escoamento superficial nas áreas onde o solo está impermeabilizado e a energia de tal escoamento, adquirida pela sua concentração e drenada para o canal fluvial, é amenizada pela vegetação de entorno, por mais escassa que seja. Outro fator a considerar é que nesta parte do canal, há um afloramento rochoso pertencente às formações Adamantina e/ou Marília², o qual impute uma resistência litológica à ação abrasiva do escoamento superficial.

Já as restrições legais à ocupação urbana (Figura 28) presentes no setor, referem-se aos cortes topográficos identificados pelas curvas de nível da base cartográfica os quais, segundo a carta clinográfica (Figura 8), apresentam declives superiores a 30%; caso raro, pois a bacia apresenta o predomínio de declividades entre 0 – 12%.

O setor 5 (Figura 35) abrange as baixas vertentes e fundo de vale do Córrego Palmital, afluente da margem esquerda do Córrego do Castelo em seu médio curso.

² O afloramento presente neste Setor refere-se ao Ponto de Coleta 2 dos afloramentos rochosos, os quais foram analisadas em laboratório e descritas na *caracterização da área*; com a análise das lâminas de amostra não foi possível identificar qual tipo de rocha tais afloramentos pertencem, bem como qual a formação, Adamantina ou Marília, referem-se.

Figura 31 - Identificação do Setor de análise 5, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.
Elaboração: Autor

Assim como o Setor 2, o Setor 5 constitui-se em um dos setores de maior instabilidade física por estar sobre solos *Heterogêneo* (Figura 27), com fragilidade física (Figura 22) variando entre *Forte* e *Muito Forte*, definidas segundo a concentração do escoamento

superficial, ou seja, as maiores concentrações do escoamento imputem uma fragilidade física *Muito Forte*.

Contudo, por apresentar uso da terra (Figura 25) de *Expansão Urbana, Cobertura Herbácea, Pasto Sujo, Comércio e serviços e Mata Ciliar*, apresenta fragilidade ambiental (Figura 23) *Média*, tendo na concentração do escoamento, um aumento na fragilidade ambiental para *Forte*, com exceção para o uso da terra *Ocupação Ribeirinha*, que impute um aumento na fragilidade ambiental para *Muito Forte* quando combinada com as maiores classes de concentração do escoamento superficial.

Assim, neste setor, predomina a fase de *Construção*, referente à evolução urbana (NIR, 1983), com áreas, ainda, caracterizadas pela fase *Pré-urbana*, principalmente as de uso da terra de *Ocupação Ribeirinha e Pasto Sujo*.

A presença da *Mata Ciliar* no Córrego Palmital é escassa e não abrange toda a área destinada por lei, localizando-se em dois pontos: próximo a Avenida Nações Norte, a jusante do uso da terra *Ocupação Ribeirinha* e em seu alto curso, próximo aos usos da terra de *Pasto Sujo e Comércio e Serviços*, a qual abrange também uma área de nascente, mas que não abarca toda a extensão determinada por lei.

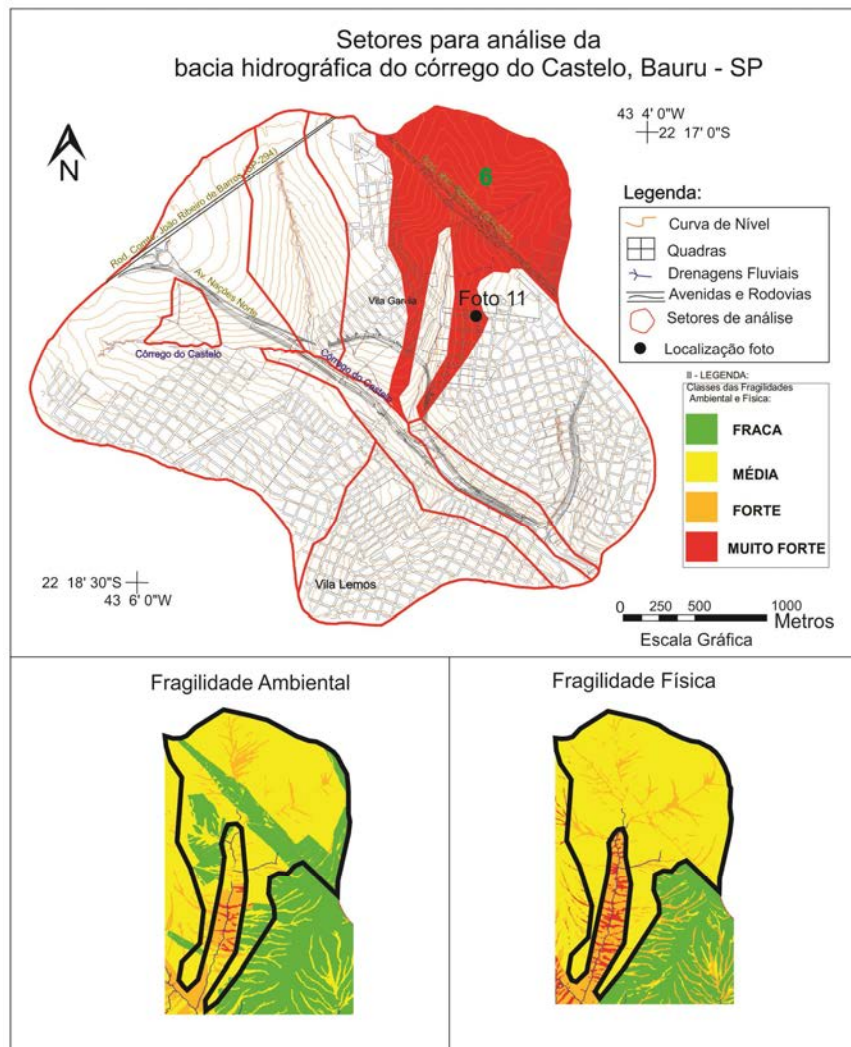
A ausência da vegetação no setor da nascente, associada ao uso da terra de *Comércio e Serviços*, o qual propicia a concentração do escoamento superficial mediante a impermeabilização do solo, favorece o voçorocamento da nascente. Ademais, há alguns sulcos erosivos onde o solo é exposto pelo uso da terra de *Pasto Sujo*.

Outro fator de destaque é o zoneamento do Plano Diretor que atribui ao setor de fundo de vale a categoria *Zona de Interesse Ambiental*, ou seja, áreas com ocupações irregulares (também demonstrado pela carta de Uso e Ocupação da Terra) e processos erosivos, que necessitam de atenção quanto à preservação da vegetação nas áreas de APP. Porém, de acordo com a carta de Legislação Ambiental e Transgressões Legais (Figura 28), tal fato ainda é negligenciado.

Deste modo, as características físicas deste setor, juntamente com o desenvolvimento dos processos erosivos, denotam grande probabilidade de desenvolvimento dos processos erosivos no futuro, em outras áreas do setor, caso não sejam respeitadas as limitações impostas pela fragilidade física, como a não ocupação da margem e a não concentração do escoamento superficial nas nascentes (Figura 26).

Os setores de média, alta vertente e topo da sub-bacia do Córrego Palmital, compreende o Setor 6 (Figura 36) com solos *Homogêneos* e predomínio da fragilidade física (Figura 22) *Média*, devido os índices de dissecação do relevo (Figura 24), apresentam aumento da instabilidade física para *Forte* com a concentração do escoamento superficial >500m² (Figura 26).

Figura 32 - Identificação do Setor de análise 6, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.

Elaboração: Autor

Entretanto, os usos da terra (Figura 25) *Comércio e Serviço e Reflorestamento* geram no setor uma fragilidade ambiental (Figura 23) *Fraca*, já a concentração do escoamento superficial (Figura 26) nestes usos da terra aumenta a fragilidade ambiental para *Média*.

O uso da terra deste setor caracteriza-o na fase de *Construção*, referente a evolução urbana (NIR,1983), tendo a montante do Setor, próximo a região de topo, a fase *Pré-urbana*.

Mesmo com uma fragilidade ambiental *Média*, constata-se o desenvolvimento de sulcos erosivos, demonstrado pela carta Geomorfológica (Figura 24) nas áreas ao entorno da rodovia Mal. Rondon, a qual canaliza as águas pluviais destinando-as às drenagens; fato este que proporciona o voçorocamento na nascente do Córrego Palmital, agravado pela falta de vegetação no raio de 50m, como definido por lei. Processo semelhante a este pode ser observado, também, no contato com o Setor 5, de uso da terra de *Expansão Urbana*, o qual sofre com a formação de processos erosivos (Foto 11) oriundos da concentração do escoamento superficial no uso da terra de *Urbanização Densa*.

Foto 11 - Formação de sulcos erosivos, nos arruamentos característicos do uso da terra de *Expansão Urbana*.

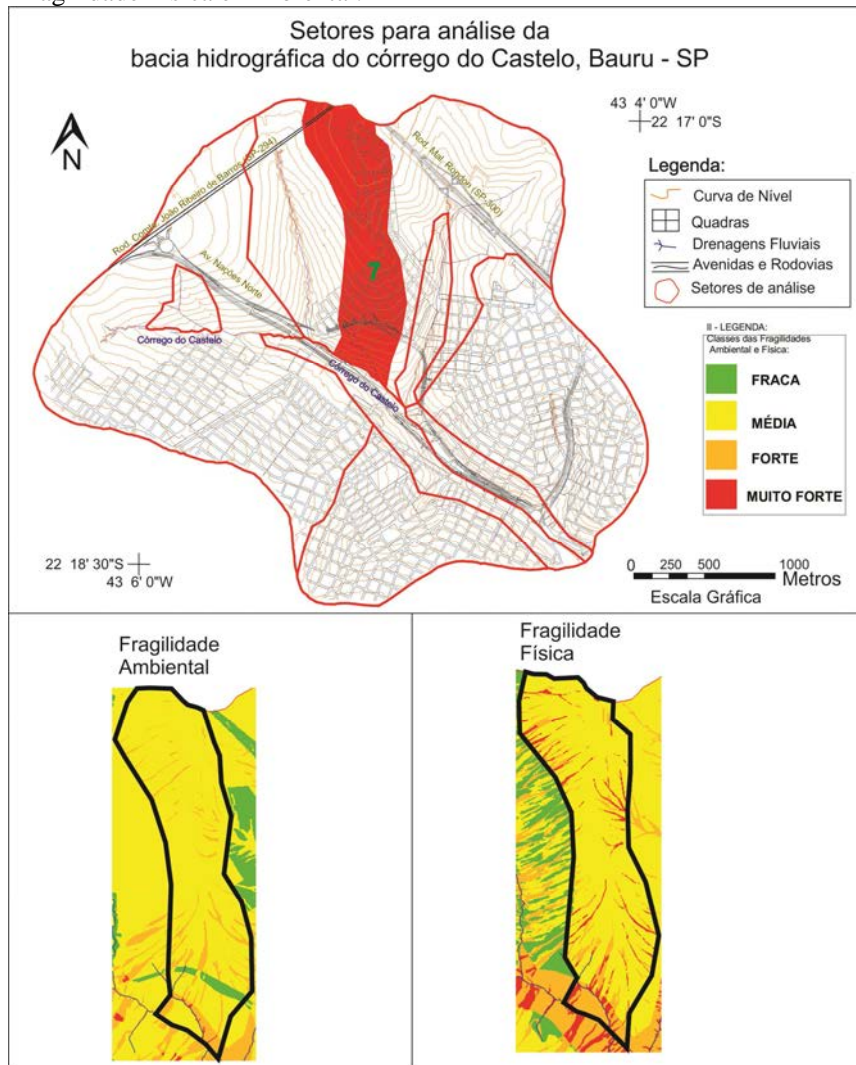


Fonte: Obtida pelo autor, 2009.

O Setor 7 (Figura 37) compreende os setores mais altos de parte do interflúvio entre o Córrego do Palmital e o afluente no alto curso da margem esquerda do Córrego do Castelo, se estendendo longitudinalmente do topo próximo às rodovias, até o *Futuro Parque do Castelo*, no fundo de vale do Córrego do Castelo (Figura 25).

Este Setor encontra-se, predominantemente, na fase de *Construção* da evolução urbana (NIR, 1983), porém, as áreas próximas ao Setor 8 caracterizam a fase *Pré-urbana*.

Figura 33 - Identificação do Setor de análise 7, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.

Elaboração: Autor

Com predomínio da fragilidade física (Figura 22) *Média* nas áreas de solo *Homogêneo* (Figura 27), apresenta maior instabilidade física quando aumenta a concentração do escoamento superficial (Figura 26), sendo 200 – 500m² para instabilidade *Forte* e >500m² para instabilidade *Muito Forte*. Já no fundo de vale, próximo ao *Futuro Parque do Castelo*, com solos *Heterogêneos*, predomina a fragilidade física *Forte*, aumentando a instabilidade para *Muito Forte* com o aumento da concentração do escoamento superficial.

Em relação à fragilidade ambiental (Figura 23), constata-se o predomínio da fragilidade *Média*, tendo na concentração do escoamento superficial, associado ao uso da terra de *Pasto Sujo*, a fragilidade ambiental *Forte*.

A concentração do escoamento superficial na carta de Fragilidade Ambiental não impute uma fragilidade *Forte*, como na carta de Fragilidade Física, devido ao uso da terra de *Pasto Sujo*, pois, possui uma cobertura vegetal que inibe o poder abrasivo do escoamento superficial, mesmo que esta seja predominantemente de gramíneas.

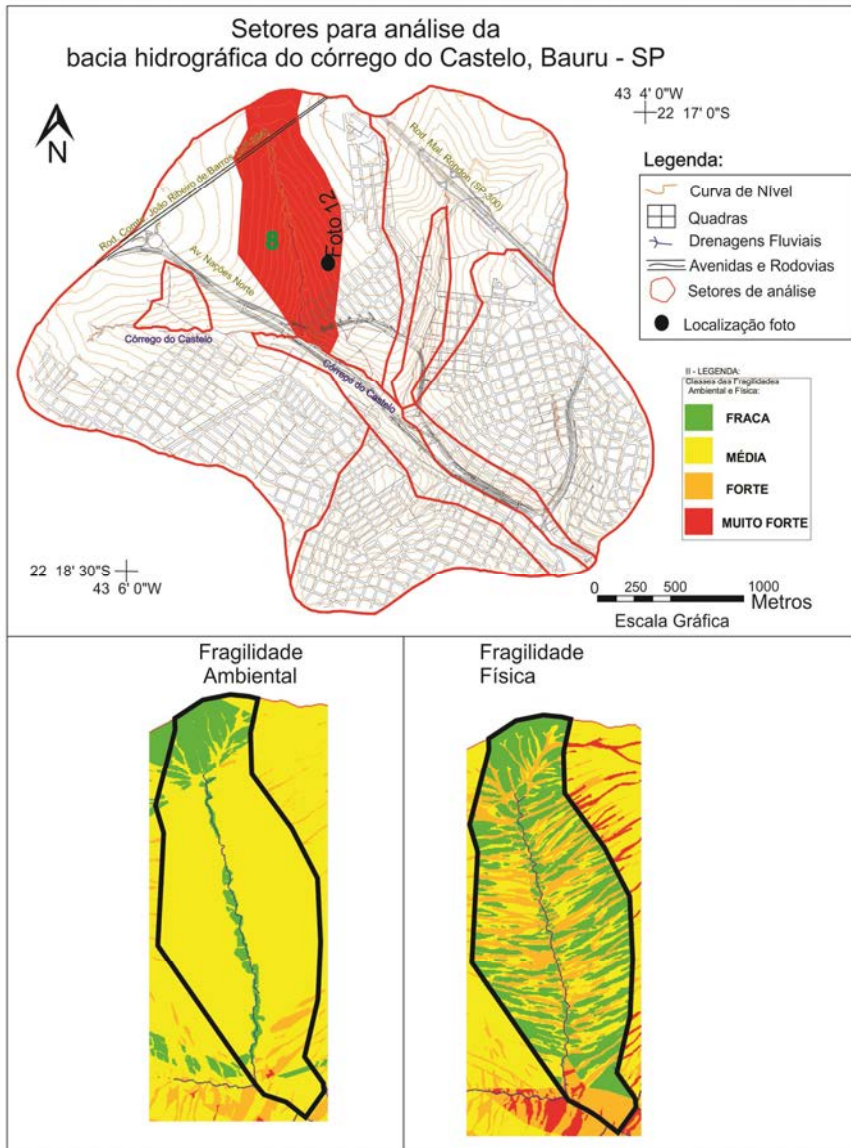
Contudo, as áreas de *Expansão Urbana* desse setor, as quais normalmente denotam intensas ações denudativas do relevo, não apresentam instabilidade ambiental *Muito Forte*, bem como não se registra o desenvolvimento de processos erosivos. Esses fatos são justificados por ser uma região de topo e altas vertentes, com declives suavizados, os quais não imputem ao escoamento superficial alto poder abrasivo.

Considerando que este setor compreende a *Zona de Interesse de Expansão*, definida pelo Plano Diretor (Lei municipal nº 5631/08, art. 30) (Figura 28), potencializada pelo desenvolvimento oriundo da Avenida Nações Norte, o predomínio do uso da terra de *Expansão Urbana* pode evoluir para uma área de urbanização consolidada.

Já a fragilidade ambiental *Fraca*, presente nas baixas vertentes, está associada à Avenida Nações Norte, definida com o uso da terra de *Urbanização Densa* e que canaliza o escoamento superficial de montante, impedindo que este ocasione erosões no *Futuro Parque do Castelo*, inclusive nas drenagens fluviais presentes nesta área e que não apresentam vegetação de mata ciliar (Figura 28); tendo em vista que para a construção da Avenida foram intensamente modificadas, não apresentando feições erosivas.

O Setor 8 (Figura 38) localiza-se nas médias e baixas vertentes e fundo de vale do afluente da margem esquerda do alto curso do Córrego do Castelo, tendo predomínio de solos *Homogêneos*, com exceção da região de confluência com o Córrego do Castelo, onde registra-se a presença de solos *Heterogêneos* (Figura 27).

Figura 34 - Identificação do Setor de análise 8, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.

Elaboração: Autor

Assim, as áreas de solos *Homogêneos* a fragilidade física *Fraca* mescla-se com a fragilidade física *Média*, com concentrações do escoamento superficial (Figura 26) de 200 – 500m², e *Forte*, nas concentrações do escoamento superficial >500m². Nos locais onde os solos possuem textura *Heterogênea*, aumenta a instabilidade física para *Forte*, tendo na concentração do escoamento superficial uma instabilidade física *Muito Forte*.

Nas áreas de uso da terra de *Pasto Sujo* (Figura 25), há o predomínio da fragilidade ambiental (Figura 23) *Média* e nos topos com o uso da terra *Comércio e Serviços*, e no fundo de vale com usos da terra de *Mata Galeria*, a fragilidade ambiental é *Fraca*.

Contudo, mesmo apresentando instabilidades tanto físicas como ambientais, *Fraca a Média*, este setor possui a maior voçoroca da bacia (Figura 24), bem como o desenvolvimento de diversos processos erosivos como sulcos (Foto 12) e ravinas, demonstrado que, mesmo em áreas de baixa fragilidade, as ações antrópicas ao longo do tempo podem alterar as condições da bacia, em seu estado natural, intensificando os processos denudativos do relevo.

Foto 12 - Formação de sulcos por meio da concentração do escoamento superficial.



Fonte: Obtida pelo autor, 2009.

Dessa maneira, a voçoroca presente neste setor é oriunda da concentração e canalização do escoamento superficial da rodovia Com. João Ribeiro de Barros (SP-294) para a cabeceira da voçoroca, aumentando o volume hídrico da drenagem, adquirindo alto poder abrasivo. No entanto, a vegetação no entorno da voçoroca, mesmo que ela não abranja toda a

área de APP (Figura 28), contribui na contenção da evolução³ da voçoroca, inclusive na cabeceira, mas não impede o desenvolvimento de processos erosivos.

Além do mais, por ser um setor de médias e baixas vertentes, este é influenciado pelas atividades antrópicas dos setores adjacentes, acarretando no desenvolvimento de sulcos e ravinas, mesmo que o escoamento superficial seja difuso (Figura 26).

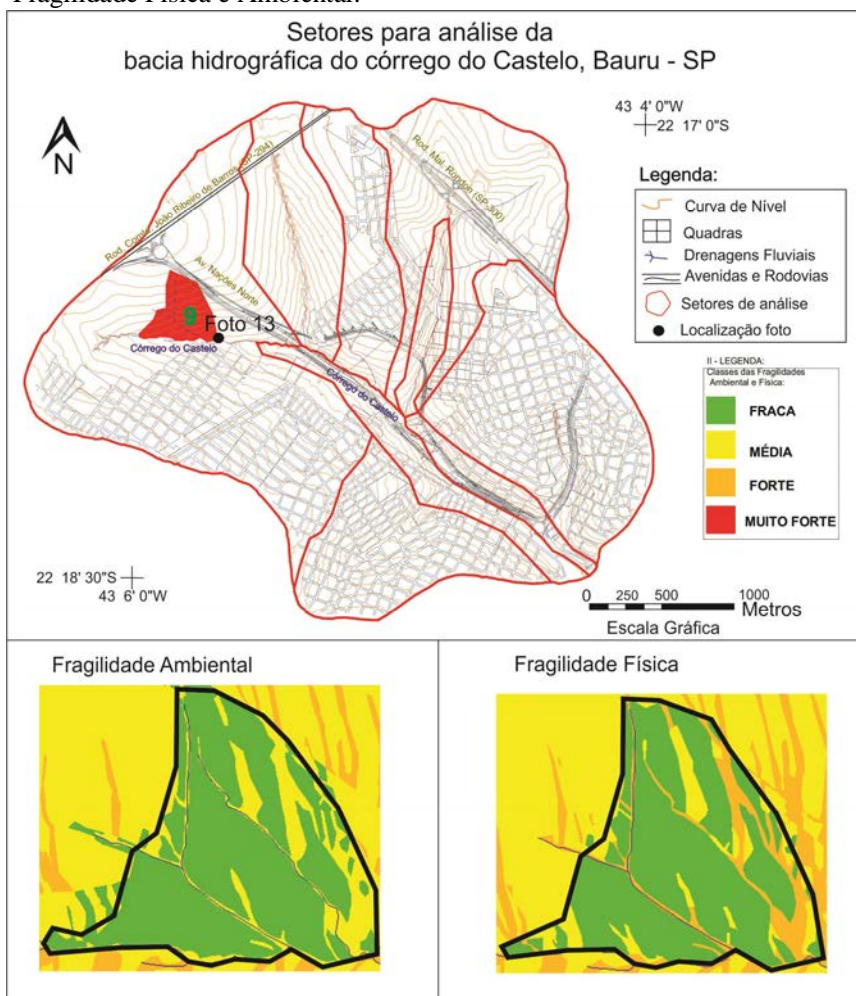
Dessa forma, este setor mostra-se como um dos que mais necessitam de atenção dos órgãos públicos, pois, encontra-se nas possíveis áreas de expansão da urbanização e, mesmo tendo baixa fragilidade, sofre com as intensas ações antrópicas. Ainda, por estar no zoneamento do Plano Diretor definido como *Zona de Interesse de Expansão* e *Zona de Indústria, Comércio e Serviços*, não é atendido por medidas capazes de amenizar, ou até mesmo impedir, o desenvolvimento dos processos erosivos

Em relação à evolução urbana (NIR, 1983), este setor encontra-se na fase de *Pré-urbano*, com exceção às áreas próximas ao Córrego do Castelo e a Rod. Com. João Ribeiro de Barros (SP-294), que se encontram na fase de *Construção*.

O Setor 9 (Figura 39) compreende a unidade morfológica III (Figura 24), definido como “Setor dissecado do alto curso do Córrego do Castelo drenado por afluentes” e que possui solos *Homogêneos* e predomínio da fragilidade física (Figura 22) *Fraca*, devendo ao aumento da concentração do escoamento superficial o incremento da fragilidade para *Forte*.

³ A contenção da evolução da voçoroca, presente no Setor 8, é identificada através da comparação da sua dimensão em fotografias aéreas datadas de 1996, utilizadas para a construção da carta Geomorfológica, e nas observações em campo.

Figura 35 - Identificação do Setor de análise 9, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental.
Elaboração: Autor

Com uso da terra (Figura 25) de *Pasto Sujo*, *Reflorestamento* e *Mata Galeria*, este setor apresenta predomínio da fragilidade ambiental (Figura 22) *Fraca*, intensificada pela concentração do escoamento superficial. Entretanto, essas características não impedem que as áreas de fundo de vale apresentem os maiores impactos ambientais deste setor, ocorrendo o desenvolvimento de uma voçoroca em uma das drenagens, como demonstrada na carta Geomorfológica, fato este agravado pela falta de vegetação em toda a área de APP, inclusive na nascente (Figura 28).

O desenvolvimento destes processos erosivos irá proporcionar o aumento de sedimentos nas drenagens, os quais são depositados no fundo de vale do Córrego do Castelo,

originando áreas de acumulação de planície (Foto 13), no contato com o Setor 10. Ademais, a presença do gado que se utiliza dessa drenagem para beber água e pisoteia o solo, marcando caminhos que canalizam as águas pluviais contribui para a formação de erosões.

Foto 13 - Acumulação de sedimentos de planície no Córrego do Castelo, devido ao aumento dos sedimentos oriundos das voçorocas a montante e dos afluentes.



Fonte: Obtida pelo autor (2009).

Assim, mesmo esta área estando na fase (NIR, 1983) do *Pré-urbano*, é definida, pelo zoneamento urbano do Plano Diretor (Lei nº 5631/2008) como *Zona de Interesse de Expansão* e *Zona de Indústria, Comércio e Serviços*, sendo esta última assim definida devido à proximidade com a Rod. Com. João Ribeiro de Barros (SP-294), denotando assim, quais são os interesses primordiais dos órgãos públicos.

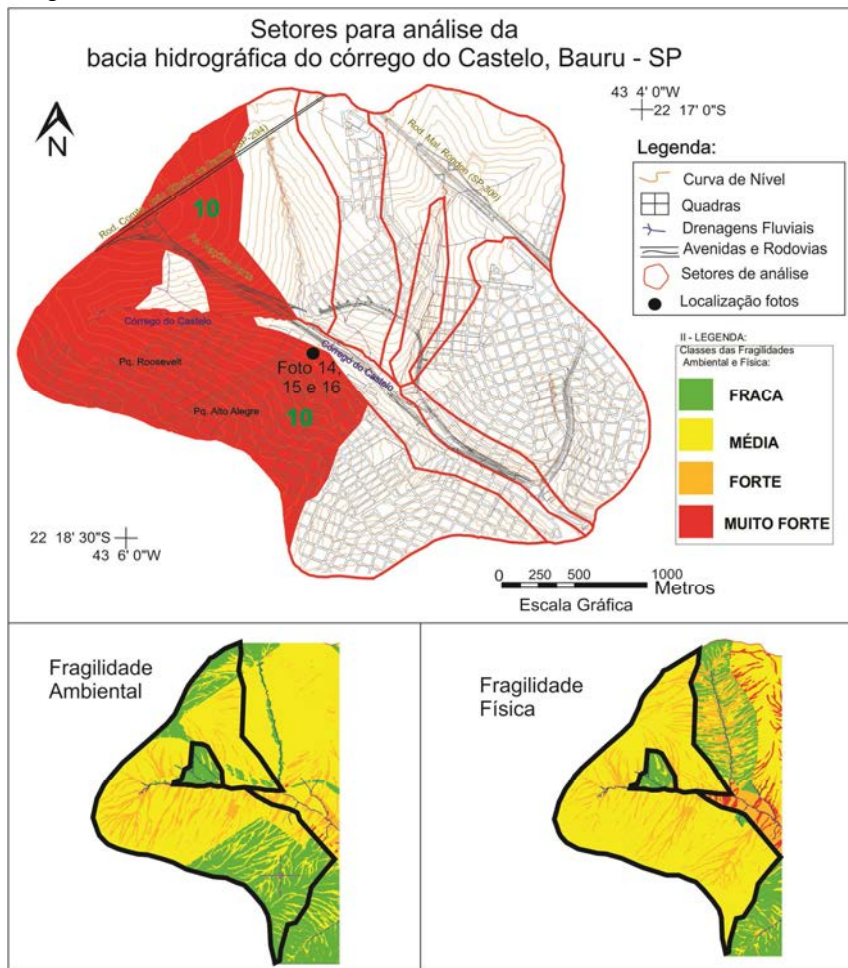
Por fim, o Setor 10 (Figura 40) caracteriza-se pela maior área, estendendo-se desde as áreas de topo próximas à Rodovia Com. João Ribeiro de Barros (SP – 294), passando pela nascente do Córrego do Castelo, até às vertentes da margem direita do médio curso do Córrego do Castelo.

Com isso, este Setor encontra-se nas diversas fases da evolução urbana apresentadas por Nir (1983). Sendo assim, têm-se as áreas próximas ao contato com o Setor 8 responsáveis pela caracterização da fase *Pré-urbano*; passando pela região próxima a Rod. SP – 294, nascente do Córrego do Castelo e Parque Roosevelt, referentes à fase de *Construção*; e

abarcando as médias e altas vertentes do médio curso do Córrego do Castelo na margem direita, caracterizando-se na fase de *Desenvolvimento Urbano*.

Entretanto, segundo o macrozoneamento urbano do Plano Diretor (Lei nº 5631/2008), há o predomínio da *Zona de Interesse de Expansão*, seguida pela *Zona de Indústria, Comércio e Serviços*, estando esta às margens da rodovia e sendo a única representação, em toda a bacia do Córrego do Castelo, da *Zona em Consolidação*, a qual define entre as zonas presentes na bacia, os maiores problemas urbanos, tais como falta de acessibilidade e infraestrutura, carência de equipamentos sociais, ocupações irregulares e processos erosivos.

Figura 36 - Identificação do Setor de análise 10, com destaque nas cartas de Fragilidade Física e Ambiental.



Fonte: Base Cartográfica e carta de Fragilidade Física e Fragilidade Ambiental;
Elaboração: Autor.

O predomínio da fragilidade física (Figura 22) *Média* ocorre nas áreas de solo *Homogêneo* (Figura 27) que tem, na concentração do escoamento superficial (Figura 26), o

aumento da instabilidade física para *Forte*. Já nas baixas vertentes, onde o solo é *Heterogêneo*, registra-se o predomínio da instabilidade física *Forte*, a qual é intensificada para *Muito Forte* com o aumento da concentração do escoamento superficial.

A única presença da fragilidade física *Fraca* ocorre na região de solo *Homogêneo* e que pertence a Unidade Morfológica V (Figura 24), “Margem direita do baixo curso do Córrego do Castelo” que possui baixa dissecação.

Nesta área de fragilidade física *Fraca* há uma drenagem com processo de voçorocamento (Foto 14), intensificado pela falta da mata ciliar em toda a área de APP (Figura 28) e pela concentração do escoamento superficial a montante, provocada pelo uso da terra (Figura 25) de *Urbanização Densa*.

Além do mais, as constantes modificações no relevo para a construção da Avenida Nações Norte, alteraram a dinâmica da voçoroca, intensificando seu processo erosivo (Fotos 15 e 16).

Foto 14 - Voçoroca no afluente na margem direita do Córrego do Castelo, presente no Setor 10.



Fonte: Obtida pelo autor, 2009.

Foto 15 - Voçoroca antes da construção da Avenida Nações Norte.



Fonte: Obtida pelo autor, 2009.

Foto 16 - Voçoroca depois da construção da Avenida Nações Norte.



Fonte: Obtida pelo autor, 2011.

A voçoroca em questão, no primeiro momento (foto 15) continha técnicas rudimentares para conter sua evolução, as quais aparentavam ser eficazes. Contudo, no segundo momento (foto 16), as ações antrópicas para a construção da Avenida Nações Norte intensificaram sua dinâmica erosiva, mesmo com a aplicação de técnicas mais modernas para a contenção de sua evolução.

Já nas áreas de solo *Heterogêneo* do setor, com predomínio da fragilidade ambiental *Média*, a intensificação da concentração do escoamento superficial >500m² impute uma fragilidade ambiental *Forte* e onde o uso é *Horticultura*, a fragilidade ambiental mostra-se *Muito Forte*.

As áreas de fragilidade ambiental *Fraca* associam-se aos usos da terra de *Comércio e Serviços* e *Urbanização Densa*, sobre os quais se têm poucas, ou nenhuma feição erosiva.

Já as outras áreas compreendem uma fragilidade ambiental *Média*, intensificada para *Forte* com o aumento da concentração do escoamento superficial, sendo estas áreas as de maior ocorrência de erosões neste setor.

Assim, a falta de vegetação nas áreas de APP (Figura 28), ao longo de todo o Córrego e nas nascentes, contribuem para a formação dos processos erosivos como os sulcos, ravinas e até voçorocas, como ocorre na nascente do Córrego do Castelo e afluentes deste. Convém registrar que, apesar desses problemas, tal setor integra a *Zona de Interesse de Expansão*, segundo o Plano Diretor (Lei nº 5631/2008), a qual não apresenta a intenção de proteção das APP's.

Por fim, de forma geral, verifica-se que mesmo em áreas onde a fragilidades física e ambiental variam entre *Fraca* e *Média*, ocorrem pressões das áreas adjacentes que possuem uso da terra de *Expansão Urbana*, *Comércio e Serviços* e *Urbanização Densa*, onde a ação antrópica é intensa e há maior concentração do escoamento superficial, gerando o surgimento das erosões.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais cartográficos de síntese (carta de Fragilidade Ambiental e Fragilidade Física), juntamente com os outros materiais cartográficos, foram fundamentais para a concretização dos objetivos propostos neste trabalho à medida que possibilitaram identificar os graus de instabilidade física da bacia hidrográfica do Córrego do Castelo e na medida em que a ação antrópica altera a dinâmica morfológica, acarretando o desenvolvimento de processos erosivos mesmo onde a fragilidade física é baixa. Assim, é possível observar uma divisão espacial marcante entre as fragilidades ambientais e físicas *Fraca* e *Média*. A primeira, predominando nos setores da média bacia a jusante e a segunda, da média bacia a montante.

Segundo a classificação da urbanização apresentada por Nir (1983), os setores da média bacia a jusante (Setores 1, 2, 3 e 4) encontram-se na fase do *Desenvolvimento Urbano*; já da média bacia a montante, ocorre o predomínio da fase de *Construção*, referente aos Setores 5, 6, 7 e 10; e algumas regiões caracterizam-se, ainda, pela fase Pré-Urbana, como os Setores 8 e 9.

De acordo com a história da evolução urbana do município de Bauru e das instabilidades ambientais e físicas, conclui-se que a urbanização ocupou, a princípio, as áreas de menor fragilidade da bacia do Córrego do Castelo, expandindo-se, em um segundo momento, às regiões de maior fragilidade, referentes à média e alta bacia, nas proximidades das rodovias.

O fundo de vale e as baixas vertentes do setor de baixo curso do Córrego do Castelo, por possuírem solos de textura *Heterogênea*, apresentam maior grau de instabilidade em relação às médias e altas vertentes, sendo, apesar disso, densamente ocupados recentemente com a construção da Avenida Nações Norte.

Além disso, as características texturais dos solos da bacia, sendo *Homogêneo* nas médias e altas vertentes e topo e *Heterogêneo* nas baixas vertentes e fundos de vale (Figura 27), associam-se com as rupturas topográficas (Figura 24) presentes entre os Setores de análise (Figura 29) 1 e 3, 2 e 4 e 5 e 6, imputando maiores instabilidades nas áreas de transição, as quais se estendem as regiões de solos *Heterogêneo*.

O avanço urbano, juntamente com seu adensamento, implantou estruturas urbanas, como o asfalto e o concreto, capazes de impermeabilizarem o solo, influenciando diretamente

na fragilidade ambiental da área. Dessa forma, regiões que possuem uma fragilidade física significativa podem, de acordo com o uso da terra, ter uma fragilidade ambiental de menor grau, como os Setores de análise 1 e 2 (Figura 29); e regiões que possuem pouca fragilidade, tanto ambiental quanto física, podem apresentar o desenvolvimento de processos erosivos, como ocorre, por exemplo, no Setor 8 (Figura 29 e 38) de “Médias e baixas vertentes e fundo de vale do afluente da margem esquerda do Córrego do Castelo”, que possui uma fragilidade ambiental e física *Média*, um escoamento superficial difuso e um solo homogêneo, mas que por ter um uso da terra de *Pasto Sujo*, o qual favorece a exposição do solo mediante a vegetação rasteira, apresenta diversos processos erosivos como sulcos, ravinas e voçorocas.

A estas características destaca-se as participações das classes das Fragilidades Ambiental e Física, onde em ambas há o predomínio da classe Média, com 52% e 62,9% respectivamente, de participação na bacia, mas diferenciando com a segunda classe mais representativa, sendo na Fragilidade Ambiental a classe Fraca com 39,9 % e na Fragilidade Física a classe Forte com 18,1%, bem como a maior participação da classe Muito Forte, com 3,1%, enquanto na Fragilidade Ambiental é de 0,3%.

Assim, observa-se que a bacia do córrego do castelo possui significativa instabilidade ambiental, muitas vezes camuflada pela urbanização, mas de acordo com a carta de Fragilidade Física foi possível a identificação de sua efetiva fragilidade.

Isso apresenta a atuação da ação antrópica, interferindo e alterando a dinâmica morfológica natural, imputando uma dinâmica pautada no tempo e nas ações humanas. Como foi destacado neste trabalho, os maiores e principais processos erosivos desenvolvem-se nas regiões em torno das que estão com solo impermeabilizado, mesmo que estas não possuam alto grau de instabilidade ambiental e física.

Contudo, cabe salientar que a impermeabilização do solo, a qual o protege das ações erosivas de superfície, não extingue o desenvolvimento dos processos erosivos, principalmente de subsuperfície. No entanto, a metodologia utilizada neste trabalho, apresentada por Ross (1990, 1992, 1994, 2001), compreende os processos erosivos de superfície, que foram aqui estudados, e que são amenizados com a urbanização, quando esta emprega a impermeabilização do solo.

Porém, concentração do escoamento superficial nos setores de solos impermeabilizados (*Urbanização Densa e Comércio e Serviços*) forma um escoamento superficial com alto poder abrasivo, que é efetivo nas áreas de solo exposto ou com certa

exposição, como *Expansão Urbana, Pasto Sujo, Horticultura, Cobertura Herbácea e Ocupação Ribeirinha*.

Somadas a tais características, estão às transgressões legais das Áreas de Proteção Permanente (APP's) e o assentamento urbano. Mesmo tendo o predomínio das baixas declividades (Figura 34), foram identificadas áreas com declividades impróprias a urbanização devido à presença dos cortes e aterros topográficos apresentados pela base cartográfica, a qual apresenta na configuração de suas curvas de nível as transformações antrópicas sobre o relevo.

Assim, a transgressão das áreas de preservação permanente torna-se um problema efetivo, à medida que as ocupações das áreas de entorno se processam sem os devidos cuidados com as infraestruturas como drenagem pluvial e contenção do escoamento superficial, acarretando no desenvolvimento de processos erosivos como sulcos, ravinas e voçorocas, bem como o assoreamento das drenagens.

Logo que, a bacia hidrográfica do Córrego do Castelo, mesmo não possuindo altos graus de fragilidade ambiental e física, apresenta instabilidade significativa a medida que a ação antrópica se apropria do espaço⁴ sem respeitar suas limitações. Limites estes relacionados à discordância textural dos solos, a intensidade do escoamento superficial potencializado pela concentração do mesmo e a impermeabilização do solo, pelo tipo de uso da terra e pelas transgressões legais, que provocam na bacia o desenvolvimento de diversos processos erosivos e, conseqüentemente, de problemas ambientais.

Portanto, a ação antrópica sobre a bacia hidrográfica é de tamanha significância, capaz de proporcionar o desenvolvimento de processos erosivos em áreas que, pelas características naturais, não teriam tendências para tais, ou seja, alterando a dinâmica morfológica da bacia em seu estado natural e com isso, acarretando nos problemas ambientais como as erosões, perda de solo e enchentes, os quais trazem prejuízos financeiros privados e aos cofres públicos.

Assim, conhecer as fragilidades ambientais e físicas do Córrego do Castelo auxiliam na identificação das regiões que merecem maior atenção quanto a implementação das estruturas urbanas, quanto a fragilidade do solo e a intensidade do escoamento superficial,

⁴ O termo “apropriação do espaço” utilizado, não se refere ao conceito marxista, mas sim a utilização da terra para um determinado fim.

podendo assim evitar os problemas urbanos bastante comuns nas cidades brasileiras como enchentes, destruição de obras públicas, poluição de rios e erosões nos espaços vazios.

Pensar no crescimento urbano respeitando as características físicas da área é planejar visando o desenvolvimento sustentável, ou seja, pensar no desenvolvimento urbano, respeitando as fragilidades ambientais, com o intuito de conservar o meio ambiente às futuras gerações e assim, acarretando menos impactos ambientais e uma qualidade de vida melhor à população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, G. S. **Diagnósticos de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru – SP.** 2000. 221 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2000

AB’SABER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo.** 1957. 161 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro

AB’SÁBER, A. N. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, n. 219, 1957

AB’SABER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo.** Cotia: Ateliê Editorial, 2007

Bauru. Lei nº 4.126, 12 de Setembro de 1996. Prefeitura Municipal de Bauru, Bauru, SP. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru.** Disponível em: < http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist_juridico/documentos/leis/lei4126.pdf> Acesso em: 14 ago. 2013

Bauru. Lei nº 5.631, 22 de Agosto de 2008. Prefeitura Municipal de Bauru, Bauru, SP. **Plano Diretor Participativo do Município de Bauru.** Disponível em: < <http://hotsite.bauru.sp.gov.br/planodiretor/lei.aspx>> Acesso em: 14 ago. 2013

BERTALANFFY, L. von. **Teoria Geral dos Sistemas:** Fundamentos, desenvolvimentos e aplicações. 5ª ed. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2010

BRASIL. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Brasília, DF. **Código Florestal.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 14 ago. 2013

BRASIL. Lei nº 6766, 19 de Dezembro de 1979. Brasília, DF. **Lei Lehmann** (Parcelamento do Solo Urbano. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 14 ago. 2013

CAMARGO, O. A. de; *et. al.* **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas.** Boletim Técnico 106. Campinas. 2009

CARVALHO, P. F.; MENDES, I. A.; ARRUDA, E.; SIQUEIRA, M. C. Contribuição da Análise Geomorfológica para o Planejamento Urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Org.). **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**, LPM, Deplan – IGCE – Unesp: Rio Claro, 2001. p. 55-65

CERON, A.O.; DINIZ, J.A.F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 28, n. 2, p. 161 – 173, abr./jun. 1966.

CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. **Modelos Físicos e de Informação em Geografia**. São Paulo: Edusp, 1975

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

_____. A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p. 21 – 35, abr./jun. 1990

_____. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. 2006

FONTES, N. **Proposta Metodológica para Planejamento de Sistemas de Espaços Livres: Ribeirão Preto – SP**. 194 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009

GONÇALVES, N.; CENTURION, M. **Ruas de terra são risco à Nações Norte**, 18 nov. 2009. *Jornal da Cidade*, Bauru. Disponível em: < http://www.jcnet.com.br/busca/busca_detalhe2009.php?codigo=170625 > Acesso em: 10 ago. 2011

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: Departamento de Editoração e Gráfica, 1995

IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**, 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<<Ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/usodaterra/manualusodaterra.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**: escala 1:500.000. São Paulo - SP: IPT, 1981a (caderno 6)

_____. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**: escala 1: 1.000.000. São Paulo - SP: IPT, 1981b (caderno 5)

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: Uma perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução (coord.) José Carlos Neves Epiphânio, et. al., 2ª ed. São José dos Campos: Parêntese, 2011

JORGE, M. do C. O. Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologias e Teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2011

- LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LIMA, M. I. C. de. **Projeto Radam: Uma Saga Amazônica**. Belém: Paka-Tatu, 2008
- LICEU NOROESTE. **Bauru**: Edição Histórica. São Paulo: Editorial Focus. [1997?]
- MORAIS, A. C. R. **Geografia**: pequena história crítica. 21ª ed. São Paulo: Annablume, 2007
- MOROZ, I. C.; CANIL, K.; ROSS, J. L. S. Problemas Ambientais nas Áreas de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.7, p. 35-48, 1994.
- MUNHÓZ, E. R. **O uso e a ocupação do solo do município de Bauru – SP**. Rio Claro, SP, 1997.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent**: An Introduction to Anthropic Geomorphology. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983
- OSHIRO, V. **Vizinhos ocupam“ Nações Norte e revelam falta de lazer nos bairros**, 07 ago. 2011. Jornal da Cidade, Bauru. Disponível em: <<http://www.jcnet.com.br/noticias.php?codigo=216092>> .Acesso em: 10 ago. 2011
- PELEGRINA, G. I. **Bauru notas históricas**. Bauru, SP: Canal 6, 2007
- PELOGGIA, A. A Ação do Homem Enquanto Ponto Fundamental da Geologia do Tecnógeno: Proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, p. 257 – 268, Set. 1997
- _____. **O Homem e o Ambiente Geomorfológico**. São Paulo: Xamã, 1998
- RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antrópica na Definição de Unidades Espaciais de Planejamento Urbano: Exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 101 – 111. 2005
- RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p. 69 – 77. 2001
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p. 63-74, 1994
- _____. Análise na Abordagem Geográfica Integrada da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.9, p.65-75, 1995
- _____. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: ed. Oficina de Textos, 2006
- _____. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.

_____. **Geomorfologia e Geografia Aplicada a Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental.** 2001. 322f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2001.

_____. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo:** escala 1: 500.000. São Paulo – SP, 1997

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1996

SANTOS FILHO, R. D. dos. Antropogeomorfologia Urbana. . In: GUERRA, A. J. T. (Org). **Geomorfologia Urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2011

SANTOS, R. D. dos.; *et. al.* **Manual de descrição e coleta de solos no campo.** 5ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

SANTOS, M. e SILVEIRA, M. L. **O Brasil:** Território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001

SANTOS, L. J. C. e CASTRO, S.S. Lamelas (bandas onduladas) em Argissolo Vermelho-Amarelo como Indicadores da Evolução do Relevo: o Caso das Colinas Médias do Platô de bauru (sp). **Revista Brasileira de Geomorfologia.** Ano 7, n. 1 P. 46 – 64. 2006.

SILVEIRA, A. **Diagnóstico Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP):** Uma Abordagem Geográfica. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.

SOUZA, M. de. **Nações Norte: sonho começou há 24 anos,** 25 nov. 2007. Jornal da Cidade, Bauru. Disponível em: <http://www.jcnet.com.br/busca/busca_detalhe2007.php?codigo=118366> Acesso em: 10 ago. 2011

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia:** contribuição para o ensino do pensamento geográfico. São Paulo: ed. UNESP, 2004

THOMAZINI, L. da S. **Análise do Relevo da bacia do Córrego do Castelo (Bauru – SP): A Influência da Urbanização nos processos erosivos.** 2010 76f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. de O. **Introdução à Geomorfologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

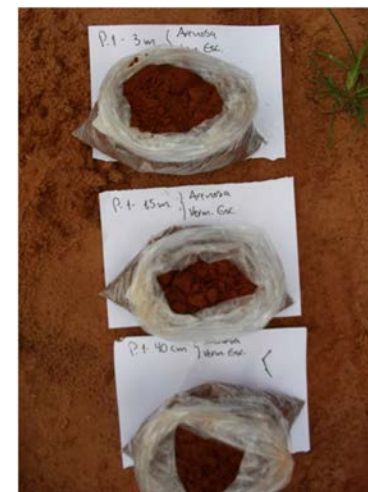
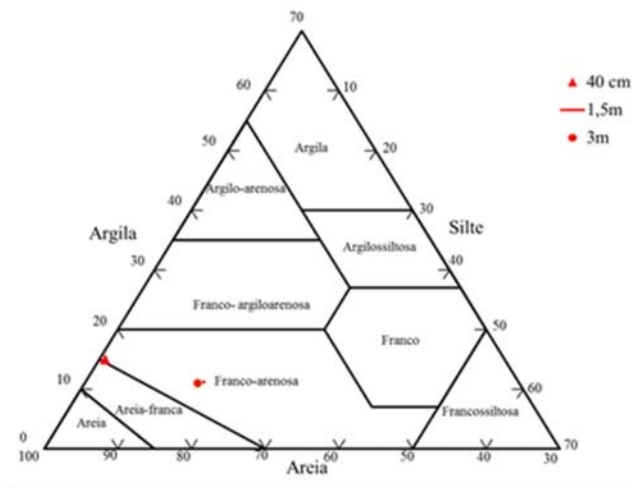
TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBEG – SUPREN, 1977

TRICART, J.; KIEWIETDJONG, G. **Ecogeography and Rural Managment**. Paris: Esses, UK. Longman Scientific e Technical, 1992.

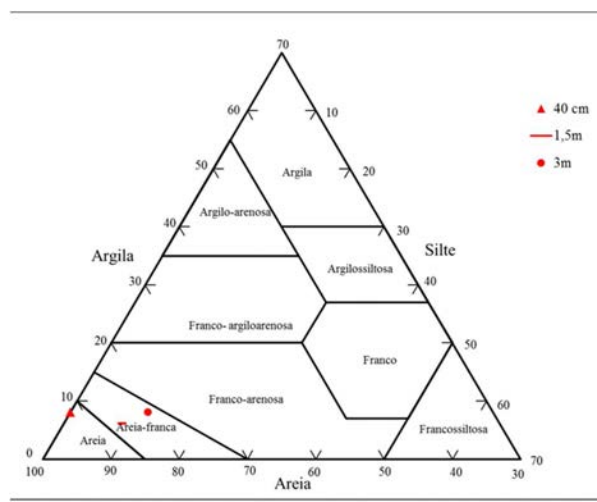
ZUQUETTE, V. L.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

APÊNDICE A – Quadros com as características de cada amostra de solo coletado, sua classificação textural e foto do momento da coleta.

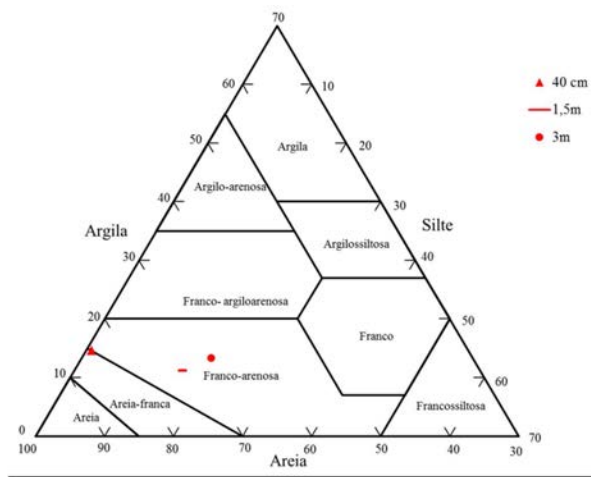
Ponto de Coleta		1		
Data		11/01/2012		
Identificação		solo desenvolvido		
Localização		Campo de futebol do Pq. Alto Alegre		
Declividade		< 5 - 12 %		
Relevo Local		Vertente extensa convexa		
Uso da Terra		Urbanização densa		
Altitude (m)		570		
Profundidade (cm)		40	150	300
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8	2.5YR 5/8
	Amostra úmida	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	31,2510	28,6020	30,5410
	Areia Fina (%)	52,9490	55,1980	53,0590
	Argila (%)	0,8500	0,2500	0,7500
	Silte (%)	14,9500	15,9500	15,6500
	Classe Textural	Areia - Franca/ Franco - Arenosa	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)		0,294		



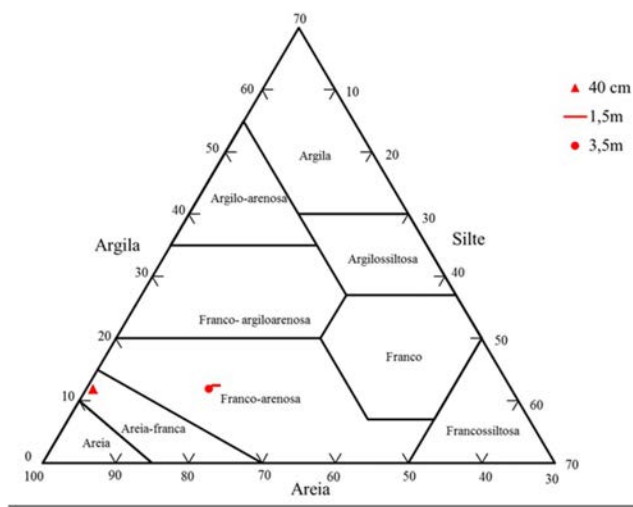
Ponto de Coleta		2		
Data		17/01/2012		
Identificação		Solo húmico (presença do lençol freático)		
Localização		Nascente do Córrego do Castelo		
Declividade		5 - 12 %		
Relevo Local		Vertente côncava		
Uso da Terra		Pasto sujo		
Altitude (m)		570		
Profundidade (cm)		40	150	300
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	10YR 7/8	10YR 6/3	5YR 5/6
	Amostra úmida	10YR 5/8	10YR 4/3	5YR 4/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	42,8130	52,4000	52,4730
	Areia Fina (%)	49,1370	37,9500	35,7270
	Argila (%)	8,0000	8,7000	11,5500
	Silte (%)	0,0500	0,9500	0,2500
	Classe Textural	Areia	Areia - Franca	Areia - Franca
Relação Textural (B/A)		1,088		



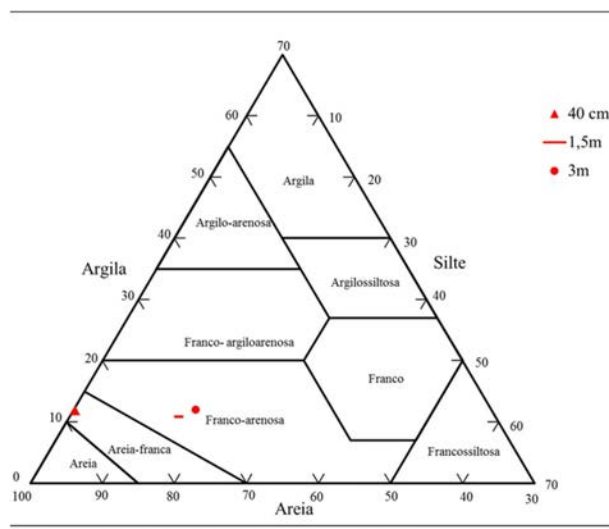
Ponto de Coleta	3			
Data	18/01/2012			
Identificação	Solo desenvolvido			
Localização	Margem esquerda do alto curso do Córrego do Castelo			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Vertente (média - baixa) retilínea			
Uso da Terra	Reflorestamento			
Altitude (m)	550			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	5YR 4/6	5YR 5/6	5YR 5/6
Amostra úmida	5YR 3/4	5YR 4/6	5YR 4/6	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	33,4270	31,3340	26,2690
	Areia Fina (%)	51,1730	51,8660	54,0810
	Argila (%)	14,5500	16,0000	19,1000
	Silte (%)	0,8500	0,8000	0,5500
	Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)	1,100			



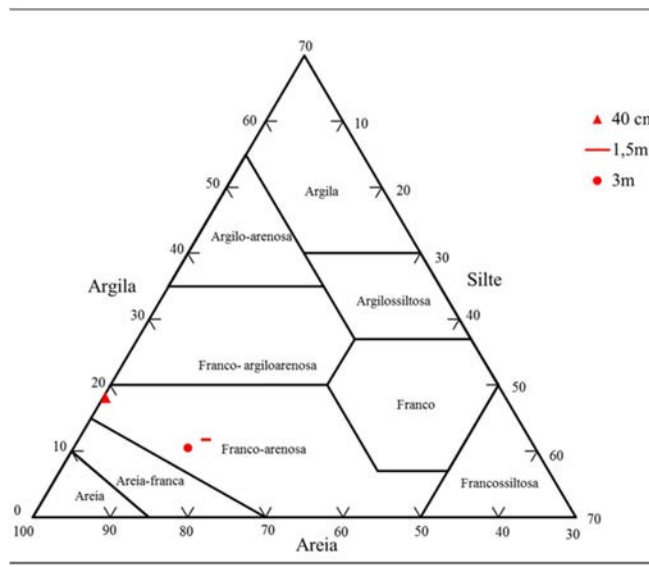
Ponto de Coleta	4			
Data	17/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Próximo avenida Nações Norte			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Vetrente convexa			
Uso da Terra	Pasto sujo			
Altitude (m)	565			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	5YR 5/8	5YR 5/8	5YR 5/8
Amostra úmida	2.5YR 3/4	2.5YR 3/4	2.5YR 3/4	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	39,4440	29,7490	28,2640
	Areia Fina (%)	47,7060	52,0010	53,8850
	Argila (%)	11,8500	17,8000	17,0500
	Silte (%)	1,0000	0,4500	0,8000
	Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)	1,502			



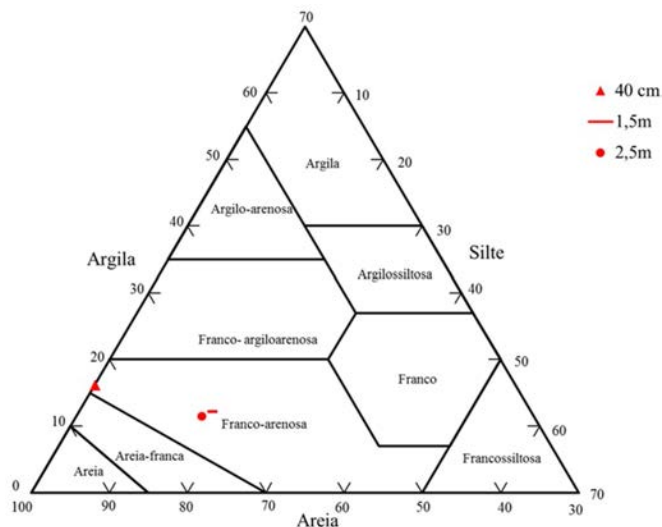
Ponto de Coleta	5			
Data	13/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Afluente margem esquerda do Córrego do Castelo			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Vertente Retilínea			
Uso da Terra	Pasto sujo			
Altitude (m)	550			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Amostra seca	5YR 5/6	2.5YR 4/6	10YR 5/8	
Munsell) Amostra úmida	5YR 3/4	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	30,8050	28,9600	22,4920
	Areia Fina (%)	56,9950	55,4900	59,0080
	Argila(%)	11,8500	15,4500	17,2000
	Silte (%)	0,3500	0,1000	1,3000
	Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)	1,304			



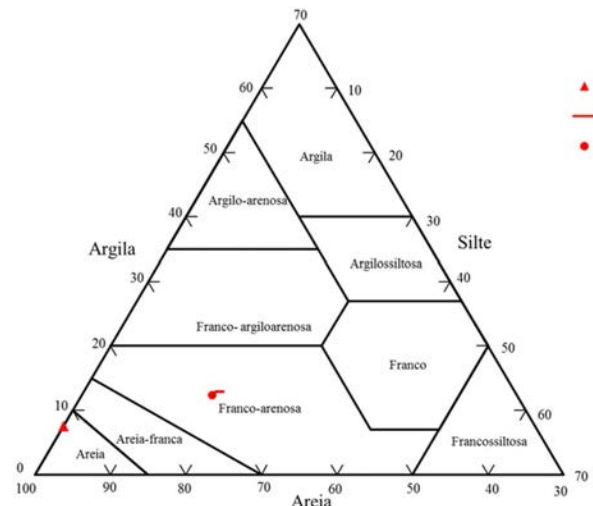
Ponto de Coleta	6			
Data	18/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Nascente Córrego Palmital			
Declividade	12 - 20 %			
Relevo Local	Vertente convexa			
Uso da Terra	Pasto sujo			
Altitude (m)	555			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Amostra seca	5YR 4/6	5YR 4/6	5YR 4/6	
Munsell) Amostra úmida	5YR 3/4	5YR 3/4	5YR 3/4	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	21,3720	22,7490	26,4100
	Areia Fina (%)	60,1780	59,3010	56,2900
	Argila(%)	18,0000	16,8000	15,0000
	Silte (%)	0,4000	1,1500	2,3000
	Classe Textural	Franco- Arenosa	Franco- Arenosa	Franco- Arenosa
Relação Textural (B/A)	0,933			



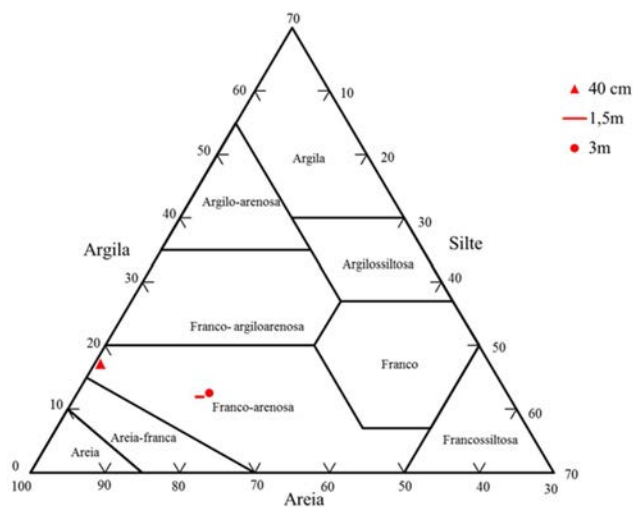
Ponto de Coleta	7			
Data	11/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Próximo ao Pq. Roosevelt			
Declividade	< 5 %			
Relevo Local	Vertente côncava			
Uso da Terra	Pasto sujo			
Altitude (m)	575			
Profundidade (cm)	40	150	250	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	5YR 4/6	5YR 4/6	5YR 4/6
	Amostra úmida	5YR 3/4	5YR 3/4	5YR 3/4
Análise Textural	Areia Grossa (%)	31,0120	31,1870	29,8240
	Areia Fina (%)	52,7380	50,6130	53,5260
	Argila (%)	16,1000	17,4000	16,4000
	Silte (%)	0,1500	0,8000	0,2500
Classe Textural	Franco-Arenosa	Franco-Arenosa	Franco-Arenosa	
Relação Textural (B/A)	1,081			



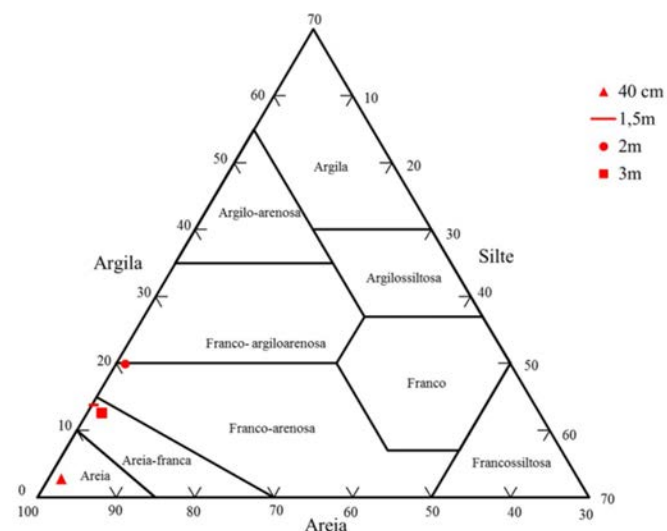
Ponto de Coleta	8			
Data	11/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos			
Localização	Margem direita do alto curso do Córrego do Castelo			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Extensa Vertente convexa			
Uso da Terra	Cobertura Herbácea			
Altitude (m)	540			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	7.5YR 4/6	5YR 4/6	5YR 4/6
	Amostra úmida	7.5YR 3/4	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	38,1690	29,8390	30,7650
	Areia Fina (%)	54,2310	51,1610	50,9350
	Argila (%)	7,4500	18,3500	17,6000
	Silte (%)	0,1500	0,6500	0,7000
Classe Textural	Areia	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa	
Relação Textural (B/A)	2,463			



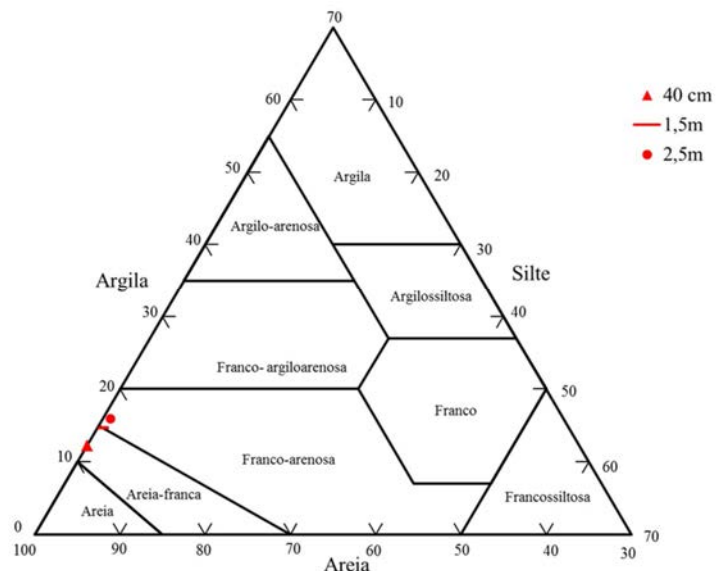
Ponto de Coleta	9			
Data	19/01/2012			
Identificação	Solos desenvolvidos homogêneos; presença do lençol a 3m			
Localização	Próximo ao Jd. Godoy			
Declividade	12 - 20%			
Relevo Local	Vertente convexa (presença de sulcos e ravinas)			
Uso da Terra	Cobertura Herbácea			
Altitude (m)	530			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell) Amostra seca	7.5YR 5/6	7.5YR 5/6	5YR 4/6	
Amostra úmida	7.5YR 3/4	7.5YR 3/4	5YR 3/4	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	29,09000	26,10700	27,45500
	Areia Fina (%)	52,91000	55,49300	54,24500
	Argila (%)	17,05000	17,00000	17,95000
	Silte (%)	0,95000	1,40000	0,35000
	Classe Textural	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)	0,997			



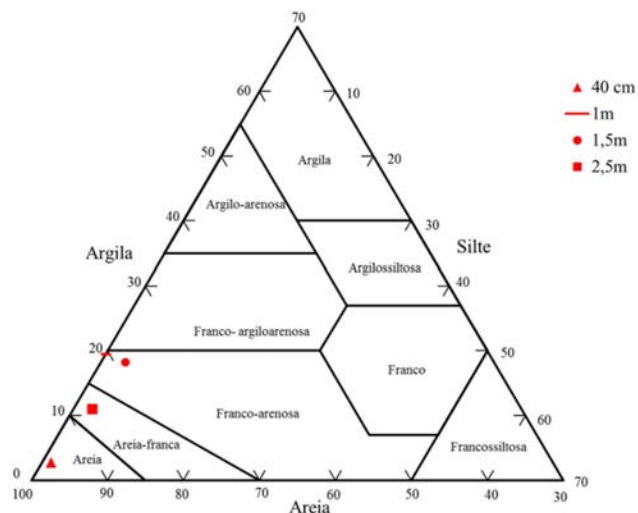
Ponto de Coleta	10				
Data	13/01/2012				
Identificação	Solo heterogêneo; presença do lençol a 2m				
Localização	Baixa vertente do médio curso Córrego Palmital				
Declividade	12 - 20%				
Relevo Local	Extensa vertente retilínea				
Uso da Terra	Ocupação Ribeirinha				
Altitude (m)	535				
Profundidade (cm)	40	150	200	300	
Cor (Tabela Munsell) Amostra seca	5YR 6/1	7.5YR 6/6	7.5YR 6/6	5YR 5/6	
Amostra úmida	5YR 4/1	7.5YR 4/6	7.5YR 5/6	5YR 3/4	
Análise Textural	Areia Grossa (%)	39,3830	27,7540	29,1930	31,2660
	Areia Fina (%)	56,1670	58,1460	49,6570	54,2340
	Argila (%)	2,7000	13,8000	19,9500	12,5500
	Silte (%)	1,7500	0,3000	1,2000	1,9500
	Classe Textural	Areia	Areia-Franca	Franco-Arenosa/ Franco-Argiloarenosa	Areia-Franca
Relação Textural (B/A)	5,111				



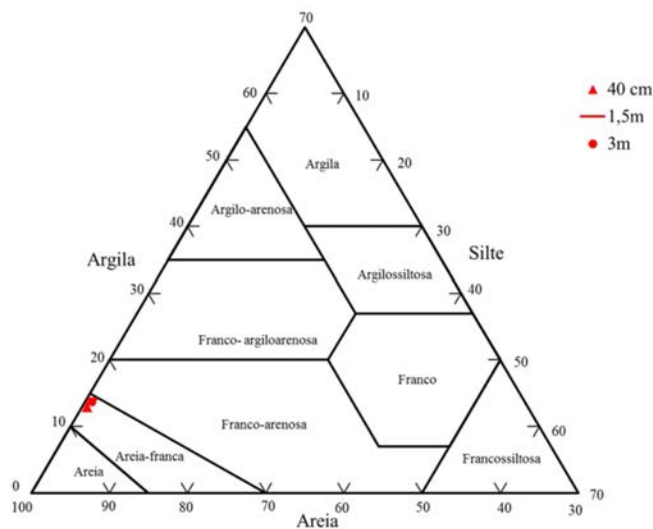
Ponto de Coleta	11a			
Data	12/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido homogêneo			
Localização	Próximo a Avenida Moussa Tobias			
Declividade	05 - 12%			
Relevo Local	Vertente Côncava			
Uso da Terra	Urbanização densa			
Altitude (m)	550			
Profundidade (cm)	40	150	250	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8
	Amostra úmida	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	39,1280	34,3720	33,5880
	Areia Fina (%)	48,6220	50,2280	49,5120
	Argila (%)	12,1500	14,7000	15,9500
	Silte (%)	0,1000	0,7000	0,9500
	Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Arenosa; Areia - Franca	Franco - Arenosa
Relação Textural (B/A)	1,210			



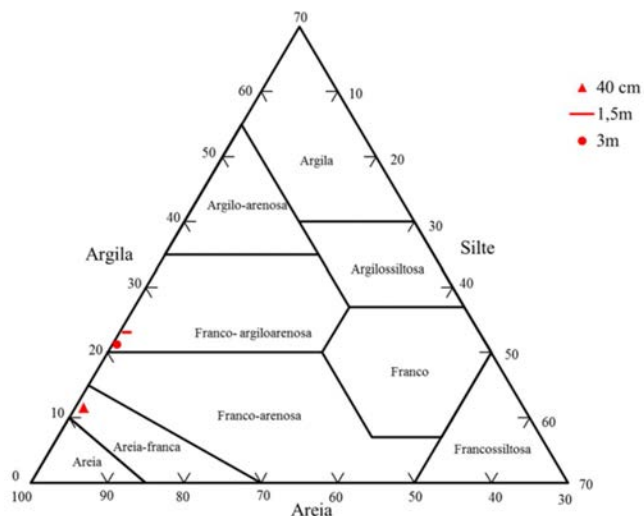
Ponto de Coleta	11b				
Data	12/01/2012				
Identificação	solo heterogêneo; atingiu o leçou e a extrato rochoso				
Localização	Avenida Nações Norte com a Avenida Moussa Tobias				
Declividade	20 - 30%				
Relevo Local	Baixa Vertente Convexa				
Uso da Terra	Urbanização densa				
Altitude (m)	510				
Profundidade (cm)	40	100	150	250	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	10YR 6/1	10YR 6/6	2.5Y 6/6	10YR 5/8
	Amostra úmida	10YR 3/1	2.5Y 4/4	2.5Y 5/6	7.5YR 4/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	31,1090	23,3210	17,4240	38,6300
	Areia Fina (%)	50,2280	57,1790	61,0760	47,8700
	Argila (%)	2,6500	19,4000	18,2500	10,9000
	Silte (%)	1,3500	0,1000	3,2500	2,6000
	Classe Textural	Areia	Franco - Arenosa	Franco - Arenosa	Areia - Franca
Relação Textural (B/A)	7,321				



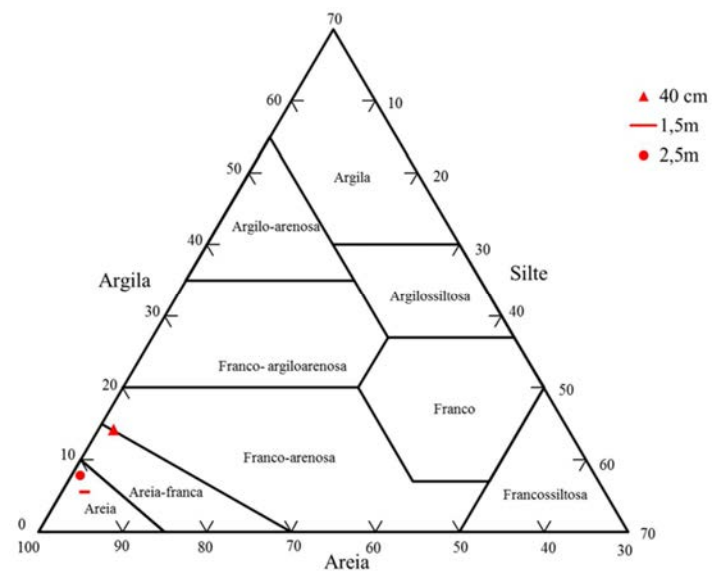
Ponto de Coleta	12			
Data	18/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido homogêneo			
Localização	Borda da Bacia, próximo ao Jd. Colina Verde			
Declividade	05 - 12 %			
Relevo Local	Vertente irregular			
Uso da Terra	Cobertura herbácea			
Altitude (m)	580			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8
	Amostra úmida	2.5YR 3/4	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	37,3920	38,1370	38,7460
	Areia Fina (%)	49,0080	46,9630	46,6540
	Argila (%)	10,9000	14,1000	13,6500
	Silte (%)	0,7500	0,8000	0,9500
Classe Textural	Areia - Franca	Areia - Franca	Areia - Franca	Areia - Franca
Relação Textural (B/A)	1,294			



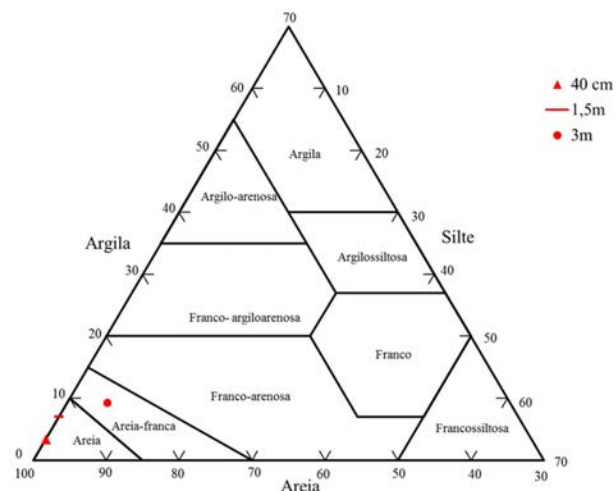
Ponto de Coleta	13			
Data	20/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido homogêneo			
Localização	Ao lado da Avenida Nações Norte, sentido bairro/centro			
Declividade	12 - 20 %			
Relevo Local	Média/ Baixa vertente; convexa			
Uso da Terra	Cobertura herbácea			
Altitude (m)	535			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	2.5YR 3/6	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8
	Amostra úmida	2.5YR 2.5/4	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	26,069	19,027	21,54
	Areia Fina (%)	61,231	56,8730	56,56
	Argila (%)	11,45	23,15	21,25
	Silte (%)	1,25	0,95	0,65
Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Argiloarenosa	Franco - Argiloarenosa	Franco - Argiloarenosa
Relação Textural (B/A)	2,022			



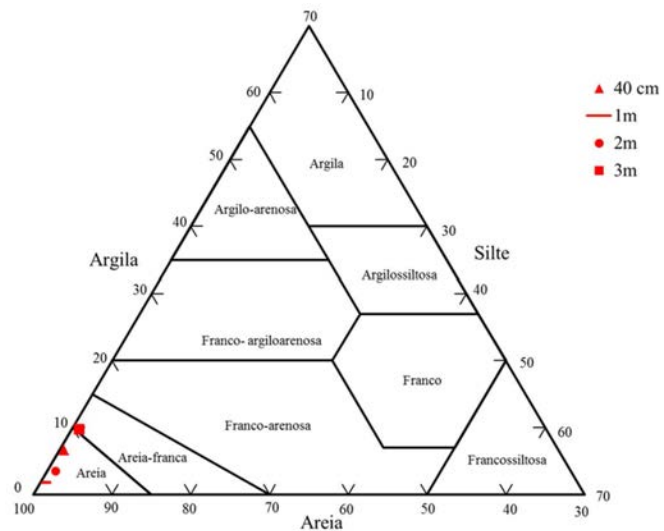
Ponto de Coleta	14a			
Data	08/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido atingindo o lençol freático			
Localização	Bosque do Pq. União; próximo ao poço do DAE			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Baixa vertente; côncava			
Uso da Terra	Urbanização densa			
Altitude (m)	530			
Profundidade (cm)	40	100	250	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	7.5YR 4/6	10YR 4/1	10YR 5/3
	Amostra úmida	7.5YR 3/3	10YR 3/1	10YR 3/2
Análise Textural	Areia Grossa (%)	29,3880	35,9660	36,0560
	Areia Fina (%)	54,5620	55,7840	54,9440
	Argila (%)	14,1000	5,5000	7,7000
	Silte (%)	1,9500	2,7500	1,3000
	Classe Textural	Areia - Franca; Franco - Arenosa	Areia	Areia
Relação Textural (B/A)	0,390			



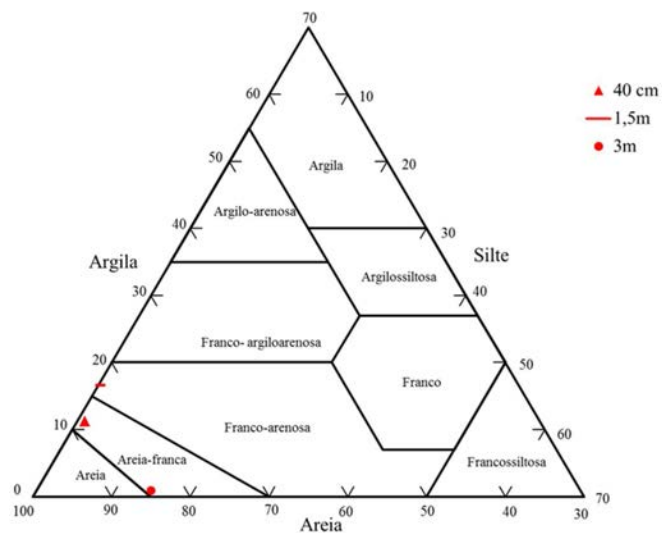
Ponto de Coleta	14b			
Data	08/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido			
Localização	Bosque do Pq. União; próximo a rua Alves Seabra			
Declividade	< 5 %			
Relevo Local	Baixa vertente			
Uso da Terra	Mata Galeria			
Altitude (m)	515			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	10YR 6/6	2.5Y 4/1	2.5Y 7/3
	Amostra úmida	10YR 3/4	2.5Y 2.5/1	2.5Y 5/2
Análise Textural	Areia Grossa (%)	44,2880	41,4390	21,4770
	Areia Fina (%)	52,3120	51,5110	63,7230
	Argila (%)	3,2500	7,0500	9,2000
	Silte (%)	0,1500	0,0000	5,6000
	Classe Textural	Areia	Areia	Areia - Franca
Relação Textural (B/A)	2,169			



Ponto de Coleta	15				
Data	20/01/2012				
Identificação	solo heterogêneo				
Localização	Confluência no alto curso do Córrego do Castelo				
Declividade	12 - 20 %				
Relevo Local	Vertente Convexa				
Uso da Terra	Pasto Sujo				
Altitude (m)	530				
Profundidade (cm)	40	100	200	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	7.5YR 5/8	10YR 6/3	2.5Y 6/4	5YR 5/8
	Amostra úmida	5YR 3/4	10YR 4/3	2.5Y 4/3	5YR 4/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	35,5380	39,1010	35,6350	36,5380
	Areia Fina (%)	57,2420	58,3990	59,7650	52,7620
	Argila (%)	6,5500	1,7500	3,5000	9,6500
	Silte (%)	0,6700	0,7500	1,1000	1,0500
	Classe Textural	Areia	Areia	Areia	Areia; Areia - Franca
Relação Textural (B/A)	0,267				



Ponto de Coleta	16			
Data	13/01/2012			
Identificação	solo desenvolvido homogêneo			
Localização	Próximo ao Jd. Estrela D'Alva			
Declividade	5 - 12 %			
Relevo Local	Média/ Alta vertente			
Uso da Terra	Pasto Sujo			
Altitude (m)	570			
Profundidade (cm)	40	150	300	
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8	2.5YR 4/8
	Amostra úmida	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6	2.5YR 3/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	29,2910	26,8840	24,2890
	Areia Fina (%)	58,4590	56,2160	60,2610
	Argila (%)	11,2000	16,6500	0,9000
	Silte (%)	1,0500	0,2500	14,5500
Classe Textural	Areia - Franca	Franco - Arenosa	Areia - Franca	
Relação Textural (B/A)	1,487			



Ponto de Coleta		17			
Data		19/01/2012			
Identificação		solo desenvolvido heterogêneo			
Localização		Baixo curso do Córrego do Castelo, margem direita			
Declividade		< 5 %			
Relevo Local		Baixa vertente			
Uso da Terra		Urbanização densa			
Altitude (m)		505			
Profundidade (cm)		40	150	250	300
Cor (Tabela Munsell)	Amostra seca	10YR 5/6	10YR 6/8	7.5YR 6/6	7.5YR 6/6
	Amostra úmida	10YR 4/6	5YR 4/6	7.5YR 5/6	7.5YR 5/6
Análise Textural	Areia Grossa (%)	35,0130	36,4970	36,0050	36,1850
	Areia Fina (%)	54,3870	47,1530	49,4450	49,7650
	Argila(%)	3,4000	15,3500	14,1500	10,3000
	Silte (%)	7,2000	1,0000	0,4000	3,7500
	Classe Textural	Areia	Franco - Arenosa	Areia - Franca	Areia - Franca
Relação Textural (B/A)		4,515			

