

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

OCUPAÇÃO DE FUNDOS DE VALE EM ÁREAS URBANAS.
ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO MINEIRINHO, SÃO CARLOS, SP

LIA MARTUCCI DE AMORIM

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO SÉRGIO CORDEIRO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA URBANA.

SÃO CARLOS
2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A524of

Amorim, Lia Martucci de.

Ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Estudo de caso: Córrego do Mineirinho, São Carlos, SP / Lia Martucci de Amorim. -- São Carlos : UFSCar, 2004.
214 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Planejamento urbano. 2. Fundos de vale. 3. Recursos hídricos. 4. Impacto ambiental. 5. Sustentabilidade I. Título.

CDD: 711 (20^a)

AGRADECIMENTOS

Ao amigo Prof. Dr. João Sérgio Cordeiro pela oportunidade de desenvolver este trabalho e valiosa orientação.

Ao CNPq e ao Fundo Setorial CT-HIDRO pela bolsa de mestrado concedida.

Aos professores, Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo, da Universidade Federal de Santa Catarina e Prof. Dr. Sérgio Rocha Santos, da Universidade de São Paulo, pelas importantes contribuições dadas ao trabalho.

À Prefeitura Municipal de São Carlos e ao SAAE-São Carlos pelo material fornecido à pesquisa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, pelo auxílio dado em todas as fases de realização do trabalho.

Aos colegas de disciplina pelas discussões e debates em sala de aula, que tanto ajudaram no processo de desenvolvimento da pesquisa.

A todos os meus amigos e amigas, que de diversas formas me ajudaram a superar as dificuldades encontradas neste período e compartilharam dos momentos de alegria.

Ao Pedro Ivo, pelo companheirismo e amor, e por ter me auxiliado durante todo o trabalho, especialmente na coleta de dados em campo.

Aos meus pais, Vera e Simar e ao meu irmão Leonardo, por terem me incentivado, aconselhado e apoiado com muito amor em todos os momentos.

RESUMO

O processo de crescimento urbano brasileiro, principalmente nos últimos 50 anos, vem comprometendo de diversas maneiras a qualidade ambiental das cidades. Assim, dentre os inúmeros impactos existentes, é possível notar que a ocupação inadequada de áreas de fundo de vale se faz muito presente, causando profundas modificações aos meios físico e biológico, desperdiçando áreas de lazer potenciais e trazendo diversos problemas para a população urbana, como as enchentes e inundações. Este trabalho teve por objetivo buscar e discutir alternativas ambientalmente adequadas para a ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Para tanto, foram desenvolvidos critérios ambientais norteadores para o planejamento do uso e ocupação do solo dessas áreas. Baseado nestes critérios, foi proposto um exemplo de método de avaliação das características locais. Este método foi aplicado ao objeto de estudo escolhido - o fundo de vale do córrego do Mineirinho - localizado na área urbana do município de São Carlos-SP. Os principais resultados obtidos com o trabalho foram o diagnóstico da situação ambiental da área e sugestões para sua ocupação ou recuperação.

ABSTRACT

In the last 50 years, the Brazilian urban growth process is compromising in many ways the environmental quality of the cities. Thus, among several impacts existents, it's possible to notice an inadequate occupation of river marginal areas. This is causing modifications in the physical and biological environmental elements, wasting potential recreation areas and bringing several problems to the urban population, like inundation and flood. The purposes of this research were to investigate and discuss environmentally correct alternatives to river marginal areas occupation. There were developed environmental criteria to provide solid basis for planning the land use of these areas. Based on these criteria, an example of local characteristics evaluation method was proposed. This method was applied to the chosen object of study - Mineirinho stream marginal area - in the city of São Carlos-SP-Brazil. The main results obtained were the studied area environmental situation diagnosis and some suggestions of occupation or restoration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 00: Projeto para as margens do rio Pinheiros, São Paulo-SP.....	01
Figura 01: Evolução das populações rural e urbana no Brasil (1940/2000).....	13
Figura 02: Curso natural do rio Tietê acima e projeto de Saturnino de Brito para o rio abaixo..	33
Figura 03: Tipos de canais fluviais: (A) canal reto inicial, (B) início da sedimentação de materiais, (C) canal sinuoso, (D) canal meândrico.....	35
Figura 04: Tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o menor e o maior.....	36
Figura 05: Tipos básicos de vale de acordo com o perfil transversal: (1) vale em garganta; (2) vale em V; (3) vale em mangedoura; (4) vale assimétrico; (5) vale com terraços fluviais; (6) vale em U.....	37
Figura 06: Identificação do fundo de vale.....	38
Figura 07: Caminhos da água até atingir o curso d'água.....	39
Figura 08: Funções da mata ciliar.....	43
Figura 09: Esquema de como o trabalho pretende incorporar os conceitos de sustentabilidade/desenvolvimento sustentável.....	57
Figura 10: Mapa da cidade de São Carlos – bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.....	59
Figura 11: Localização do município de São Carlos no Estado de São Paulo / municípios vizinhos.....	60
Figura 12: Distribuição das atividades econômicas do município de São Carlos.....	61
Figura 13: Distribuição das atividades agropecuárias do município de São Carlos.....	62
Figura 14: Município de São Carlos – Bacias hidrográficas Mogi-Guaçu (em cinza claro), Tietê-Jacaré (em amarelo) e área urbana (em cinza escuro).....	63
Figura 15: Sub-bacias do rio do Monjolinho na área urbana de São Carlos.....	64
Figura 16: As principais micro-bacias urbanas e anel viário proposto em 1970 (em preto trecho executado e em vermelho trecho não executado).....	65
Figura 17: Expansão urbana da cidade de São Carlos de 1940 a 2002.....	69
Figura 18: Bacia Hidrográfica do rio do Monjolinho.....	70
Figura 19: Córrego do Mineirinho, rio do Monjolinho e área urbana de São Carlos.....	73
Figura 20: Uso e ocupação do solo da área próxima ao córrego do Mineirinho em 1965.....	75
Figura 21: Uso e ocupação do solo da área próxima ao córrego do Mineirinho em 1998.....	75
Figura 22: Bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.....	77

Figura 23: Mapa sobreposto a foto aérea da área de estudo.....	95
Figura 24: Ocupação de fundo de vale por ruas e loteamentos, com parte da mata ciliar preservada (curso d'água não modificado).....	101
Figura 25: Ocupação de fundo de vale por loteamentos (curso d'água não modificado).....	101
Figura 26: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água não modificado).....	101
Figura 27: Ocupação de fundo de vale por assentamentos informais (curso d'água não modificado).....	101
Figura 28: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água canalizado).....	102
Figura 29: Ocupação de fundo de vale por edificações e assentamentos informais (curso d'água canalizado).....	102
Figura 30: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água tamponado).....	102
Figura 31: Ocupação de fundo de vale por edificações (curso d'água tamponado).....	102
Figura 32: Ocupação de fundo de vale por áreas de lazer e áreas esportivas (áreas verdes).	108
Figura 33: Ocupação de fundo de vale pela mata ciliar na situação natural.....	112
Figura 34: Trecho 1 - do deságüe do córrego do Mineirinho no rio do Monjolinho (rotatória do Cristo) à rotatória de acesso ao shopping.....	127
Figura 35: Trecho 2 – da rotatória de acesso ao shopping ao final da rua Passeio das Magnólias (acompanhando o muro do Parque Faber I).....	135
Figura 36: Trecho 3 – do final da rua Passeio das Magnólias até o início do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.....	141
Figura 37: Trecho 4 – do início ao fim do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.	146
Figura 38: Trecho 5 – acompanha o campus II da USP até a nascente do córrego.....	153
Figura 39: Trecho 6 – do final do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli ao final do loteamento Parque Iguatemi, acompanhando o campus II da USP.....	161
Figura 40: Trecho 7 – Córrego Santa Fé até o início do Loteamento Social Santa Angelina / final do campus II da USP.....	166
Figura 41: Trecho 8 – Córrego Santa Fé do início do Loteamento Social Santa Angelina / final do campus II da USP, até a nascente no loteamento Parque Santa Felícia Jardim.....	172
Figura 42: Trecho 9 – acompanha o campus II da USP até o Loteamento Social Santa Angelina.....	179
Figura 43: Trecho 10 – do Loteamento Social Santa Angelina até a nascente no loteamento São Carlos V.....	184

Figura 44: Tipos de ocupação e quantidade de Trechos nos quais foram encontrados.....	191
Figura 45: Faixas de impermeabilização do solo e porcentagem de Trechos correspondente	192
Figura 46: Presença de mata ciliar e porcentagem de Trechos correspondente.....	193
Figura 47: Presença de áreas reflorestadas e porcentagem de Trechos correspondente.....	193
Figura 48: Presença de interconectividade e porcentagem de Trechos correspondente.....	194
Figura 49: Qualidade da água do curso d'água e porcentagem de Trechos correspondente	195
Figura 50: Presença de enchentes e inundações urbanas e porcentagem de Trechos correspondente.....	196
Figura 51: Presença de assoreamento e porcentagem de Trechos correspondente.....	196
Figura 52: Presença de erosão e porcentagem de Trechos correspondente.....	197
Figura 53: Presença de alteração na topografia e porcentagem de Trechos correspondente	198
Figura 54: Presença de modificação no curso d'água e porcentagem de Trechos correspondente.....	199
Figura 55: Respeito à legislação incidente e porcentagem de Trechos correspondente.....	200
Figura 56: Faixas de impermeabilização do solo e porcentagem de Trechos correspondente.....	200
Figura 57: Grau de identificação e valorização pela população e porcentagem de Trechos correspondente.....	202
Figura 58: Qualidade estética e paisagística e porcentagem de Trechos correspondente.....	203
Figura 59: Gráfico comparando a pontuação geral dos 10 Trechos avaliados.....	204

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01: Rio do Monjolinho próximo a uma de suas nascentes.....	72
Foto 02: Rio do Monjolinho no início da área urbana.....	72
Foto 03: Rio do Monjolinho próximo ao cartódromo - sistema de vias marginais e loteamentos.	72
Foto 04: Rio do Monjolinho próximo ao shopping - sistema de vias marginais.....	72
Foto 05: Rio do Monjolinho saindo da área urbana.....	72
Foto 06: Deságüe do rio do Monjolinho no rio Jacaré-Guaçu – área rural.....	72
Foto 07: Ocupação de fundo de vale por rua e loteamento (curso d'água não modificado) - Rio Piracicamirim, Piracicaba-SP.....	103
Foto 08: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e loteamento (curso d'água não modificado) - Rio Piracicamirim, Piracicaba-SP.....	103
Foto 09: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e loteamento (curso d'água não modificado) - Córrego Santa Maria do Leme, São Carlos-SP.....	103
Foto 10: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (curso d'água retificado) - Rio Pinheiros e raia olímpica da USP, São Paulo-SP.....	103
Foto 11: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (curso d'água não modificado) - Bacia da Represa Bilings, -SP – esgoto sendo lançado diretamente no curso d'água.....	104
Foto 12: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (curso d'água não modificado) - Vila Varjão, Brasília-DF – esgoto sendo lançado diretamente no curso d'água.....	104
Foto 13: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (curso d'água não modificado) - Vila Varjão, Brasília-DF – entupimento de canais e galerias por resíduos sólidos.....	104
Foto 14: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (curso d'água não modificado) - Vila Varjão, Brasília-DF – crianças brincando junto ao curso d'água.....	104
Foto 15: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (curso d'água canalizado) - Rio Tamanduateí, São Paulo-SP.....	105
Foto 16: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (curso d'água canalizado) - Córrego do Tijuco Preto, São Carlos-SP.....	105
Foto 17: Ocupação de fundo de vale por ruas e edificações (curso d'água canalizado) - Córrego do Gregório, São Carlos-SP.....	105
Foto 18: Enchente no fundo de vale do Córrego Gregório, São Carlos-SP.....	105
Foto 19: Ocupação de fundo de vale por edificações (curso d'água canalizado) - Córrego Barra Bonita, Barra Bonita-SP.....	106
Foto 20: Enchente no Córrego Barra Bonita, Barra Bonita-SP.....	106

Foto 21: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e edificações (curso d'água tamponado) - Córrego do Tijucu Preto, São Carlos-SP.....	106
Foto 22: Ocupação de fundo de vale por ruas e edificações (curso d'água tamponado) - Córrego do Gregório, São Carlos-SP.....	106
Foto 23: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque) - São José do Rio Preto-SP....	109
Foto 24: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque) - São José do Rio Preto-SP....	109
Foto 25: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque linear) / lago - Rio Barigüi - Parque Barigüi junto com os parques Tanguá e Tingüi formando parque linear, Curitiba-PR..	109
Foto 26: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque linear) / lago - Rio Barigüi - Parque Tingüi, Curitiba-PR.....	109
Foto 27: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque) - Rio Iguaçu - Parque regional do Iguaçu e zoológico – Curitiba-PR.....	110
Foto 28: Ocupação de fundo de vale por áreas de retenção de águas pluviais, “piscinão” (curso d'água retificado) - Área metropolitana de São Paulo-SP.....	110
Foto 29: Ocupação de fundo de vale por áreas de retenção de águas pluviais, “piscinão” (curso d'água canalizado) - Mauá, área metropolitana de São Paulo-SP.....	110
Foto 30: Ocupação de fundo de vale pela mata ciliar na situação natural - Rio Piracicaba – Piracicaba-SP.....	112
Foto 31: Rotatória do Cristo, construída onde os córregos do Mineirinho e Gregório deságuam no rio do Monjolinho – Trecho 1 e área verde ao fundo (2000).....	128
Foto 32: Rotatória do Cristo à direita e mata ciliar ao córrego do Mineirinho ao fundo – Trecho 1 (2000).....	128
Foto 33: Aspecto do Trecho 1 em 2000 – antes da implantação do Residencial Parque Faber II.	129
Foto 34: Aspecto do Trecho 1 em 05/2004 – após a implantação do Residencial Parque Faber II.....	129
Foto 35: Aspecto do córrego no Trecho 1 - encachoeirado com fundo e laterais rochosos (02/2004).....	130
Foto 36: Aspecto do córrego no Trecho 1 – mata ciliar protegendo o curso d'água (02/2004).	130
Foto 37: Dissipador de energia construído pelo Parque Faber II – mata ciliar ao córrego ao fundo – alteração da topografia (02/2004).....	130
Foto 38: Rua de acesso ao Parque Faber II e rotatória de acesso ao shopping ao fundo (03/2004).....	130
Foto 39: Trecho 2 – mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (05/2004).....	136
Foto 40: Rua Passeio das Magnólias e mata ciliar ao córrego (03/2004).....	136

Foto 41: Rua Passeio das Magnólias e muro do Residencial Parque Faber I ao fundo (03/2004).....	136
Foto 42: Mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (03/2004).....	136
Foto 43: Caminho, mata ciliar ao córrego e Shopping Center Iguatemi ao fundo (03/2004)....	136
Foto 44: Área de reflorestamento e Residencial Parque Faber I ao fundo (03/2004).....	136
Foto 45: Início do Trecho 3 - caminho e mata ciliar ao córrego ao fundo (02/2004).....	142
Foto 46: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda, reflorestamento à direita (02/2004)....	142
Foto 47: Mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (02/2004).....	142
Foto 48: Aspecto do córrego no trecho (02/2004).....	142
Foto 49: Mata ciliar ao córrego e Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli ao fundo (2003)..	147
Foto 50: Rua no Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli e mata ciliar ao córrego à esquerda (2003).....	147
Foto 51: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda, reflorestamento à direita (02/2004)....	147
Foto 52: Hortifruticultura / sítio às margens do córrego (02/2004).....	147
Foto 53: Ocupação irregular às margens do córrego (2003).....	147
Foto 54: Aspecto do córrego no trecho - presença de sedimentos obstruindo o canal devido a inundações (02/2004).....	148
Foto 55: Presença de obstruções (entulho) no canal – um sofá neste caso (02/2004).....	148
Foto 56: Detalhe do sofá encontrado no canal (02/2004).....	148
Foto 57: Deposição de sedimentos às margens do córrego (02/2004).....	148
Foto 58: Área do córrego utilizada para recreação pela população do bairro próximo – balanço à direita (02/2004).....	148
Foto 59: Área próxima ao córrego utilizada para recreação (02/2004).....	148
Foto 60: Mata ciliar à nascente do córrego e ruas do campus II da USP em construção — modificação da topografia da área (03/2004).....	154
Foto 61: Córrego do Mineirinho em primeiro plano e maquinário das obras do campus II da USP ao fundo (02/2004).....	154
Foto 62: Ruas do campus II da USP em construção – pequeno trecho do córrego tamponado sob as vias – modificação da topografia da área (02/2004).....	154
Foto 63: Pequeno reservatório de água na nascente do córrego do Mineirinho e maquinário das obras ao fundo (02/2004).....	155
Foto 64: Aspecto do córrego junto à ponte – erosão decorrente das obras (02/2004).....	155

Foto 65: Aspecto do córrego junto à ponte (tamponamento) – erosão decorrente das obras (02/2004).....	155
Foto 66: Aspecto do córrego em outro segmento do Trecho 5 - erosão decorrente do acesso de pessoas à margem (02/2004).....	156
Foto 67: Aspecto do córrego em outro segmento do Trecho 5 (02/2004).....	156
Foto 68: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda e reflorestamento de Pinus à direita (02/2004).....	156
Foto 69: Mata ciliar ao córrego ao fundo – campus II da USP (03/2004).....	162
Foto 70: Hortifruticultura – sítio às margens do córrego (03/2004).....	162
Foto 71: Ruas em construção no campus II da USP – trecho tamponado do córrego sob a via (03/2004).....	162
Foto 72: Aspecto do córrego junto à ponte – crianças brincando (03/2004).....	162
Foto 73: Mata ciliar ao córrego ao fundo – campus II da USP (03/2004).....	167
Foto 74: Tronco coletor de esgoto passando sobre o curso d'água (03/2004).....	167
Foto 75: Caminho / trilha que leva ao córrego (03/2004).....	167
Foto 76: Plantio de mudas nativas (03/2004).....	167
Foto 77: Pequeno segmento tamponado do córrego (03/2004).....	167
Foto 78: Entrada do Bosque Santa Fé, próximo à nascente do córrego Santa Fé (2003).....	173
Foto 79: Caminho no Bosque Santa Fé – edificações no bairro Parque Santa Felícia Jardim ao fundo (2003).....	173
Foto 80: Situação da nascente do córrego Santa Fé no 1º semestre de 2003 – erosão muito acentuada e presença de entulhos.....	173
Foto 81: Rua no bairro Parque Santa Felícia Jardim e nascente ao fundo – situação no 1º semestre de 2003.....	173
Foto 82: Situação da nascente do córrego Santa Fé em março de 2004 – contenção da erosão e canalização (Plano de recuperação da nascente do córrego Santa Fé realizado pela PMSC).	174
Foto 83: Poço próximo à nascente (03/2004).....	174
Foto 84: Placa junto ao poço indicando a qualidade (imprópria para consumo) da água (03/2004).....	174
Foto 85: Aspecto do córrego junto à obra das vias no campus II da USP (03/2004).....	180
Foto 86: Rua em construção no campus II da USP e mata ciliar ao córrego ao fundo (03/2004).	180
Foto 87: Aspecto da mata ciliar ao córrego no Trecho 9 (03/2004).....	180

Foto 88: Loteamento Social Santa Angelina e rua que dará acesso ao campus II da USP (03/2004).....	180
Foto 89: Criação de canais às margens do córrego -Loteamento Social Santa Angelina ao fundo (03/2004).....	185
Foto 90: Elevatória de esgoto às margens do córrego (03/2004).....	185
Foto 91: Tronco coletor de esgoto passando sobre o córrego (03/2004).....	185
Foto 92: Área de proteção à nascente à direita - Loteamento Social Santa Angelina – cultura de cana de açúcar ao fundo (03/2004).....	186
Foto 93: Praça junto à área de proteção à nascente – bairro São Carlos V (03/2004).....	186
Foto 94: Crianças brincando na praça (03/2004).....	186

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Evolução das populações rural e urbana no Brasil (1940/2000).....13

Tabela 02: População e taxa de crescimento das dez maiores capitais brasileiras (1970/2000).
.....14

Tabela 03: População e taxa de crescimento dos municípios brasileiros por classes de tamanho (1991/2000).....15

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Marcos mundiais para a construção do conceito de desenvolvimento sustentável.....	05
Quadro 02: Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas.....	25
Quadro 03: Características da micro-bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.....	78
Quadro 04: Caracterização do loteamento Parque Santa Felícia Jardim.....	79
Quadro 05: Caracterização do loteamento São Carlos III.....	79
Quadro 06: Caracterização do loteamento Núcleo Lourival Maricondi (São Carlos IV).....	80
Quadro 07: Caracterização do loteamento Parque Sisi.....	80
Quadro 08: Caracterização do loteamento Parque Faber I.....	81
Quadro 09: Caracterização do loteamento Conjunto Habitacional Arnon de Melo.....	81
Quadro 10: Caracterização do loteamento Parque Iguatemi.....	82
Quadro 11: Caracterização do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.....	82
Quadro 12: Caracterização do Loteamento Social Santa Angelina.....	83
Quadro 13: Os critérios ambientais de ocupação gerando parâmetros.....	89
Quadro 14: Ficha de avaliação da ocupação de trechos de fundos de vale.....	91
Quadro 15: Efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.....	98
Quadro 16: Listagem dos principais impactos da Tipologia 1.....	107
Quadro 17: Listagem dos principais impactos da Tipologia 2.....	111
Quadro 18: Listagem dos principais impactos da Tipologia 3.....	113

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
3. EMBASAMENTO TEÓRICO	04
3.1. Questões ambientais e o meio urbano	04
3.1.1. Ambiente.....	04
3.1.2. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.....	04
3.1.3. O meio urbano.....	10
3.1.3.1. Crescimento urbano no Brasil.....	11
3.1.3.2. A importância da manutenção das áreas verdes e espaços livres para o meio urbano.....	16
3.1.3.3. Conceituações sobre áreas verdes e espaços livres urbanos.....	18
3.2. Relações entre hidrologia, hidráulica, planejamento urbano e ambiente	21
3.2.1. Conceitos gerais de hidrologia.....	21
3.2.2. Evolução do conceito de hidrologia urbana.....	22
3.2.3. Sistema de drenagem urbana.....	24
3.2.4. O pioneirismo do engenheiro Saturnino de Brito: A interface entre planejamento urbano e sistema de drenagem urbana.....	28
3.2.4.1. Aspectos gerais.....	28
3.2.4.2. O saneamento no século XIX.....	30
3.2.4.3. O projeto de melhoramentos para o rio Tietê.....	31
3.3. Áreas de fundo de vale	34
3.3.1. Caracterização bio-geo-física.....	34
3.3.1.1. Geomorfologia.....	34
3.3.1.2. Hidrologia e hidráulica.....	38
3.3.1.3. Qualidade da água (características físicas e químicas).....	40
3.3.1.4. Características biológicas.....	40
3.3.2. Fundos de vale e legislação.....	43
3.3.2.1. Código Florestal.....	43
3.3.2.2. Discussão: Código Florestal e áreas urbanas.....	46
3.3.3. Revitalização ambiental de cursos d'água e fundos de vale.....	49
3.4. Métodos para avaliação de impactos ambientais	52
3.5. Análise crítica do embasamento teórico	56
4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: O CÓRREGO DO MINEIRINHO, SÃO CARLOS-SP	58
4.1. Aspectos gerais	58
4.2. A cidade de São Carlos-SP	60
4.2.1. Histórico do uso e ocupação do solo.....	66
4.3. A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho	70
4.4. Córrego do Mineirinho	73

4.4.1. Aspectos gerais.....	73
4.4.2. Uso e ocupação do solo.....	74
4.4.3. Características naturais.....	78
4.4.4. Caracterização geral dos loteamentos do entorno.....	78
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	84
5.1. Etapas de realização do Trabalho.....	84
5.1.1. Etapa 1: Embasamento teórico.....	84
5.1.2. Etapa 2: Estudo de critérios ambientais.....	85
5.1.3. Etapa 3: Elaboração do método de avaliação da ocupação.....	87
5.1.4. Etapa 4: Aplicação do método ao objeto de estudo.....	93
5.1.5. Etapa 5: Discussão dos resultados.....	96
6. ESTUDO DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA DE FUNDOS DE VALE.....	97
6.1. Aspectos gerais.....	97
6.2. Tipologias de ocupação de fundos de vale urbanos.....	100
6.2.1. Tipologia 1.....	100
6.2.2. Tipologia 2.....	108
6.2.3. Tipologia 3.....	112
6.3. Matriz de avaliação dos impactos ambientais causados por ocupações antrópicas de fundo de vale.....	114
6.3.1. Discussão dos impactos.....	119
6.3.1.1. Meio geo-físico.....	119
6.3.1.2. Meio biológico.....	120
6.3.1.3. Meio antrópico.....	121
6.4. Critérios ambientais.....	123
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	126
7.1. Avaliação e diagnóstico dos Trechos.....	126
7.1.1. Diagnóstico do Trecho 1.....	133
7.1.2. Diagnóstico do Trecho 2.....	139
7.1.3. Diagnóstico do Trecho 3.....	145
7.1.4. Diagnóstico do Trecho 4.....	151
7.1.5. Diagnóstico do Trecho 5.....	159
7.1.6. Diagnóstico do Trecho 6.....	165
7.1.7. Diagnóstico do Trecho 7.....	170
7.1.8. Diagnóstico do Trecho 8.....	177
7.1.9. Diagnóstico do Trecho 9.....	183
7.1.10. Diagnóstico do Trecho 10.....	189
7.2. Discussão dos resultados.....	191
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	206
REFERÊNCIAS.....	208

1. INTRODUÇÃO

A natureza permeia a cidade, forjando relações entre ela, o ar, o solo, a água e os organismos vivos em seu interior e sua volta. Em si mesmas, as forças da natureza não são nem benignas, nem hostis à humanidade. Reconhecidas e aproveitadas, representam um poderoso recurso para a conformação de um habitat urbano benéfico; ignoradas ou subvertidas, ampliam os problemas que há séculos castigam as cidades, como enchentes, deslizamentos e a poluição do ar e da água. Infelizmente, as cidades têm geralmente negligenciado e raramente explorado as forças naturais que existem dentro delas (SPIRN, 1995).



Figura 00: Projeto para as margens do rio Pinheiros, São Paulo-SP
Fonte: Franco (2000).

A forma desordenada como vem ocorrendo o crescimento urbano no Brasil, desconsidera em muitos aspectos as características naturais do ambiente. Tal crescimento, aliado à falta de infra-estrutura, provoca inúmeros impactos negativos para a qualidade do meio urbano.

Dentre estes impactos, destacam-se: impactos no meio físico, como a poluição dos recursos hídricos, do ar e do solo; no meio biológico, como o desequilíbrio nos ecossistemas e a perda de biodiversidade; impactos sociais, como o aumento da exclusão, da miséria e das condições insalubres de moradia; impactos econômicos, como o aumento dos custos com utilidades públicas; e culturais, como a perda da identidade das populações que habitam as cidades.

Apesar de atingirem o ambiente como um todo, os impactos se refletem de maneira acentuada nas áreas urbanas de fundo de vale. Isto porque, estas regiões

possuem características ambientais importantes, tendo influência direta, sob vários aspectos, nos recursos hídricos que cortam as cidades e o seu entorno.

A ocupação não criteriosa de áreas marginais aos cursos d'água pode causar: a perda das matas ciliares, a erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos cursos d'água, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, a destruição do habitat de inúmeras espécies e a eliminação de superfícies de drenagem natural, contribuindo para a ocorrência de eventos críticos como as enchentes e inundações. Além disso, também pode provocar a perda de recursos de valor paisagístico e o desperdício de áreas de lazer em potencial.

Portanto, apesar da modificação do ambiente ser inerente à própria urbanização, torna-se imprescindível a busca por soluções que minimizem efeitos negativos e explorem positivamente características naturais da região.

Onde ocupar e a maneira como ocupar são questões que não possuem resposta única, mas critérios de ocupação devem ser desenvolvidos e compreendidos tanto pelos planejadores e administradores das cidades, como pela população em geral.

Foram pesquisadas no presente trabalho, alternativas de ocupação que ao mesmo tempo minimizem impactos ambientais e dêem condições de desenvolvimento sustentável para os núcleos urbanos.

O córrego do Mineirinho, localizado na cidade de São Carlos-SP, foi escolhido como objeto de estudo, proporcionando a oportunidade de vincular a pesquisa a um exemplo da realidade urbana brasileira.

Assim, esta dissertação tem o intuito de servir como ferramenta de apoio para técnicos e administradores e criar embasamento para a produção de material sobre a questão estudada para a população urbana em geral.

Vale ressaltar a importância dos estudos interdisciplinares para as atividades de planejamento urbano, sendo que este trabalho procura trazer de várias áreas de conhecimento, contribuições para uma visão mais ampla do problema de pesquisa.

Com isso, espera-se que o planejamento urbano, aliado à educação ambiental, seja veículo para o desenvolvimento nas cidades brasileiras, da consciência de que o ser humano e a natureza estão e sempre estiveram integrados.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi buscar e discutir alternativas ambientalmente adequadas para a ocupação de fundos de vale em áreas urbanas.

Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver, com base no estudo realizado, critérios ambientais norteadores para o planejamento do uso e ocupação do solo de fundos de vale urbanos.
- Propor um exemplo de método de avaliação das características locais de fundos de vale, baseado em parâmetros gerados a partir dos critérios ambientais.
- Aplicar o método ao objeto de estudo escolhido, o fundo de vale do córrego do Mineirinho, localizado na área urbana do município de São Carlos-SP.

Mediante o apresentado, a pesquisa visa fornecer subsídios para futuros projetos, planos ou políticas de uso e ocupação do solo urbano e programas de educação ambiental.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1. QUESTÕES AMBIENTAIS E O MEIO URBANO

3.1.1. Ambiente

Os termos *meio*, *ambiente* e *meio ambiente* têm sido usualmente utilizados de maneira similar nos textos, por possuírem, segundo o dicionário Aurélio (FERREIRA, 1975), significados muito próximos.

O termo *ambiente* é definido pelo dicionário como: “Que cerca ou envolve os seres vivos ou as coisas por todos os lados; envolvente, meio ambiente”.

Já o termo *meio* possui muitas definições, dentre elas: “Lugar onde se vive, com suas características e condicionamentos geofísicos; ambiente; esfera social onde se vive; ambiente, círculo, roda; meio ambiente”.

O conceito adotado pelo presente trabalho pode ser expresso como: lugar determinado e/ou percebido onde estão em constantes relações dinâmicas os aspectos ligados ao ser humano (antrópicos), incluindo fatores sociais, culturais, econômicos e políticos e os aspectos naturais, dentre eles fatores geofísicos, químicos e biológicos.

É necessário salientar a visão adotada de que o ser humano não se dissocia do ambiente, contrapondo-se a ele, mas é parte integrante deste. Assim, quando se fala em conservação ambiental, por exemplo, faz-se referência, por consequência, também à conservação da própria espécie humana.

3.1.2. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

Durante sua história, principalmente nos últimos 200 anos, o ser humano vem, através de suas ações, alterando negativamente de muitas formas as condições ambientais no planeta.

Grande parte do século XX foi marcada pela noção de desenvolvimento sendo atrelada somente à noção de crescimento econômico. Sendo que, atingir este

crescimento pressupunha, muitas vezes, a degradação intensa dos recursos naturais e da qualidade de vida da população humana.

Apenas a partir das décadas de 70 e 80 do século XX é que surge um contexto mundial propício e se solidificam as preocupações quanto às conseqüências desse modelo de crescimento para o ambiente e para o ser humano enquanto parte integrante deste, dando origem à associação entre os conceitos de *desenvolvimento* e *sustentabilidade*.

O Quadro 01 mostra um breve histórico dos principais marcos mundiais para a construção do conceito de *desenvolvimento sustentável*.

Quadro 01: Marcos mundiais para a construção do conceito de desenvolvimento sustentável.

EVENTOS	DOCUMENTOS	PRINCIPAIS ASPECTOS
Década de 60		
		Manifestações de técnicos e cientistas ligados ao tema ambiental.
		Primeiros Padrões de Qualidade do Ar
1962		
	Livro: "Primavera Silenciosa" Rachel Carson	Aborda as conseqüências do uso de pesticidas e enfatiza que os processos naturais têm capacidade de ação limitada, isto é, que não pode ser ultrapassada pela atividade antrópica. Precursor do moderno movimento ambiental.
1968		
		Tem início na Europa o " Clube de Roma ", movimento formado por grupo de estudiosos que se preocupava com os problemas ambientais em seus países e no mundo.
1971		
		Surge o programa da UNESCO " O Homem e a Biosfera " (Man and Biosphere – MAB), que buscou desenvolver pesquisas ecológicas com caráter interdisciplinar, abordando as ciências sociais e naturais com o mesmo peso. Utilizam novo conceito: "conservação para um

		desenvolvimento duradouro”.
1972		
	Relatório “Os Limites do Crescimento”	Publicado pelo “ Clube de Roma ”, alertava para a escassez de diversos recursos naturais, em decorrência de sua exploração sem controle. Possui um conteúdo alarmista.
“Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano” 5 a 16 de julho, Estocolmo, Suécia	“Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente”	Pela 1ª vez número significativo de países se reúne para discutir aspectos relativos ao meio ambiente. É cunhado o termo “ecodesenvolvimento”. É criado o “Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente” (PNUMA ou UNEP).
1976		
Habitat I		
1977		
“Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental” (UNESCO-PNUMA) Tbilisi, Geórgia (ex-URSS)		Estabeleceu os princípios orientadores da Educação Ambiental. Definiu o conceito de Educação Ambiental.
1983		
		Criação da “Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” (WCED) pela ONU. Tinha como missão elaborar uma “agenda global para mudança”.
1987		
	Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum”	Resultado do trabalho da Comissão. Alerta para a problemática ambiental e social, principalmente nos países do Terceiro Mundo. Traz pela 1ª vez a definição precisa para o termo “desenvolvimento sustentável”, mas não detalha como este pode ser alcançado.
1992		
“Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” (CNUMAD) 3 a 14 de junho, Rio de	“Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” “Agenda 21”	Maior conferência desse tipo já realizada. A Agenda 21 incorpora de forma definitiva o tema do desenvolvimento ao de meio

Janeiro, Brasil		ambiente. É traçado um planejamento detalhado para que seja atingido o desenvolvimento sustentável.
Fórum Global		Conferência paralela dos setores independentes.
1996		
“Conferência de Berlim sobre Cidades Sustentáveis” “Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos” – Habitat II, Istambul, Turquia	“Declaração de Berlim” “Agenda Habitat”	As questões urbana e ambiental, muitas vezes tratadas separadamente, foram associadas, tendo como objetivo a obtenção de “assentamentos humanos sustentáveis”.
1997		
“Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade” Tessalônica, Grécia		Busca do desenvolvimento sustentável através de práticas da educação ambiental.
2001		
Habitat II+5, 6 a 8 de junho, Nova York, EUA		Buscou verificar e revisar a implementação da Agenda Habitat no mundo todo.
2002		
“Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável” Rio+10 26 de agosto a 4 de setembro, Johannesburg, África do Sul		Buscou verificar como se encontrava a implementação do desenvolvimento sustentável no mundo.

Fontes: Silva e Teixeira (1999), <http://www.mma.gov.br> (acessado em 2003), <http://www.ibama.gov.br> (acessado em 2003)

Atualmente, apesar de largamente utilizados, os conceitos de *sustentabilidade* e *desenvolvimento sustentável* ainda não possuem uma definição única ou definitiva e, segundo Silva e Teixeira (1999), talvez isso nunca chegue a acontecer, pois esses termos carregam consigo uma complexidade de fatores e são empregados em vários níveis de abrangência.

Em entrevista concedida à Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, Capra (2003) lembrou que o termo *sustentabilidade* “foi cunhado por Lester Brown na década de 80, ao se referir a comunidades que satisfazem suas necessidades sem comprometer as das gerações futuras”.

Porém, o termo *desenvolvimento sustentável* só foi consagrado e amplamente aceito a partir da definição proposta pelo Relatório *Brundtland* (WCED¹, 1987), muito próxima da noção de *sustentabilidade* dada por Lester Brown. Tal Relatório afirmou que a economia mundial deve suprir as necessidades e os anseios legítimos das populações humanas, mas o crescimento deve estar em harmonia com as limitações ecológicas do planeta. E enunciou que:

Atualmente a humanidade tem a habilidade de se desenvolver de uma forma sustentável; entretanto, é necessário garantir as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em atenderem suas próprias necessidades (WCED, 1987).

Mas é apenas a partir de 1992, com a Agenda 21 (CNUMAD², 1996), que é incorporado definitivamente o tema do desenvolvimento ao de meio ambiente e são propostas estratégias detalhadas para que possa ser alcançado o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Silva e Teixeira (1999), dentre as várias críticas feitas ao Relatório *Brundtland*, a principal é referente a como se poderia atingir tal desenvolvimento sustentável, questão não tratada detalhadamente na ocasião. Os autores também apontam que:

As outras restrições ao texto foram no sentido de que a sustentabilidade não poderia ocorrer numa economia de livre mercado, com a competitividade e a necessidade de consumo cada vez maiores, o que não teria sido abordado no Relatório.

Outro ponto importante ressaltado pelo Relatório é a afirmação de que “o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança” no qual as atividades humanas devem estar de acordo com as necessidades atuais e futuras.

Assim, destacam Silva e Teixeira (1999):

Pode-se admitir que o processo de desenvolvimento sustentável inicia-se não só a partir de decisões e ações de governos nacionais e organismos internacionais, mas também através de atitudes e procedimentos adotados nos mais diferentes níveis das sociedades. A característica necessária a tais atitudes e procedimentos seria, então, sua sustentabilidade.

¹ World Commission on Environment and Development

² Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

Ainda para Silva e Teixeira (1999), partindo deste pressuposto é possível falar em expressões, cunhadas por diversos autores, como *idades* ou *assentamentos humanos sustentáveis*, *soluções sustentáveis*, *técnicas sustentáveis*, entre outras.

É relevante considerar que, segundo Sachs (1994), todo planejamento de desenvolvimento precisa levar em conta, simultaneamente, cinco dimensões de sustentabilidade, ou de ecodesenvolvimento (expressão adotada pelo autor de significado semelhante ao termo desenvolvimento sustentável). São elas:

- *Sustentabilidade social*: busca construir uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e bens, de modo a reduzir a distância entre os padrões de vida dos ricos e pobres.
- *Sustentabilidade econômica*: a eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais e não apenas através de critérios de rentabilidade empresarial de caráter microeconômico.
- *Sustentabilidade ecológica*: pode ser obtida através da melhoria do uso dos recursos, com limitação do uso daqueles esgotáveis ou danosos ao meio ambiente; redução do volume de resíduos e de poluição por meio da conservação de energia e recursos e da reciclagem; da auto-limitação do consumo por parte dos países ricos e dos indivíduos; da intensificação da pesquisa em tecnologias ambientalmente mais adequadas e da definição de normas de proteção ambiental.
- *Sustentabilidade espacial ou geográfica*: deve ser dirigida para obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas, através: da redução de concentrações, urbanas e industriais; da proteção de ecossistemas frágeis e criação de reservas para proteção da biodiversidade; da agricultura e agro-silvicultura com técnicas modernas, regenerativas e em escalas menores.
- *Sustentabilidade cultural*: deve incluir a procura das raízes endógenas, com soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área, e com as mudanças se dando em um contexto de continuidade cultural.

Para Sato (2002), embora a definição de desenvolvimento sustentável não seja similar em todos os países, o procedimento legítimo não seria escolher um caminho entre desenvolvimento e conservação, mas sim ponderar sobre o desenvolvimento sensível ou não-sensível para o ambiente natural. A idéia de

desenvolvimento sustentável não pode ser limitada pelos métodos tradicionais de somente tentar encontrar o equilíbrio entre tecnologia e ambiente natural.

Já de acordo com Capra (2003), “o essencial é que as ações empreendidas não interfiram na capacidade da natureza de gerar vida”. As comunidades têm que ter “a capacidade de entender os princípios básicos da ecologia e viver de acordo com eles”. Entre esses fatores básicos, o autor destaca o entendimento de que a natureza opera em ciclos e que os resíduos de um segmento são matéria-prima para outro.

Para Sachs (1994), a longa luta a favor do desenvolvimento eqüitativo em harmonia com a natureza somente será vencida no dia em que for possível esquecer o adjetivo “sustentável” ou o prefixo “eco” ao se falar em desenvolvimento.

A partir deste breve estudo pôde-se observar que, provavelmente, a discussão sobre esses conceitos ainda está apenas no início, longe de certezas absolutas, mas apesar disso vem oferecendo importantes contribuições para mudanças, na prática, das ações humanas.

Sendo assim, o presente trabalho procurou incorporar as noções aqui discutidas, adotando a conceituação de desenvolvimento sustentável sintetizada por Tiraboshi (2003):

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação pelo qual a exploração de recursos, a direção tecnológica e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas.

3.1.3. O meio urbano

O meio urbano é formado, segundo Mota (1999), por dois sistemas intimamente relacionados: o *sistema natural*, composto pelos meios físico e biológico e o *sistema antrópico*, consistindo do homem e suas atividades.

Para o autor, na cidade, o ser humano tem a possibilidade de dirigir suas ações utilizando o ambiente como fonte de matéria e energia necessárias à sua vida e como receptor de seus produtos e resíduos. Porém, a cidade deve ser entendida como sistema aberto, funcionando de forma dependente de outras partes do ambiente em geral.

Marcus e Detwyler (1972) apud Mota (1999) entendem a cidade como ecossistema – o *ecossistema urbano* – com necessidades biológicas essenciais à sobrevivência da população e requisitos culturais necessários ao seu funcionamento e

crescimento. No entanto, observa-se que o *ecossistema urbano* tem características diferentes dos sistemas ecológicos naturais, pois a ação humana é predominante, provocando mudanças intensas e rápidas.

Também de acordo com Franco (2000), a cidade pode ser considerada, na visão ecológica, como ecossistema. Porém, um ecossistema incompleto, pois dependente de grandes áreas externas a ele para entrada de energia, alimentos, água, etc, e para saída de seus resíduos.

Portanto, embora as áreas urbanas não ocupem porção muito grande da superfície terrestre, elas podem alterar muitos ecossistemas a diferentes distâncias, por demandarem grandes entradas e saídas de componentes.

Sachs (1994) também destaca que, por serem ecossistemas, as cidades são fontes potenciais de recursos e muitos deles estão latentes, sub ou mal utilizados. Para o autor a exploração destes recursos pode tornar-se tanto uma importante fonte de emprego, financiada através da economia de recursos, como também forma de melhorar as condições ambientais.

Atualmente, procurar equilíbrio relativo nesse ecossistema é, segundo Mota (1999), o grande desafio do ser humano. A questão é como compartilhar as ações humanas com a conservação dos recursos naturais, ou seja, como alcançar o desenvolvimento sustentável das cidades.

3.1.3.1. Crescimento urbano no Brasil

De acordo com Silva e Teixeira (1999), o crescimento do meio urbano no Brasil, pelo menos nos últimos dois séculos, está diretamente associado à economia. Os autores trazem pequeno histórico sobre a questão, que será resumido no trecho a seguir.

A partir do segundo quarto do século XX, uma série de fatores conjunturais possibilitou que o capital do país, até então predominantemente agrícola, fosse se deslocando para o setor industrial substitutivo de importações.

Juntou-se a isso o estabelecimento de uma política de incentivo estatal às condições para a industrialização. O Estado assumiu, dessa forma, a responsabilidade pela implementação e manutenção da infra-estrutura básica exigida pelo novo modelo industrial. Assim, a energia elétrica dos grandes centros, a telefonia, o abastecimento de água, a coleta de esgoto, as ferrovias e parte do transporte coletivo foram encampados pelo Estado.

Parte integrante desse contexto, o processo de instalação de um parque industrial, principalmente na região sudeste, necessitou do aumento de mão de obra para responder ao aumento das demandas. Assim, os fluxos migratórios intensificaram-se: entre regiões, do norte e nordeste para o sul e sudeste; e entre campo e cidade. Porém, as cidades não estavam preparadas para tamanho fluxo migratório e nem o Estado, nem o investidor privado, priorizaram o suprimento da infra-estrutura urbana necessária.

O resultado foi que a ocupação do solo, guiada pelo mercado imobiliário, e a falta de políticas sociais que considerassem essa expansão, geraram ocupações sem a infra-estrutura suficiente para atender o novo contingente, comprometendo a qualidade do meio urbano como um todo.

Porém, mesmo não apresentando condições adequadas, principalmente às camadas mais pobres da população, as cidades passaram a exercer grande atração devido ao surgimento de novas oportunidades de empregos.

Assim, os últimos 50 anos foram marcados por acelerado crescimento, principalmente das grandes cidades brasileiras, que, se expandindo, deram origem a regiões metropolitanas.

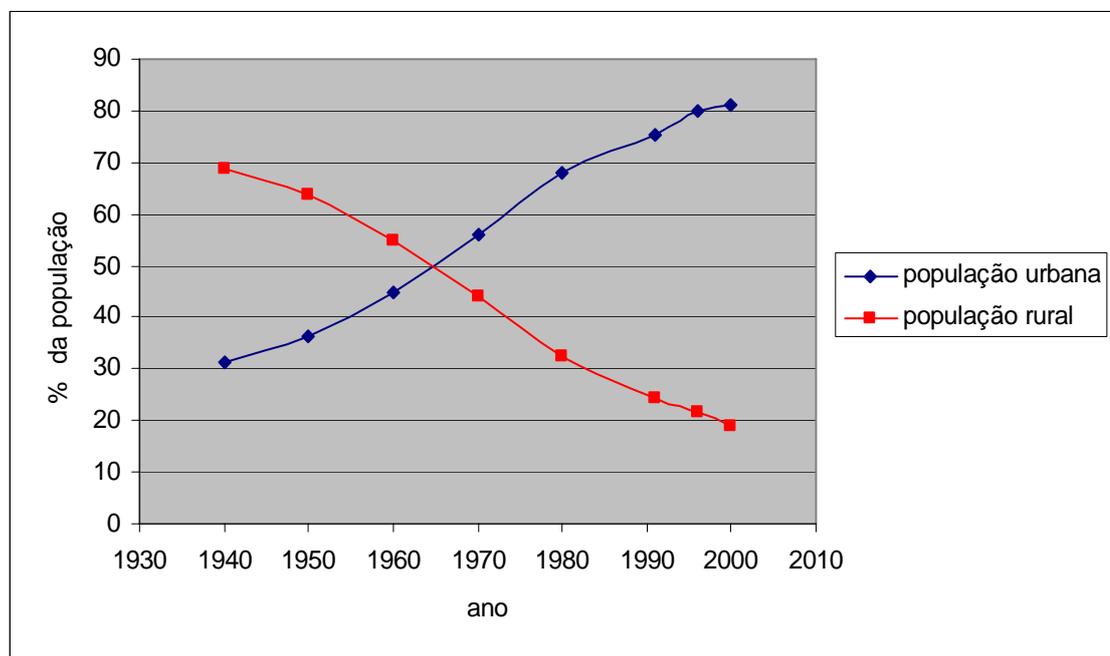
Segundo Ribeiro (1999), esse período de urbanização acelerada é marcado pela inversão no local de moradia da população brasileira, com maior intensidade entre as décadas de 50 e 80, que se desloca em grandes proporções para certas áreas do país. Como conseqüência desse processo, desencadeia-se forte tendência à concentração populacional nas regiões onde predominaram os investimentos econômicos e o desenvolvimento tecnológico, que resultam na configuração das principais regiões metropolitanas de hoje, como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador, Recife, entre outras.

A Tabela 01 e a Figura 01 mostram em números o vertiginoso crescimento da população urbana do país entre os anos de 1940 e 2000. É importante ressaltar que tal crescimento foi conseqüência, como dito anteriormente, de intenso processo migratório, porém deve-se levar em conta também o crescimento no número absoluto de habitantes.

Tabela 01: Evolução das populações rural e urbana no Brasil (1940/2000).

Ano	População Total	População Urbana		População Rural	
		Nº hab.	%	Nº hab.	%
1940	41.236.315	12.880.182	31,23	28.356.133	68,76
1950	51.944.397	18.782.891	36,15	33.161.506	63,84
1960	70.070.457	31.304.034	44,67	38.987.526	54,92
1970	93.139.037	52.084.984	55,92	41.603.839	44,08
1980	118.002.706	80.436.409	68,16	39.137.198	32,43
1991	146.825.475	110.990.990	75,50	35.834.485	24,41
1996	157.079.573	123.082.167	79,83	33.997.406	21,64
2000	169.799.170	137.082.167	81,25	31.845.211	18,75

Fonte: Modificado de IBGE, Censo Demográfico 2000 – <http://www.ibge.gov.br> (acessado em 11/08/2003)

Figura 01: Evolução das populações rural e urbana no Brasil (1940/2000).

Fonte: Modificado de IBGE, Censo Demográfico 2000 – <http://www.ibge.gov.br> (acessado em 11/08/2003)

Segundo Mota (1999), as conseqüências desse processo inadequado de crescimento foram várias, dentre elas: falta de condições sanitárias mínimas em muitas áreas, ausência de serviços indispensáveis à vida das pessoas nas cidades,

destruição de recursos de valor ecológico, poluição do meio ambiente, condições precárias de habitação, etc. A questão da degradação de fundos de vale urbanos e suas conseqüências tanto sociais quanto ambientais também são resultados dessa problemática.

Já nas últimas décadas nota-se a tendência de diminuição no ritmo de crescimento das metrópoles, o que pode ser observado na Tabela 02. Comparando-se a taxa de crescimento anual das dez maiores capitais brasileiras entre as décadas de 70, 80 e 90, percebe-se claramente essa tendência, sobretudo nas cidades mais populosas como São Paulo e Rio de Janeiro.

Tabela 02: População e taxa de crescimento das dez maiores capitais brasileiras (1970/2000).

Municípios	População					Taxa de crescimento anual (%)	
	1970	1980	1991	1996	2000	1970/80	1980/91
São Paulo	5.924.615	8.493.226	9.646.185	9.839.436	10.434.252	3,67	1,16
Rio de Janeiro	4.251.918	5.090.700	5.480.768	5.551.538	5.857.904	1,82	0,67
Salvador	1.007.195	1.501.981	2.075.273	2.211.539	2.443.107	4,08	2,98
Belo Horiz.	1.235.030	1.780.855	2.020.161	2.091.448	2.238.526	3,78	1,15
Fortaleza	857.980	1.307.611	1.768.637	1.965.513	2.141.402	4,30	2,78
Brasília	537.492	1.176.935	1.601.094	1.821.946	2.051.146	8,15	2,84
Curitiba	609.026	1.024.975	1.315.035	1.476.253	1.587.315	5,34	2,29
Recife	1.060.701	1.200.378	1.298.229	1.346.045	1.422.905	1,24	0,71
Manaus	311.622	633.392	1.011.501	1.157.357	1.405.835	7,35	4,35
Porto Alegre	885.545	1.125.477	1.263.403	1.288.879	1.360.590	2,43	1,06

Fonte: Modificado de IBGE, Censo Demográfico 2000 – <http://www.ibge.gov.br> (acessado em 11/08/2003)

Esse processo, gerando também a diminuição da oferta de empregos nas grandes cidades, é acompanhado pelo crescimento das cidades brasileiras de médio porte, como é o caso da cidade de São Carlos-SP, onde se localiza o objeto de estudo do presente trabalho.

A Tabela 03 mostra a taxa de crescimento anual da população dos municípios brasileiros por classes de tamanho na última década, sendo possível observar que aqueles com população entre 100.001 e 500.000 foram os que mais cresceram, 2,4% ao ano, contra 1,6% daqueles com mais de 500.000 habitantes.

Tabela 03: População e taxa de crescimento dos municípios brasileiros por classes de tamanho (1991/2000).

Classes de tamanho da população dos municípios(hab.)	Número de municípios	População residente			Taxa de crescimento anual (%) 1991/2000
		Total	Urbana	Rural	
Brasil	5 561	169 799 170	137 953 959	31 845 211	1,6
Até 5 000	1 382	4 617 749	2 308 128	2 309 621	0,1
De 5 001 até 10 000	1 308	9 346 280	5 080 633	4 265 647	0,4
De 10 001 até 20 000	1 384	19 654 828	11 103 602	8 551 226	1,1
De 20 001 até 50 000	963	28 831 791	19 132 661	9 699 130	1,5
De 50 001 até 100 000	299	20 786 695	16 898 508	3 888 187	2,1
De 100 001 até 500 000	194	39 754 874	37 572 942	2 181 932	2,4
Mais de 500 000	31	46 806 953	45 857 485	949 468	1,6

Fonte: Modificado de IBGE, Censo Demográfico 2000 – <http://www.ibge.gov.br> (acessado em 11/08/2003)

Silva e Teixeira (1999) afirmam que:

As cidades médias têm hoje seu valor acentuado, por um lado, pela existência de uma enorme dificuldade em se reverter o déficit de infraestrutura na vida metropolitana e, por outro, pelo avanço da rede informatizada de comunicação que diminuiu a importância da estratégia locacional nos empreendimentos empresariais.

Essa mudança que se delineia reforça a necessidade de atenção da administração pública para o provimento da infra-estrutura necessária a esse crescimento, de maneira a evitar que os problemas dessas cidades atinjam o grau de complexidade dos problemas existentes nas áreas metropolitanas, hoje de difícil resolução.

Nesse contexto, um planejamento urbano que considere os aspectos ambientais em sua totalidade é ferramenta imprescindível para obtenção da qualidade de vida da população e para a conservação dos recursos naturais.

Mota (1999) ressalta que, no passado, o planejamento urbano realizou-se considerando, principalmente, os aspectos antrópicos, admitindo que os meios físico e biológico deveriam adequar-se às atividades humanas. Considerava-se que os recursos naturais podiam ser utilizados e alterados de forma ilimitada.

Já, atualmente, considera-se que o planejamento urbano possa ser ferramenta integradora das atividades sociais, culturais, econômicas e políticas do ser humano com os aspectos físicos e biológicos do ambiente.

É nessa vertente que a presente pesquisa buscou trabalhar com a problemática da ocupação dos fundos de vale urbanos.

3.1.3.2. A importância da manutenção das áreas verdes e espaços livres para o meio urbano

“Os jardins para as grandes cidades são como escapadas da civilização. O homem entre duas árvores é inteiramente diverso do homem entre duas vitrines”. (João do Rio³)

A necessidade de abordar, no presente trabalho, a importância das *áreas verdes e espaços livres* para o meio urbano como um todo e não apenas para as áreas de fundo de vale, nasceu da constatação da enorme carência de espaços dessa natureza dentro das cidades brasileiras, tanto espaços livres de lazer para a população, como parques, praças, etc, como áreas de preservação de vegetação e matas ciliares aos cursos d'água.

Paiva (1943) em seu trabalho “Princípios Diretores do Urbanismo Moderno”, já justificava a necessidade das cidades definirem uma política de áreas verdes:

[...] *função* - o espaço verde não é primordial e exclusivamente decorativo, tem função social, deve estar totalmente entregue ao público, ao qual devem ser dadas todas as alternativas para que nele se divirta, pratique esportes e jogos, descanse, deleitando-se na sã contemplação da natureza. Assegurando, também, função social; *quantidade* – os espaços verdes não devem ser manchas pequenas e isoladas na planta da cidade, devem dominar para que a porcentagem em metros quadrados por habitante seja aceitável (...); *distribuição* – o sistema deve enlaçar os espaços verdes entre si por meio de cunhas e cintas de igual natureza, parques de penetração e avenidas parques, aproveitamento dos terrenos marginais dos cursos d'água para a formação de bosques ao longo desses cursos. Possibilidade de rodear a cidade ou atravessá-la, andando sempre numa paisagem de vegetação (PAIVA, 1943, grifo nosso).

Segundo Cavalheiro e Nucci (1998), as cidades podem ser constituídas por espaços construídos (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc), espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais, etc) e espaços de integração urbana (transportes), e a distribuição desses três tipos de espaços na cidade é importante como parâmetro de análise da qualidade de vida, pois, as áreas densamente construídas, impermeabilizadas e com pouca vegetação são as que apresentam as piores qualidades ambientais. É importante salientar que áreas com

³ Apud Segawa (1996).

estas características tornam-se também as com piores condições para o desenvolvimento do ser humano, fato que é comumente esquecido.

A manutenção da vegetação urbana é importante na medida em que melhora a qualidade ambiental das cidades, promovendo desenvolvimento urbano mais sustentável. Sendo assim, é provedora de vários benefícios ao homem, melhorando sua qualidade de vida e minimizando os aspectos negativos da urbanização.

A partir da análise da literatura sobre o tema, foi possível constatar os vários aspectos nos quais a vegetação pode exercer influência para as cidades, de modo a garantir maior qualidade ambiental. Dentre eles destacam-se:

- A amenização climática e o controle dos elementos do clima através da vegetação, na busca por conforto e salubridade para as populações;
- A vegetação como reguladora do ciclo hidrológico, influenciando no processo de drenagem urbana;
- A importância ecológica para o meio urbano;
- A importância sócio-econômica e cultural para as populações.

Com relação ao clima, de acordo com Grey e Deneke (1978), os principais elementos que podem ser controlados através do uso da vegetação são:

- *Temperatura e Radiação Solar:* Árvores, arbustos e forrações amenizam a temperatura do ar de ambientes urbanos por controlarem a radiação solar. As folhas das árvores interceptam, refletem, absorvem e transmitem a radiação, influenciando no microclima.
- *Umidade:* A vegetação interfere, aumentando a umidade do ar, por interceptar e filtrar a radiação solar como citado acima, por diminuir a velocidade do vento, por reduzir a evaporação do solo e devido a evapo-transpiração dos vegetais.
- *Ventos e Movimento do Ar:* As árvores podem reduzir a velocidade dos ventos e criar zonas protegidas, além de diminuir a temperatura nestas zonas. Este efeito pode ser maior dependendo da densidade e da extensão da área vegetada e pode ser positivo ou negativo dependendo da região e da estação do ano.
- *Ruído:* O uso de barreiras vegetais para atenuação sonora é uma possibilidade muito útil de controle da poluição sonora, tão comum em áreas urbanas.
- *Poluição e Poeira:* A vegetação em uma cidade deve estar disposta de forma a realizar efetivamente seu papel depurador e de fixação de contaminantes e

poeira, através do processo de fotossíntese e a partir dos próprios materiais que a compõem.

A vegetação também possui grande importância na proteção das bacias hidrográficas e como reguladora do sistema de drenagem das cidades como um todo. Ela intercepta a precipitação e diminui a velocidade de sua chegada ao solo. Assim, aumenta a infiltração, diminui o escoamento superficial e previne a erosão do solo. Porém nesses efeitos existe influência do tipo de vegetação adotada, do tipo de solo, da topografia e da quantidade de precipitação.

Quanto ao valor ecológico, segundo Adams e Dove (1989), reservas e corredores interconectados de vegetação em áreas urbanas ajudam a manter a diversidade biológica de espécies, diminuindo o risco de extinção e promovendo o funcionamento adequado dos ecossistemas.

Pode-se destacar como valor sócio-econômico das áreas verdes urbanas, a capacidade de promover oportunidades de recreação e relaxamento a baixo custo para a população, criando espaços diferenciados para o lazer, a prática de esportes e o contato com a natureza, contribuindo dessa forma para o equilíbrio psicossocial do homem.

Além disso, qualificam paisagisticamente o entorno, embelezando e valorizando a cidade (valores estéticos). É relevante também a importância cultural de tais espaços, possibilitando a realização de programas de educação, especialmente a educação ambiental. Também podem exercer um importante papel na identidade dos lugares, enfatizando as características físicas do local ou atuando como limite para áreas urbanizadas.

Outro aspecto a ser levantado é a questão da economia no consumo de energia que a vegetação pode proporcionar às cidades. Mascaró (2001) destaca que uma das estratégias mais simples e mais baratas para conter o efeito de ilhas de calor, fenômeno comum às grandes cidades, é aumentar o número de árvores e outras plantas na cidade. O efeito de resfriamento já citado é o responsável por tais benefícios.

3.1.3.3. Conceituações sobre áreas verdes e espaços livres urbanos

Dada a importância destes espaços (áreas verdes e espaços livres) na qualificação e equilíbrio do meio urbano, torna-se necessária a diferenciação mais

precisa entre os termos utilizados para retratá-los, uma vez que existe grande discussão e confusão em relação aos conceitos e aspectos usualmente relacionados a esses termos.

No intuito de definir tais termos, a arquiteta paisagista Miranda M. Magnoli, na década de 80, desenvolve um arcabouço conceitual fundamental para que se elimine a grande confusão existente sobre o assunto e para que outros tantos conceitos possam ser definidos.

Pode-se, de modo preciso, definir espaços livres como todos aqueles não contidos entre as paredes e tetos dos edifícios construídos pela sociedade para sua moradia e trabalho. Assim, têm-se como espaços livres todas as ruas, praças, largos, pátios, quintais, parques, jardins, terrenos baldios, corredores externos, vielas e outros mais por onde as pessoas fluem no seu dia-a-dia (...). A estes espaços contidos dentro do tecido urbano, denomina-se *espaços livres de edificação* e aqueles inseridos nos territórios não ocupados por urbanização, denomina-se *espaços livres de urbanização* (MACEDO, 1995, grifo nosso).

Desta maneira, os conceitos de áreas verdes, áreas de lazer, espaços verdes e áreas de circulação designam apenas determinados tipos de espaços livres.

Neste contexto, para fins elucidativos, seguem-se algumas definições dadas por Macedo (1995), que visam dar subsídios ao presente trabalho:

- *Espaços Verdes*: Toda área urbana ou porção de território ocupada por qualquer tipo de vegetação e que tenham um valor social. Neles estão contidos bosques, campos, matas, jardins, alguns tipos de praças e parques, etc. enquanto que terrenos devolutos e afins não são necessariamente incluídos neste rol. O valor social atribuído pode ser vinculado ao seu utilitarismo em termos de área de produção de alimentos, ao interesse para a conservação ou preservação de conjuntos de ecossistemas ou mesmo de um único ecossistema, ao seu valor estético/cultural e mesmo a sua destinação para o lazer ativo ou passivo.
- *Áreas Verdes*: Basicamente referem-se aos mesmos elementos referenciados anteriormente e ainda designa toda e qualquer área onde por um motivo qualquer exista vegetação. Este termo também é comumente utilizado para denominar o conjunto de áreas de lazer público de uma cidade, englobando praças, parques, hortos e bosques. Por não ser esta denominação muito precisa, a utilização do termo sistema de espaços livres públicos de lazer é sugerida pelo autor.

- *Áreas de Lazer*: Todo e qualquer espaço livre de edificação destinado prioritariamente ao lazer, seja ele ativo, isto é, uma área para jogos e brincadeiras, ou contemplativo, isto é, áreas dotadas de um valor cênico/paisagístico expressivo(...). Todos os parques, praias e praças urbanos estão englobados dentro deste conceito, possibilitando por muitas vezes uma utilização mista, tanto para o lazer ativo, como para o passivo.
- *Áreas de Circulação*: Dentro do contexto urbano, englobam a grande maioria dos espaços livres de edificação de propriedade pública (no caso todo o sistema viário) e parte do sistema privado de espaços, tal como o sistema viário de condomínios.

3.2. RELAÇÕES ENTRE HIDROLOGIA, HIDRÁULICA, PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTE

Devido à grande importância de estudos sobre hidrologia e hidráulica para o planejamento de áreas urbanas, especialmente para as áreas de fundo de vale, faz-se necessário embasamento teórico sobre o tema.

Como afirma Porto *et al.* (1993), a *hidrologia urbana* pode ser definida como o estudo dos processos hidrológicos em ambientes afetados pela urbanização.

A seguir serão apresentados os principais aspectos relacionados à hidrologia urbana com relevância para a presente pesquisa.

3.2.1. Conceitos gerais de hidrologia

“Hidrologia é a ciência que trata das águas da terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e suas relações com o meio-ambiente, incluindo as relações com a vida”.

(United States Federal Council of Science and Technology, Committee for Scientific Hydrology, 1962)

O ciclo hidrológico, objeto de estudo da hidrologia, tem início, principalmente, com a evaporação da água dos oceanos. O vapor resultante é transportado pelo movimento das massas de ar e, sob condições específicas, é condensado formando as nuvens, que podem resultar em precipitação. A precipitação é dispersa de várias formas, a maior parte fica temporariamente retida no solo próximo onde caiu e finalmente retorna à atmosfera pela evaporação e transpiração das plantas. A água restante escoar sobre a superfície do solo ou penetra profundamente e vai suprir o lençol d'água subterrâneo.

O ciclo hidrológico pode ser dividido em 5 fases básicas: a precipitação, a evaporação e transpiração, o escoamento superficial, a infiltração e o escoamento subterrâneo.

Segundo Villela e Mattos (1975), uma região hidrológica ou bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

As características físicas de uma bacia podem ser resumidas em: área de drenagem, forma da bacia, sistema de drenagem, relevo, topografia, geologia, permeabilidade e cobertura vegetal.

O regime hidrológico de uma região é determinado por suas características físicas e por seu clima (além dos fatores externos como a circulação global). Os fatores climáticos mais importantes são a precipitação (principal *input* do balanço hidrológico) e a evaporação (responsável pela redução do escoamento superficial), além da temperatura, da umidade e do vento.

3.2.2. Evolução do conceito de hidrologia urbana

A relação entre o ser humano e a água remonta ao próprio estabelecimento da espécie no planeta. A ocupação de áreas próximas aos cursos d'água é antiga, como forma de garantir a sobrevivência, devido, entre outros fatores, à grande dificuldade de transporte da água, à subsistência através da pesca e à procura de terras férteis para a agricultura.

Uma referência a ser analisada é o Rio Nilo, que na época das cheias ocupava suas várzeas, fertilizando-as, trazendo para a população a possibilidade de tirar de suas margens seu sustento alimentar. Porém, nota-se que nessas relações havia a percepção da integração existente entre o homem e a natureza, hoje um pouco distante da realidade das cidades.

Para Moretti (2000), a grande diferença entre os últimos cinquenta anos e os séculos anteriores é o afastamento físico, social e cultural da sociedade com relação à água.

A retificação dos corpos d'água, a construção de avenidas marginais, a incorporação de muitas várzeas à área urbanizada, além da poluição, provocaram grande distanciamento da população e um sentimento de desprezo com relação à água. O autor enfatiza que será difícil uma efetiva recuperação da qualidade das águas caso não se consiga retomar a identidade do cidadão com os vales e cursos d'água. E essa identidade está intimamente relacionada à educação ambiental da população. Na medida em que o cidadão começa a entender melhor o funcionamento do meio em que vive, ele, conseqüentemente, passa a valorizá-lo.

Enfatizar a volta de uma integração entre o homem e o ciclo hidrológico é justamente a base do conceito atual de hidrologia urbana.

Segundo Silveira (1998), uma análise histórica revela que o conceito de *hidrologia urbana* estruturou-se gradativamente como disciplina científica nos países desenvolvidos da América do Norte e Europa a partir do fim dos anos 60, em decorrência da crescente necessidade de conhecimento e controle das relações, freqüentemente conflitantes, entre a cidade e o ciclo hidrológico.

Em síntese, ainda segundo o autor, pode-se dizer que a hidrologia urbana visa, atualmente, conhecer e controlar os efeitos da urbanização nos diversos componentes do ciclo hidrológico.

A evolução para alcançar este estágio atual de abordagem é fruto de numerosas pesquisas realizadas a partir da metade do século XIX. De acordo com Desbordes (1987), a fase atual corresponde à terceira etapa da seguinte seqüência de evolução:

- conceito higienista;
- racionalização e normatização dos cálculos hidrológicos;
- abordagem científica e ambiental do ciclo hidrológico urbano.

A primeira etapa surge em decorrência do movimento higienista (Europa, século XIX), que pregava como medida de saúde pública a eliminação sistemática das águas paradas e do lixo doméstico lançado em vias públicas. Surge o conceito de evacuação rápida de toda a água circulante nas cidades através da canalização subterrânea, evitando assim sua contaminação.

Já a segunda fase mantém o conceito de evacuação rápida, mas estabelece melhor os cálculos hidrológicos para dimensionamento de obras hidráulicas. É a etapa de racionalização e normatização dos cálculos.

A terceira etapa, que define a noção atual de hidrologia urbana, é impulsionada pelas mudanças ocorridas a partir da década de 70, principalmente os conceitos ecológicos e a explosão tecnológica. Surgem alternativas à idéia de evacuação rápida, a poluição do esgoto pluvial passa a ser reconhecida e o tratamento de esgotos passa a ser uma necessidade.

No Brasil, logo após a proclamação da república em 1889, o país vive um período de reformas urbanísticas, no qual são introduzidas as idéias do movimento higienista. Esta é uma fase de pouca defasagem em relação à Europa, ao menos quando se trata das cidades de médio e grande porte.

Os princípios urbanísticos do engenheiro sanitário Saturnino de Brito (1864-1929) ajudaram a consolidar o que ainda hoje se costuma chamar no Brasil de *drenagem urbana*, ou seja, o uso do conceito higienista de evacuação rápida,

combinado com a rede de esgoto pluvial separada da rede de esgoto doméstico (sistema separador absoluto).

Porém, quanto à terceira fase da hidrologia urbana, o país ainda encontra-se em grande defasagem em relação a outros países, devido, em grande parte, à não valorização da questão, principalmente da sua face ambiental, tanto pelos técnicos e poder público quanto pela população.

3.2.3. Sistema de drenagem urbana

Para o melhor entendimento dos problemas relacionados aos fundos de vale e à atenuação de enchentes e inundações em áreas urbanas, faz-se necessária uma aproximação a algumas questões básicas sobre o tema.

O termo *drenagem urbana* pode ser entendido, em seu sentido mais amplo, de acordo com Porto *et al.* (1993), como:

O conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

Conforme o MINISTÉRIO DAS CIDADES (2003), os *sistemas de drenagem urbana* têm como função promover a coleta, o escoamento e a disposição das águas pluviais nas cidades. Eles são normalmente formados por sistema de microdrenagem e sistema de macrodrenagem. A microdrenagem engloba as estruturas que coletam as águas de chuva nas áreas urbanas, como as bocas-de-lobo, sarjetas, sarjetões, etc. Já a macrodrenagem abrange o conjunto de galerias de águas pluviais, canais artificiais e canais naturais modificados, localizados em fundos de vale, que se constituem nos grandes troncos coletores.

Para Porto *et al.* (1993), a urbanização inadequada interfere na drenagem urbana criando dois tipos de impactos, os hidrológicos e os não-hidrológicos. Os impactos hidrológicos são as alterações do escoamento superficial direto e os impactos não-hidrológicos compreendem mudanças na ocupação do solo e no comportamento político-administrativo.

As principais mudanças para a ocupação do solo são a proliferação de loteamentos, a ocupação de áreas impróprias, a proliferação de assentamentos informais e a ocupação extensa e adensada.

Já para o comportamento político-administrativo são a maior disputa por recursos entre os diversos setores, a dificuldade de implantação de medidas para disciplinar a ocupação do solo e a dificuldade de implementação de políticas de médio e longo prazo.

O Quadro 02 aponta como se inter-relacionam os diversos processos que ocorrem em áreas urbanas, explicitando as relações de causa e efeito.

Quadro 02: Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas.

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos e vazões de escoamento superficial
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos	Degradação da qualidade da água Entupimento de bocas-de-lobo e galerias
Redes de esgoto deficientes	Degradação da qualidade da água Moléstias de veiculação hídrica No caso de ocorrência de inundações: conseqüências mais sérias
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes Mais erosão Assoreamento em canais e galerias
Ocupação de várzeas	Maiores picos Maiores custos de utilidades públicas

Fonte: Adaptado de Porto *et al.* (1993)

As enchentes e inundações constituem um dos principais problemas relacionados aos sistemas de drenagem urbana. Segundo Pompêo (2000), elas são fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido, principalmente, a três fatores:

- chuvas intensas de longo período de retorno;
- transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio do ciclo hidrológico em regiões à montante das áreas urbanas;
- a própria urbanização.

Vários são os fatores modificadores do ciclo hidrológico, dentre eles, vale ressaltar o desmatamento e a substituição da cobertura vegetal natural que, em muitas situações, resultam simultaneamente em redução de tempos de concentração e em aumento do volume de escoamento superficial, causando o extravasamento dos cursos d'água.

As enchentes provocadas pela urbanização, segundo Pompêo (2000), ocorrem devido ao excessivo parcelamento do solo e conseqüente impermeabilização de grandes superfícies, à ocupação de áreas ribeirinhas tais como várzeas, áreas de

inundação freqüente e zonas alagadiças, aos detritos e sedimentos lançados nos corpos d'água e às obras de drenagem inadequadas.

Segundo o DAEE (1985) as principais conseqüências das inundações urbanas podem ser assim resumidas:

- perdas de vidas humanas e ferimentos;
- destruição de moradias e desabrigo de populações;
- aumento das doenças de veiculação hídrica;
- perda de bens materiais na indústria, comércio e serviços;
- paralisação de atividades econômicas e serviços públicos.

As medidas para controle das enchentes e inundações podem ser, segundo Tucci (1993), estruturais (corretivas) e/ou não-estruturais (preventivas).

As medidas estruturais são aquelas destinadas a reter, confinar, desviar ou escoar com maior rapidez o volume de águas. São caracterizadas pela construção de obras de engenharia de grande porte, envolvendo altos custos.

As medidas não-estruturais são extensivas, com ações abrangendo toda a bacia hidrográfica, ou de natureza institucional, administrativa ou financeira, adotadas individualmente ou em grupo. São medidas de caráter essencialmente preventivo, que priorizam o disciplinamento do uso e ocupação do solo. Tais medidas devem constituir-se elementos de análise e proposição a serem tratadas na fase de planejamento, podendo ser representadas por procedimentos que visam o aumento do tempo de concentração de água em alguns setores da bacia, de modo a favorecer a maior quantidade possível de infiltração.

As principais medidas não-estruturais são, de acordo com o DAEE (1985):

- o disciplinamento do uso e ocupação do solo;
- o armazenamento de água no solo;
- a busca por formas de convivência com as inundações;
- a implantação de bacias naturais ou artificiais de retenção;
- o seguro contra inundações;
- a criação de sistemas de previsão e alerta.

Para que tenham maior resultado devem ser aplicadas em conjunto, complementando umas às outras, aliadas a um programa de difusão de informações ambientais para a população.

Atualmente, no Brasil, é possível constatar que as medidas não-estruturais são pouco adotadas. Os problemas de drenagem urbana são tratados

preferencialmente no âmbito das grandes obras de engenharia, nas quais o poder público emprega, em alguns casos, muito dinheiro, mas que na maioria das vezes são insuficientes para a solução dos problemas. Faz-se necessário e urgente a busca por soluções preventivas, intimamente ligadas ao planejamento urbano e à educação ambiental.

Para Pompêo (2000), a busca por soluções sustentáveis aponta para a reintegração da água no meio urbano, trabalhando junto ao ciclo hidrológico, observando aspectos ambientais, paisagísticos e as oportunidades de lazer.

Porto *et al.* (1993) apontam os principais fatores dos quais dependem as soluções eficazes de drenagem urbana:

- a existência de uma política para o setor, que defina objetivos a serem alcançados e os meios (legais, institucionais, técnicos e financeiros) para atingi-los;
- política para ocupação do solo urbano, devidamente articulada com a política de drenagem urbana, principalmente no que se refere à ocupação das várzeas de inundação;
- planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazo em toda bacia e integre as medidas de drenagem de águas pluviais no complexo maior do ambiente urbano;
- a existência de entidades eficientes que dominem as tecnologias necessárias, implantem obras e medidas, desenvolvam atividades de educação, promovam a participação pública, estabeleçam critérios, apliquem leis e normas;
- o domínio de tecnologias adequadas para o planejamento, projeto, construção e operação das obras;
- a organização de campanhas educacionais para o esclarecimento da opinião pública.

Outra estratégia essencial e recomendável para a obtenção de boas soluções de drenagem urbana é a elaboração de planos diretores de drenagem urbana.

Planos bem elaborados possibilitam, conforme Porto *et al.* (1993), estudar a bacia como um todo e, conseqüentemente, chegar a soluções de grande alcance, além de identificar áreas que possam ser preservadas ou adquiridas pelo poder público antes de serem ocupadas, elaborar o zoneamento de várzeas de inundação, promover a articulação do plano de drenagem urbana com outros planos existentes, educar a comunidade a respeito da natureza e magnitude dos problemas e

formas de solução propostas, dar respaldo técnico-político à solicitação de recursos e privilegiar a adoção de medidas preventivas de menor custo e maior alcance.

A nível federal, inicia-se atualmente um processo de discussões, no âmbito do Ministério das Cidades, em particular da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, a cerca da questão da drenagem urbana no Brasil. Este processo deu origem ao texto “A questão da drenagem urbana no Brasil: Elementos para a formulação de uma Política Nacional de Drenagem Urbana”.

Segundo o texto, uma Política Nacional de Drenagem Urbana teria como principais princípios:

[...] a visão integrada das ações de esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão de resíduos sólidos no ambiente urbano; maior participação no pagamento dos custos das soluções de drenagem por parte dos responsáveis pelos impactos; a participação da sociedade no controle da gestão da drenagem urbana; adoção de critérios ambientais na definição das soluções de drenagem.

Também enfatiza a futura existência de dois ambientes para ações de planejamento e gerenciamento em drenagem urbana, o externo e o interno às cidades. O externo seria o ambiente em que comitês de bacia, estados ou mesmo a União se constituiriam em instâncias reguladoras da ação do município na drenagem. Já no espaço da cidade, o município seria responsável pela elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, integrado a um Plano Diretor Municipal.

3.2.4. O pioneirismo do engenheiro Saturnino de Brito: A interface entre planejamento urbano e sistema de drenagem urbana

3.2.4.1. Aspectos gerais

O engenheiro sanitarista Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929) foi o principal precursor da visão unificada entre saneamento e planejamento urbano no Brasil, tendo grande atuação nestas áreas entre os anos de 1893 e 1929.

Preconizando um urbanismo de cunho sanitarista, mas sem desconsiderar a dimensão estética da cidade, Saturnino de Brito foi um dos principais responsáveis pela introdução e difusão da urbanística, enquanto disciplina autônoma, no Brasil (ANDRADE, 1992).

Anteriormente à atuação de Brito, o Brasil possuía uma engenharia sanitária ainda bastante incipiente, e os poucos trabalhos eram realizados por engenheiros estrangeiros, principalmente com tecnologias inglesas e francesas, sem a preocupação com a questão urbana.

Difundiu seus conhecimentos introduzindo o planejamento urbano na administração de cidades por todo o país, especialmente em São Paulo, Campinas, Santos, Rio de Janeiro, Campos, Belo Horizonte, Vitória, Natal e Recife.

Para Yassuda (1964) (apud Rezende e Heller, 2002) Saturnino de Brito foi o responsável pelo surgimento da consistência técnica voltada à realidade nacional, tendo um papel preponderante na adoção do sistema separador absoluto de esgotamento sanitário em substituição ao sistema unitário inglês e na criação das bacias hidrográficas protegidas, além da utilização do tratamento físico-químico nas águas de abastecimento.

Seu tratado "*Le tracé sanitaire des villes*" mostra a importância da multidisciplinaridade no controle dos impactos urbanos sobre as águas, o ar, o solo, o subsolo, a vegetação e, também, sobre um importante componente do meio ambiente, que é o ser humano (ZUCCOLO, 2002).

Saturnino de Brito foi crítico ferrenho das ações realizadas em caráter emergencial, sem planejamento prévio ou recursos suficientes para a realização de intervenções eficientes.

As contribuições para a drenagem urbana, tanto as obras implantadas como os projetos e idéias, foram inovadoras para a época e ainda hoje muito atuais. Brito enfatizava a preservação das cabeceiras e fundos de vale, sendo que, se alguns de seus preceitos tivessem sido seguidos, muitos dos problemas atuais de drenagem urbana poderiam ter sido melhor equacionados.

De acordo com Rezende e Heller (2002), outra importante participação foi no processo de criação e implantação do Código das Águas, que regulamentou as concessões de energia elétrica no país e estabeleceu regras para o controle do governo federal sobre o aproveitamento dos recursos hídricos. Tal documento representou um dos primeiros instrumentos legais de controle do potencial hídrico do país. Infelizmente, o Código das Águas só foi instituído em 1934, cinco anos após o falecimento de Saturnino de Brito.

3.2.4.2. O saneamento no século XIX

Para o entendimento das questões voltadas ao processo de evolução da drenagem urbana no País e para a contextualização do trabalho do engenheiro Saturnino de Brito, será feito breve histórico do saneamento no século XIX, época de sua consolidação no Brasil.

Segundo Andrade (1992), talvez não seja exagero afirmar que o século XIX foi o século da higiene para o mundo europeu. Para o autor, a difusão do movimento higienista foi mais do que uma nova cultura técnica, foi uma reforma da vida cotidiana.

Motivada pela realidade das constantes epidemias urbanas, como o cólera por exemplo, a partir do século XIX a higiene passa a desempenhar a função principal de impedir o contágio em situações de amontoamento como eram as cidades da época, buscando mudar o comportamento do homem e impedir a estagnação dos elementos do meio ambiente, como o ar e a água, tentando controlar os fluxos de toda a natureza.

Isto porque o saneamento, até o final do século XIX e início do século XX, foi fortemente influenciado pela teoria dos meios, que fundamentou o desenvolvimento do movimento higienista.

Esta teoria relaciona diretamente as condições do meio ambiente com o modo de vida e saúde do corpo. Andrade (1992) traça uma trajetória histórica sobre o tema, que será resumida nos próximos parágrafos.

A primeira sistematização foi feita durante a Antigüidade (séculos V e IV a.C.) por Hipócrates, pai da medicina, em seu ensaio “Dos ares, das águas, dos lugares”. Neste ensaio Hipócrates destaca a influência do clima, da água e da localização geográfica sobre a saúde humana.

Outra concepção da teoria dos meios aparece no Mundo Clássico com o arquiteto romano Marco Lúcio Vitrúvio, em sua obra “Os dez livros de arquitetura”.

Já na Idade Moderna a questão é retomada pela teoria neohipocrática da medicina naturalista do século XVIII, tendo como expoente o médico e professor da Escola Central de Medicina de Paris, Cabanis (1757-1808). Para esta corrente as condições do meio atuam tanto sobre o físico quanto sobre o moral do homem.

Vários estudiosos do século XIX são influenciados por estas formulações, com destaque para o movimento higienista. Mesmo depois das descobertas de Pasteur, que serão responsáveis pelo questionamento da teoria dos

meios, o higienismo continua influenciado por esta última, principalmente quanto à explicação sobre a origem e transmissão das doenças.

A obra do engenheiro sanitário Saturnino de Brito aparece nesse contexto de transição entre a teoria dos meios e a teoria microbiana trazida por Pasteur.

Num primeiro momento, seu trabalho foi fortemente influenciado pela vinda ao Brasil do autor L. A. Segond, profundo defensor da teoria dos meios.

O desdobramento desta teoria conduz à idéia de que a estagnação dos elementos da natureza, sobretudo das águas, seria responsável pelo surgimento das epidemias. Surge então a teoria dos miasmas, que defendia que as epidemias surgiam devido à ação de gens mórbidos e exalações pútridas vindas dos pântanos, brejos e demais águas paradas.

Portanto, a palavra de ordem da engenharia sanitária do século XIX passa a ser *circulação*. Torna-se necessário fazer as águas fluírem, fazer circular os elementos do meio.

Diante deste quadro, a drenagem urbana passa a ter um papel fundamental no saneamento da cidade. A canalização das águas passa a ser muito valorizada, no intuito de fazer as águas fluírem rapidamente. Além de evitar a estagnação, este controle possibilitaria impedir as enchentes e criar terrenos para a urbanização, através do dessecamento e aterro de áreas inundadas e inundáveis.

Mas, por fim, com Pasteur, a teoria dos meios perde a credibilidade, depois de descoberta a via hídrica como meio de contágio das doenças. A partir daí todos os conceitos de higiene e medicina passam por transformações e a redefinição radical do uso da água como elemento promotor da limpeza propicia o surgimento das redes de saneamento a partir do segundo quartel do século XIX.

Assim, destaca Andrade (1992), há uma valorização da engenharia sanitária e as obras de saneamento passam a redefinir a paisagem de inúmeras cidades, devido à função preventiva em relação à saúde que passam a ter, garantindo a salubridade urbana. E os trabalhos de Saturnino de Brito no Brasil são exemplos concretos destas mudanças.

3.2.4.3. O projeto de melhoramentos para o rio Tietê

Como mencionado anteriormente, muitas foram as contribuições de Saturnino de Brito, tanto no campo do saneamento quanto do planejamento urbano

para as cidades brasileiras em que atuou. No entanto, devido às especificidades da presente pesquisa, é interessante destacar como este engenheiro tratou das questões referentes à drenagem urbana, sendo um dos primeiros a considerar a importância do planejamento do uso e ocupação do solo.

Suas principais realizações urbanísticas foram obras de melhoramentos, saneamento e traçados de expansão urbana, estando as questões de drenagem presentes em muitos deles.

Segundo Andrade (1992), boa parte de seus projetos foi construída e grande número de seus planos implantado, devido ao fato de que um dos princípios fundamentais na elaboração de seus trabalhos era a exeqüibilidade, levando em conta as condições específicas de cada localidade.

Infelizmente, um dos seus principais projetos na área de drenagem urbana, o projeto de melhoramentos para o rio Tietê em São Paulo-SP, não foi implantado devido a inúmeros fatores políticos, sendo que hoje vários dos problemas de enchentes da área metropolitana poderiam estar melhor solucionados.

A Figura 02 mostra o traçado original do rio Tietê, todo cheio de meandros, e o projeto de canalização e retificação proposto por Saturnino de Brito. Apesar de ser um projeto de retificação de um curso d'água, são propostas várias soluções para a questão das cheias periódicas do rio.

De acordo com Zuccolo (2002), no projeto implantado em São Paulo diminuiu-se a faixa reservada para o canal, livre de avenidas marginais, que passou então de 180 metros no projeto de Saturnino, para 90 metros no trecho a jusante da cidade e 80 metros a montante. Além disso, foram suprimidas duas grandes lagoas junto ao que é hoje a Ponte das Bandeiras (marginal Tietê). Tais lagoas abrigariam o excesso de água na época das cheias e também seriam utilizadas para o lazer, como, por exemplo, para os esportes náuticos.

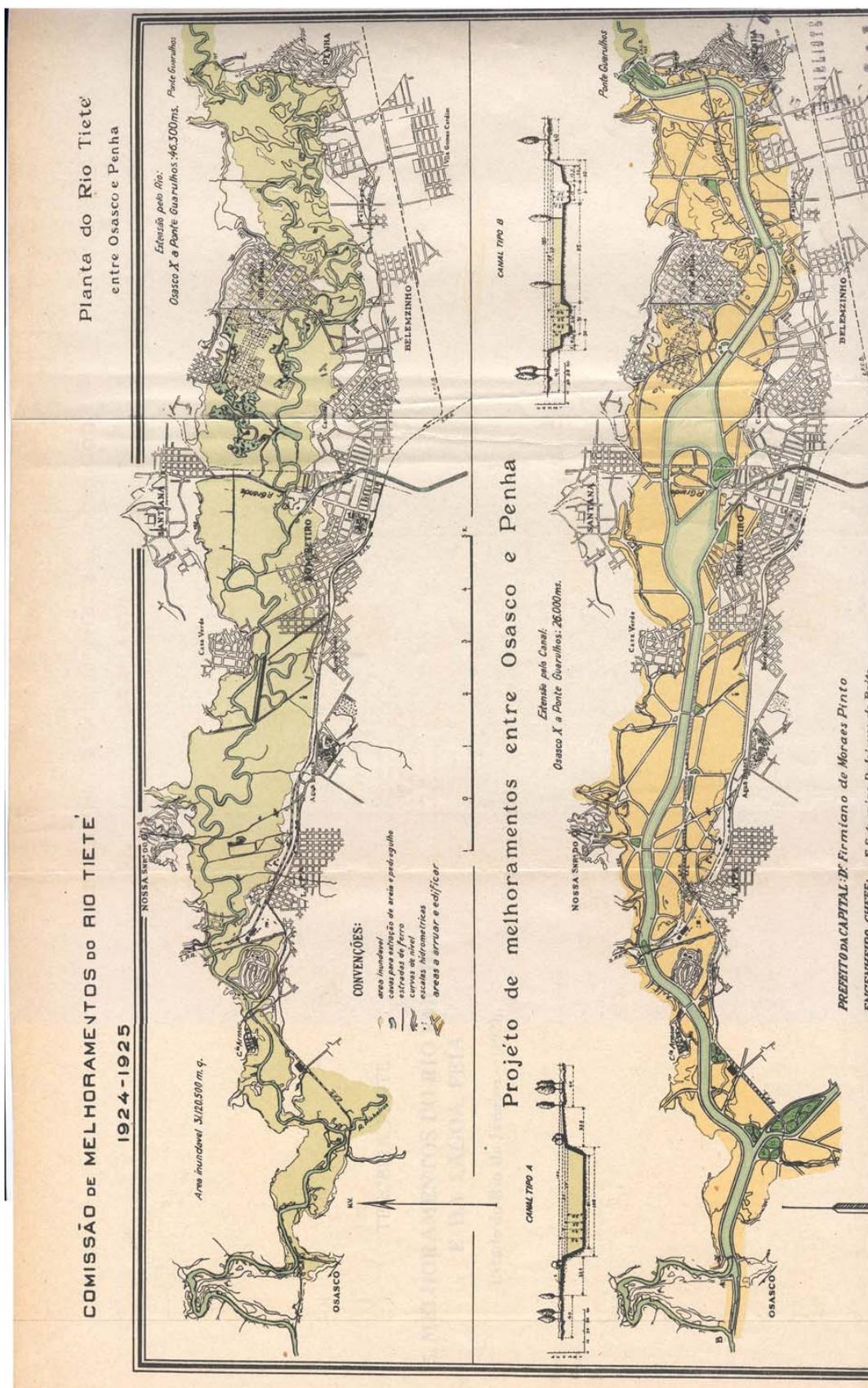


Figura 02: Curso natural do rio Tietê acima e projeto de Saturnino de Brito para o rio abaixo.
 Fonte: <http://www.dae.sp.gov.br> (acessado em 2002)

3.3. ÁREAS DE FUNDO DE VALE

3.3.1. Caracterização bio-geo-física

Será apresentada a seguir uma visão geral sobre os processos, características e funções das áreas de fundo de vale, ressaltando-se que, em certos aspectos, foram enfatizadas as particularidades dos cursos d'água de pequeno porte (córregos), devido ao enfoque dado a estes pela pesquisa.

3.3.1.1. Geomorfologia

A geomorfologia *fluvial* é a ciência que estuda os processos e as formas relacionadas com o escoamento dos rios.

De acordo com Christofolletti (1974), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as áreas mais baixas e dos continentes para o mar. Segundo o autor, nos dicionários, *rio* é definido como uma corrente contínua de água, mais ou menos caudalosa, que deságua em outra, no mar ou lago. Embora o curso d'água deva ter uma certa grandeza para ser designado *rio*, é difícil precisar a partir de qual tamanho passa-se a usar essa denominação. Os cursos d'água menores recebem nomes variados de acordo com a região, dentre eles, córrego, riacho, ribeirão, ribeiro, arroio, etc. Para o autor, geológica e geomorfologicamente, o termo *rio* caracteriza qualquer fluxo de água canalizado (naturalmente) e às vezes é empregado para referir-se a canais destituídos de água como será descrito em seguida.

Os canais que ficam secos durante a maior parte do ano, comportando fluxo de água apenas durante e imediatamente após uma chuva, são chamados *rios efêmeros*. Os cursos d'água que funcionam durante parte do ano, mas tornam-se secos no decorrer da outra, são denominados *rios intermitentes*. Já aqueles cursos que drenam água no decorrer do ano todo são chamados *rios perenes*.

Os rios apresentam em seus leitos, segundo Pinho (1999), arranjos espaciais diferentes ao longo do percurso. Existem os canais retilíneos, que mantêm a direção inalterada em relação a sua foz, mas estes são muito raros na natureza, acontecendo apenas nas falhas tectônicas. Outro tipo de canal fluvial é o meândrico,

que descreve curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si. A Figura 03 ilustra diferentes tipos de canais fluviais.

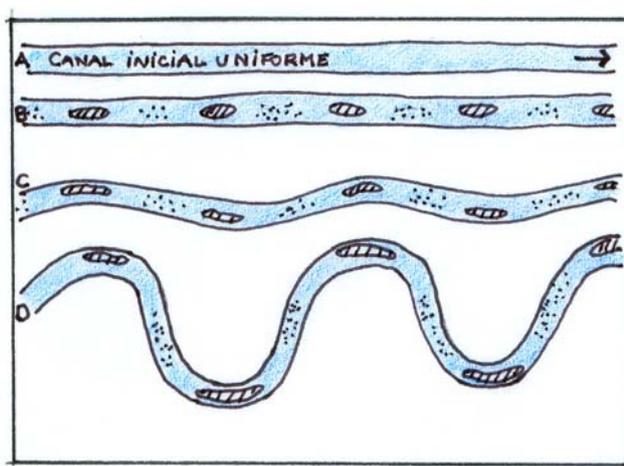


Figura 03: Tipos de canais fluviais: (A) canal reto inicial, (B) início da sedimentação de materiais, (C) canal sinuoso, (D) canal meândrico

Fonte: Modificado de Christofolletti (1974)

É necessário salientar, que os rios são influenciados, direta ou indiretamente, por todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem. Por isso, destaca Pinho (1999), qualquer ação antrópica nos fundos de vale não pode deixar de considerar a rede hidrográfica e a vertente na qual está inserida.

A respeito do trabalho dos rios, Christofolletti (1974), distingui três tipos: o transporte, a erosão e a deposição de material detrítico.

A deposição do material detrítico carregado pelos rios ocorre quando há diminuição da capacidade fluvial. Esta pode ser ocasionada pela redução da declividade, redução do volume de água ou pelo aumento da carga detrítica. Entre as várias formas originadas pela sedimentação fluvial destacam-se as *planícies de inundação*, popularmente conhecidas como *várzeas*. O autor destaca que a designação é apropriada, pois nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio.

A planície de inundação é formada por aluviões e materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na época de seca, o escoamento fica restrito a parcelas do canal fluvial, mas, com as cheias, há elevação do nível das águas que, muitas vezes transbordando por sobre as margens, inundam as áreas baixas

marginais. A corrente fluvial, ao transpor as margens, é freada e abandona parte de sua carga permitindo a edificação do dique marginal (Figura 04).

A existência de vegetação densa na planície de inundação é a maior responsável pela diminuição da capacidade e generalizada deposição fluvial. Nota-se então, a elevação gradual do nível do leito e da planície de inundação, principalmente durante ou após as cheias e enchentes.

A Figura 04 exemplifica o perfil transversal da planície de inundação, especificando os vários tipos de leitos fluviais, que correspondem aos espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas.

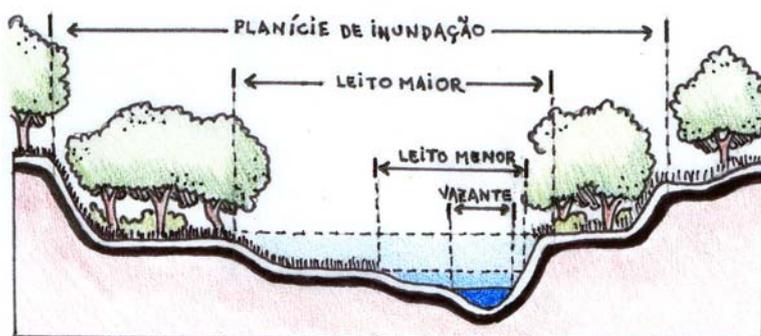


Figura 04: Tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o menor e o maior.

Fonte: Modificado de Christofolletti (1974)

De acordo com Christofolletti (1981), *vale fluvial* é a designação dada às formas de relevo entalhadas como corredor ou depressão longitudinal, de tamanho e aspectos variados, e ocupadas pelos cursos d'água. É importante assinalar que o emprego do termo *vale* está aqui restringido às formas esculpidas pelos rios, mas também é utilizado de forma mais geral para denominar as depressões de origem tectônica, tais como o Vale do Paraíba, o Vale da Morte, etc.

O autor mostra que os vales fluviais podem ser classificados de acordo com diferentes tipos de variáveis, contudo, para a presente pesquisa é interessante destacar a classificação de acordo com o perfil transversal dos vales.

A utilização do perfil transversal como critério de classificação pode gerar um número muito grande de tipos, porém os tipos básicos podem ser visualizados na Figura 05.

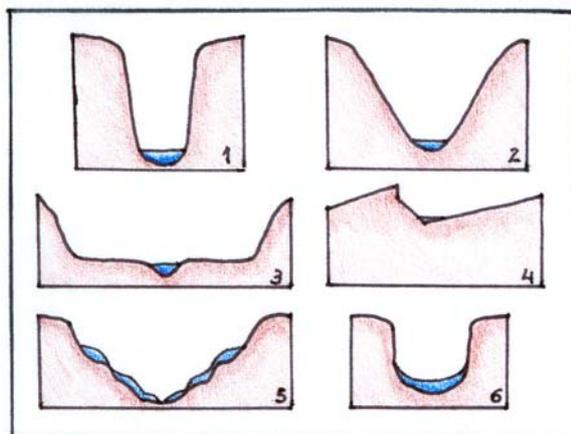


Figura 05: Tipos básicos de vale de acordo com o perfil transversal: (1) vale em garganta; (2) vale em V; (3) vale em mangedoura; (4) vale assimétrico; (5) vale com terraços fluviais; (6) vale em U.

Fonte: Modificado de Christofletti (1981)

A identificação do perfil do vale é de fundamental importância para a definição do tipo de ocupação mais adequado para a área, devendo ser levado em consideração para definição de critérios.

No que diz respeito ao termo *fundos de vale*, o presente trabalho adota a seguinte definição, modificada de Pinho (1999): Os fundos de vale são as áreas que apresentam as cotas mais baixas dos terrenos, para onde se dirigem, preferencialmente, as águas pluviais escoadas na superfície. Podem ou não ser cortadas por cursos d'água perenes. Esta última consideração é importante porque, muitas vezes, mesmo não comportando fluxo contínuo de água, essas áreas possuem características que as tornam sensíveis ambientalmente, necessitando também de critérios no caso de apropriação antrópica.

A Figura 06 identifica o canal do curso d'água, a planície de inundação e o fundo de vale, numa situação natural, com curso d'água perene, sem ocupação antrópica.

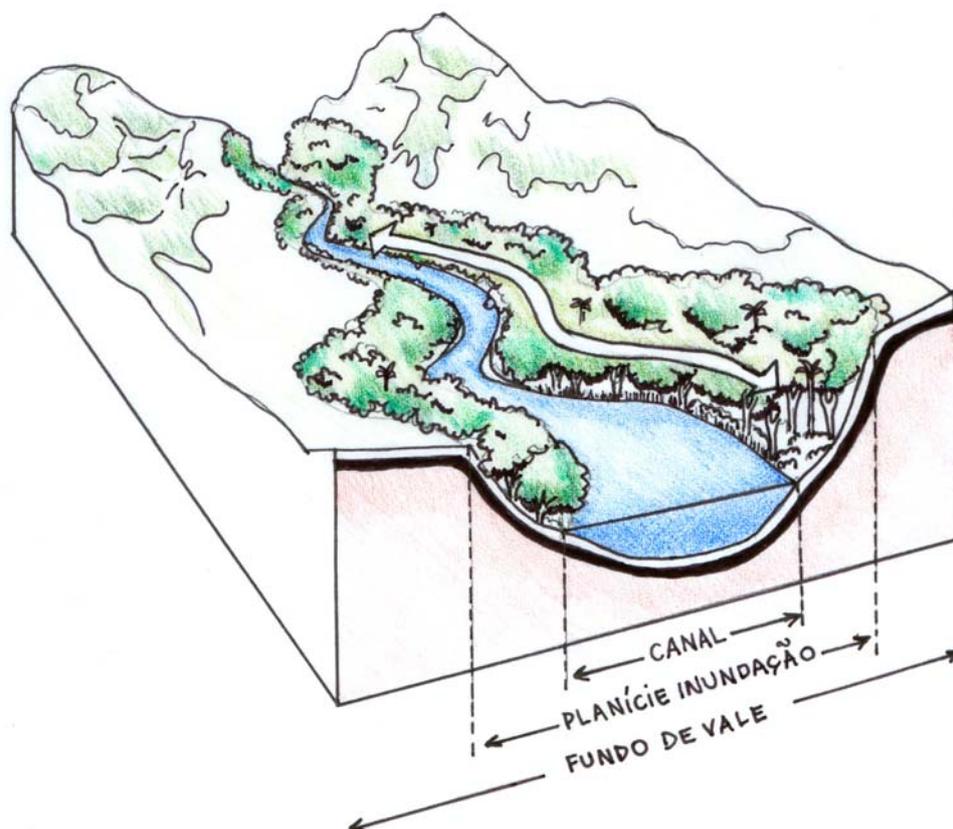


Figura 06: Identificação do fundo de vale.

Fonte: Modificado de FISRWG⁴ (1998)

3.3.1.2. Hidrologia e hidráulica

Segundo a FISRWG (1998), os principais processos relacionados ao ciclo hidrológico que interferem no curso d'água e respectivo fundo de vale são: a interceptação da precipitação pelos vegetais e outras superfícies, a transpiração e evapotranspiração dos vegetais; a infiltração, o tipo de solo e a água subterrânea; e o escoamento. Tais fatores não serão aqui detalhados, por abrangerem complexos processos que fugiriam ao foco principal da pesquisa.

O fluxo nos cursos d'água é formado, principalmente, pela precipitação direta e pela água que esco das áreas adjacentes para o canal (escoamento superficial, sub-superficial e subterrâneo). A quantidade e a velocidade desse

⁴ Federal Interagency Stream Restoration Working Group, EUA

escoamento influenciam diretamente a quantidade e a velocidade do fluxo no canal, o que, por sua vez, influencia nas funções ecológicas do fundo de vale.

Na Figura 07 é possível visualizar os diferentes caminhos que a água percorre até atingir o canal do curso d'água formando seu fluxo.

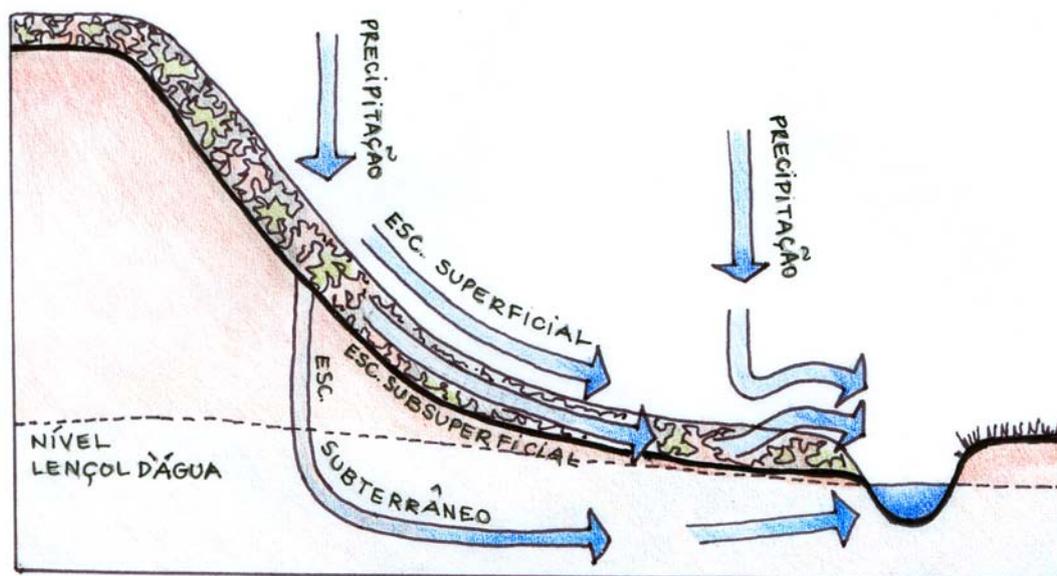


Figura 07: Caminhos da água até atingir o curso d'água – a proporção de precipitação que escoou ou infiltra até o nível do lençol d'água, depende da permeabilidade do solo, da rugosidade da superfície e da quantidade, duração e intensidade da precipitação.

Fonte: Modificado de FISRWG (1998)

Tal fluxo pode variar consideravelmente ao longo dos anos, porém, é muito difícil prever os períodos chuvosos e de seca. Já as variações sazonais de fluxo são mais previsíveis, embora com alguma complexidade. Para efeito de projeto e planejamento são utilizados dados históricos e probabilísticos (FISRWG, 1998).

A variabilidade de fluxos é a principal influência nos processos que determinam a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas dos fundos de vale. Em geral o ciclo de vida de muitas espécies ribeirinhas requer uma gama de diferentes tipos de habitat, determinada pelo regime de fluxo. A adaptação a este dinamismo ambiental possibilita que essas espécies resistam a períodos de secas e enchentes que destroem e recriam elementos de seus habitats (FISRWG, 1998).

3.3.1.3. Qualidade da água (características físicas e químicas)

A qualidade da água é um fator essencial para a garantia de equilíbrio ambiental no fundo de vale.

Condições hidrológicas e geomorfológicas adequadas não garantem que os ecossistemas no fundo de vale sejam saudáveis se as características físicas e químicas da água não forem apropriadas. Assim como as condições da zona ripária (mata ciliar, erosão, sedimentos, nutrientes) pode acarretar a degradação das condições físicas e químicas do curso d'água.

Isto quer dizer que os processos encontram-se interligados, influenciando uns aos outros e compondo a situação ambiental do fundo de vale, assim como também as condições da bacia hidrográfica como um todo influenciam nesse cenário.

As características que delineiam a qualidade da água serão aqui apenas citadas, não sendo dada ênfase à sua descrição, deixando claro a fundamental importância do conhecimento de tais fatores para o diagnóstico da situação ambiental de áreas de fundo de vale.

Principais características físicas da água:

- sedimentos;
- temperatura.

Principais características químicas:

- pH (alcalinidade / acidez);
- salinidade;
- oxigênio dissolvido;
- nutrientes;
- substâncias tóxicas;
- concentrações de metais pesados.

Vale ressaltar também a importância de se conhecer as características físicas e químicas do solo das áreas de fundo de vale.

3.3.1.4. Características biológicas

Será apresentada a seguir breve descrição dos processos e componentes biológicos que caracterizam as áreas de fundo de vale, ressaltando que

para tanto, é necessária a compreensão de que processos físicos, químicos e biológicos encontram-se em constante interação.

A comunidade biológica no fundo de vale possui características dos ecossistemas terrestres e aquáticos, podendo o fundo de vale ser caracterizado como *ecótono*, ou seja, como faixa de transição entre esses dois ecossistemas, carregando por isso, grande importância ambiental.

De acordo com a FISRWG (1998), a integridade dos ecossistemas no fundo de vale está diretamente relacionada com a integridade e as características ecológicas da vegetação que envolve o curso d'água, a *mata ciliar*.

Lima e Zakia (2001) destacam que as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomorfológicos, sendo estas chamadas por diversos pesquisadores de *zonas ripárias*.

Segundo os autores a zona ripária está intimamente ligada ao curso d'água, mas seus limites não são facilmente demarcados devido aos contínuos processos de alteração que ocorrem em tais áreas (como as enchentes periódicas). Assim, a vegetação que ocupa esta zona, a mata ciliar, também apresenta, em geral, grande variação de espécies.

A distribuição e as características dessa vegetação são determinadas pelo clima, disponibilidade de água, topografia e tipo de solo.

Lima e Zakia (2001) salientam duas principais funções desempenhadas pela mata ciliar, a função hidrológica (a mata protegendo o curso d'água) e a função ecológica (a mata protegendo a biodiversidade).

Quanto à função hidrológica, de acordo com diversos autores, as principais influências da mata ciliar são:

- *Quantidade de água / fluxo do curso d'água*: a vegetação ciliar contribui com o aumento da capacidade de armazenamento da água na bacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano. A remoção da mata ciliar pode, a curto prazo, provocar a elevação do nível do lençol d'água subterrâneo provocando, a longo prazo, diminuição do fluxo do curso d'água, elevação da temperatura da água e mudança nas características do solo, o que contribui para o aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração.
- *Qualidade da água*: a zona ripária, isolando estrategicamente o curso d'água dos terrenos mais elevados, desempenha ação eficaz de filtragem superficial

de sedimentos, podendo também diminuir significativamente a concentração de herbicidas em locais tratados com tais produtos; os nutrientes contidos no escoamento subsuperficial também podem ser retidos por absorção pelo sistema radicular da mata ciliar.

- *Ciclagem de nutrientes*: o efeito de filtragem proporcionado pela zona ripária confere a adequada ciclagem de nutrientes.
- *Sedimentos e erosão*: o sistema de raízes nas margens pode diminuir o carreamento de sedimentos para o curso d'água e diminuir o processo de erosão.

Já com relação à função ecológica da mata ciliar é possível destacar, também de acordo com vários autores:

- A mata ciliar proporciona sombreamento para as comunidades aquáticas e terrestres, formando microclima adequado.
- Fornece habitats, áreas de abrigo e reprodução.
- Possui interação direta com o ecossistema aquático, abastecendo continuamente o curso d'água com material orgânico (folhas, galhos ou troncos caídos) funcionando como fonte nutricional e formando micro- habitats favoráveis para a biota aquática.
- As zonas ripárias funcionam como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna terrestre e para a dispersão vegetal (sementes), tendo papel na conectividade entre outras áreas verdes.

A Figura 08 ilustra as principais funções da mata ciliar, mencionadas acima.

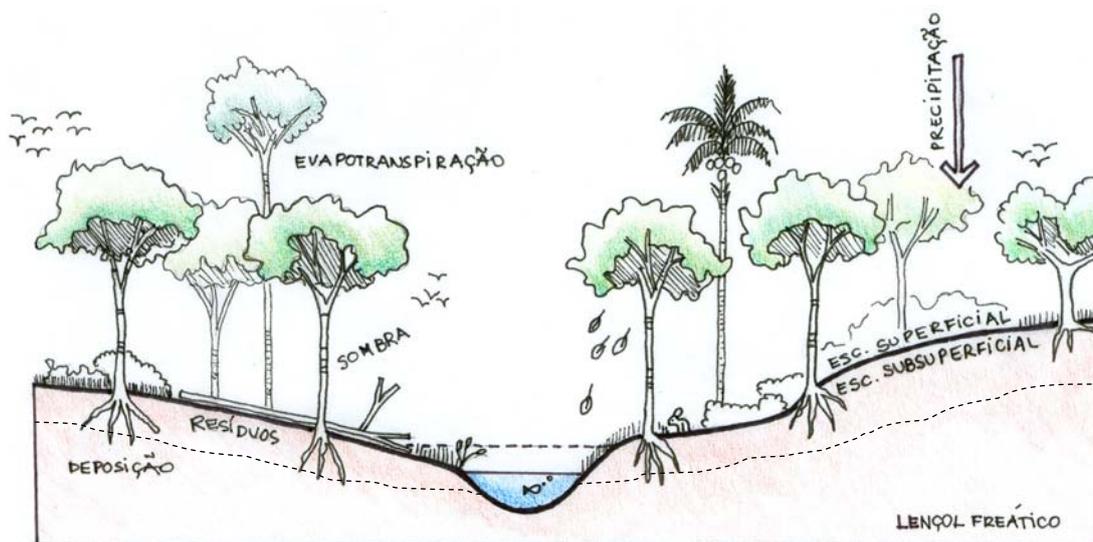


Figura 08: Funções da mata ciliar.

Fonte: Modificado de Lima e Zakia (2001)

Resumindo, muitas funções dos ecossistemas no fundo de vale são influenciadas pelas características da mata ciliar.

Para a FISRWG (1998), em bacias hidrográficas não urbanizadas, o movimento de água e outros materiais é moderado pela vegetação e os nutrientes são mobilizados e conservados, resultando em equilíbrio entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. Mas, a partir do momento em que a vegetação é alterada, seja por processos naturais ou por determinados usos e ocupações do solo, o fluxo de água, sedimentos e nutrientes é modificado e as interações entre os componentes dos sistemas se tornam menos eficientes e efetivas. Esses problemas se tornam piores quando agravados pela introdução excessiva de nutrientes (poluição) e toxinas sintéticas, modificações no solo e outros impactos.

3.3.2. Fundos de vale e legislação

3.3.2.1. Código Florestal

O principal instrumento legal disponível atualmente no Brasil, para o disciplinamento do uso e ocupação do solo em áreas de fundo de vale é o Código Florestal (Lei Federal nº 4.771, 15/09/65, alterada pelas Leis nº 7.803/89 e 7.875/89).

Este estabelece proteção a determinadas áreas de interesse ambiental, as chamadas *áreas de preservação permanente* (APP's).

Existem na legislação brasileira, de acordo com o Código Florestal, dois tipos de APP's: as instituídas pelo art. 2º e as instituídas por ato da administração pública (art. 3º).

Dispõe o Código Florestal:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

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

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

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

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

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

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

i) nas áreas metropolitanas definidas em lei.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

b) a fixar as dunas;

c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

d) a auxiliar na defesa do território nacional, a critério das autoridades militares;

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas e demais formas de vegetação permanente de que trata esta Lei, devidamente caracterizada em procedimento administrativo próprio e com prévia autorização do órgão federal de meio ambiente, somente será admitida quando necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, sem prejuízo do licenciamento a ser procedido pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Por ocasião da análise do licenciamento, o órgão licenciador indicará as medidas de compensação ambiental que deverão ser adotadas pelo empreendedor sempre que possível.

Musetti (2001) esclarece que, seja qual for o tipo de vegetação, não importando se integra o ambiente natural ou artificial, em se enquadrando nas especificações dos arts. 2º e 3º do Código Florestal, deverá ser tratada como APP, sujeita aos princípios e limites estabelecidos pelo Código.

Segundo o autor, atualmente, o Projeto de Lei de conversão da Medida Provisória nº 1956/55, 19/10/2000, conceituou APP como sendo:

A área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º do Código, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (art. 1º, § 2º, inciso II).

No caso das áreas urbanas, a Lei deixa claro que planos diretores e leis de uso do solo municipais devem respeitar as normas mencionadas no art. 2º do Código. Musetti (2001) afirma que isto quer dizer, por exemplo, que um município, ao construir uma avenida nas margens de um curso d'água, não pode deixar de respeitar a faixa de implantação da vegetação de 'preservação permanente', de acordo com a largura do curso d'água. E se, por qualquer motivo, inexistir vegetação nessas APP's, ainda assim continuará a obrigatoriedade de sua destinação ambiental, devendo o particular ou o Poder Público reflorestá-las e arborizá-las (como dispõe o art. 18 do Código Florestal).

No Estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 9.989, 22/05/98, tornou a recomposição da cobertura vegetal das APP's obrigatória.

No entanto, o Código possibilita a supressão da vegetação em APP's em casos de utilidade pública⁵ ou interesse social⁶, mediante autorização e licenciamento da obra por parte dos órgãos ambientais competentes, sendo indicadas medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor.

Nesses casos surgem várias controvérsias, pois qual seria o sentido em autorizar obras que degradem áreas especialmente protegidas por seu valor ambiental? Nota-se que, muitas vezes, ações contra o meio ambiente são autorizadas e praticadas pelo próprio Poder Público e medidas compensatórias passam a ser utilizadas para legitimar tais ações. Assim, alguns segmentos da sociedade são beneficiados em detrimento da coletividade e da qualidade ambiental.

Musetti (2001) afirma que as APP's sempre foram objeto de grandes conflitos de interesses para diversos setores da sociedade e, para tentar resolver o conflito entre modificação ou não dessas áreas, dentro de áreas urbanas ou rurais, várias mudanças legislativas foram e, recentemente, estão sendo implementadas. A tendência notada é no sentido aumentar a aceitação de atividades antrópicas nessas áreas.

3.3.2.2. Discussão: Código Florestal e áreas urbanas

A questão da aplicação do Código Florestal em áreas urbanas, principalmente no que se refere à ocupação de fundos de vale, problema de interesse da presente pesquisa, tem provocado atualmente muita polêmica. As opiniões dos pesquisadores sobre o assunto são diversas.

De acordo com Musetti (2001), ainda hoje existem profissionais que defendem a tese de que, em áreas urbanas, deve-se aplicar a área *non aedificandi* (não edificável) de 15 metros ao longo das águas correntes e dormentes, conforme a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (art. 4º, inciso III, Lei Federal nº 6.766,

⁵ Consideram-se de *utilidade pública*: as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; e demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução CONAMA (art. 1º, § 2º, IV, da Medida Provisória no 1.956-55, de outubro de 2000). (MUSETTI, 2001)

⁶ Consideram-se de *interesse social*: as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa (...) e demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução CONAMA (art. 1º, § 2º, V, da Medida Provisória no 1.956-55, de outubro de 2000). (MUSETTI, 2001)

19/12/79)⁷. Porém, o autor esclarece que o próprio art. 4º, inciso III, determina que a faixa *non aedificandi* de 15 metros só é aplicável caso não haja exigência de metragem maior por parte de outras leis específicas. Ou seja, a lei federal de parcelamento do solo urbano não pode diminuir a proteção instituída pela lei federal ambiental, no caso, o Código Florestal, que estabelece como mínima a faixa de 30 metros, como já mencionado.

Quanto à Resolução CONAMA nº 04 de 1985⁸, o autor também afirma que, embora procurando disciplinar a atividade antrópica nas APP's transformadas em reservas ecológicas, tal resolução não foi recepcionada pela Constituição Federal por diminuir as exigências ambientais prescritas no Código Florestal.

Acerca da discussão no âmbito acadêmico sobre a questão, Pinho (1999) realizou entrevistas com profissionais de várias disciplinas ligadas ao planejamento urbano, nas quais indagou (entre outros temas) sobre a pertinência do Código Florestal para áreas urbanas, principalmente no que se refere aos fundos de vale.

Moretti⁹ (1999) afirma, se referindo ao Código Florestal:

Sua aplicação nas áreas urbanas é bastante problemática. Existem várias lacunas conceituais, necessitando de revisão. Minha opinião é que a legislação sobre fundos de vale está ultrapassada. Se nós interpretarmos a lei ao 'pé da letra', qualquer projeto pode ser barrado. Isto é muito complicado e dá aos que aplicam ou interpretam a lei um poder quase ditatorial.

Também faz referência à carência de normas em relação ao acesso público aos terrenos situados junto aos cursos d'água, destacando como fundamental o acesso democrático a estes patrimônios.

Grando¹⁰ (1999) coloca que existe uma complexa discussão jurídica, entre advogados ambientalistas, sobre qual a incidência do Código Florestal sobre a área urbana. Afirma que, no que está escrito no texto da lei ela vale, mas não quando analisada pelo raciocínio de que é competência do município legislar sobre a área de

⁷ "III – ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos, será obrigatória a reserva de uma faixa *non aedificandi* de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica;"

⁸ "5 (cinco) metros para rios com menos de 10 (dez) metros de largura; igual à metade da largura dos corpos d'água que meçam de dez (dez) a duzentos metros;..." de acordo com Pinho (1999).

⁹ Ricardo de Souza Moretti, engenheiro civil, Doutor em Engenharia Civil pelo Instituto Politécnico-USP.

¹⁰ Francelino Grando, advogado, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela UFSCar.

interesse local, como a zona urbana. Também destaca que “O Código Florestal traz detalhamentos que são incompatíveis com uma norma que é nacional, que deve traçar diretrizes gerais”.

Cavalheiro¹¹ (1999) também partilha da opinião de Grando (1999), enfatizando que “O ideal seria uma legislação mais genérica no âmbito federal que permitisse a investigação no nível local”. Destaca como um dos motivos a diversidade de tipos de fundos de vale encontrados no Brasil: “As condições da Amazônia são diferentes das encontradas no sul, portanto requerem uma legislação específica para cada local”.

Já Souza¹² (1999) discorda da inconstitucionalidade do Código Florestal em legislar sobre o interesse local, afirmando que o Código atua sobre todo território nacional de forma igual, se constituindo uma norma geral, não específica. Diz também que “Ela é pertinente para a área urbana, pois corrobora com a manutenção da qualidade da água que é essencial”.

Pires¹³ (1999) também acha o Código pertinente, embora pouco aplicado. Mas não acha que os 30 metros sejam suficientes para a proteção do curso d’água: “O objetivo deve ser proteger diversidade biológica, funções ambientais daquele córrego, não só a manutenção de água nos seus aspectos qualitativos e quantitativos”. Também afirma que a análise caso a caso é fundamental, pois a situação de cada ecossistema é que irá determinar a utilização do mesmo.

Longe de esgotar o assunto, a partir desse breve estudo, foi possível concluir que a legislação federal que disciplina o uso e ocupação do solo de fundos de vale (em específico o Código Florestal) traz um nível de detalhamento que não atende às enormes diferenças entre situações existentes no Brasil, tanto geográficas como entre áreas rurais e urbanas. Estabelecendo como APP’s, faixas marginais aos cursos d’água com larguras fixas, a serem adotadas indistintamente em todo o território nacional, a Lei passa por cima das especificidades locais, tanto físicas e biológicas como sociais e culturais. Assim, a legislação acaba por não cumprir eficientemente seu papel de proteger o meio ambiente, “bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” segundo o art. 225 da Constituição Federal de 1988.

¹¹ Felisberto Cavalheiro, engenheiro agrônomo, Doutor em Ecologia Urbana pela Universidade de Hannover, RFA.

¹² Marcelo Pereira de Souza, engenheiro civil, Doutor em saúde ambiental pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo – USP.

¹³ José Salatiel Rodrigues Pires, ecólogo, Doutor em Ciências pela UFSCar.

Uma possibilidade seria, como defendem alguns dos profissionais citados, a existência de normas gerais a nível federal e cada município, ou cada bacia hidrográfica, avaliando características locais, propor alternativas adequadas, sempre considerando que devem ser estabelecidas faixas com restrição de uso e ocupação, mas com largura e usos apropriados a cada caso.

O presente trabalho se propõe a desenvolver critérios ambientais que possam balizar o planejamento dessas áreas e um exemplo de método de avaliação das características locais.

3.3.3. Revitalização ambiental de cursos d'água e fundos de vale

“There is a phenomenal resiliency in the mechanisms of the earth. A river or lake is almost never dead. If you give it the slightest chance... then nature usually comes back.” [Existe uma resiliência fenomenal nos mecanismos da Terra. Um rio ou lago quase nunca está morto. Se você der a ele uma pequena chance... então, a natureza freqüentemente retornará.]
(Rene Dubos, 1981)¹⁴

A *revitalização ambiental* é um assunto relativamente novo no Brasil, sendo que os primeiros trabalhos sobre o tema começam agora a serem divulgados. Em países da Europa e nos EUA, a *revitalização* já se encontra em pauta há algumas décadas, existindo diversos projetos já concretizados e vasta literatura sobre o tema, podendo servir como valiosa contribuição para o trabalho no Brasil. No entanto, vale lembrar as diferenças sociais, culturais, econômicas e ambientais existentes entre os países, não objetivando-se aqui trazer exemplos prontos, mas sim buscar informações relevantes para a pesquisa.

Os principais termos encontrados na literatura foram *recuperação*, *revitalização* (mais genéricos), *restauração* e *renaturalização*. Não existe ainda consenso entre os autores pesquisados quanto ao melhor termo, mas parece não haver significativas diferenças conceituais entre eles.

A SER¹⁵ (2002) trabalha com o termo *restauração ecológica*, ressaltando que, pelos conceitos ainda não estarem suficientemente consolidados, a definição dada é geral, abrindo espaço para que o termo possa abrigar diferentes apropriações.

¹⁴ Apud FISRWG (1998).

¹⁵ Society for Ecological Restoration (vários países).

Não mencionando especificamente os cursos d'água, para a SER (2002), *restauração ecológica* é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito por sua saúde, integridade e sustentabilidade.

Freqüentemente, o ecossistema que requer recuperação foi degradado, transformado ou completamente destruído como resultado direto ou indireto das atividades humanas ou, em alguns casos, por eventos naturais. A *restauração* busca retornar o ecossistema à sua trajetória histórica, ou seja, à sua condição natural ou inicial. Tal condição seria o ponto de referência ideal para projetos de recuperação, porém, é muito difícil (ou impossível algumas vezes) voltar ao estado inicial, sem alterações. Ainda conforme a SER (2002), o importante é iniciar ou facilitar esse processo, no qual o ecossistema caminha para sua trajetória natural.

Já a FISRWG (1998) trabalha especificamente com a *restauração de cursos d'água* (córregos).

Segundo a agência, um curso d'água normalmente possui variações naturais de fluxo, movimento de sedimentos, temperatura e outras variáveis, funcionando no que é chamado de *equilíbrio dinâmico*. Quando mudanças nessas variáveis ultrapassam a capacidade de absorção dessas variações naturais, tal *equilíbrio dinâmico* pode se perder. Em algumas circunstâncias, um novo equilíbrio pode ser alcançado, porém, o tempo para que isso aconteça pode ser grande e as mudanças necessárias significativas.

Assim, a *restauração*, para a FISRWG (1998), inclui diversas ações projetadas para possibilitar que os cursos d'água recuperem o equilíbrio dinâmico perdido em níveis auto-sustentáveis.

Segundo diversos autores, as intervenções a serem empregadas na revitalização podem variar muito, dependendo da abrangência e duração dos impactos negativos, das condições culturais da área e das oportunidades e problemas atuais. O primeiro e mais crítico passo é, quando possível, remover as atividades que estão causando degradação ou impedindo que o ecossistema se recupere. Assim, a revitalização pode variar da simples remoção da atividade impactante até intervenções que reparem danos estruturais no ecossistema, como a remoção de canalização, por exemplo.

Outro termo encontrado na literatura foi *renaturalização*. Segundo Alves (2003), que estuda em sua dissertação de mestrado a experiência de recuperação do rio *Emscher* na Alemanha, a palavra *renaturalização* é muito utilizada neste país. As

várias definições dadas ao termo, apresentadas pelo texto, mencionam um retorno de paisagens danificadas a uma condição “quase natural” ou “próxima do natural”, sendo que o critério mínimo para considerar um curso d’água em seu estado natural é que suas águas possam deslocar-se ou fluir livremente.

Assim como outros autores, Alves (2003) verifica que o termo *renaturalização* é usado de forma bastante “elástica”, exemplificando:

[...] ele é usado tanto para uma intervenção com a meta de reaproximar-se de uma situação quase original, recuperando os diversos componentes, como para um simples plantio de margens.

E completa:

[...] observa-se que o processo não precisa, necessariamente, numa escala de valores, sair do 0 e ir até o 100 (este último significaria readquirir todas as características de um rio natural), o importante é que as interferências apontem para este caminho.

No caso estudado pela autora, o sistema hídrico formado pelo rio *Emscher* na Alemanha, o projeto de recuperação possui período de implantação estimado para 2 ou 3 décadas e as principais frentes de trabalho previstas são: a implantação de sistema descentralizado de tratamento de esgotos; o controle das águas pluviais; e a remodelação dos cursos d’água.

Outros fatores apontados por diversos autores foram: a importância da proteção de cursos d’água, ou trechos de cursos d’água, ainda não alterados; a incorporação, em projetos de revitalização, dos fatores culturais locais; a importância da participação da população local nos projetos; a importância do planejamento, monitoramento e das decisões coletivas; e o valor da formação de equipes interdisciplinares.

A partir do estudo sobre o tema, foi possível concluir que um projeto de revitalização ambiental é processo amplo, que pode abranger diversos tipos de ações, vários anos e uma equipe de profissionais capacitados.

3.4. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A Resolução do CONAMA¹⁶ nº 01/1986 é o principal instrumento, no Brasil, que orienta estudos de impacto ambiental. Este documento define *impacto ambiental* como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas, que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais.

Segundo Gonçalves (1994), embora a definição dada pelo CONAMA seja bastante abrangente, ela deveria ser complementada pela definição proposta por Dieffy (1976), que define impacto ambiental como:

[...] igual à diferença entre as condições ambientais que virão a ocorrer com a implantação de um projeto proposto e as condições ambientais que existiriam sem essa ação.

Ainda de acordo com Gonçalves (1994), os impactos ambientais podem ser qualificados e quantificados segundo três grandezas principais: magnitude, intensidade e importância.

Existem diferentes métodos e técnicas que podem ser usadas para avaliar impactos ambientais. Para Ribeiro (1999), estes métodos têm, como principal objetivo, sistematizar e promover uma abordagem integrada dos efeitos causados ao meio ambiente por transformações diversas.

Para Moreira (1992) apud Ribeiro (1999), o conjunto de atividades que compõem um estudo de impacto ambiental são realizadas com o objetivo de levar a conhecimento público as principais consequências ambientais de um projeto, de modo a atender à legislação ambiental e auxiliar a tomada de decisão.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, o objetivo da avaliação de impactos ambientais é identificar e avaliar os impactos negativos de um empreendimento, visando a adoção de medidas mitigadoras, com o propósito de evitá-los ou minimizá-los.

¹⁶ Conselho Nacional do Meio Ambiente

Segundo a literatura pesquisada, os principais métodos de avaliação de impactos ambientais são:

- Método *ad hoc*.
- Listagens de controle.
- Matrizes de interação ou de causa-efeito.
- Redes ou diagramas de interação.
- Superposição de cartas.
- Modelos de simulação.

Tais métodos serão descritos a seguir de acordo com diversos autores: Moreira (1992), Tommasi (1993), Ribeiro (1999), Salvador (2002) e Tiraboshi (2003).

- **Método *ad hoc*:**

Este método consiste na reunião de grupo multidisciplinar de especialistas, com grande experiência no tipo de projeto em análise, para avaliar os efeitos das alternativas para o projeto.

As principais vantagens desse método são o baixo custo e a rapidez. Porém, não promovem análise sistemática dos impactos, apresentam resultados com alto grau de subjetividade e fundamento técnico científico deficiente.

- **Listagens de controle:**

Já as listagens de controle constituem-se em listas de fatores ambientais (às vezes associados a parâmetros) e ações de projeto. Podem apresentar orientações, escalas de valores e grau de importância dos impactos.

Este é considerado um método de identificação, servindo especialmente para avaliações preliminares ou como base para a montagem das Matrizes de Interações.

A vantagem principal é que tais listagens ajudam a lembrar de todos os fatores ambientais que podem ser afetados, evitando omissões relevantes. Mas não identificam impactos diretos ou indiretos, não apresentam a magnitude dos mesmos, não consideram características temporais e espaciais dos impactos e a dinâmica dos sistemas ambientais, além dos resultados serem subjetivos.

- **Matrizes de Interação:**

As matrizes de interação, cujo exemplo mais conhecido é a “Matriz de Leopold”, são listagens de controle bidimensionais, que dispõem em um quadro,

horizontal e verticalmente, os fatores ambientais e as ações do projeto. Cada célula de interseção representa a relação de causa e efeito determinante do impacto. Pode indicar se o impacto é positivo ou negativo, sua importância e magnitude.

A boa disposição visual, a simplicidade de elaboração e o baixo custo são os pontos fortes deste método. Mas apresenta como desvantagens os fatos de não identificar impactos indiretos e não considerar as características espaciais dos impactos, a subjetividade na atribuição da magnitude e a desconsideração pela dinâmica dos sistemas ambientais.

Podem existir diversos tipos de matrizes como, por exemplo:

- Matriz de atividades X atividades: utilizada para avaliar quando uma atividade do projeto interfere no desenvolvimento de outras.
- Matriz de atividades X elementos: utilizada para avaliar como as atividades do projeto interferem nos elementos do meio ambiente.
- Matriz de elementos X elementos: utilizada para analisar como um fator ambiental pode influenciar outros e com que magnitude.

- **Redes de Interação:**

As redes de interação consistem em gráfico ou diagrama representando cadeias de impactos gerados pelas ações do projeto, permitindo identificar ações e inter-relações.

Sua principal importância é que permite identificar impactos indiretos, de segunda e de terceira ordem. Além disso, apresentam abordagem integrada na análise dos impactos e suas interações e facilidade de troca de informações entre disciplinas. Porém, não destacam a importância relativa dos impactos, não consideram aspectos temporais e espaciais, não prevêem cálculo de magnitude e também não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais.

- **Superposição de cartas:**

A superposição de cartas é um método que consiste na preparação de cartas temáticas em transparência (ou computador) e na síntese das interações dos fatores ambientais por superposição ou processamento em computador. Cada uma das cartas se refere a um aspecto (tema) ambiental, como tipo de solo, de cobertura vegetal, recursos hídricos, grau de poluição, erosão, etc.

Atualmente, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm tornado este método mais ágil e contribuído para ampla divulgação do mesmo. Os pontos

fortes são a boa disposição visual e a utilização de dados georreferenciados. Contudo, este método não qualifica a magnitude dos impactos, não admite fatores ambientais não mapeáveis, não considera a dinâmica dos sistemas ambientais, além de também apresentar resultados subjetivos.

- **Modelos:**

Este método consiste em modelos matemáticos, computadorizados, que representam o funcionamento dos sistemas ambientais. São utilizados para diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental da área de influência e para comparação de alternativas.

Estes consideram a dinâmica dos sistemas ambientais, a interação entre fatores e impactos e a variável temporal. Promovem troca de informações e interações entre disciplinas e o tratamento organizado de grande número de variáveis qualitativas e quantitativas. As desvantagens são o custo elevado e a dependência do uso de computadores.

Apesar da existência, como visto, de diversos métodos na literatura, vários autores salientam que não existe método ideal. A escolha ou a concepção deve ser realizada caso a caso, buscando o método que mais se adapte às condições de trabalho, à região, às peculiaridades do projeto a ser avaliado, entre outros fatores.

3.5. ANÁLISE CRÍTICA DO EMBASAMENTO TEÓRICO

A partir do estudo bibliográfico realizado, foi possível notar o quão abrangente é o problema de pesquisa abordado. São muitas as variáveis a serem analisadas e, para que fosse viável concretizar o presente trabalho, apenas algumas delas puderam ser tratadas.

Para melhor realização de estudos como este, que abordam a questão urbana e suas inter-relações com o ambiente natural, seria necessária a reunião de uma equipe de especialistas de diversas disciplinas, como arquitetos, engenheiros, biólogos, geólogos, entre outros. Cada um, com sua visão diferenciada sobre o assunto, poderia contribuir para o aprofundamento das discussões e para procura de soluções sustentáveis para os problemas urbanos.

Assim, na revisão bibliográfica realizada, objetivou-se explorar as relações entre algumas áreas do conhecimento que pudessem contribuir para a pesquisa: o meio urbano e o crescimento urbano no Brasil, tradicionais objetos de estudo dos arquitetos e suas interfaces com a questão ambiental; as relações entre hidrologia, hidráulica, drenagem urbana, objetos de estudo dos engenheiros e o planejamento urbano; para a caracterização das áreas de fundo de vale buscou-se conceitos de geomorfologia, geologia, biologia, hidrologia, além de aspectos da legislação ambiental.

Também vale ressaltar a busca pela incorporação da noção de *sustentabilidade* na criação de critérios e alternativas para a ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Almeja-se que alternativas sustentáveis locais possam contribuir para a busca do *desenvolvimento sustentável* a nível global. Das dimensões da *sustentabilidade* propostas por Sachs (1994), as mais significativas incorporadas pelo trabalho foram a ecológica e a espacial ou geográfica, apesar de todas as dimensões estarem sendo consideradas.

A Figura 09 mostra como o trabalho, incorporando os conceitos mencionados, busca ser instrumento para a minimização de impactos ambientais e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida urbana.

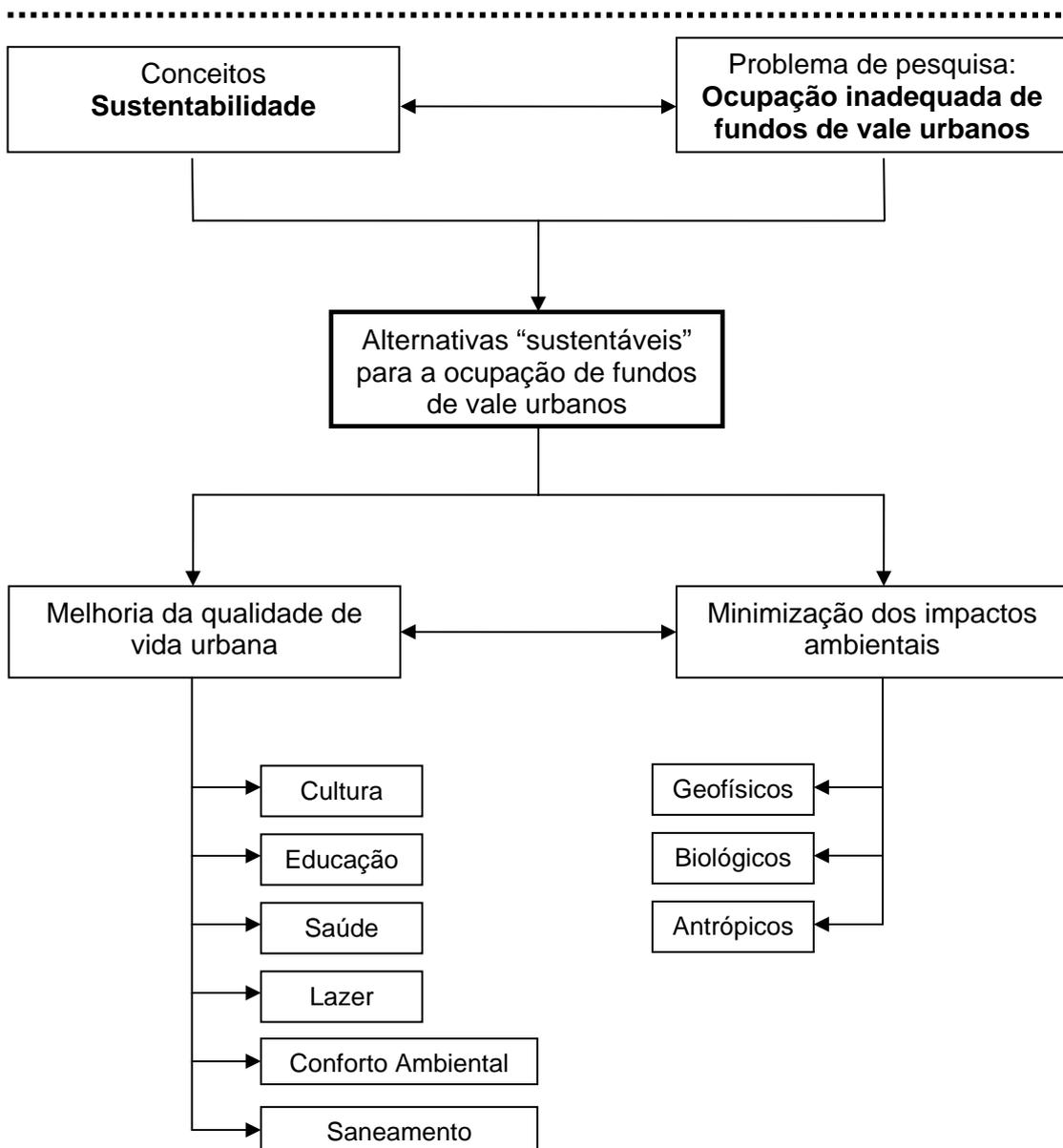


Figura 09: Esquema de como o trabalho pretende incorporar os conceitos de sustentabilidade/ desenvolvimento sustentável.

Quanto ao tema revitalização ambiental, seu estudo forneceu subsídios para que este trabalho pudesse apontar caminhos para a preservação ou a elaboração de projetos de recuperação ambiental para o objeto de estudo, o córrego do Mineirinho.

Já a pesquisa de métodos de avaliação de impactos ambientais subsidiou a elaboração do método de avaliação da ocupação de fundos de vale urbanos.

4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: O CÓRREGO DO MINEIRINHO, SÃO CARLOS-SP

4.1. ASPECTOS GERAIS

O objeto selecionado para estudo compreende o fundo de vale do córrego do Mineirinho, o qual localiza-se na área urbana de São Carlos-SP e integra, como afluente, a bacia hidrográfica do rio do Monjolinho.

A escolha foi feita de modo a obter diferentes tipos de situações, proporcionando diversidade de exemplos para a pesquisa. Possuindo trechos com ocupação urbana já consolidada, o fundo de vale do córrego do Mineirinho também possui áreas com a mata ciliar nativa preservada. Porém, por fazer parte de uma área de expansão do núcleo urbano, sua ocupação deve ser planejada adequadamente, para que não venha a contribuir para o processo de degradação ambiental da região.

A Figura 10 apresenta o mapa da cidade, com a hidrografia e a localização da bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.

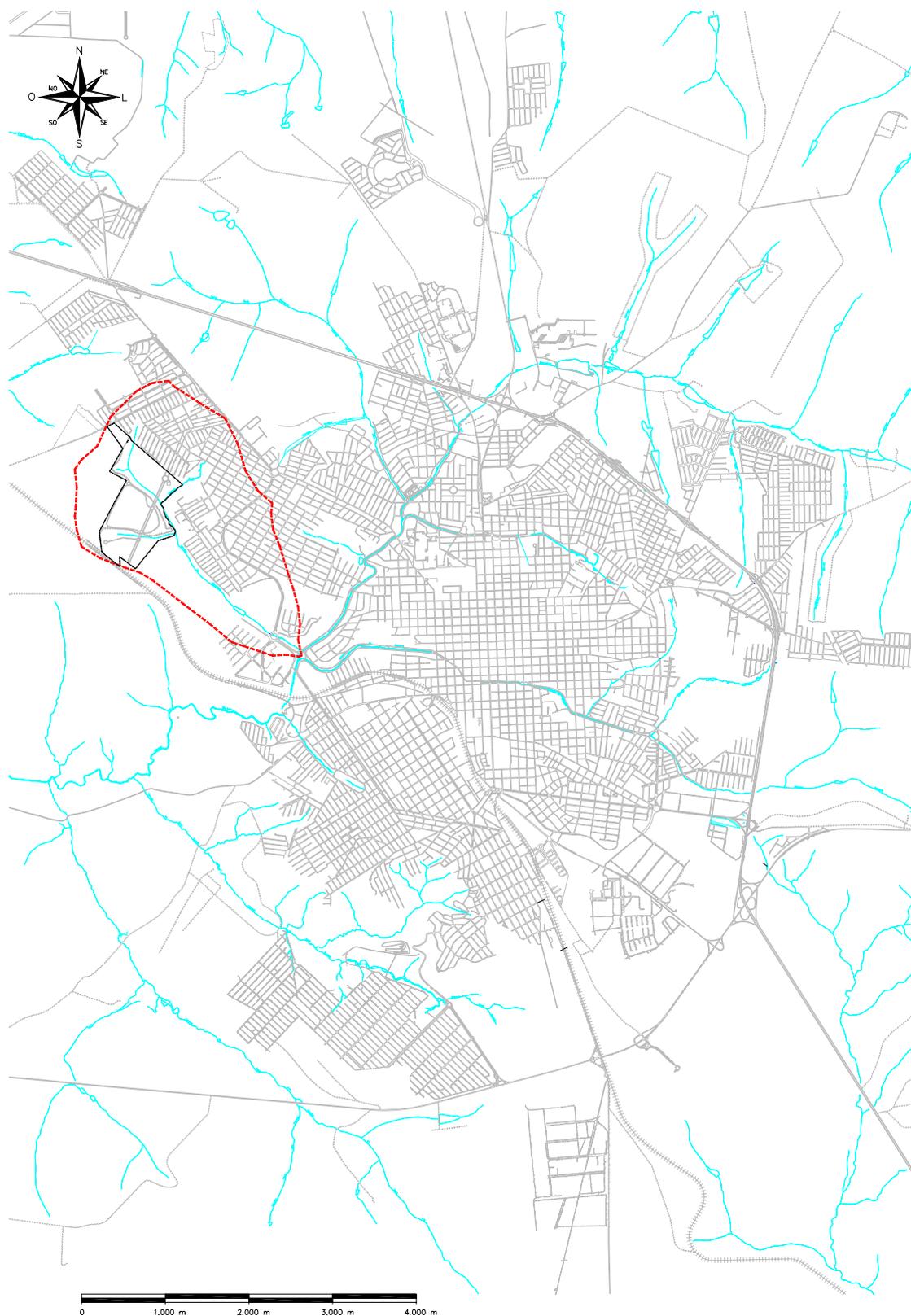


Figura 10: Mapa da cidade de São Carlos – bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.
Fonte: modificado de <http://www.saocarlos.sp.gov.br> (acessado em 2004)

4.2. A CIDADE DE SÃO CARLOS-SP

Situado na porção central do estado de São Paulo, o município de São Carlos está localizado a 244Km da capital São Paulo e ocupa uma área de 1.140 Km². Ao norte faz divisa com os municípios de Rincão, Luís Antônio e Santa Lúcia, ao sul com Ribeirão Bonito, Brotas e Itirapina, a oeste com Ibaté, Araraquara e Américo Brasiliense e a leste com Descalvado e Analândia (Figura 11).

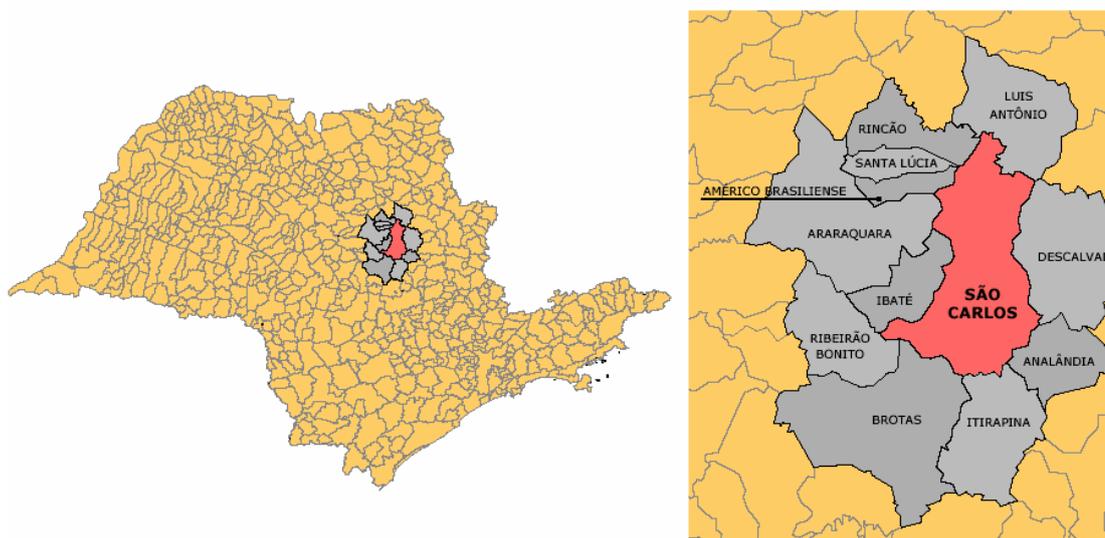


Figura 11: Localização do município de São Carlos no Estado de São Paulo / municípios vizinhos.

Fonte: PMSC¹⁷ (2002)

Nos últimos anos houve um expressivo crescimento de sua população, que passou de 109.000 habitantes em 1985 para 158.221 em 1991 (de acordo com o Censo IBGE de 1991), dos quais 148.377 já se encontravam na área urbana. Em 1996, a população passava para 175.517 habitantes. Já o Censo IBGE 2000 mostrou que a população era de 192.998, sendo que 183.433 eram residentes urbanos.

Assim, de acordo com a PMSC (2002), apenas 5% da população São-carlense reside na zona rural, que ocupa 94% do território municipal. Por outro lado, 95% da população mora em zona urbana, ocupando os 6% restantes da área de todo município.

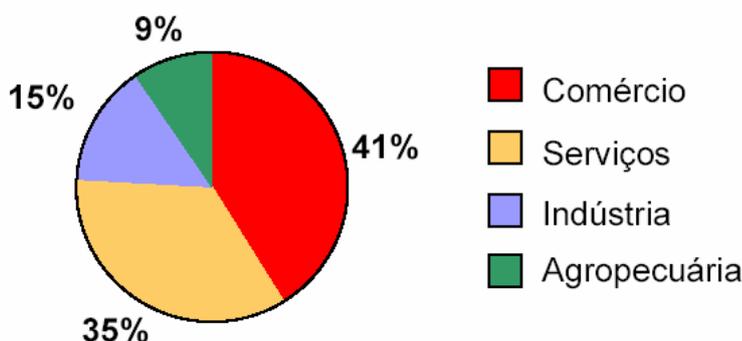
¹⁷ Prefeitura Municipal de São Carlos

A economia de São Carlos é predominantemente voltada para o comércio, para a atividade industrial e para a prestação de serviços educacionais e tecnológicos, destacando-se a importância da presença de duas universidades (Universidade de São Paulo e Universidade Federal de São Carlos).

A Figura 12 mostra a distribuição de estabelecimentos e de empregos por atividades econômicas no ano de 2000.

DISTRIBUIÇÃO DE ESTABELECIMENTOS POR ATIVIDADE - 2000

Fonte: RAIS - Relação Anual de Informações Sociais Ministério do Trabalho e Emprego



DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS POR ATIVIDADES - 2000

Fonte: RAIS - Relação Anual de Informações Sociais Ministério do Trabalho e Emprego

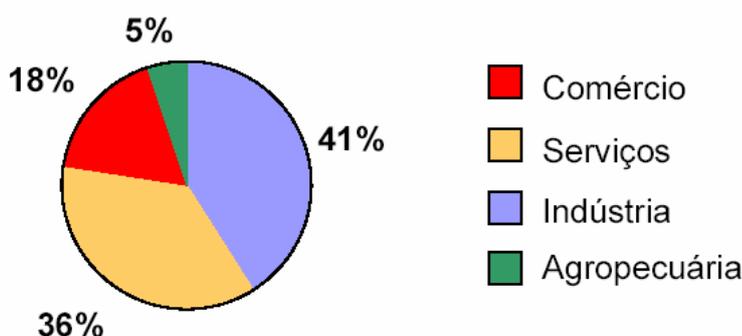


Figura 12: Distribuição das atividades econômicas do município de São Carlos

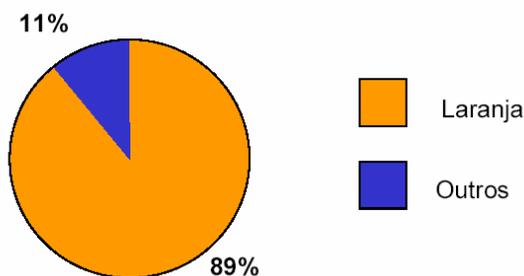
Fonte: PMSC (2002)

No setor agropecuário destacam-se as redes agroindustriais: sucroalcooleira, citrícola, láctea, da carne bovina e avicultura de corte. Nos últimos anos, as áreas de pastagens estão, gradativamente, sendo substituídas pelas áreas de lavoura. Nas lavouras temporárias, 81% se destina para o cultivo da cana-de-açúcar, e nas permanentes, 89% para o cultivo da laranja, como é possível observar na Figura 13 (PMSC, 2002).

LAVOURA PERMANENTE

São Carlos

Fonte: IBGE, 1999

**LAVOURA TEMPORÁRIA**

São Carlos

Fonte: IBGE, 1999

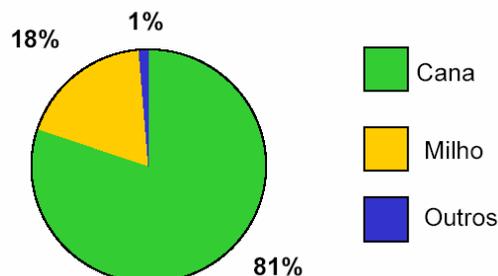


Figura 13: Distribuição das atividades agropecuárias do município de São Carlos.
Fonte: PMSC (2002)

De acordo com Oliveira (1996), São Carlos está inserida na sétima região ecológica do Estado de São Paulo, acompanhando as “Cuestas Basálticas”, com altitudes entre 800-900m, apresentando um relevo talhado nas camadas sedimentares que compõem a Bacia Sedimentar do Paraná. O vale do rio do Monjolinho em associação com as Cuestas Basálticas delimita topograficamente uma área onde se encontra o núcleo urbano.

A cidade situa-se sobre o divisor de águas que limita as bacias hidrográficas Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré (Figura 14), sendo que nesta última está localizada a maior parte da zona urbana.

No município de São Carlos, tais bacias são subdivididas em 10 micro-bacias, sendo as de maior relevância, segundo a PMSC (2002): a bacia do Monjolinho que, a jusante, recebe todo o esgoto da cidade, ainda sem tratamento e, a montante, oferece um importante ponto de captação para o abastecimento de água da cidade; a bacia do Feijão, situada na APA Corumbataí, que é responsável por 40% do abastecimento da água de São Carlos e é área de recarga do Aquífero Guarani; e a bacia do Quilombo, considerada o grande vetor de potencial turístico histórico e ecológico no município.

Na área urbana, as principais sub-bacias do rio do Monjolinho são (Figura 15): córrego do Gregório, córrego do Tijuco Preto, córrego Santa Maria do Leme, córrego do Mineirinho, córrego Água Quente e córrego Água Fria, entre outras.

Município de São Carlos - Principais Bacias Hidrográficas

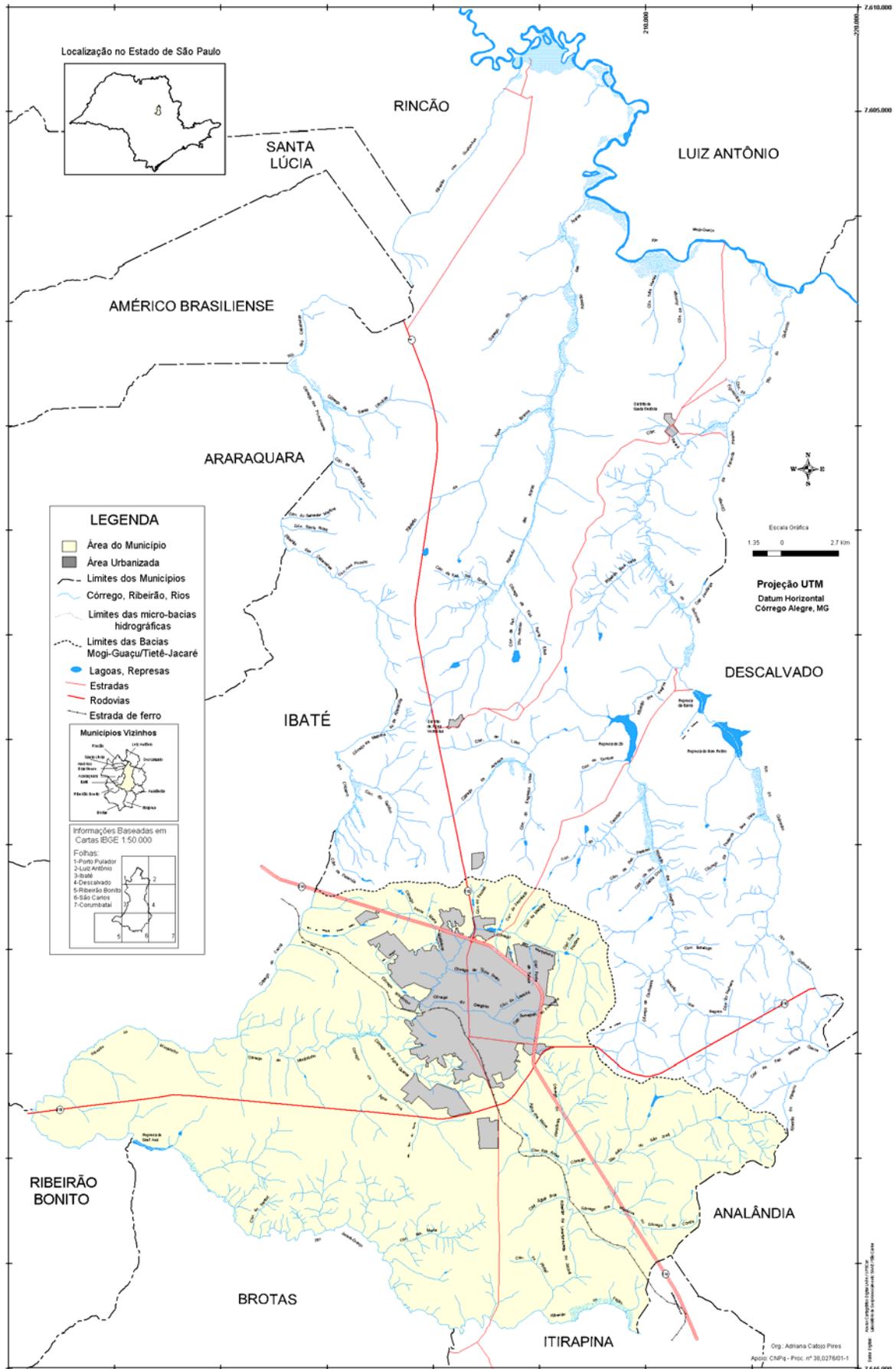


Figura 14: Município de São Carlos – Bacias hidrográficas Mogi-Guaçu (em cinza claro), Tietê-Jacaré (em amarelo) e área urbana (em cinza escuro). / **Fonte:** PMSC (2002)

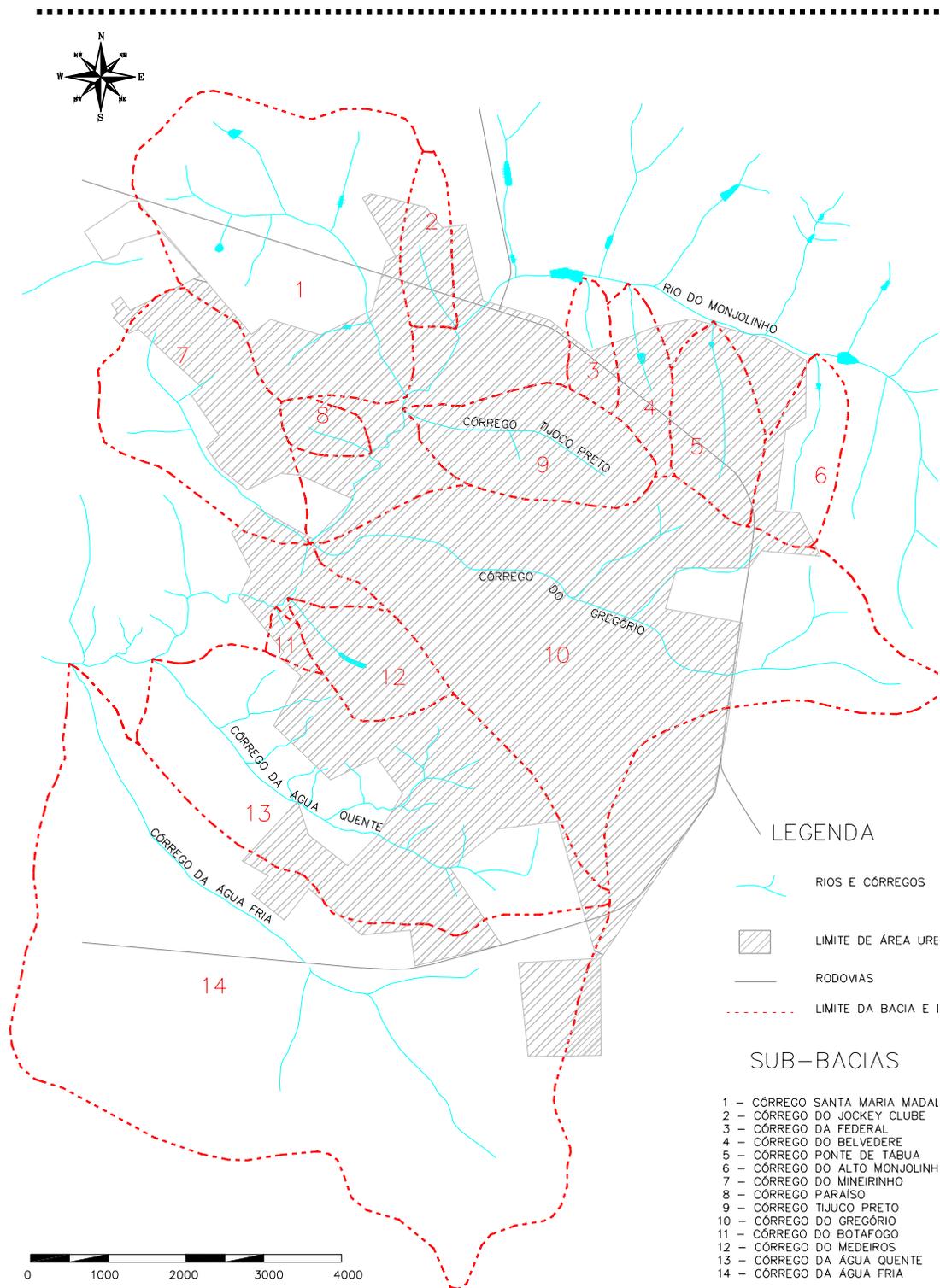


Figura 15: Sub-bacias do rio do Monjolinho na área urbana de São Carlos.
Fonte: Modificado de CDCC-USP (2004)

Muitas das margens destes córregos encontram-se comprometidas pela existência de um sistema de vias marginais, que em alguns trechos não foram construídas a mais de cinco metros do leito menor do curso d'água.

Conforme a PMSC (2002), em 1970 foi planejado um anel viário prevendo a implantação das avenidas marginais, que hoje se encontra incompleto. Atualmente, a conclusão deste sistema, da forma como foi concebido e projetado foi inviabilizada por entrar em conflito com as APP's dos córregos que cortam a cidade.

A Figura 16 mostra o mapa da cidade com as principais micro-bacias hidrográficas urbanas e os trechos executados e não executados do anel viário de 1970.

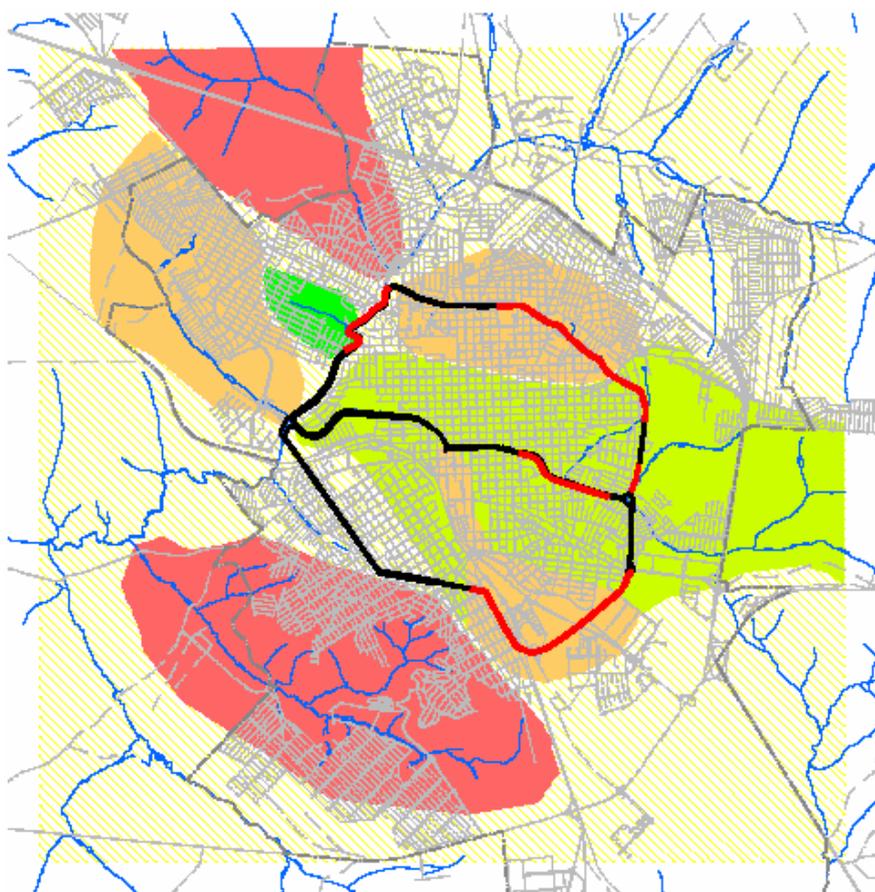


Figura 16: As principais micro-bacias urbanas e anel viário proposto em 1970 (em preto trecho executado e em vermelho trecho não executado).

Fonte: PMSC (2002)

Quanto à geologia da região, o município de São Carlos encontra-se na Bacia Sedimentar do Paraná, sobre as rochas do Grupo São Bento, constituídas essencialmente pelos derrames de efusivas Basálticas (Formação Serra Geral) e pelos arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia, circundados por extensas áreas de arenitos da Formação Bauru (FAZANO, 2001).

Os solos do município de São Carlos são caracterizados pela alta permeabilidade, sendo constituídos, em sua maioria, por zonas de latossolo-vermelho-amarelo e de areia quartzosa profunda, com característica arenosa (PMSC, 2002).

O clima da região é classificado, de acordo com o sistema de Wladimir Köppen, como sendo do tipo Cwa, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, sendo que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18° C e a do mês mais quente ultrapassa 22° C. Existe nítida diferenciação entre a estação seca, de maio a setembro, e a chuvosa, de outubro a abril (FAZANO, 2001).

O cerrado é a vegetação original do município, apresentando uma fisionomia que varia desde campo cerrado até cerradão. Porém, tal vegetação encontra-se atualmente reduzida a alguns poucos fragmentos florestais.

O pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), árvore-símbolo, nativa da cidade, lhe atribuiu no passado o nome de “São Carlos do Pinhal”, mas é hoje pouco encontrada na área urbanizada e em seu entorno.

São Carlos ainda não possui legislação específica (municipal) que regulamente a forma de ocupação das áreas de fundo de vale, mas, atualmente, ONG's ambientais e a própria Prefeitura Municipal vêm trabalhando no sentido de regulamentar o uso e ocupação do solo e recuperar ambientalmente os recursos hídricos da cidade.

A falta de áreas verdes e espaços livres públicos de lazer também é uma constante. É notável a enorme carência de espaços dessa natureza, principalmente espaços projetados adequadamente para suprir as demandas de sua população.

4.2.1. Histórico do uso e ocupação do solo

A ocupação das terras que hoje constituem o município de São Carlos teve início, de acordo com Amador (1990) apud Lavandeira (1999), em meados do século XVIII, com uma das rotas de desbravamento do interior do território nacional, chamada de “Picadão de Cuiabá”. Esta rota proporcionou a formação de pequenos

núcleos ao longo dos rios Tietê e Piracicaba, que deram origem a cidades como São Carlos, Rio Claro, Araraquara, Piracicaba, entre outras. Esses aglomerados, chamados de “cidades empório”, possuíam o papel de abastecimento das tropas, tendo vida sazonal em função do movimento das mesmas.

Conforme vários autores, a área atual do município era composta por 3 grandes sesmarias: a Sesmaria do Pinhal de 1781, a Sesmaria do Monjolinho de 1810 (onde se localiza atualmente a cidade) e a Sesmaria do Quilombo de 1812.

Durante as primeiras décadas, a agropecuária permitiu o rápido povoamento da área rural. Posteriormente, o cultivo do café trouxe o crescimento da povoação, que se transformou em vila integrada ao município de Araraquara em agosto de 1833 (MARQUES, 1986).

Em 1865 a vila transformou-se em município, “São Carlos do Pinhal” e, com a implantação da ferrovia no estado de São Paulo, cresceu o acesso e a comunicação entre as cidades, favorecendo seu crescimento e desenvolvimento econômico. Em São Carlos a ferrovia foi inaugurada em 1884 e ligava a cidade a Rio Claro.

As primeiras atividades industriais também surgiram com a economia do café, no início do século XX, incentivando o processo de urbanização.

É relevante ressaltar fato comum na implantação da malha inicial das cidades da região, comentado por diversos autores: a desconsideração pela topografia dos territórios, com a sobreposição da malha ortogonal sobre o terreno, nem sempre adequado a tal traçado.

Em São Carlos, o início da ocupação, com a implantação dos primeiros equipamentos, deu-se às margens do córrego do Gregório, região com declividade bastante acentuada, não considerada pela malha viária quadrangular implantada.

A partir desse núcleo inicial às margens do Gregório, de acordo com Marques (1986), a cidade teve a sua primeira expansão definida pelo eixo central norte-sul da avenida São Carlos. Partindo daí, deu-se também a expansão no sentido leste-oeste, surgindo no início do século XX, os primeiros loteamentos afastados do centro. A partir da década de 30 começa uma segunda fase de expansão urbana, surgindo diversos loteamentos que já não respeitam o traçado ortogonal original. A década de 50 foi marcada pela expansão para o norte e leste e nas décadas de 60 e 70 aumenta a ocupação próxima aos córregos, hoje inseridos no perímetro urbano (Figura 24).

Para a PMSC (2002), foi a partir dos anos 70 que o conflito entre a expansão urbana e as áreas ambientalmente frágeis se acentuou, principalmente com implantação das vias marginais e a invasão de áreas de proteção ambiental à beira dos córregos. Nos anos 80 pode-se destacar a consolidação das áreas de periferia. Em 30 anos, de 1970 até 2000, dobraram a população e a área de ocupação do território. Hoje, os vetores de expansão estão pressionando áreas que exigem muitos cuidados para ocupação, tais como os mananciais de abastecimento e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Corumbataí.

Segundo Lavandeira (1999), o conjunto urbano, de espaços localizados perifericamente, foi resultado da ocupação rápida e desordenada e da desvinculação do processo de expansão com a malha urbana pré-existente. Esse processo gerou baixos níveis de densidade populacional, vazios urbanos, localizações desvalorizadas e altos custos na implantação de serviços públicos. A autora destaca que o crescimento da cidade tem sido resultado dos interesses do capital imobiliário, principais determinantes da direção da ocupação urbana e do tipo de expansão físico-territorial.

Atualmente, excluindo-se as áreas de preservação ambiental e aquelas suscetíveis à erosão, 20% do total da área urbana passível de ocupação encontra-se desocupada, mesmo possuindo infra-estrutura. Enquanto estas áreas permanecem vazias para especulação imobiliária, a expansão da ocupação tem se dado em regiões cada vez mais distantes e ambientalmente frágeis (PMSC, 2002).

A Figura 17 mostra a expansão da área urbana de São Carlos de 1940 até 2002.

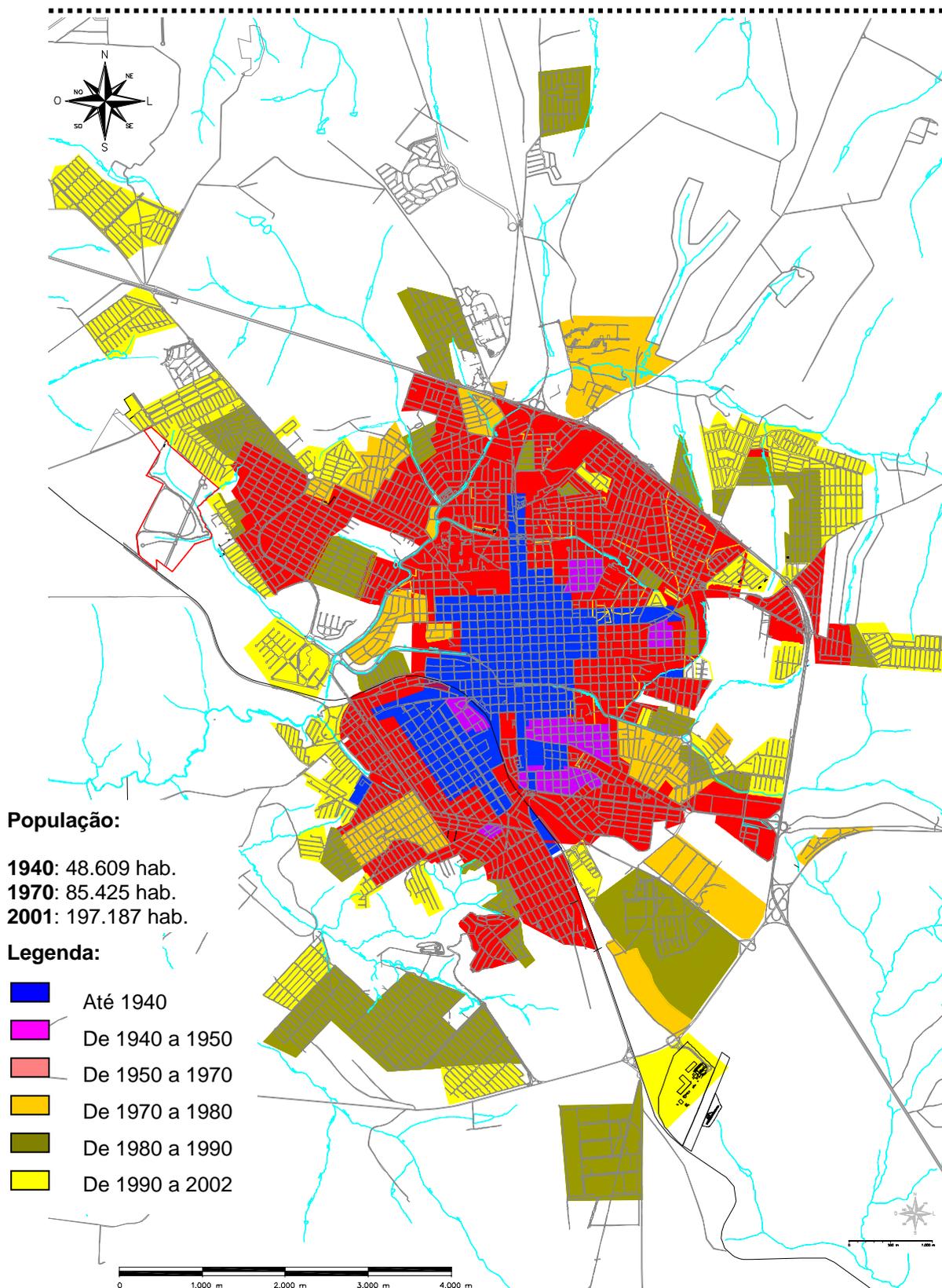


Figura 17: Expansão urbana da cidade de São Carlos de 1940 a 2002.
Fonte: PMSC (2002)

4.3. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO MONJOLINHO

A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho (Figura 18), de acordo com Espíndola *et al.* (2000), abrange aproximadamente 275Km², com a maior parte de sua área contida no município de São Carlos e uma pequena parcela correspondendo ao município de Ibaté. Essa sub-bacia integra a bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu, sendo este um dos importantes afluentes da margem direita do rio Tietê.

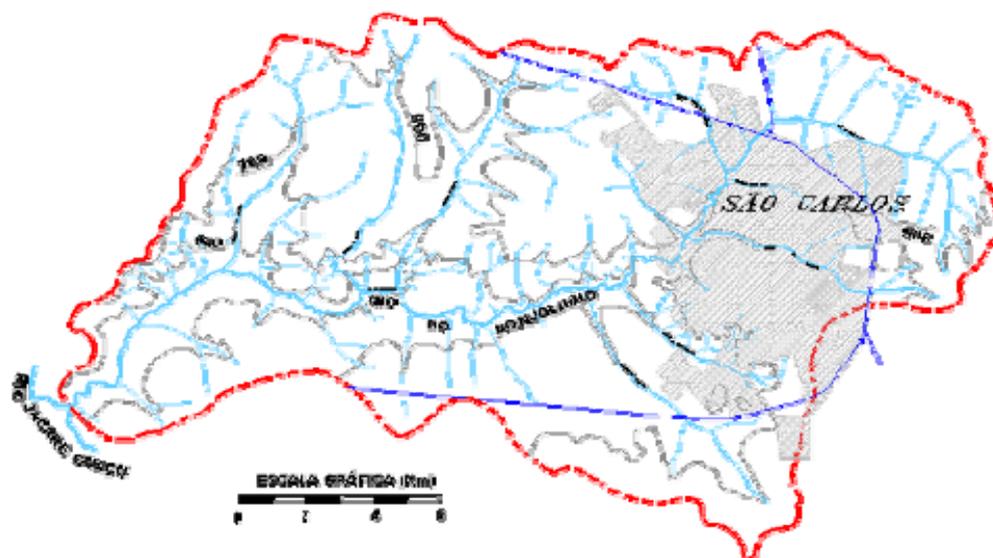


Figura 18: Bacia Hidrográfica do rio do Monjolinho.
Fonte: <http://www.cdcc.sc.usp.br> (acessado em 2003)

Ainda segundo os autores, o rio do Monjolinho possui uma extensão de aproximadamente 43,25Km, nascendo a leste do município de São Carlos, na cota de 900m, percorrendo o sentido leste-oeste e originando uma ampla planície de inundação. Na área urbana recebe contribuições de diversos tributários, como o córrego do Mineirinho, e também de águas residuárias, as quais são originárias de esgotos sanitários e despejos provenientes de indústrias. Após o centro urbano, o rio percorre áreas rurais e, ao encontrar o substrato basáltico, adquire aspecto encachoeirado, que conserva até desembocar no rio Jacaré-Guaçu, na cota 543m, representando um desnível de 357m em relação à sua nascente.

Uma das características mais marcantes da ocupação de seu fundo de vale é o desenvolvimento urbano de São Carlos e, conseqüentemente, os impactos decorrentes dessas atividades.

As áreas marginais ao rio começaram a ser urbanizadas a partir da década de 50 e hoje se encontram extremamente comprometidas. Com partes do rio retificadas e outras canalizadas, sua ocupação envolve a presença de diversos loteamentos e do sistema de vias marginais da cidade, que foi construído desrespeitando, em muitos trechos, as APP's ao longo dos cursos d'água.

No trecho próximo à Universidade Federal de São Carlos, em direção às suas nascentes principais (Foto 01), o rio ainda conserva algumas características naturais, não se encontrando canalizado e possuindo faixas de mata ciliar, que, todavia, já estão bastante modificadas.

A área mais crítica ambientalmente está localizada próxima ao Shopping Center Iguatemi (Foto 04), onde o rio do Monjolinho recebe as contribuições dos córregos do Gregório e do Mineirinho. Neste local enchentes e inundações são constantes, trazendo o desmoronamento das margens do rio e prejuízos constantes à cidade.

Alguns trechos do rio do Monjolinho podem ser visualizados nas Fotografias 01 a 06.



Foto 01: Rio do Monjolinho próximo a uma de suas nascentes.

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)



Foto 02: Rio do Monjolinho no início da área urbana.

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)



Foto 03: Rio do Monjolinho próximo ao cartódromo - sistema de vias marginais e loteamentos.

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2002)



Foto 04: Rio do Monjolinho próximo ao shopping - sistema de vias marginais.

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2002)



Foto 05: Rio do Monjolinho saindo da área urbana.

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2002)

Foto
Jacar
Fonte

4.4. CÓRREGO DO MINEIRINHO

4.4.1. Aspectos gerais

O córrego do Mineirinho, afluente do rio do Monjolinho, encontra-se hoje, em grande medida, já inserido no perímetro urbano do município de São Carlos (Figura 19).



Figura 19: Córrego do Mineirinho, rio do Monjolinho e área urbana de São Carlos.

Fonte: Imagem do satélite SPOT 5 – 15/06/2003

A ocupação de seu fundo de vale ainda não é tão intensa como no caso do rio do Monjolinho, estando o recurso hídrico, em alguns trechos, menos comprometido.

O córrego possui três nascentes principais. Duas delas estão completamente inseridas na malha urbana e a outra se encontra dentro do perímetro

do campus II da USP¹⁸ (em implantação em 2004). No interior do campus também está localizada uma nascente intermitente.

Após as nascentes, seu fundo de vale possui vários trechos não ocupados, com presença de mata ciliar, porém já muito modificada. Em outros trechos o córrego passa próximo a loteamentos de baixa renda, onde se percebe a existência de impactos negativos como a presença de resíduos sólidos nas margens, vegetação nativa bastante modificada e algumas ocupações já bem próximas ao leito do córrego.

Antes de desaguar no rio do Monjolinho, o córrego permeia uma grande gleba antes pertencente, em sua totalidade, à empresa *Faber Castell*, onde existem áreas de reflorestamento, os condomínios fechados Parque Faber I e Parque Faber II (em construção em 2004) e o Shopping Center Iguatemi. Nas adjacências do shopping existe um trecho de via marginal ao córrego do Mineirinho, que, todavia, conserva certa distância de seu leito, respeitando a APP.

4.4.2. Uso e ocupação do solo

O entorno do córrego do Mineirinho começou a ser urbanizado na década de 70, com a implantação do loteamento Parque Santa Felícia Jardim. Porém, a maior parte da ocupação deu-se a partir da década de 90.

De acordo com a PMSC (2002), de 1991 a 2000, a população dos loteamentos próximos à área teve acréscimo de mais de 80%.

Atualmente, destacam-se na região os loteamentos de baixa renda: Parque Sisi, Parque Iguatemi, Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli, São Carlos III, Núcleo Residencial Lourival Maricondi (São Carlos IV), Conjunto Habitacional Arnon de Melo (São Carlos V) e o Loteamento Social Santa Angelina (Figura 22).

Um importante indutor de urbanização na região foi o Shopping Center Iguatemi, também inaugurado na década de 90 (1996). Junto a este foi iniciada a implantação de uma grande área de condomínios residenciais fechados, dos quais o Parque Faber I foi o primeiro. Foram previstos vários condomínios e edifícios de apartamentos de alto padrão, sendo que o segundo residencial já se encontra em construção (2004).

O campus II da USP, cuja implantação foi iniciada em 2002, será mais um vetor de crescimento de grande importância para a área.

¹⁸ Universidade de São Paulo.

Assim, é possível ressaltar que a utilização do solo nas proximidades do córrego do Mineirinho é marcada por grandes contrastes, principalmente no que diz respeito às características sócio-econômicas da população que lá reside.

As Figuras 20 e 21 mostram a radical mudança no uso e ocupação do solo da região entre os anos de 1965 e 1998.

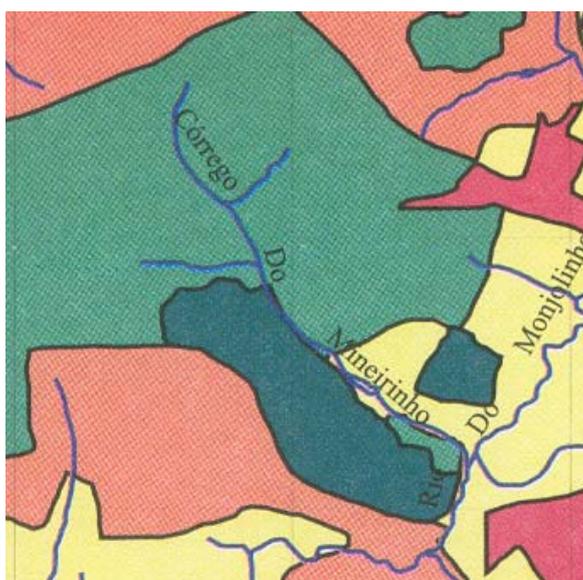


Figura 20: Uso e ocupação do solo da área próxima ao córrego do Mineirinho em 1965.

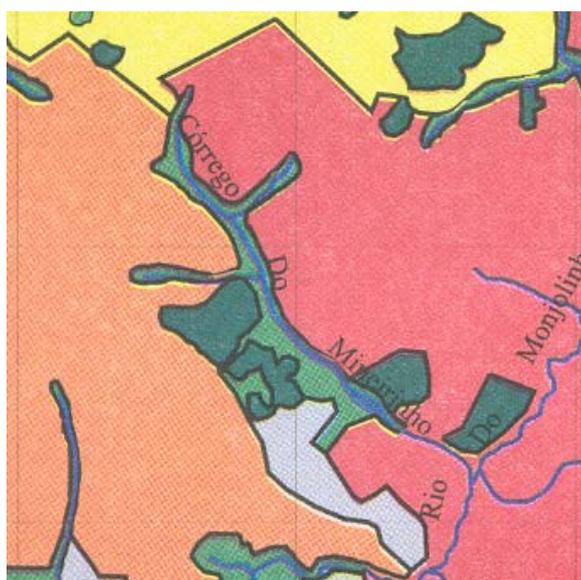


Figura 21: Uso e ocupação do solo da área próxima ao córrego do Mineirinho em 1998.

Legenda:

- Vegetação nativa
- Reflorestamento
- Cana-de-açúcar
- Pastagem cultivada
- Capoeira
- Área urbana de São Carlos

Fonte: Modificado de Espíndola *et al.* (2000).

Observando-se as Figuras 20 e 21 nota-se a intensa retirada, no período estudado, da grande massa de vegetação nativa existente em 1965, restando, em 1998, somente as faixas de mata ciliar ao córrego e uma ou outra pequena área. Percebe-se também a diminuição da faixa de reflorestamento (pertencente à empresa *Faber Castell*) existente junto ao córrego em 1965, com a manutenção de apenas

alguns fragmentos. Outra transformação deu-se nas extensões de pastagem cultivada, que desapareceram próximo ao rio do Monjolinho, mas aumentaram em outras partes.

Também foi possível observar que as áreas de vegetação e também as de pastagem cultivada foram substituídas, fundamentalmente, pela área urbana de São Carlos e pela cultura de cana de açúcar, que avançou muito no período, sendo, atualmente, o principal produto agrícola da região.

Tais modificações no uso e ocupação do solo possuem potencial para provocar diversos impactos ambientais, como o aumento vertiginoso do escoamento superficial na região, principalmente devido à substituição das áreas vegetadas por áreas urbanas impermeabilizadas e, em menor escala, pelo cultivo de cana-de-açúcar. Em consequência, a erosão também aumenta, sendo que a cana-de-açúcar, por ser um cultivo temporário, deixa o solo bastante vulnerável à intensa erosão provocada pela água.

Outro impacto potencial é o aumento do carreamento de sedimentos para o córrego do Mineirinho, provocando seu assoreamento. Vale lembrar que as faixas de mata ciliar restantes possuem papel fundamental, como já visto anteriormente, na proteção deste curso d'água.

Ao contrário de outros córregos na cidade de São Carlos, no caso do córrego do Mineirinho, as APP's foram, em grande parte, respeitadas. Porém, muitos trechos de APP's encontram-se consideravelmente degradados.

É importante salientar que, apesar de apresentar uma ocupação incipiente se comparado ao trecho urbano do rio do Monjolinho, este fundo de vale sofre pressões de ocupação em todo o seu percurso, pois são vários os empreendimentos em implantação na área de seu entorno.

É necessário que esta ocupação se faça de maneira planejada, respeitando as características naturais ainda existentes e recuperando as já degradadas, de maneira a evitar a complicada situação ambiental de outros cursos d'água da cidade de São Carlos.

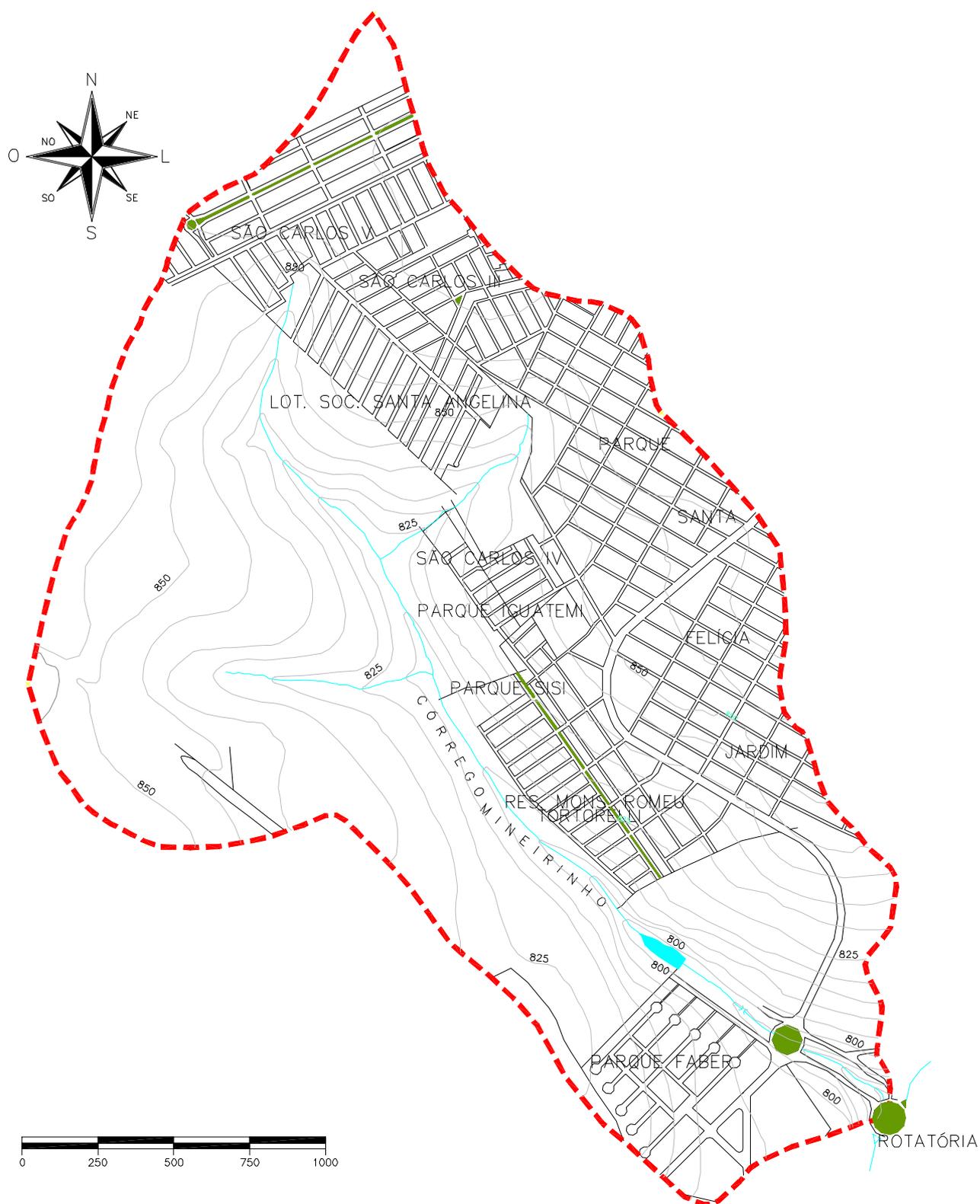


Figura 22: Bacia hidrográfica do Córrego do Mineirinho.
Fonte: Modificado de CDCC-USP (2004)

4.4.3. Características naturais

O Quadro 03 abaixo apresenta as principais características da micro-bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.

Quadro 03: Características da micro-bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho.

Área	5,8545 Km ²
Perímetro	10,869 Km
Comprimento axial	4,283 Km
Largura média	1,367 Km
Comprimento total dos cursos d'água	5,128 Km
Densidade de drenagem	0,876 Km/Km ²
Comprimento do curso d'água principal	3,694 Km
Extensão média do escoamento superficial	0,396 Km
Desnível topográfico máximo	91 m
% de área urbanizada	40 %
% canal modificado	0 %

Fonte: <http://www.baciaescola.hpg.com.br> (acessado em 2003)

4.4.4. Caracterização geral dos loteamentos do entorno

Visando fornecer subsídios para o diagnóstico do uso e ocupação do solo no fundo de vale do córrego do Mineirinho, os Quadros 04 a 12 trazem os principais dados referentes aos loteamentos de seu entorno.

Quadro 04: Caracterização do loteamento Parque Santa Felícia Jardim.

Loteamento	PARQUE SANTA FELÍCIA JARDIM
Data de aprovação	1968
Densidade demográfica (2000)	50 a 100 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de até 30% / 31 a 50%
Renda	-
Padrão habitacional	edificação de padrão baixo / edificação popular com origem de ocupação espontânea
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	trechos de coletores com problemas / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial com comércio e serviços
Equip. de educação	1 equipamento estadual
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade

Quadro 05: Caracterização do loteamento São Carlos III.

Loteamento	SÃO CARLOS III
Data de aprovação	1986
Densidade demográfica (2000)	100 a 200 hab/ha
Acréscimo / decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	-
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	trechos de coletores com problemas / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial com comércio e serviços
Equip. de educação	2 equipamentos (1 municipal e 1 estadual)
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade

Quadro 06: Caracterização do loteamento Núcleo Lourival Maricondi (São Carlos IV).

Loteamento	NÚCLEO RESIDENCIAL LOURIVAL MARICONDI (SÃO CARLOS IV)
Data de aprovação	1988
Densidade demográfica (2000)	50 a 100 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	10 a 70% de chefes com renda de até 3 SM
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	coletado / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade

Quadro 07: Caracterização do loteamento Parque Sisi.

Loteamento	PARQUE SISI
Data de aprovação	1989
Densidade demográfica (2000)	50 a 100 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	10 a 70% de chefes com renda de até 3 SM
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	trechos de coletores com problemas / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	5 a 7 anos de escolaridade

Quadro 08: Caracterização do loteamento Parque Faber I.

Loteamento	PARQUE FABER I
Data de aprovação	1991
Densidade demográfica (2000)	até 50 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	70% ou mais chefes com renda de mais de 10 SM
Padrão habitacional	edificação de alto padrão
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem satisfatória
Sistema de esgoto	coletado / sem tratamento
Abastecimento de água	região com abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de mais de 11 anos de escolaridade

Quadro 09: Caracterização do loteamento Conjunto Habitacional Arnon de Melo.

Loteamento	CONJUNTO HABITACIONAL ARNON DE MELO (SÃO CARLOS V)
Data de aprovação	1993
Densidade demográfica (2000)	até 50 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	70% ou mais de chefes com renda de até 3 SM
Padrão habitacional	edificação de padrão baixo / edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / mais de 50% com drenagem / drenagem satisfatória
Sistema de esgoto	trechos de coletores com problemas / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade / menos de 5 anos

Quadro 10: Caracterização do loteamento Parque Iguatemi.

Loteamento	PARQUE IGUATEMI
Data de aprovação	1996
Densidade demográfica (2000)	50 a 100 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	50 a 70% de chefes com renda de até 3 SM
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	trechos de coletores com problemas / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade

Quadro 11: Caracterização do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.

Loteamento	RESIDENCIAL MONSENHOR ROMEU TORTORELLI
Data de aprovação	1995
Densidade demográfica (2000)	até 50 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	-
Renda	-
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	drenagem insuficiente / menos de 50% com drenagem
Sistema de esgoto	interceptor existente / sem tratamento de esgotos
Abastecimento de água	região com abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de 7 a 9 anos de escolaridade

Quadro 12: Caracterização do Loteamento Social Santa Angelina.

Loteamento	LOTEAMENTO SOCIAL SANTA ANGELINA
Data de aprovação	1997
Densidade demográfica (2000)	até 50 hab/ha
Acréscimo/ decréscimo populacional (1991/2000)	acréscimo de mais de 80%
Renda	50 a 70% de chefes com renda de até 3 SM
Padrão habitacional	edificação popular
Infra-estrutura	
Drenagem	região sem drenagem
Sistema de esgoto	coletado / sem tratamento
Abastecimento de água	região com problema de abastecimento
Uso do solo	predominantemente residencial
Equip. de educação	não possui
Anos de escolaridade	média de 5 a 7 anos de escolaridade

Fontes: Dados obtidos junto à Prefeitura Municipal de São Carlos, Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano (2004) / PMSC (2002)

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1. ETAPAS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Para que pudessem ser alcançados os objetivos definidos, o trabalho foi organizado em cinco etapas principais:

- Etapa 1: Embasamento teórico.
- Etapa 2: Estudo de critérios ambientais.
- Etapa 3: Elaboração do método de avaliação da ocupação.
- Etapa 4: Aplicação do método ao objeto de estudo.
- Etapa 5: Discussão dos resultados.

5.1.1. Etapa 1: Embasamento teórico

Foi realizado o estudo bibliográfico pertinente ao tema proposto, envolvendo múltiplas disciplinas, visando o embasamento teórico do trabalho e a conceituação dos principais termos utilizados.

Esta fase contou com:

- Visitas a bibliotecas para consultas a livros de temas específicos e áreas afins, periódicos, anais de congressos nacionais e internacionais, teses e dissertações, bancos de dados, etc. As principais bibliotecas consultadas foram: Biblioteca Comunitária da UFSCar, Biblioteca da EESC-USP, Biblioteca do CRHEA-EESC-USP, Biblioteca da Graduação FAU-USP, Biblioteca da Pós-Graduação FAU-USP.
- Consulta a bases de dados referenciais disponíveis nas bibliotecas ou através da *Internet*.
- Consulta a informações disponíveis na *Internet* como *sites* de interesse para a pesquisa, *sites* de busca, bancos de dados, etc.
- Consulta a pesquisadores da área.

As principais áreas que contribuíram para o embasamento teórico foram:

- Hidrologia e hidráulica.
- Drenagem urbana.

- Geomorfologia fluvial.
- Planejamento urbano.
- Áreas verdes e espaços livres urbanos.
- História do saneamento no Brasil.
- Planejamento de recursos hídricos.
- Planejamento ambiental.
- Caracterização bio-geo-física das áreas de fundo de vale.
- Legislação ambiental brasileira voltada à questão da ocupação dos fundos de vale.
- Sustentabilidade ambiental.
- Recuperação de cursos d'água.
- Métodos de avaliação de impactos ambientais.
- História da cidade de São Carlos.
- Projetos já realizados envolvendo o disciplinamento do uso e ocupação do solo em áreas de fundo de vale.

Vale ressaltar que o grande número de áreas pesquisadas decorre da interdisciplinaridade do tema da pesquisa e que nem todas foram profundamente estudadas.

Esta etapa também contou com a análise crítica da bibliografia estudada, gerando discussões sobre os temas de maior relevância.

5.1.2. Etapa 2: Estudo de critérios ambientais

Como resultado preliminar do estudo realizado, foi possível a identificação de três tipologias de ocupação de fundos de vale, comumente encontradas em cidades brasileiras, e a sistematização de material iconográfico sobre elas. Utilizando-se o método de matrizes de interação (“Matriz de Leopold”) foram avaliados os potenciais impactos decorrentes dessas tipologias para o ambiente.

A partir da discussão gerada, fundamentando-se no embasamento teórico e na coleta de dados para o estudo de caso, foram formulados 12 critérios ambientais, tendo como meta auxiliar o planejamento de futuras ocupações.

Estes critérios foram justificados pela própria pesquisa, definindo-se os porquês de sua importância ambiental. Cada um deles forneceu parâmetros físicos, biológicos ou antrópicos, incorporados ao método de avaliação.

Seguem abaixo os critérios ambientais propostos:

I - Valorizar a ocupação de fundos de vale com funções compatíveis com possíveis inundações, tais como:

- Áreas verdes e áreas de lazer para a população: bosques, jardins, hortos, parques, praças, áreas esportivas, ciclovias, etc.
- Áreas para eventos itinerantes (de maneira a utilizar a área apenas na época da seca): feiras, circos, exposições.
- Áreas para hortifruticultura (tomando-se as devidas precauções sanitárias).
- Áreas para retenção de água: lagos, represas, reservatórios (“piscinões”).

II - Evitar ao máximo a impermeabilização dessas áreas, de modo a favorecer a infiltração, se necessário fazer a utilização de pavimentos permeáveis.

III - Valorizar a manutenção da mata ciliar nas áreas verdes. No caso de recuperação de áreas degradadas, valorizar o repovoamento com espécies nativas.

IV - Buscar a interconectividade das áreas verdes, favorecendo a manutenção da biodiversidade, na medida em que facilita o fluxo de espécies entre os fragmentos de vegetação criando corredores ecológicos.

V - Garantir a qualidade da água do curso d’água, certificando-se de que é compatível com o tipo de ocupação pretendida para o fundo de vale.

VI - Reconhecer que o ciclo hidrológico deve ser incorporado à forma como são ocupados os fundos de vale e a cidade como um todo.

VII – Considerar o fator topografia como fundamental para a definição do tipo de ocupação. Evitar alterações drásticas e a modificação dos cursos d’água (retificação, canalização, tamponamento, construção de diques, obstruções, estrangulamentos).

VIII - No caso de situações onde haja a necessidade imprescindível de ocupações com impermeabilização implícita, respeitar os afastamentos mínimos do leito do curso d’água, definidos pelo Código Florestal ou por legislação competente.

IX - Reconhecer que o planejamento das áreas de fundo de vale deve estar aliado ao planejamento de toda a bacia hidrográfica na qual este está inserido.

X - Cuidar para que os tipos de ocupação, do fundo de vale até as áreas mais urbanizadas, se sucedam de forma gradual quanto à porcentagem de permeabilidade do solo. Ou seja, quanto mais próximos do fundo de vale, os loteamentos devem possuir maiores taxas de permeabilidade do solo.

XI - Estimular, a partir da definição de usos, a volta da convivência da população urbana com os fundos de vale e cursos d'água, reconhecendo que a educação ambiental está intimamente relacionada com a identificação e valorização desses espaços pela população;

XII - Buscar, através dessa valorização dos fundos de vale, a melhoria da qualidade estética e paisagística das áreas urbanas.

5.1.3. Etapa 3: Elaboração do método de avaliação da ocupação

Realizada a partir do estudo sobre métodos de avaliação de impactos ambientais existentes na literatura, esta etapa foi baseada nos já mencionados parâmetros gerados.

Dos 12 critérios de ocupação desenvolvidos, foram extraídos 15 parâmetros para avaliação, subdivididos de acordo com o grau de proximidade com o critério, o que define sua pontuação.

O Quadro 13 mostra na primeira coluna, o número do critério, e na segunda, o(s) parâmetro(s) gerado(s) por este. A terceira coluna compreende as subdivisões de cada parâmetro e a quarta, as pontuações atribuídas, variando de 1 a 5, sendo 2, 3 e 4 os valores intermediários.

O valor 5 significa a situação ideal, sem impactos negativos para o ambiente (dificilmente encontrada em núcleos urbanos) e/ou a correspondência máxima ao critério. Já a pontuação 1 indica os maiores impactos negativos e/ou o maior distanciamento em relação ao critério.

A partir daí, foi criada uma ficha para avaliação de trechos de fundo de vale (Quadro 14) com características homogêneas de ocupação. Esta ficha é composta por uma tabela na qual os parâmetros, subdivididos (primeira coluna), são relacionados a suas diferentes pontuações (segunda coluna). Ao lado da coluna de pontuação, foi reservada uma coluna para o preenchimento e outra para os

comentários mais significativos.

O uso da pontuação permite posteriores comparações entre diversos trechos de um mesmo curso d'água ou até mesmo entre diferentes cursos d'água. A nota mínima a ser atribuída a um trecho é 16 e a máxima é 75 pontos.

A ficha foi elaborada para preenchimento em campo através da observação e conversas com os moradores das proximidades, com auxílio de informações adicionais provenientes de mapas, fotos aéreas, dados obtidos junto a órgãos governamentais, etc.

Também é fundamental a realização de diagnóstico fotográfico do trecho avaliado, para análises posteriores.

O uso desse método significa a verificação do nível de aproximação entre os critérios desenvolvidos e a ocupação urbana do fundo de vale avaliado.

É importante salientar que a cada mudança de características homogêneas deve ser feita uma nova avaliação e, portanto, vários trechos devem ser contemplados para se obter um diagnóstico da ocupação do fundo de vale.

Também é imprescindível dizer que uma avaliação minuciosa deveria contar com a colaboração de uma equipe de especialistas de várias disciplinas e que o que se pretende aqui, ao aplicar o método a um estudo de caso, é obter apenas uma avaliação geral da condição da área.

Quadro 13: Os critérios ambientais de ocupação gerando parâmetros.

Critério	Parâmetro(s) gerado(s)	Subdivisão do Parâmetro	Pontuação
I	1. tipo de ocupação do fundo de vale	sem ocupação antrópica	5
		área verde ¹⁹	4
		caminho / trilha sem asfaltamento	4
		hortifruticultura	3
		retenção de água	3
		eventos itinerantes	3
		pecuária/pastagem	3
		agricultura	2
		loteamentos / edificações	2
		ruas / avenidas marginais	2
		assentamentos informais	1
II	2. permeabilidade do solo	ausência de impermeabilização	5
		menos de 25% impermeabilizado	4
		25 a 50% impermeabilizado	3
		50 a 75% impermeabilizado	2
		mais de 75% impermeabilizado	1
III	3. presença de mata ciliar nativa	presença de mais de 75%	5
		presença de 50 a 75%	4
		presença de 25 a 50%	3
		presença de menos de 25 %	2
		ausência de mata ciliar	1
	4. presença de áreas reflorestadas	presença de mais de 75%	5
		presença de 50 a 75%	4
		presença de 25 a 50%	3
		presença de menos de 25 %	2
		ausência de áreas reflorestadas	1
IV	5. interconectividade	presença muitos trechos conectados	5
		presença poucos trechos conectados	3
		ausência de trechos conectados	1
V	6. qualidade da água do curso d'água (Classificação) ²⁰	Classe 1	5
		Classe 2	4
		Classe 3	3
		Classe 4	2
VI	7. enchentes e inundações urbanas	ausência de enchentes e inundações	5
		presença de inundações esporádicas	4
		presença de enchentes esporádicas	3
		presença de inundações periódicas	2
		presença de enchentes periódicas	1
	8. assoreamento do curso d'água	ausência de assoreamento	5
		presença poucos trechos assoreados	3
		presença muitos trechos assoreados	1
	9. erosão das margens do curso d'água	ausência de erosão	5
		presença de poucos pontos erodidos	3
		presença de muitos pontos erodidos	1
VII	10. alteração da topografia	ausência de alteração	5
		presença de poucos trechos alterados	3

¹⁹ Parque, área de lazer, área esportiva, bosque, etc.²⁰ De acordo com o Decreto Estadual n° 8468, 08/09/1976.

		presença de muitos trechos alterados	1
	11. modificação do curso d'água	sem modificações	5
		obstruções no canal ²¹	4
		estrangulamentos	3
		diques	3
		retificação	2
		canalização	2
		tamponamento	1
VIII	12. respeito à legislação incidente ²²	atende à legislação	5
		não atende à legislação	1
IX e X	13. permeabilidade da bacia hidrográfica	ausência de impermeabilização	5
		menos de 25% impermeabilizada	4
		25 a 50% impermeabilizada	3
		50 a 75% impermeabilizada	2
		mais de 75% impermeabilizada	1
XI	14. grau de identif./valorização pela população	alto	5
		médio	3
		baixo	1
XII	15. qualidade estética e paisagística	alta	5
		média	3
		baixa	1

²¹ Resíduos sólidos.

²² Código Florestal (Lei Federal nº 4.771, 15/09/65).

Quadro 14: Ficha de avaliação da ocupação de trechos de fundos de vale.

Curso d'água:			
Trecho avaliado:			
Usos da água:			
Largura do curso d'água no trecho:			
Profundidade do curso d'água no trecho:			
Data da coleta de dados:			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4		
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2		
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3		
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4		
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5		
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		

Parâmetro	Pontuação		Comentários
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3		
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3		
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3		
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5		
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3		
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3		
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3		
baixa	1		
Pontuação total			

Fonte: Baseado em Callisto *et al.* (2002).

5.1.4. Etapa 4: Aplicação do método ao objeto de estudo

Após a seleção da área, foi realizada a caracterização geral da mesma, baseada em visitas a campo, diagnóstico fotográfico e estudo bibliográfico.

Para a aplicação do método de avaliação ao objeto de estudo foi necessária a subdivisão deste em trechos.

A divisão foi feita de acordo com a observação (em campo e a partir de mapas e fotos aéreas) das principais características de ocupação das margens do córrego, tendo como objetivo a obtenção de trechos homogêneos.

Foram estabelecidos 10 trechos e demarcadas faixas marginais de 50m de largura, partindo-se do talvegue do curso d'água para um lado e para outro. A demarcação de tais faixas foi realizada apenas para que se estabelecesse um limite para a análise da ocupação, não coincidindo, necessariamente, com o limite do fundo de vale, o qual é definido pela topografia.

A aplicação do método foi feita através das fichas de avaliação, levadas a campo para preenchimento no local. O percurso do córrego foi todo realizado a pé, sendo possível a observação detalhada dos aspectos a serem analisados e a realização de diagnóstico fotográfico. As informações que não puderam ser obtidas no local, como a qualidade da água, por exemplo, foram colhidas com a prefeitura ou através de trabalhos científicos.

A Figura 23 traz o mapa da região de estudo, sobreposto a uma foto aérea da área, onde podem ser visualizados os 10 trechos, assim como seu entorno.

Os limites estabelecidos para cada trecho são dados a seguir:

- **Trecho 1:** do deságüe do córrego do Mineirinho no rio do Monjolinho (rotatória do Cristo) à rotatória de acesso ao Shopping Center Iguatemi.
- **Trecho 2:** da rotatória de acesso ao Shopping Center Iguatemi ao final da rua Passeio das Magnólias (acompanhando o muro do Parque Faber I).
- **Trecho 3:** do final da rua Passeio das Magnólias até o início do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.
- **Trecho 4:** do início ao fim do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.
- **Trecho 5:** acompanha o campus II da USP até a nascente do córrego.
- **Trecho 6:** do final do loteamento Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli ao final do loteamento Parque Iguatemi, acompanhando o campus II da USP.

- **Trecho 7:** córrego Santa Fé até o início do Loteamento Social Santa Angelina / final do campus II da USP.
- **Trecho 8:** córrego Santa Fé do início do Loteamento Social Santa Angelina / final do campus II da USP, até a nascente no loteamento Parque Santa Felícia Jardim.
- **Trecho 9:** acompanha o campus II da USP até o Loteamento Social Santa Angelina.
- **Trecho 10:** do Loteamento Social Santa Angelina até a nascente no loteamento São Carlos V.



Figura 23: Mapa sobreposto a foto aérea da área de estudo

Fontes: Modificado de – PMSC, Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano (mapa, 2004) / SAAE-São Carlos (foto aérea, 1998).

5.1.5. Etapa 5: Discussão dos resultados

A análise dos resultados obtidos com a avaliação possibilitou a obtenção de um diagnóstico da situação de cada trecho, sendo identificadas suas principais características e vocações.

Também foram elaborados gráficos comparando os resultados da pontuação dada aos diversos parâmetros avaliados.

Partindo desse material foram sugeridas algumas alternativas ambientalmente adequadas para a ocupação dessas áreas ou, no caso de degradação ambiental acentuada, sua recuperação.

6. ESTUDO DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA DE FUNDOS DE VALE

6.1. ASPECTOS GERAIS

Retomando o que foi dito anteriormente, a forma como tem se dado a ocupação urbana, notadamente quando se fala de áreas de fundo de vale, desrespeita em muitos aspectos os processos naturais, gerando uma cadeia de impactos ambientais.

Tal cadeia passa pela impermeabilização do solo, alterações na topografia, erosão das margens e assoreamento de cursos d'água, perda de matas ciliares, diminuição da biodiversidade, aumento do escoamento superficial entre outros.

Assim, destacam-se entre os principais efeitos negativos decorrentes desse processo, as modificações na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos. Estas mudanças acabam acarretando também a degradação da qualidade de vida da população, trazendo diversos tipos de problemas a serem enfrentados, tais como: as dificuldades na captação de água adequada para abastecimento, o aumento dos custos com tratamento de água e esgoto, a escassez de água, as doenças de veiculação hídrica, etc.

Outro exemplo emblemático são as enchentes e inundações urbanas, muito ligadas aos problemas ou à inexistência do sistema de drenagem, mas também ao desrespeito às características hidrológicas naturais.

Porém, esses tipos de problemas podem ser minimizados ou até mesmo evitados se os planejadores e a população em geral aprenderem a observar mais atentamente como a drenagem natural das águas se processa numa área urbana. Esses conhecimentos podem ser incorporados desde as atividades preliminares do processo de planejamento urbano, sobretudo em termos de uso e ocupação do solo, mas também no modo de vida da população.

Muitas vezes, quando a ocupação do fundo de vale urbano ocorre, a identificação do canal de escoamento do curso d'água é feita considerando-se apenas o leito encaixado entre as margens, geralmente de fácil definição. Mas, na verdade,

este canal corresponde ao leito menor do rio, já que existe outro com características próprias que é utilizado para escoamento das enchentes periódicas, o qual é denominado leito maior do rio ou, popularmente, várzea (EMPLASA / SNM, 1985).

Este equilíbrio existente naturalmente nos cursos d'água para extravasamento das cheias é rompido quando, freqüentemente, toda a área de várzea de córregos e rios é ocupada pela construção de avenidas marginais, loteamentos ou assentamentos informais. A área que seria ocupada pelo curso d'água na época das cheias passa a ter um novo uso, sendo retirada toda a sua vegetação ciliar, resultando em ocupação imprópria e de alto risco. Prova disso é que, de acordo com EMLASA / SNM (1985), a despeito dos terrenos planos, que minimizam a movimentação de terra, os solos das várzeas possuem condições pequenas de suporte, geralmente impróprias à fixação da urbanização, gerando altos custos financeiros, sociais e ambientais.

Aliada à ocupação inadequada das áreas de fundo de vale, observa-se também a crescente impermeabilização das áreas urbanas e a insuficiência de áreas verdes, tanto junto às edificações, como na forma de um sistema que percorra toda a cidade. As áreas de infiltração tornaram-se muito reduzidas.

O Quadro 15 mostra os efeitos da impermeabilização do solo urbano para as diferentes fases do ciclo hidrológico natural, deixando clara a influência negativa que exerce.

Quadro 15: Efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

	Infiltração Superficial	Infiltração Profunda	Escoamento Superficial	Evapo-Transpiração
Área Natural ou Rural	25%	25%	10%	40%
Baixa Densidade de Ocupação Urbana – S. I. = 10% a 29%	21%	21%	20%	38%
Média Densidade de Ocupação Urbana – S. I. = 30% a 64%	20%	15%	30%	35%
Alta Densidade de Ocupação Urbana – S. I. = 65% a 100%	10%	5%	55%	30%

Fonte: Adaptado de Menegat (1998)

Obs: Estudo realizado em Porto Alegre / S.I.= Superfície impermeabilizada

A própria supressão de matas ciliares na área rural, sendo substituídas por plantações, é um fato que interfere na drenagem natural das águas, tendo

conseqüências em áreas urbanas por modificar características hidrológicas da região, aumentar o carreamento de sedimentos, aumentar a possibilidade de erosão, etc.

Todos esses fatores contribuem para sensível aumento na velocidade e na quantidade do escoamento superficial das águas, provocando problemas na drenagem urbana em geral, tendo como resultado, enchentes e inundações.

Nota-se, no entanto, que a tendência predominante nas cidades brasileiras é no sentido de remediar essas situações através da construção de obras caras de engenharia, ao invés de procurar alternativas para preveni-las.

Moretti (2000) coloca a questão: “Mas será que apenas as obras de engenharia podem solucionar o problema?” E completa com a resposta:

A recuperação ambiental dos fundos de vale e cursos d'água urbanos se insere em um processo abrangente de melhoria das condições ambientais das cidades e inclui variados tipos de ações, dentre os quais, as obras de engenharia são apenas uma parcela.

Para Pompêo (2000):

[...] a drenagem urbana já não é um assunto que possa ser tratado exclusivamente no âmbito técnico da engenharia, porque a falência das soluções técnicas está hoje evidenciada pela problemática ambiental. Um olhar que possa focar o problema das cheias urbanas incorporando a dinâmica social e o planejamento multissetorial se faz urgente.

A partir de todas essas considerações é possível observar a forte relação existente entre a ocupação inadequada de fundos de vale no perímetro urbano e os graves problemas ambientais existentes. Faz-se necessária a busca por novas propostas de ocupação, que levem em conta fatores essenciais para a qualidade de vida do ser humano e a proteção dos recursos naturais.

6.2. TIPOLOGIAS DE OCUPAÇÃO DE FUNDOS DE VALE URBANOS

O embasamento teórico e a pesquisa sobre ocupações comumente encontradas nas cidades brasileiras possibilitaram a identificação de três tipologias principais.

Esta pesquisa deu origem a uma sistematização de material iconográfico sobre estas tipologias. Foram feitos desenhos esquemáticos mostrando as possíveis variações de cada tipologia e reunidas diversas fotografias dos exemplos pesquisados de casos da realidade brasileira. Depois disso, foram listados os possíveis impactos positivos e negativos decorrentes dessas tipologias para o ambiente, incluindo os meios geo-físico, biológico e antrópico.

Procurou-se obter, com a comparação entre os principais tipos de ocupação, uma ferramenta tanto didática como de planejamento urbano.

6.2.1. Tipologia 1

A *Tipologia 1* foi caracterizada pela intensa apropriação urbana do fundo de vale, destacando-se avenidas marginais ou ruas (asfaltadas), loteamentos/edificações e assentamentos informais. Foi a Tipologia mais encontrada pela pesquisa.

O curso d'água foi observado em duas situações distintas: não modificado, ou seja, na condição natural e modificado por retificação, canalização ou tamponamento.

Notou-se a intensa impermeabilização do solo e, na maioria das vezes, a ausência da mata ciliar. Foram constatados os maiores impactos negativos para o ambiente.

As Figuras 24 a 31 apresentam os desenhos esquemáticos das variações da Tipologia 1, as Fotografias 07 a 22 mostram alguns exemplos reais e o Quadro 16, a listagem dos principais impactos.

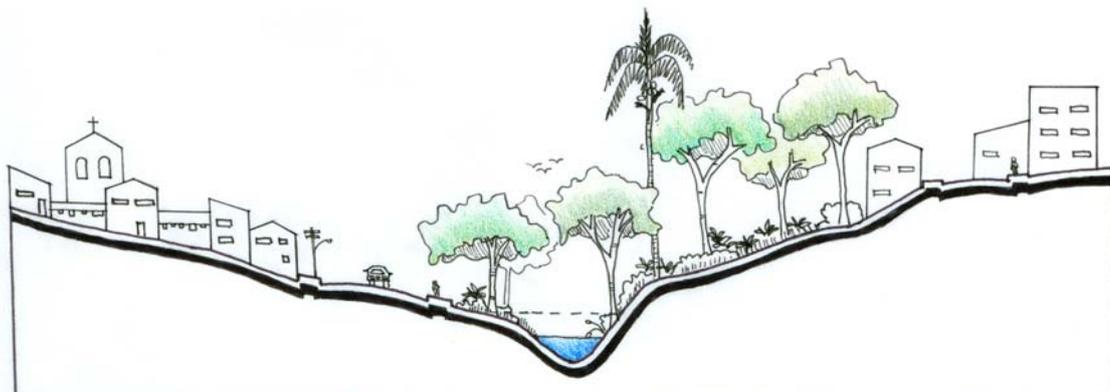
TIPOLOGIA 1

Figura 24: Ocupação de fundo de vale por ruas e loteamentos, com parte da mata ciliar preservada (curso d'água não modificado).

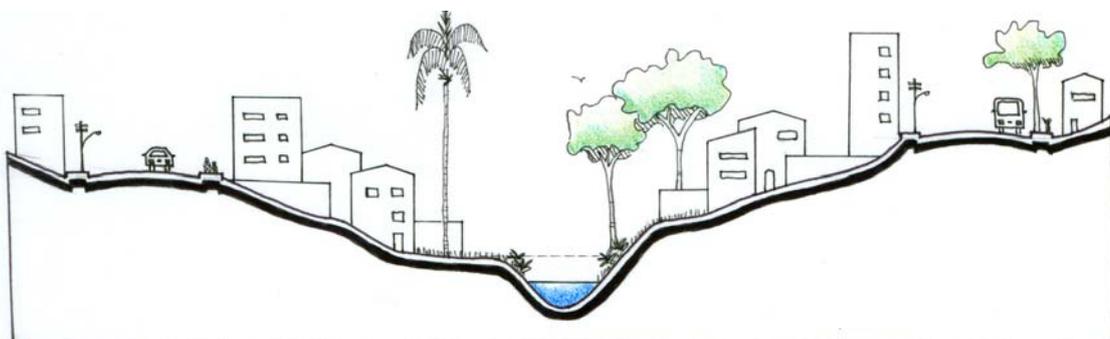


Figura 25: Ocupação de fundo de vale por loteamentos (curso d'água não modificado).

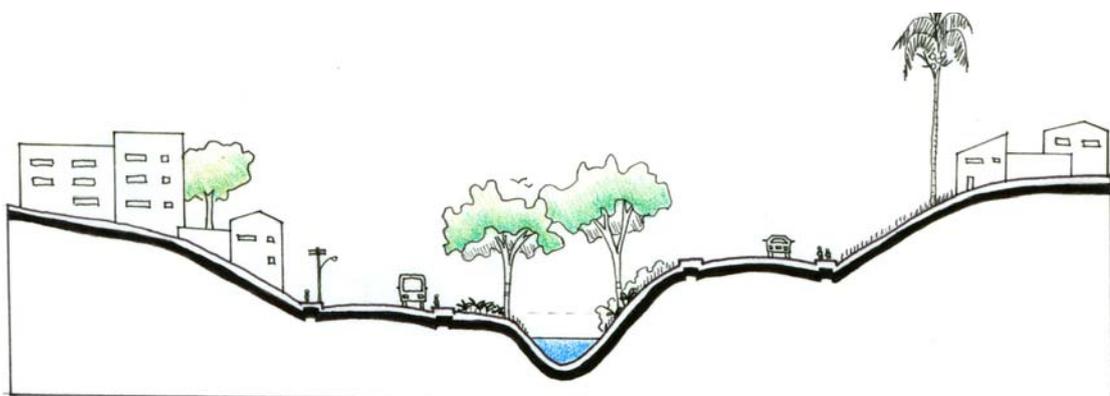


Figura 26: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água não modificado).



Figura 27: Ocupação de fundo de vale por assentamentos informais (curso d'água não modificado).

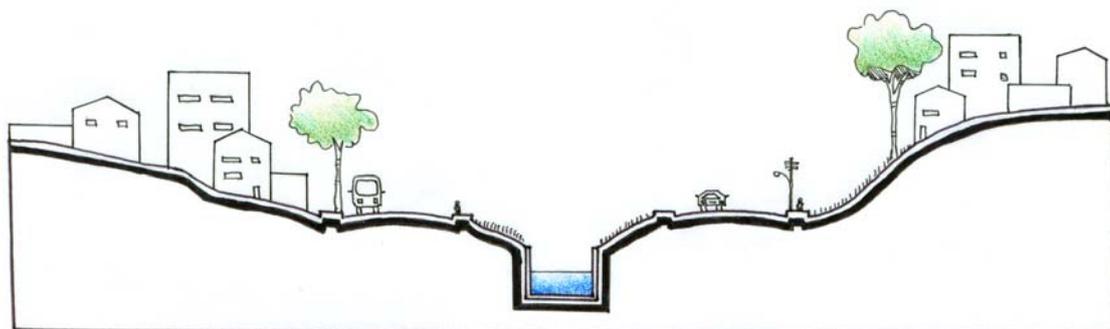
TIPOLOGIA 1

Figura 28: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água canalizado).

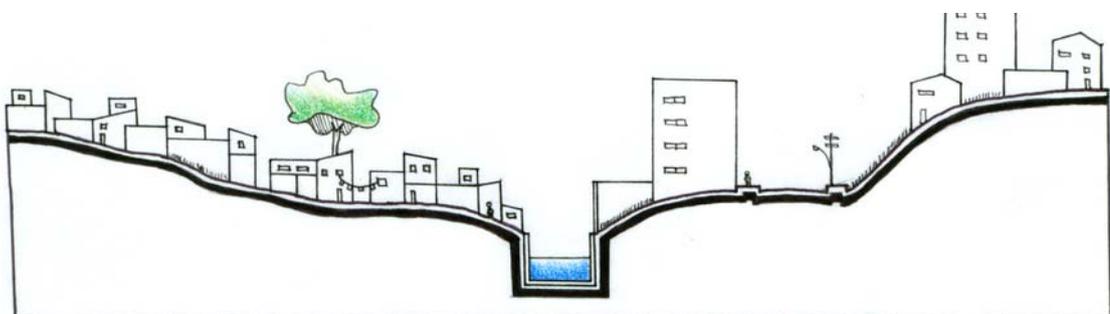


Figura 29: Ocupação de fundo de vale por edificações e assentamentos informais (curso d'água canalizado).

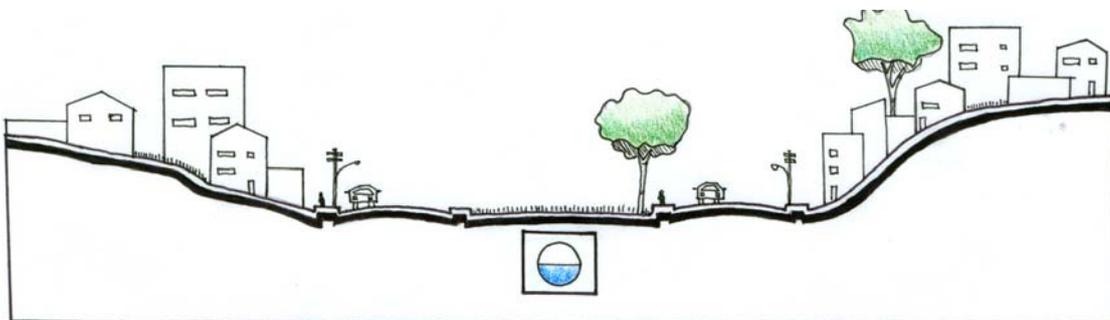


Figura 30: Ocupação de fundo de vale por avenidas marginais e loteamentos (curso d'água tamponado).

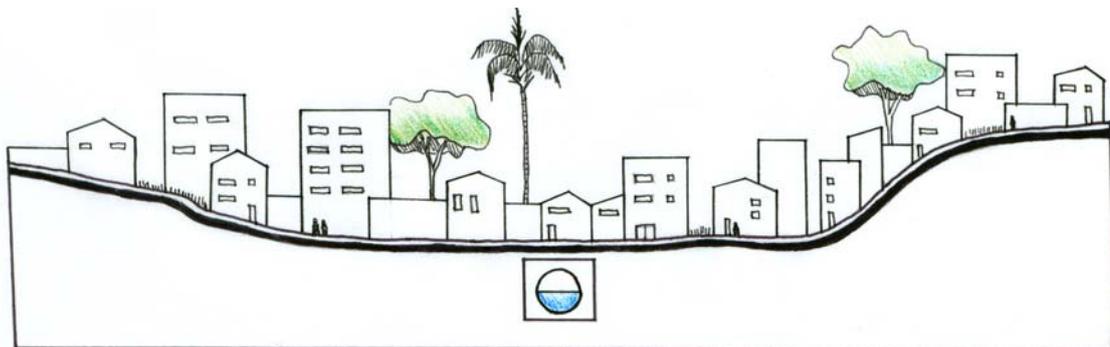


Figura 31: Ocupação de fundo de vale por edificações (curso d'água tamponado).

TIPOLOGIA 1



Foto 07: Ocupação de fundo de vale por rua e loteamento (**curso d'água não modificado**). Rio Piracicamirim, Piracicaba-SP

Fonte: Simar Vieira de Amorim (2002)



Foto 08: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e loteamento (**curso d'água não modificado**). Rio Piracicamirim, Piracicaba-SP

Fonte: Simar Vieira de Amorim (2002)



Foto 09: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e loteamento (**curso d'água não modificado**). Córrego Santa Maria do Leme, São Carlos-SP

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2002)



Foto 10: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (**curso d'água retificado**). Rio Pinheiros e raia olímpica da USP, São Paulo-SP

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/riosurbanos> (acessado em 05/10/2003)

TIPOLOGIA 1



Foto 11: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (**curso d'água não modificado**).

Bacia da Represa Billings, Diadema-SP – esgoto sendo lançado diretamente no curso d'água

Fonte: Revista FAPESP nº 89 / julho de 2003



Foto 12: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (**curso d'água não modificado**).

Vila Varjão, Brasília-DF – esgoto sendo lançado diretamente no curso d'água

Fonte: Raquel Silva (2003)



Foto 13: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (**curso d'água não modificado**).

Vila Varjão, Brasília-DF – entupimento de canais e galerias por resíduos sólidos

Fonte: Raquel Silva (2003)



Foto 14: Ocupação de fundo de vale por assentamento informal (**curso d'água não modificado**).

Vila Varjão, Brasília-DF – crianças brincando junto ao curso d'água

Fonte: Raquel Silva (2003)

TIPOLOGIA 1



Foto 15: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (**curso d'água canalizado**). Rio Tamanduateí, São Paulo-SP

Fonte: <http://www.saopaulo.sp.gov.br> (acessado em 06/20/2003)



Foto 16: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal (**curso d'água canalizado**). Córrego do Tijuco Preto, São Carlos-SP

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)



Foto 17: Ocupação de fundo de vale por ruas e edificações (**curso d'água canalizado**). Córrego do Gregório, São Carlos-SP

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)



Foto 18: Enchente no fundo de vale do Córrego Gregório, São Carlos-SP.

Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos

TIPOLOGIA 1

Foto 19: Ocupação de fundo de vale por edificações (**curso d'água canalizado**).
Córrego Barra Bonita, Barra Bonita-SP

Fonte: João Sérgio Cordeiro (1999)



Foto 20: Enchente no Córrego Barra Bonita, Barra Bonita-SP.

Fonte: João Sérgio Cordeiro (1999)



Foto 21: Ocupação de fundo de vale por avenida marginal e edificações (**curso d'água tamponado**).

Córrego do Tijuco Preto, São Carlos-SP

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)



Foto 22: Ocupação de fundo de vale por ruas e edificações (**curso d'água tamponado**).

Córrego do Gregório, São Carlos-SP

Fonte: Lia Martucci de Amorim (2003)

Quadro 16: Listagem dos principais impactos da Tipologia 1.

	Potenciais Impactos Positivos	Potenciais Impactos Negativos
Meio Geo-Físico		<ul style="list-style-type: none"> -Erosão e instabilidade das margens -Aumento do carreamento de sedimentos p/ curso d'água -Assoreamento do curso d'água -Compactação do solo -Retificação do curso d'água / diminuição dos meandros -Aumento da velocidade do fluxo do curso d'água -Alteração da topografia -Impermeabilização do solo -Diminuição da infiltração -Diminuição do tempo de concentração -Aumento escoamento superficial -Poluição das águas superficiais e subterrâneas -Diminuição recarga de aquíferos -Diminuição ou perda da mata ciliar -Alteração do microclima
Meio Biológico		<ul style="list-style-type: none"> -Diminuição ou perda de habitats naturais terrestres e aquáticos -Diminuição ou perda de biodiversidade -Alteração do ecossistema natural
Meio Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> -Facilidades para a circulação de veículos -Áreas para habitação (inadequadas) 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de doenças de veiculação hídrica -Riscos de desabamento -Aumento das enchentes e inundações -Aumento dos custos c/ utilidades públicas -Danos à população -Diminuição da qualidade estética e paisagística -Distanciamento da população com relação aos cursos d'água

6.2.2. Tipologia 2

Na *Tipologia 2* destacaram-se as áreas verdes (parques, bosques, áreas de lazer, áreas esportivas, etc), áreas de hortifruticultura, áreas para eventos itinerantes e áreas para retenção de água.

O curso d'água foi freqüentemente observado na situação natural, sem modificações significativas, apesar de serem encontrados casos de modificação (retificação, canalização ou tamponamento).

Notou-se menor impermeabilização do que na Tipologia 1 e maior possibilidade da presença da mata ciliar ou, em locais recuperados, de vegetação de reflorestamento.

A Figura 32 mostra um desenho esquemático da Tipologia 2, as Fotografias 23 a 29 trazem exemplos e o Quadro 17, a listagem dos principais impactos.

TIPOLOGIA 2

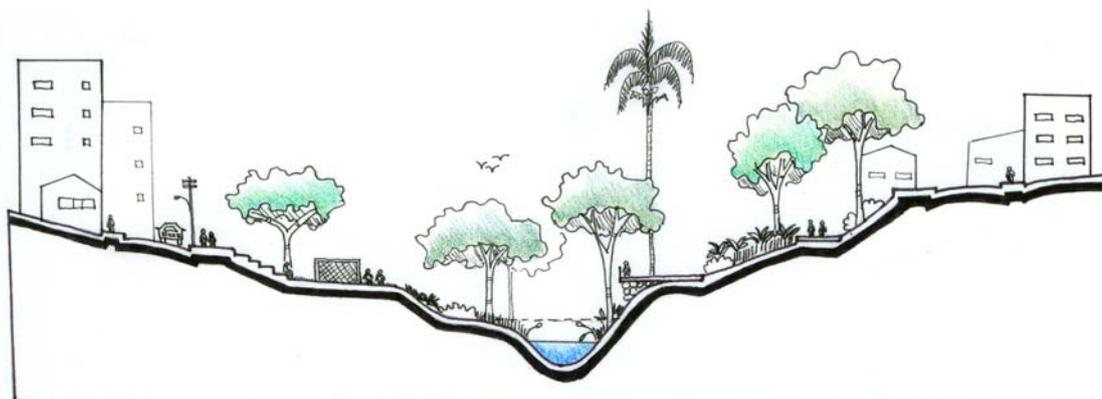


Figura 32: Ocupação de fundo de vale por áreas de lazer e áreas esportivas (áreas verdes).



Foto 23: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque).
São José do Rio Preto-SP

Fonte: Nemésio Batista Salvador (2002)



Foto 24: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque).
São José do Rio Preto-SP

Fonte: Nemésio Batista Salvador (2002)



Foto 25: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque linear) / lago.
Rio Barigüi - Parque Barigüi junto com os parques Tanguá e Tingüi formando parque linear, Curitiba-PR

Fonte: <http://www.parques-curitiba.com>
(acessado em 13/10/2003)



Foto 26: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque linear) / lago.
Rio Barigüi - Parque Tingüi, Curitiba-PR

Fonte: <http://www.parques-curitiba.com>
(acessado em 13/10/2003)



Foto 27: Ocupação de fundo de vale por área verde (parque).
Rio Iguaçu - Parque regional do Iguaçu e zoológico – Curitiba-PR

Fonte: <http://www.parques-curitiba.com>
(acessado em 13/10/2003)



Foto 28: Ocupação de fundo de vale por áreas de retenção de águas pluviais, "piscinão" (**curso d'água retificado**).
Área metropolitana de São Paulo-SP

Fonte: <http://www.dae.sp.gov.br> (acessado em 2002)



Foto 29: Ocupação de fundo de vale por áreas de retenção de águas pluviais, "piscinão" (**curso d'água canalizado**).
Mauá, área metropolitana de São Paulo-SP

Fonte: <http://www.dae.sp.gov.br>
(acessado em 2002)

Quadro 17: Listagem dos principais impactos da Tipologia 2.

	Potenciais Impactos Positivos	Potenciais Impactos Negativos
Meio Geo- Físico	<ul style="list-style-type: none"> -Prevenção do carreamento de sedimentos p/ o curso d'água -Prevenção do assoreamento do curso d'água -Conservação parcial do solo / permeabilidade -Prevenção da erosão -Conservação parcial da topografia original -Aumento da infiltração -Diminuição do escoamento superficial -Melhoria da qualidade das águas superficiais e subterrâneas -Drenagem natural das águas -Conservação parcial da mata ciliar -Manutenção do microclima 	<ul style="list-style-type: none"> -Compactação do solo -Impermeabilização parcial do solo -Alteração parcial da topografia -Diminuição da mata ciliar
Meio Biológico	<ul style="list-style-type: none"> -Conservação parcial de habitats terrestres e aquáticos -Conservação da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> -Diminuição de habitats naturais terrestres e aquáticos
Meio Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> -Áreas de lazer para a população -Áreas esportivas para a população -Caminhos para pedestres e ciclistas -Aumento da qualidade estética e paisagística -Aumento do valor das propriedades próximas -Aumento do contato / identificação da população com os cursos d'água -Áreas para educação ambiental -Áreas para retenção de água -Diminuição de enchentes e inundações 	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de implementação: -Custos -Segurança -Saúde Pública -Compatibilização de interesses

6.2.3. Tipologia 3

Já a *Tipologia 3*, pouco encontrada nas cidades brasileiras pela pesquisa, foi caracterizada pela presença da mata ciliar nativa pouco alterada ou pela mata reflorestada, ausência de modificações no curso d'água e ausência de impermeabilização no fundo de vale. Foi a tipologia observada, com menores impactos negativos, porém de difícil compatibilização com o meio urbano, como será visto adiante.

A Figura 33 mostra um desenho esquemático da Tipologia 3, a Fotografia 30 mostra um exemplo e o Quadro 18 a listagem dos principais impactos.

TIPOLOGIA 3

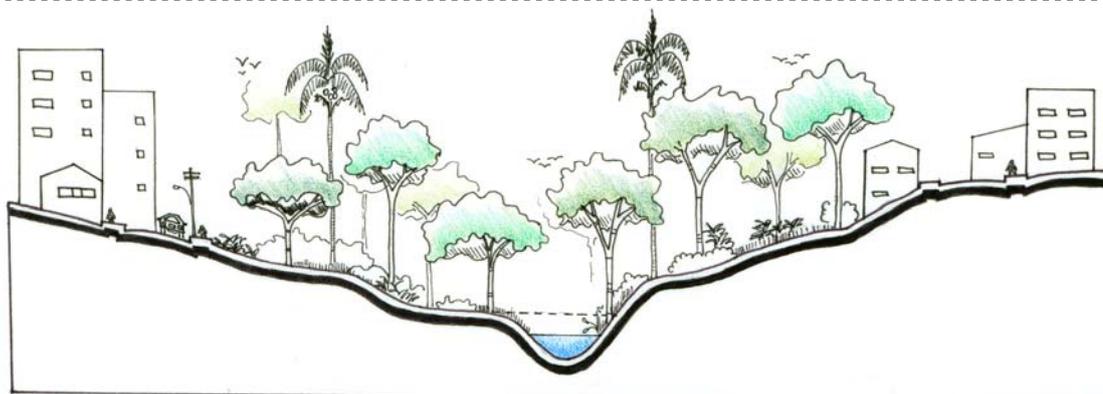


Figura 33: Ocupação de fundo de vale pela mata ciliar na situação natural.



Foto 30: Ocupação de fundo de vale pela mata ciliar na situação natural.
Rio Piracicaba – Piracicaba-SP

Fonte: <http://www.fotos.terra.com.br>
(acessado em 14/10/2003)

Quadro 18: Listagem dos principais impactos da Tipologia 3.

	Potenciais Impactos Positivos	Potenciais Impactos Negativos
Meio Geo-Físico	<ul style="list-style-type: none"> -Prevenção do carreamento de sedimentos p/ o curso d'água -Prevenção do assoreamento do curso d'água -Conservação do solo / permeabilidade -Prevenção da erosão -Conservação da topografia original -Aumento da infiltração -Diminuição do escoamento superficial -Melhoria da qualidade das águas superficiais e subterrâneas -Drenagem natural das águas -Conservação da mata ciliar -Manutenção do microclima 	
Meio Biológico	<ul style="list-style-type: none"> -Conservação de habitats terrestres e aquáticos -Conservação da biodiversidade 	
Meio Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento da qualidade estética e paisagística -Áreas para educação ambiental -Diminuição de enchentes e inundações -Áreas para retenção de água 	<p>Dificuldades de compatibilização com a área urbana:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Segurança -Saúde Pública -Dificuldade em inibir ocupações ilegais

6.3. MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR OCUPAÇÕES ANTRÓPICAS DE FUNDO DE VALE

Após a listagem dos impactos identificados, para facilitar sua avaliação e posterior discussão, foi utilizado o método de matrizes de interação.

Este método facilita a visualização e a valoração dos impactos sobre os diferentes componentes do ambiente, separados aqui em meio geo-físico, meio biológico e meio antrópico.

De acordo com Moreira (1992) (apud RIBEIRO, 1999), as matrizes funcionam como listagens bidimensionais, dispendo ao longo de seus eixos, vertical e horizontal, as ações de implantação de um projeto e os fatores ambientais possíveis de serem afetados. As interações entre as ações e fatores podem ser visualizadas na interseção entre linhas e colunas, denominadas quadrículas, para as quais pode-se atribuir fatores de ponderação.

No caso do presente trabalho, as ações de implantação do projeto foram substituídas pelas tipologias mencionadas, objetos da avaliação. Vale lembrar que é proposto aqui uma visualização geral dos possíveis impactos de cada ocupação, enfatizando-se que para cada caso concreto seria necessária nova avaliação, que considerasse as características específicas do local.

Segundo Ribeiro (1999), a utilização de matrizes se dá em duas etapas, sendo a primeira, a identificação das ações e dos efeitos ambientais, dispostos respectivamente nas colunas e nas linhas e a segunda a avaliação quantitativa. Após a identificação das possíveis interações passa-se à atribuição de valores para cada quadrícula. No método original atribui-se uma escala de valor que vai de 1 a 10, com indicativo positivo (+) se o impacto for considerado benéfico, e negativo (-) caso o impacto seja considerado prejudicial.

No caso do presente trabalho a escala de valor de 1 a 10 foi substituída por escala de cores, facilitando a visualização dos impactos. O vermelho, o laranja e o amarelo foram associados aos impactos negativos e uma escala de três tons de verde aos impactos positivos, sendo que a gradação adotada foi de impacto alto, médio e baixo. O cinza foi utilizado para designar impacto não significativo ou inexistente.

É necessário salientar que as notas foram aqui atribuídas de acordo com a percepção individual, fruto do estudo bibliográfico e da pesquisa, e não têm a pretensão de serem únicas possibilidades.

Segue nas páginas seguintes a matriz obtida.

Legenda:

Potencial impacto positivo:

 alto

 médio

 baixo

Potencial impacto negativo:

 alto

 médio

 baixo

 Potencial impacto não significativo ou não se aplica

* parques, bosques, áreas de lazer, áreas esportivas, etc.

** considera-se dentro da Tipologia 3 a presença da mata ciliar inteiramente reflorestada

6.3.1. Discussão dos impactos

De acordo com Ribeiro (1999), o método original desenvolvido por Leopold, sugere que após a realização das duas etapas, seja feita a descrição de cada interação considerada impactante. Neste sentido, o emprego deste método pode tornar-se cansativo se os fatores forem em grande quantidade, como na situação apresentada.

Assim, como a maioria dos parâmetros avaliados já foi apresentada no embasamento teórico da pesquisa, será feita apenas breve discussão de cada meio, destacando-se apenas os impactos de maior relevância, no intuito de comparar os aspectos positivos e negativos das diferentes tipologias.

6.3.1.1. Meio geo-físico

Com relação ao meio geo-físico, os mais altos impactos negativos foram atribuídos à Tipologia 1 de ocupação.

Isto porque, a impermeabilização do solo é a principal característica desta Tipologia, o que pode provocar o aumento da ocorrência de enchentes e inundações, principalmente nas áreas a jusante de trechos canalizados ou tamponados, podendo atingir outras cidades ou outros sistemas hídricos.

A canalização e o tamponamento, ou seja, o sistema de macrodrenagem urbana, assim como também o sistema de microdrenagem, provocam, além de alterações na topografia, o aumento significativo da velocidade do fluxo no curso d'água.

No momento da ocorrência de chuvas de grande intensidade, o fluxo irá atingir rapidamente áreas a jusante não modificadas do curso d'água, nas quais haverá maior possibilidade de enchentes e inundações e o efeito da erosão será mais intenso. Possivelmente, as antigas áreas ocupadas por meandros serão pontos de alagamento.

Contribuindo para a impermeabilização do solo no fundo do vale, a Tipologia 1 irá colaborar para a diminuição da infiltração no solo e para o aumento do escoamento superficial, que leva consigo os sedimentos (incluindo resíduos sólidos urbanos) para o curso d'água. O carreamento de sedimentos acelera o assoreamento do curso d'água e também neste aspecto as regiões a jusante, onde a velocidade do fluxo do curso d'água diminui, são as mais atingidas.

No caso dos assentamentos informais os impactos podem ser ainda mais acentuados, devido à maior exposição do solo, que já não possui condições adequadas de suporte, sem nenhum tipo de preparo e à falta de infra-estrutura sanitária. Neste caso a influência na qualidade das águas superficiais e subterrâneas pode ser muito negativa.

Porém, quando não existem modificações no curso d'água, apesar da rugosidade do canal auxiliar na diminuição da velocidade do fluxo, a falta da vegetação ao longo das margens também influencia negativamente.

Quanto à Tipologia 2, vale destacar o aspecto positivo das áreas de retenção de água para a contenção de enchentes. Porém, por diminuírem sensivelmente a velocidade do fluxo podem causar impacto negativo no assoreamento dos cursos d'água, possibilitando o acúmulo de sedimentos em certos pontos.

As áreas verdes e de hortifruticultura possuem muitos impactos positivos, mas a Tipologia 3 é responsável pelos maiores benefícios. Isto porque a mata ciliar possui a capacidade de filtragem e de proteção do solo, evitando a erosão e a chegada de sedimentos no curso d'água, além de diminuir o escoamento superficial e favorecer a infiltração.

6.3.1.2. Meio biológico

Com relação ao meio biológico, também foram atribuídos os mais altos impactos negativos à Tipologia 1.

A canalização e o tamponamento dos cursos d'água, principalmente quando aliados a avenidas marginais ou ruas asfaltadas, provocam a eliminação da maioria dos habitats terrestres e aquáticos no fundo de vale. Assim, a biodiversidade diminui e o ecossistema natural é profundamente alterado.

Já a Tipologia 2 pode auxiliar muito na manutenção da biodiversidade em áreas urbanas, possibilitando maior harmonia no convívio entre o ambiente natural e o construído.

Porém, é a mata ciliar natural a responsável pelos maiores benefícios, criando grande número de habitats terrestres e auxiliando na manutenção dos habitats aquáticos, proporcionando sombreamento e favorecendo a manutenção de um microclima adequado. Além disso, funciona como corredor ecológico, facilitando a conectividade entre áreas de vegetação, protegendo, assim, a biodiversidade.

6.3.1.3. Meio antrópico

Para o meio antrópico, as Tipologias 1 e 3 foram associadas tanto a impactos positivos quanto negativos e a Tipologia 2 foi considerada a mais benéfica.

Com relação à circulação de veículos e, em menor escala, também à circulação de pedestres e ciclistas, a Tipologia 1 pode mostrar impactos bastante positivos, principalmente com relação a avenidas marginais e ruas asfaltadas. As áreas verdes (Tipologia 2) também podem ter impactos positivos para circulação de pedestres e ciclistas, se forem previstas ciclovias e caminhos, num parque linear por exemplo.

Para a segurança pública, com exceção do caso dos assentamentos informais, a Tipologia 1 pode ser bastante benéfica. Já a Tipologia 2 e, principalmente a Tipologia 3, exige maiores cuidados quanto a este aspecto, podendo ter impactos negativos se não tomadas as precauções necessárias por parte do poder público.

No caso de ocupações ilegais, o estabelecimento de usos para áreas de fundo de vale é sempre benéfico. Assim, tanto as avenidas marginais e loteamentos, quanto as áreas verdes e hortifruticultura, se adequadamente projetadas e geridas, podem ter impactos positivos, impedindo o aparecimento de ocupações ilegais. Já a manutenção da mata ciliar natural pode estimular, em certas situações, tal aparecimento.

Vale ressaltar que, as características da região, a cultura local, o nível social da população, etc, podem influenciar muito na avaliação de diversos aspectos, podendo torná-lo benéfico ou não.

Quanto ao fator enchentes e inundações urbanas e suas diversas conseqüências para o meio antrópico, tais como, riscos de desabamento, custos e danos à população, a Tipologia 1 pode, como discutido anteriormente, causar os mais altos impactos negativos, com destaque para os assentamentos informais. As Tipologias 2 e 3 podem ter grandes impactos positivos. Para o quesito custos, podem não ser tão benéficas assim, pois exigem investimentos por parte do poder público. Porém, tais investimentos provavelmente não são comparáveis aos gastos com os efeitos das enchentes urbanas.

A proliferação de vetores e as doenças de veiculação hídrica podem aumentar consideravelmente com as enchentes, principalmente se o curso d'água estiver poluído. A mata ciliar natural também pode ser um agravante em certos casos, especialmente para a proliferação de vetores.

Para a qualidade de vida da população, um fator que engloba muitos outros, a Tipologia 2, com o curso d'água não modificado, recebeu as maiores notas positivas, tendo influência direta no lazer e esporte, na qualidade estética e paisagística das cidades, na educação ambiental e na conseqüente identificação e valorização dos cursos d'água pela população urbana.

6.4. CRITÉRIOS AMBIENTAIS

A formulação de critérios adequados para a ocupação de fundos de vale em cidades é questão bastante complexa, que exige fundamentos técnicos e teóricos, mas que também envolve fatores políticos, sociais e culturais.

Como dito anteriormente, a legislação ambiental brasileira, em específico o artigo 2º do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771, 15/09/65), coloca que as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, são consideradas áreas de preservação permanente, com diferentes faixas marginais dependendo da largura do curso d'água. Porém, quando se trata de áreas urbanas, o mesmo artigo do Código abre precedentes para que o tipo de ocupação seja determinado por leis específicas do município em questão, como leis de uso e ocupação do solo ou planos diretores, desde que respeitados os princípios e limites da referida Lei Federal. Isto abre certo espaço para que cada cidade busque as melhores soluções para seu caso.

Alguns pesquisadores defendem que, mesmo em áreas urbanas, a vegetação ciliar natural deve ser mantida intacta, o que, em tese, seria a solução ideal para muitos dos inúmeros impactos ambientais negativos já mencionados. Mas a observação de casos concretos mostra a diversidade de situações existentes e os inúmeros empecilhos à preservação de matas ciliares em seu estado natural, como a questão da segurança, questões de saúde pública como a proliferação de vetores e, principalmente, a dificuldade em inibir ocupações ilegais.

A partir da realização desta pesquisa foi possível concluir que existem possibilidades de compatibilização entre as características dos núcleos urbanos e a conservação ambiental.

Uma maneira de tornar essa compatibilização possível é através da definição de critérios ambientais adequados, que sirvam para a criação de faixas de proteção com restrição de uso e ocupação ao longo dos cursos d'água, a serem estabelecidas de acordo com estudo e diagnóstico das características físicas, biológicas e antrópicas específicas de cada região a ser trabalhada.

Assim, seria viável propor soluções diferenciadas dependendo da sensibilidade ambiental de cada área, visando uma maior harmonização entre a população e os ciclos naturais e conseqüente desenvolvimento sustentável.

Foram então desenvolvidos pelo trabalho, 12 critérios norteadores para

o planejamento da ocupação do solo de fundos de vale urbanos:

I - Valorizar a ocupação de fundos de vale com funções compatíveis com possíveis inundações, tais como:

- Áreas verdes e áreas de lazer para a população: bosques, jardins, hortos, parques, praças, áreas esportivas, ciclovias, etc.
- Áreas para eventos itinerantes (de maneira a utilizar a área apenas na época da seca): feiras, circos, exposições.
- Áreas para hortifruticultura (tomando-se as devidas precauções sanitárias).
- Áreas para retenção de água: lagos, represas, reservatórios (“piscinões”).

II - Evitar ao máximo a impermeabilização dessas áreas, de modo a favorecer a infiltração, se necessário fazer a utilização de pavimentos permeáveis.

III - Valorizar a manutenção da mata ciliar nas áreas verdes. No caso de recuperação de áreas degradadas, valorizar o repovoamento com espécies nativas.

IV - Buscar a interconectividade das áreas verdes, favorecendo a manutenção da biodiversidade, na medida em que facilita o fluxo de espécies entre os fragmentos de vegetação criando corredores ecológicos.

V - Garantir a qualidade da água do curso d’água, certificando-se de que é compatível com o tipo de ocupação pretendida para o fundo de vale.

VI - Reconhecer que o ciclo hidrológico deve ser incorporado à forma como são ocupados os fundos de vale e a cidade como um todo.

VII – Considerar o fator topografia como fundamental para a definição do tipo de ocupação. Evitar alterações drásticas e a modificação dos cursos d’água (retificação, canalização, tamponamento, construção de diques, obstruções, estrangulamentos).

VIII - No caso de situações onde haja a necessidade imprescindível de ocupações com impermeabilização implícita, respeitar os afastamentos mínimos do leito do curso d’água, definidos pelo Código Florestal ou por legislação competente.

IX - Reconhecer que o planejamento das áreas de fundo de vale deve estar aliado ao

planejamento de toda a bacia hidrográfica na qual este está inserido.

X - Cuidar para que os tipos de ocupação, do fundo de vale até as áreas mais urbanizadas, se sucedam de forma gradual quanto à porcentagem de permeabilidade do solo. Ou seja, quanto mais próximos do fundo de vale, os loteamentos devem possuir maiores taxas de permeabilidade do solo.

XI - Estimular, a partir da definição de usos, a volta da convivência da população urbana com os fundos de vale e cursos d'água, reconhecendo que a educação ambiental está intimamente relacionada com a identificação e valorização desses espaços pela população;

XII - Buscar, através dessa valorização dos fundos de vale, a melhoria da qualidade estética e paisagística das áreas urbanas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS TRECHOS

Serão apresentados a seguir os resultados obtidos com a aplicação do método de avaliação ao objeto de estudo.

Os dados referentes aos 10 Trechos avaliados serão expostos em seqüência, na seguinte ordem:

- mapa sobreposto a foto aérea do Trecho;
- diagnóstico fotográfico do Trecho;
- ficha de avaliação da ocupação do Trecho, preenchida;
- texto apresentando o diagnóstico do Trecho, contendo suas principais características, vocações e sugestões para o planejamento ou recuperação da área.

TRECHO 1



Foto 31: Rotatória do Cristo, construída onde os córregos do Mineirinho e Gregório deságuam no rio do Monjolinho – Trecho 1 e área verde ao fundo (2000).



Foto 32: Rotatória do Cristo à direita e mata ciliar ao córrego do Mineirinho ao fundo – Trecho 1 (2000).

TRECHO 1

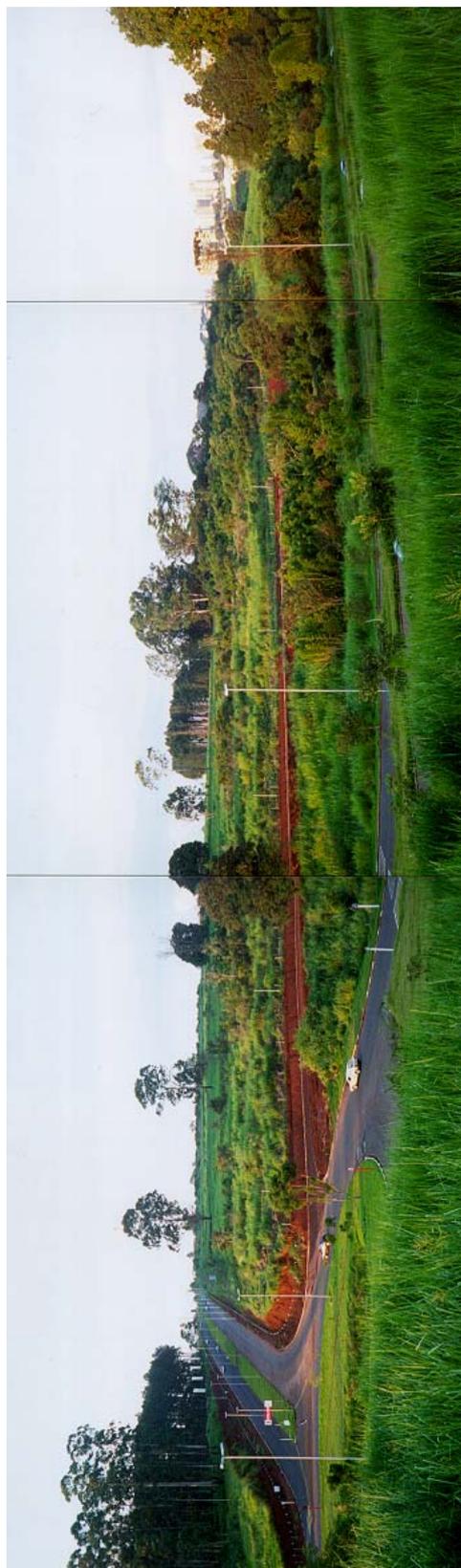


Foto 33: Aspecto do Trecho 1 em 2000 – antes da implantação do Residencial Parque Faber II / foto tirada do estacionamento do shopping.



Foto 34: Aspecto do Trecho 1 em 05/2004 – após a implantação do Residencial Parque Faber II. / foto tirada do estacionamento do shopping.

TRECHO 1



Foto 35: Aspecto do córrego no Trecho 1 - encachoeirado com fundo e laterais rochosos (02/2004).



Foto 36: Aspecto do córrego no Trecho 1 - mata ciliar protegendo o curso d'água (02/2004).



Foto 37: Dissipador de energia construído pelo Parque Faber II - mata ciliar ao córrego ao fundo - alteração da topografia (02/2004).



Foto 38: Rua de acesso ao Parque Faber II e rotatória de acesso ao shopping ao fundo (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 1

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 1			
Usos da água: -			
Largura do curso d'água no trecho: 4,0 a 6,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Data da coleta de dados: 07/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	avenida marginal e rotatória
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3	X	
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3	X	
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2	X	mudas plantadas recentemente pelos loteadores do Parque Faber II
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			

Parâmetro	Pontuação		Comentários
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5	X	alta velocidade do fluxo
presença poucos trechos assoreados	3		
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3		
presença de muitos trechos alterados	1	X	avenida, loteamento
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1	X	2 pequenos trechos na rotatória
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3		
baixo	1	X	muitas pessoas nem sabem que existe um córrego ali
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5	X	fundo e laterais do canal rochosos, aspecto encachoeirado
média	3		
baixa	1		
Pontuação total	47		

7.1.1. Diagnóstico do Trecho 1

Características:

A ocupação do fundo de vale do córrego do Mineirinho neste Trecho destaca-se pela presença das vias de acesso ao Shopping Center Iguatemi e aos condomínios fechados Parque Faber I e II (Fotos 34 e 38).

Ainda existem fragmentos da mata ciliar nativa protegendo o curso d'água, mas já bastante modificados (Fotos 34 e 36). Recentemente, o residencial Parque Faber II teve a iniciativa de recuperação da mata, plantando mudas nativas no entorno do córrego.

A topografia neste Trecho já foi muito modificada, tanto para construção das ruas e da rotatória de acesso ao shopping, como para as obras infra-estruturais do residencial Parque Faber II (Foto 37).

O córrego foi modificado em um pequeno trecho junto à rotatória, encontrando-se tamponado (Fotos 34 e 38).

Apesar da existência de alguns pontos de erosão nas margens, decorrente das obras do entorno, não há vestígios de assoreamento no canal, provavelmente devido à alta velocidade do fluxo da água neste Trecho.

Em termos de qualidade estética e paisagística, o Trecho 1 abriga o segmento mais bonito do córrego, pois este adquire aspecto encachoeirado, com fundo e laterais rochosos (Fotos 35 e 36).

Não foram detectados usos da água do córrego no Trecho.

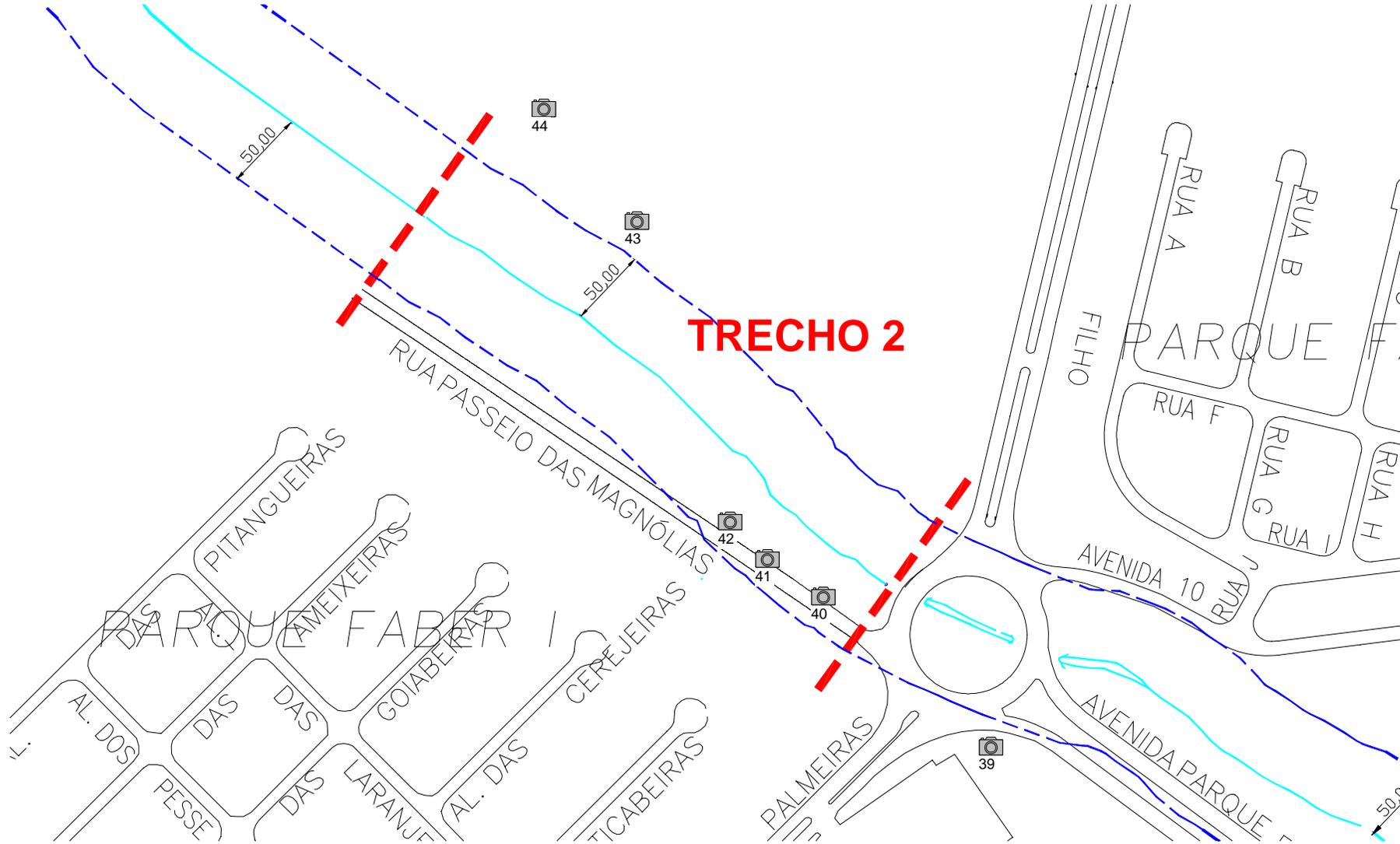
Vocações identificadas:

A área possui nítida vocação para o lazer aliado à conservação do córrego. Em conjunto a uma extensa área de vegetação (pertencente a PMSC) existente junto à avenida marginal ao rio do Monjolinho (Foto 31), o Trecho 1 poderia integrar um grande parque urbano, com dimensões para parque municipal. Sua localização privilegiada na mancha urbana, sua beleza natural, o fato de encontrar-se já modificado e a proximidade a pólos de entretenimento de grande movimento (como o shopping e o Sesc São Carlos) reforçam tal vocação. Além disso, apesar da ausência de infra-estrutura, o fluxo de pessoas à procura de lazer já é intenso na área, utilizada para caminhadas, ciclismo, etc.

Sugestões:

- Recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Incorporação do Trecho em um grande parque urbano.
- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do aumento do escoamento superficial decorrente da implantação de novos loteamentos, evitando-se assim, a possibilidade de futuras inundações urbanas. Exemplo: medidas para retenção do escoamento nos lotes.
- Implantação de programas de educação ambiental, tendo como principal meta aumentar a identificação e a valorização do local pela população são-carlense, já que foi constatado pela pesquisa que muitas pessoas, apesar de utilizarem constantemente as ruas em seu entorno, sequer sabem que existe um córrego passando por ali.

TRECHO 2



TRECHO 2



Foto 39: Trecho 2 – mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (05/2004).



Foto 40: Rua Passeio das Magnólias e mata ciliar ao córrego (03/2004).



Foto 41: Rua Passeio das Magnólias e muro do Residencial Parque Faber I ao fundo (03/2004).



Foto 42: Mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (03/2004).



Foto 43: Caminho, mata ciliar ao córrego e Shopping Center Iguatemi ao fundo (03/2004).



Foto 44: Área de reflorestamento e Residencial Parque Faber I ao fundo (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 2

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 2			
Usos da água: -			
Largura do curso d'água no trecho: -			
Profundidade do curso d'água no trecho: -			
Data da coleta de dados: 07/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação no fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	uma rua asfaltada
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4	X	apenas a rua
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5	X	bastante fechada
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2	X	Pinus
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		

Parâmetro	Pontuação		Comentários
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5	X	
presença poucos trechos assoreados	3		
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5	X	
presença de poucos pontos erodidos	3		
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	alteração para construção da rua
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5	X	
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3		
baixo	1	X	existe um muro separando o córrego do bairro
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	56		

7.1.2. Diagnóstico do Trecho 2

Características:

A presença da rua Passeio das Magnólias (Fotos 40 e 41), asfaltada recentemente e ocasionalmente utilizada, destaca-se como a principal ocupação antrópica no Trecho, além da existência de um caminho não asfaltado no lado direito do córrego²³ (Foto 43).

A mata ciliar nativa (Foto 42) encontra-se em ótimo estado de conservação, sendo difícil a aproximação de pessoas até o leito do curso d'água.

O caminho de terra, utilizado como acesso de pedestres entre bairros, é dotado de uma vista privilegiada da cidade, sendo acompanhado por um fragmento de vegetação de reflorestamento (Pinus).

Não foram detectados vestígios de erosão nas margens, assoreamento ou modificação do córrego neste Trecho. A topografia encontra-se modificada apenas em decorrência da rua e do caminho, localizados a certa distância do curso d'água.

Do lado esquerdo do córrego, o muro que separa o residencial Parque Faber I do resto da cidade (Fotos 41 e 44) contribui para falta de identificação e valorização do curso d'água pela população de alta renda, que se fecha para este, isolando-o. Porém, o uso do lado direito para circulação de pedestres contribui para maior aproximação.

Não foram detectados usos da água do córrego no Trecho.

Vocações identificadas:

Sua principal vocação é a preservação, já que a mata ciliar e conseqüentemente o córrego encontram-se em excelente estado para uma situação urbana. Contudo, a característica de parque linear também é marcante, com destaque para caminhos de pedestre e ciclovia, pois tais usos já acontecem naturalmente, podendo ser explorados.

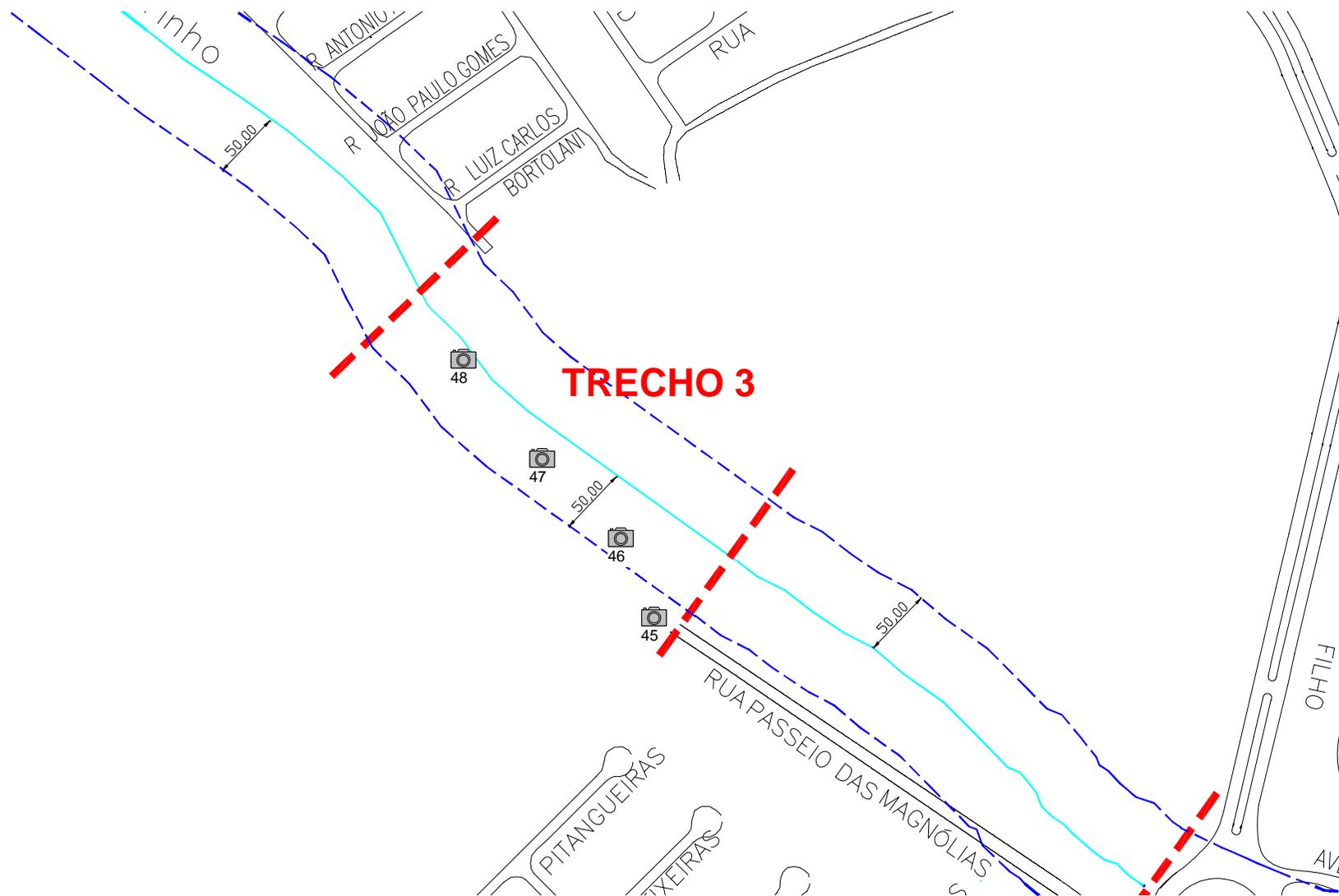
Sugestões:

- Preservação da mata ciliar nativa.
- Incorporação do Trecho em um parque linear.

²³ Os lados direito e esquerdo do córrego estão sendo considerados em relação à posição do mapa / foto aérea.

- Implantação de programas de educação ambiental visando, principalmente, a identificação e valorização do córrego pelos moradores de seu entorno (Parque Faber I) e o auxílio na manutenção de sua qualidade ambiental pelas pessoas que transitam próximo a ele.

TRECHO 3



TRECHO 3



Foto 45: Início do Trecho 3 - caminho e mata ciliar ao córrego ao fundo (02/2004).



Foto 46: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda, reflorestamento à direita (02/2004).



Foto 47: Mata ciliar ao córrego e área de reflorestamento ao fundo (02/2004).



Foto 48: Aspecto do córrego no trecho (02/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 3

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 3			
Usos da água: -			
Largura do curso d'água no trecho: 3,0 a 4,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 15 a 20 cm			
Data da coleta de dados: 28/02/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação no fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2		
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5	X	
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3	X	Pinus
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		

Parâmetro	Pontuação		Comentários
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5	X	
presença poucos trechos assoreados	3		
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5	X	
presença de poucos pontos erodidos	3		
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	apenas alteração decorrente do caminho
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5	X	
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população moradora			
alto	5		
médio	3	X	
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	60		

7.1.3. Diagnóstico do Trecho 3

Características:

A única ocupação antrópica verificada foi o caminho não asfaltado (Fotos 45 e 46), que a partir do Trecho 3 acompanha o lado esquerdo do córrego em quase toda a sua extensão. Tal caminho é utilizado com certa frequência para caminhadas, passeios e ciclismo.

A mata ciliar nativa encontra-se bem conservada, com poucos trechos alterados (Foto 47). A presença de vegetação de reflorestamento (*Pinus*) é grande no Trecho.

Não foram constatados pontos de erosão das margens, assoreamento ou modificação do córrego. As alterações da topografia encontradas foram mínimas, apenas em decorrência do caminho.

Este Trecho foi considerado o menos impactado negativamente de toda a área de estudo.

Não foram detectados usos da água do córrego no Trecho.

Vocações identificadas:

O Trecho possui vocação para preservação e também para o lazer passivo, podendo integrar um parque linear. Caminhos para pedestres e ciclistas seriam bem vindos.

Sugestões:

- Preservação da mata ciliar existente.
- Recuperação da mata nos trechos alterados, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Incorporação do Trecho em um parque linear.
- Implantação de programas de educação ambiental.

TRECHO 4



Foto 49: Mata ciliar ao córrego e Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli ao fundo (2003).



Foto 50: Rua no Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli e mata ciliar ao córrego à esquerda (2003).



Foto 51: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda, reflorestamento à direita (02/2004).



Foto 52: Hortifruticultura / sítio às margens do córrego (02/2004).



Foto 53: Ocupação irregular às margens do córrego (2003).

TRECHO 4



Foto 54: Aspecto do córrego no Trecho - presença de sedimentos obstruindo o canal devido a inundações (02/2004).



Foto 55: Presença de obstruções (entulho) no canal – um sofá neste caso (02/2004).



Foto 56: Detalhe do sofá encontrado no canal (02/2004).



Foto 57: Deposição de sedimentos às margens do córrego (02/2004).



Foto 58: Área do córrego utilizada para recreação pela população do bairro próximo – balanço à direita (02/2004).



Foto 59: Área próxima ao córrego utilizada para recreação (02/2004).

Ficha de avaliação do Trecho 4

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 4			
Usos da água: recreação			
Largura do curso d'água no trecho: 1,5 a 2,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 10 a 20 cm			
Data da coleta de dados: 28/02/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3	X	sítio
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		loteamento próximo ao trecho, fora dos 50 m
ruas / avenidas marginais	2		próximo ao trecho, fora dos 50 m
assentamentos informais	1		1 ocupação irregular
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5	X	
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3	X	trechos de brejo
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	Pinus Faber Castell
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		

Parâmetro	Pontuação		Comentários
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3		
presença muitos trechos assoreados	1	X	
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	caminhos, acesso de pessoas às margens
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4	X	entulho em alguns trechos (sofá)
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	com exceção de 1 ponto onde há um sítio e 1 ocupação irregular
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3	X	População moradora das proximidades utiliza a área com freqüência / porém joga entulho
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	52,5		

7.1.4. Diagnóstico do Trecho 4

Características:

A proximidade ao bairro Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli é marcante neste Trecho (Fotos 49 e 50). A ocupação do fundo de vale caracteriza-se pelo caminho junto ao lado esquerdo do córrego (Foto 51), pelas áreas de hortifruticultura/sítios (Foto 52) e por um caso isolado de assentamento informal (Foto 53).

A mata ciliar nativa existe, mas está bastante modificada. Destacam-se trechos de vegetação típica de áreas alagadas, além da presença maciça de vegetação de reflorestamento (Pinus) (Foto 51).

Foram verificados alguns pontos de erosão nas margens e o assoreamento de muitos trechos do córrego, com entulho obstruindo o canal, sendo notória a presença de um sofá (Fotos 54 a 57).

Algumas áreas possuem a topografia alterada, principalmente em decorrência do freqüente acesso de pessoas ao leito do córrego.

A faixa de 30m de APP, apesar de existente, é desrespeitada por alguns sítios e pelo caso de assentamento informal.

A população moradora do entorno parece se identificar com a área, pois sua utilização para recreação é intensa, principalmente por crianças. Porém, a valorização de sua importância ambiental está comprometida, já que o córrego também é utilizado como depósito de resíduos sólidos, consolidando um grave problema de saúde pública e saneamento.

Foi detectado o uso recreativo da água do córrego no Trecho.

Sobre este aspecto, é relevante lembrar que as águas do córrego do Mineirinho são consideradas Classe 2 (de acordo com a classificação dada pelo Decreto Estadual nº 8468, 08/09/1976), podendo ser destinada ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho). Porém, não foi possível a obtenção de análises atuais da qualidade da água do córrego nos diversos Trechos avaliados. Assim, não se pode afirmar a compatibilidade entre o uso encontrado neste caso e a qualidade da água, sendo plausível, pelas características observadas quanto à ocupação, que esta não se encontre nas condições requeridas para Classe 2.

Vocações identificadas:

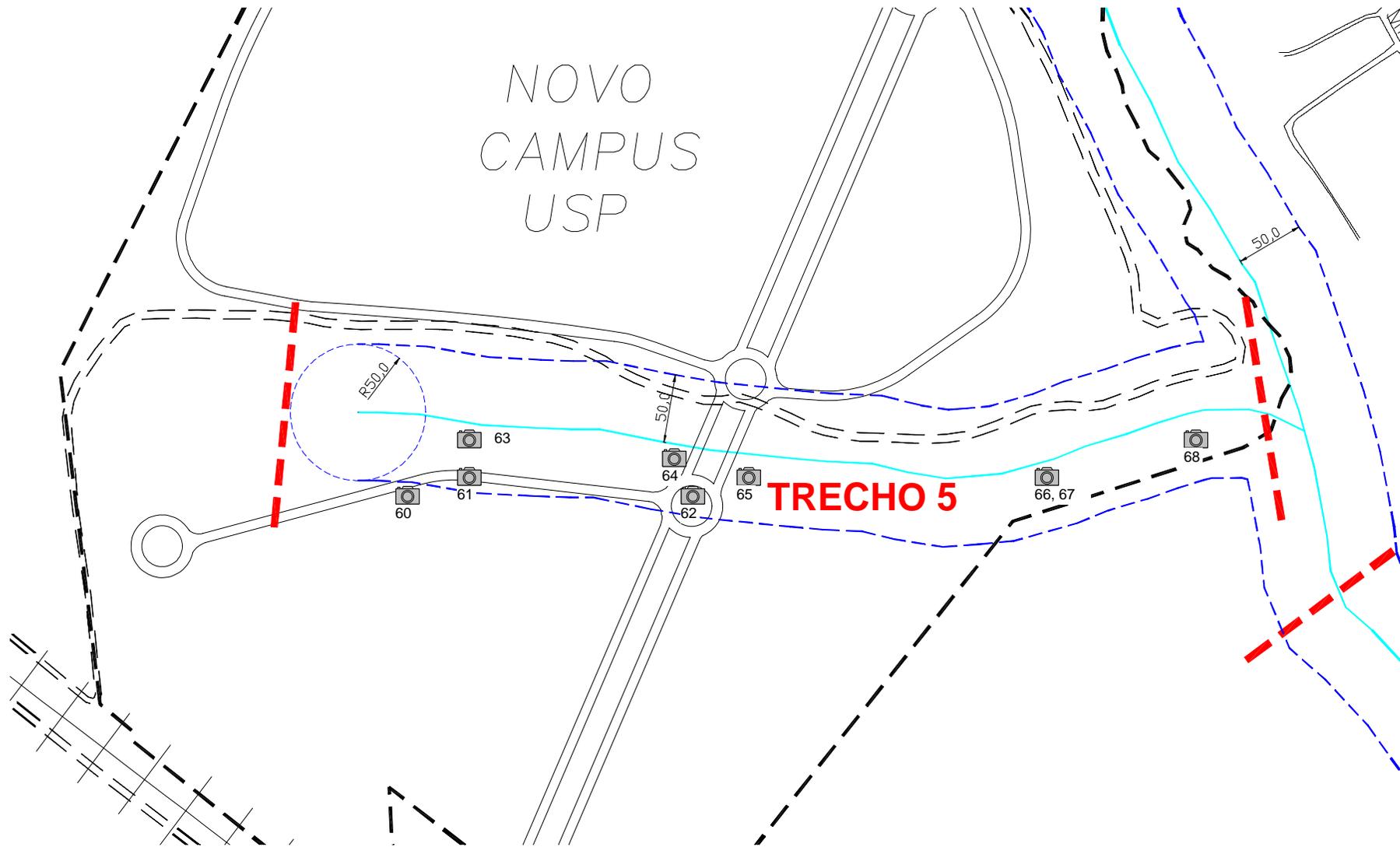
A principal vocação deste Trecho é o lazer voltado à população do entorno, aliado à conservação da área. Tal Trecho poderia, juntamente aos Trechos 2 e 3, integrar um parque linear, porém com características de parque de vizinhança, com caminhos, ciclovias, espaços de estar, áreas para piquenique, etc. Tal uso poderia atuar como inibidor de futuras ocupações ilegais, dada a probabilidade desta ocorrência devido à baixa renda da população moradora do Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli.

Outra vocação é a hortifruticultura, também já praticada na região, porém conjugada aos devidos cuidados sanitários e de não contaminação do recurso hídrico.

Sugestões:

- Recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Incorporação do Trecho em um parque linear.
- Implantação de programas de educação ambiental, principalmente direcionados à população do entorno, buscando sensibilizá-la para a importância ambiental da área, tratando em específico da questão dos resíduos sólidos.
- A definição de usos, inibindo a possibilidade de aparecimento de futuros assentamentos ilegais.
- Precauções na implantação e manutenção de áreas de hortifruticultura.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso para o lazer ativo.

TRECHO 5



TRECHO 5

Foto 60: Mata ciliar à nascente do córrego e ruas do campus II da USP em construção — modificação da topografia da área (03/2004).



Foto 61: Córrego do Mineirinho em primeiro plano e maquinário das obras do campus II da USP ao fundo (02/2004).

TRECHO 5



Foto 62: Ruas do campus II da USP em construção – pequeno trecho do córrego tamponado sob as vias – modificação da topografia da área (02/2004).



Foto 63: Pequeno reservatório de água na nascente do córrego do Mineirinho e maquinário das obras ao fundo (02/2004).



Foto 64: Aspecto do córrego junto à ponte – erosão decorrente das obras (02/2004).



Foto 65: Aspecto do córrego junto à ponte (tamponamento) – erosão decorrente das obras (02/2004).

TRECHO 5



Foto 66: Aspecto do córrego em outro segmento do Trecho 5 - erosão decorrente do acesso de pessoas à margem (02/2004).

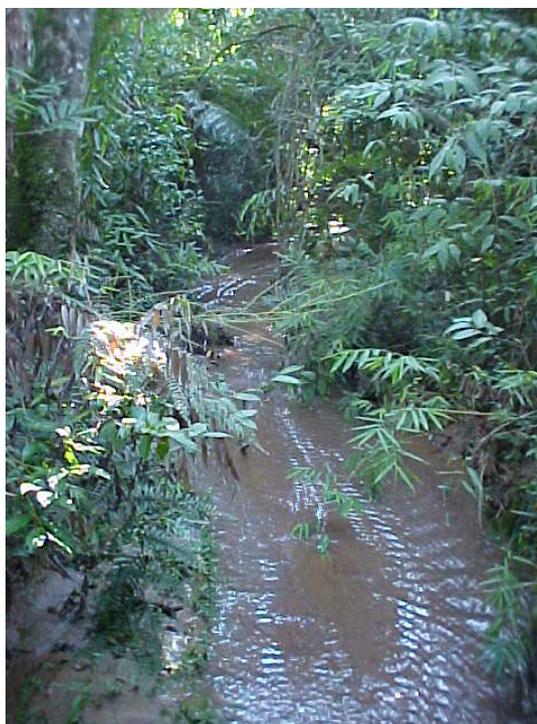


Foto 67: Aspecto do córrego em outro segmento do Trecho 5 (02/2004).



Foto 68: Caminho, mata ciliar ao córrego à esquerda e reflorestamento de Pinus à direita (02/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 5

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 5			
Usos da água: reservatório			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 cm			
Data da coleta de dados: 28/02/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3	X	reservatório
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	ruas em construção (campus II da USP)
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4	X	ruas em construção
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	alterada em alguns pontos como para construção da ponte
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2	X	Pinus
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	

Parâmetro	Pontuação		Comentários
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3		
presença de muitos pontos erodidos	1	X	acesso de pessoas, construção ponte sobre o córrego
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3		
presença de muitos trechos alterados	1	X	caminhos, acesso de pessoas às margens, ponte e ruas em construção
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1	X	pequeno trecho tamponado para passagem da ponte
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	com exceção do trecho tamponado
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5	X	vários estudos estão sendo feitos por parte da USP para preservação da área
médio	3		
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	47		

7.1.5. Diagnóstico do Trecho 5

Características:

O Trecho 5 abrange uma das principais nascentes do córrego do Mineirinho (Foto 60).

A fundamental característica da ocupação do fundo de vale neste Trecho é a implantação do campus II da USP, com a construção de ruas e ponte (Foto 62), trazendo profundos impactos ambientais para a área. Outras ocupações existentes são o caminho de terra (Foto 68) e um pequeno reservatório de água (Foto 63).

Na medida do possível, a mata ciliar (razoavelmente conservada no Trecho) está sendo mantida, alterada apenas para construção das ruas.

Foram verificados muitos pontos erodidos em decorrência das obras (Fotos 64 e 65) e, conseqüentemente, muitos trechos do córrego em processo de assoreamento.

A topografia foi bastante alterada e um pequeno segmento do córrego foi tamponado para passagem das vias (Foto 62).

Também foi observada a presença de um pequeno reservatório de água próximo à nascente, mas não se pôde identificar para que finalidade esse reservatório foi construído.

A valorização e identificação do Trecho pela comunidade científica é alta, o que é demonstrado pelos vários estudos desenvolvidos por pesquisadores da USP para que a área seja ocupada com o mínimo de impacto para o ambiente.

O reservatório observado junto à nascente denota a existência de uso da água, porém este não pôde ser precisado.

Vocações identificadas:

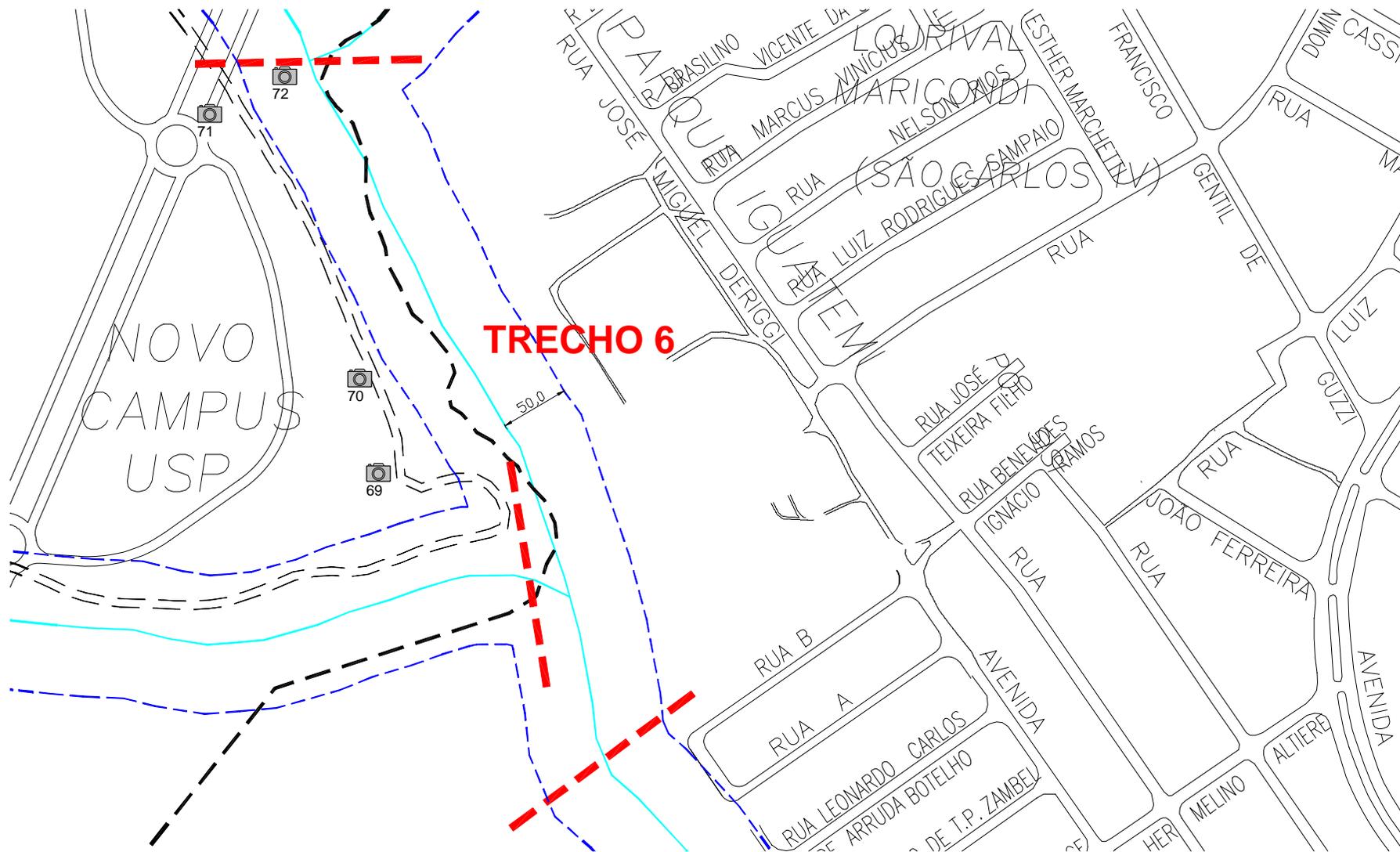
A vocação mais explícita da área é a preservação, por se tratar de uma das cabeceiras do córrego. Porém, a pesquisa científica e a educação ambiental também se mostram excelentes possibilidades, principalmente por serem perfeitamente compatíveis com a preservação.

Sugestões:

- Manutenção e recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.

- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do aumento do escoamento superficial decorrente da implantação do novo campus da USP, evitando-se assim, a possibilidade de futuras inundações.
- Uso da área para fins didáticos, pesquisa científica e educação ambiental.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso.

TRECHO 6



TRECHO 6



Foto 69: Mata ciliar ao córrego ao fundo – campus II da USP (03/2004).



Foto 70: Hortifruticultura – sítio às margens do córrego (03/2004).



Foto 71: Ruas em construção no campus II da USP – trecho tamponado do córrego sob a via (03/2004).



Foto 72: Aspecto do córrego junto à ponte – crianças brincando (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 6

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 6			
Usos da água: ocasionalmente recreação			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 a 10 cm			
Data da coleta de dados: 23/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3	X	sítio nas proximidades
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	ruas em construção (campus 2 da USP)
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5	X	ruas em construção
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	alterada em alguns pontos como para construção de ponte
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1	X	
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	

Parâmetro			Comentários
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	em decorrência das obras
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	construção ponte sobre o córrego (Campus USP)
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	caminhos, ponte e ruas em construção
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1	X	pequeno trecho tamponado para passagem da ponte
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	com exceção do trecho tamponado
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5	X	
médio	3		
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	51		

7.1.6. Diagnóstico do Trecho 6

Características:

Assim como no Trecho 5, a principal característica da ocupação neste Trecho é a implantação do campus II da USP, com os impactos decorrentes deste processo (Foto 71). Também foi verificada a ocupação do fundo de vale por sítios/hortifruticultura (Foto 70) e pelo caminho de terra.

A mata ciliar encontra-se em bom estado de preservação (Foto 69), com exceção de porções isoladas, modificadas para a construção das vias.

Foram constatados pontos de erosão nas margens (Foto 72) e alguns trechos do córrego assoreados, além de alterações na topografia decorrentes das obras do campus. O córrego possui um segmento de tamponamento para passagem das vias.

A valorização por pesquisadores é alta, mas pela população residente no entorno não foi possível a verificação.

Foi constatado o uso ocasional da água do córrego para recreação.

Vocações identificadas:

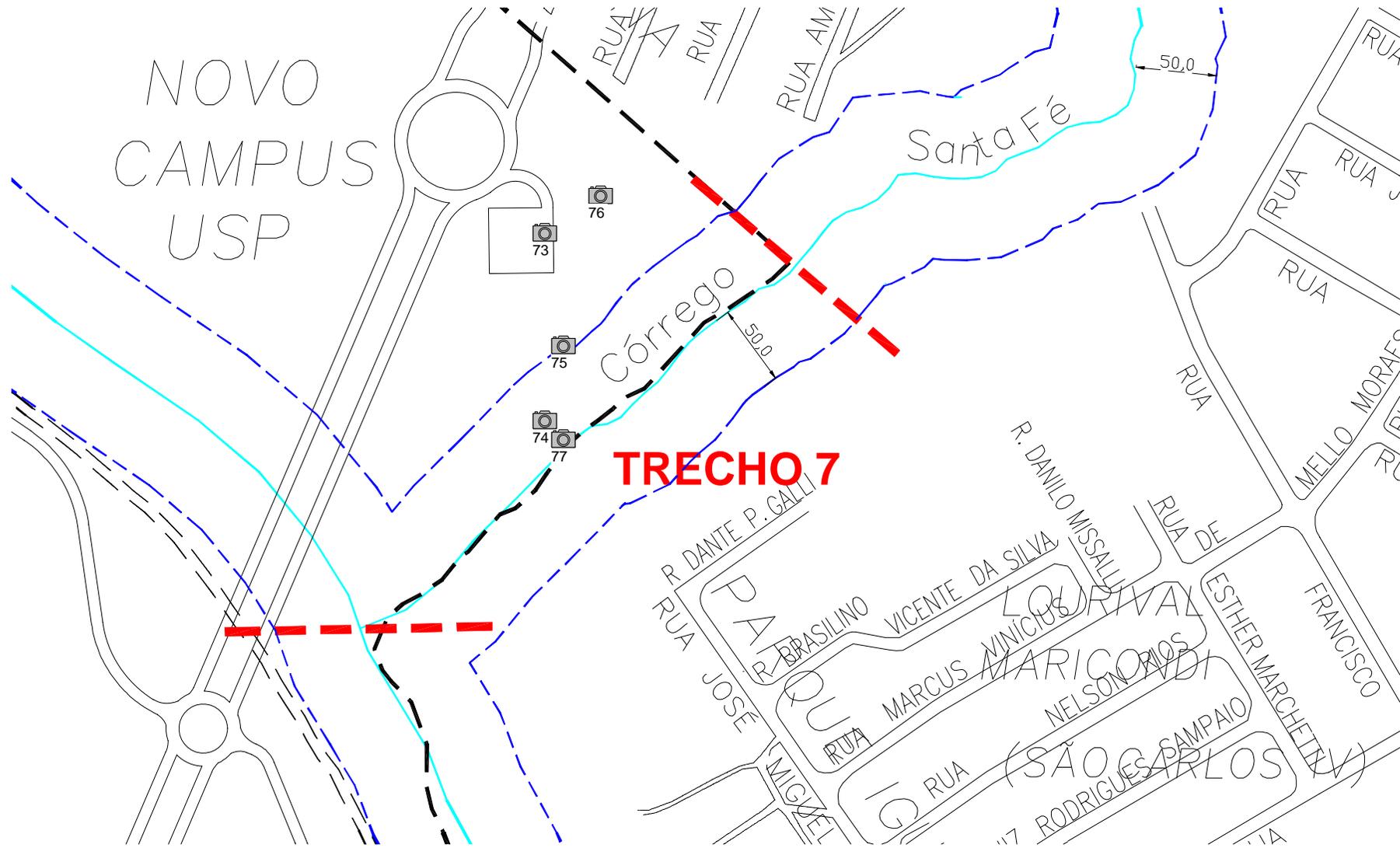
Além da conservação, o lazer passivo junto à margem direita do córrego, pela proximidade ao bairro Parque Iguatemi, foi notada como vocação da área. A presença de sítios nesta margem do córrego também pode ser explorada.

A pesquisa científica e a educação ambiental, ligadas à universidade, são vocações importantes, como dito anteriormente.

Sugestões:

- Manutenção e recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do aumento do escoamento superficial decorrente da implantação do novo campus da USP.
- Uso da área para fins didáticos, pesquisa científica e educação ambiental.
- Precauções na implantação e manutenção de áreas de hortifruticultura.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso.

TRECHO 7



TRECHO 7



Foto 73: Mata ciliar ao córrego ao fundo - foto tirada do campus II da USP (03/2004).



Foto 74: Tronco coletor de esgoto passando sobre o curso d'água (03/2004).



Foto 75: Caminho / trilha que leva ao córrego (03/2004).



Foto 76: Plantio de mudas nativas (03/2004).



Foto 77: Pequeno segmento tamponado do córrego (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 7

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 7			
Usos da água: recreação			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 a 10 cm			
Data da coleta de dados: 23/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3	X	sítio nas proximidades
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2		
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5	X	
menos de 25% impermeabilizado	4		
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2	X	plantio recente mudas nativas
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		

Parâmetro	Pontuação		Comentários
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	em decorrência do acesso de pessoas
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	em decorrência do acesso de pessoas
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	caminhos
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1	X	pequeno trecho tamponado
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3	X	utilização pela população moradora das proximidades para recreação
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	50,5		

7.1.7. Diagnóstico do Trecho 7

Características:

Este Trecho abrange parte do córrego Santa Fé, contribuinte do córrego do Mineirinho.

As proximidades do lado esquerdo do curso d'água fazem parte do campus II da USP, mas, diferentemente dos Trechos 5 e 6, ainda não foram iniciadas obras e nenhuma via passa pela área, sendo a ocupação antrópica resumida a um caminho de acesso ao córrego (Foto 75). Este caminho é bastante usado para o trânsito de pedestres entre os bairros Loteamento Social Santa Angelina e São Carlos IV.

Já na margem direita, predomina o uso hortifruticultura e a continuação do caminho. O córrego é utilizado para recreação pela população moradora do entorno.

Também foi verificada a passagem de um tronco coletor de esgoto sobre o córrego no Trecho.

A mata ciliar nativa encontra-se razoavelmente conservada (Foto 73), com alguns trechos degradados. Foi observado um plantio recente de mudas nativas na margem esquerda do córrego (Foto 76), possivelmente realizado pela USP.

Foram verificados poucos pontos de erosão, poucos trechos do canal assoreados, sendo a alteração da topografia também diminuta, essencialmente constituída pelo acesso de pessoas às margens.

Foi detectado o uso da água para recreação pela população moradora do entorno.

Vocações identificadas:

Assim como no Trecho 6, pode ser explorada a vocação do Trecho para o lazer passivo aliado à conservação, com caminhos para pedestres, ciclovias e áreas de estar. A pesquisa científica e a educação ambiental, além da hortifruticultura, também são possibilidades.

Sugestões:

- Manutenção e recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.

- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do aumento do escoamento superficial decorrente da implantação do novo campus da USP.
- Uso da área para fins didáticos, pesquisa científica e educação ambiental.
- Precauções na implantação e manutenção de áreas de hortifruticultura.
- Precauções quanto à contaminação do recurso hídrico devido à passagem do tronco coletor de esgoto.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso.

TRECHO 8

Foto 78: Entrada do Bosque Santa Fé, próximo à nascente do córrego Santa Fé (2003).



Foto 79: Caminho no Bosque Santa Fé – edificações no bairro Parque Santa Felícia Jardim ao fundo (2003).



Foto 80: Situação da nascente do córrego Santa Fé no 1º semestre de 2003 – erosão muito acentuada e presença de entulhos.



Foto 81: Rua no bairro Parque Santa Felícia Jardim e nascente ao fundo – situação no 1º semestre de 2003.

TRECHO 8



Foto 82: Situação da nascente do córrego Santa Fé em março de 2004 – contenção da erosão e canalização (Plano de recuperação da nascente do córrego Santa Fé realizado pela PMSC).



Foto 83: Poço próximo à nascente (03/2004).



Foto 84: Placa junto ao poço indicando a qualidade (imprópria para consumo) da água (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 8

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 8			
Usos da água: recreação, irrigação			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 a 10 cm			
Data da coleta de dados: 23/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4	X	Bosque Santa Fé
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3	X	sítio nas proximidades
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2	X	
ruas / avenidas marginais	2	X	
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4	X	ruas
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4	X	
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2	X	Bosque Santa Fé
ausência de áreas reflorestadas	1		
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		

Parâmetro			Comentários
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	em decorrência do acesso de pessoas
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	em decorrência do acesso de pessoas, trecho do solo recuperado junto à nascente
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3		
presença de muitos trechos alterados	1	X	caminhos, recuperação da nascente, ruas, canalização
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2	X	nascente canalizada
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5		
não atende à legislação	1	X	o raio de 50m de proteção à nascente não é respeitado
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população moradora			
alto	5	X	Bosque Santa Fé, recuperação da nascente e educação ambiental contribuíram
médio	3		
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	46		

7.1.8. Diagnóstico do Trecho 8

Características:

Este Trecho compreende a nascente do córrego Santa Fé.

A proximidade aos bairros Parque Santa Felícia Jardim, São Carlos IV e Loteamento Social Santa Angelina caracteriza a ocupação do fundo de vale neste Trecho.

Outras ocupações verificadas foram sítios (hortifruticultura), caminhos não asfaltados e a área verde “Bosque Santa Fé” (Fotos 78 e 79), utilizada para recreação e preservação da nascente, constituída como um parque local.

A mata ciliar ainda é densa, mas encontra-se degradada em alguns pontos, principalmente junto à nascente. No Bosque Santa Fé houve o reflorestamento da área, com o plantio de mudas nativas.

O raio de 50m de proteção à nascente, previsto na legislação, não é respeitado, sendo parcialmente ocupado por ruas e edificações (Foto 81).

No primeiro semestre de 2003, ocasião das primeiras visitas à área, a nascente encontrava-se em grave estado de degradação, sendo praticamente um “buraco”, muito erodida, com presença de resíduos sólidos (entulho) (Fotos 80 e 81). Já em março de 2004, quando foi realizada a avaliação do Trecho, muitas mudanças haviam ocorrido. Foi implantado pela PMSC, o “Plano de Recuperação da Nascente do Córrego Santa Fé”, cujas obras contiveram a enorme erosão existente e canalizaram a nascente (Foto 82). Assim, a topografia no Trecho foi significativamente alterada.

Um ponto a ser enfatizado é a contribuição tanto do Bosque Santa Fé quanto do Plano de Recuperação da Nascente para a identificação e valorização da área pela população.

Foram detectados os usos da água para recreação e irrigação. Ressalta-se a presença de um poço junto à nascente, no qual uma placa avisa sobre a qualidade imprópria para consumo da água.

Este Trecho foi considerado o mais impactado negativamente de toda a área de estudo.

Vocações identificadas:

A recuperação e a preservação são as principais vocações do Trecho, justificadas pela presença da nascente. Aliado a isto, o lazer passivo tem papel

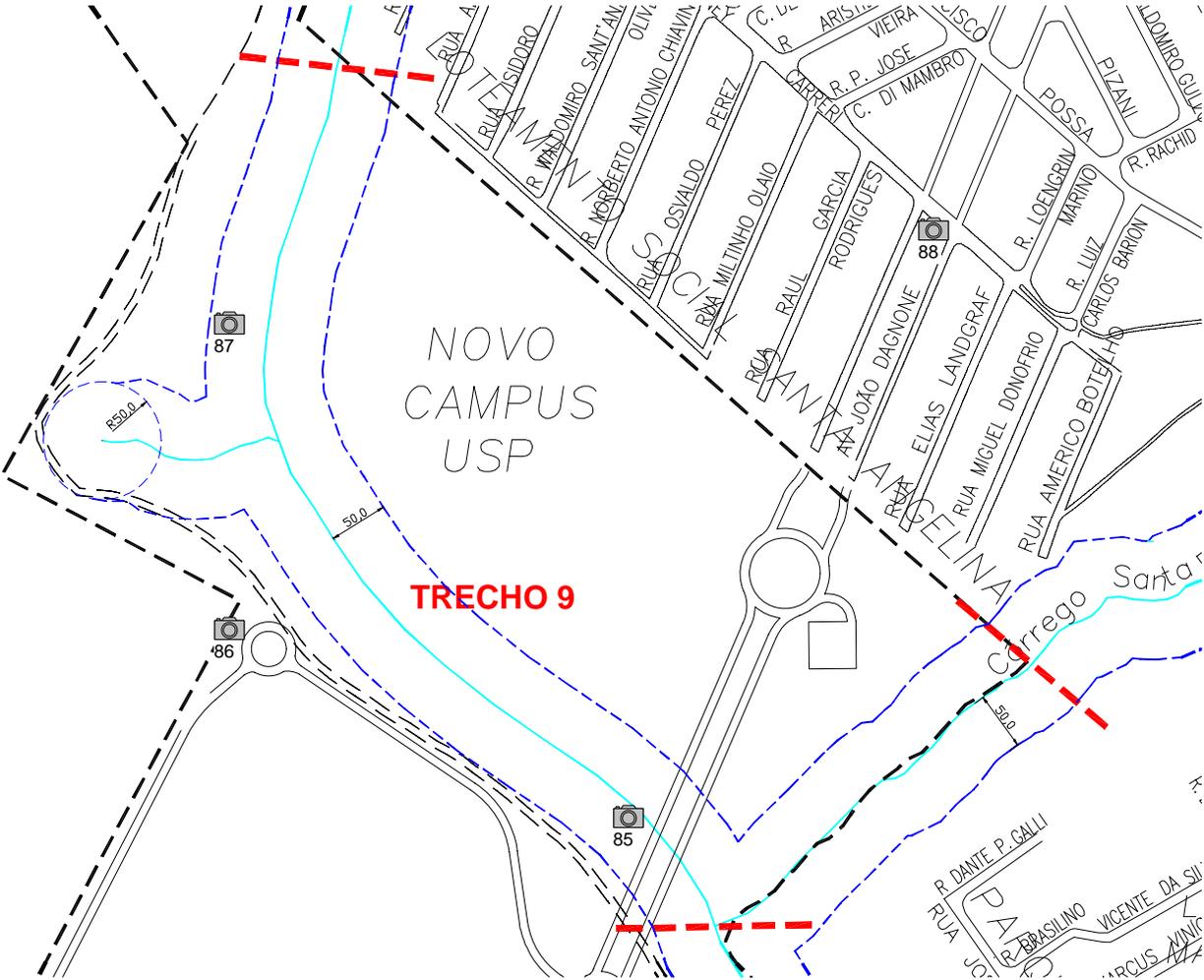
fundamental, contribuindo, como dito anteriormente, para a valorização da área e para o lazer a baixo custo para a população residente nos bairros próximos.

Recomendações:

- Continuidade para o Plano de Recuperação da Nascente do Córrego Santa Fé.
- Preservação e recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Manutenção e melhoria do Bosque Santa Fé.
- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do escoamento superficial decorrente dos bairros do entorno, visando a prevenção de inundações urbanas.
- Precauções na implantação e manutenção de áreas de hortifruticultura.
- Implantação de programas de educação ambiental direcionados à população do entorno, buscando sensibilizá-la para a importância ambiental da área.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso.

TRECHO 9

SORKIU



TRECHO 9



Foto 85: Aspecto do córrego junto à obra das vias no campus II da USP (03/2004).



Foto 86: Rua em construção no campus II da USP e mata ciliar ao córrego ao fundo (03/2004).



Foto 87: Aspecto da mata ciliar ao córrego no Trecho 9 (03/2004).



Foto 88: Loteamento Social Santa Angelina e rua que dará acesso ao campus II da USP (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 9

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 9			
Usos da água: -			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 a 1,0 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 a 10 cm			
Data da coleta de dados: 23/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4		
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3		
agricultura	2	X	cultivo de cana-de-açúcar nas proximidades
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	em construção
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4	X	ruas em construção campus USP (algumas já asfaltadas)
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3	X	trechos de brejo
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1	X	
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			

Parâmetro			Comentários
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	obras campus USP
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	obras campus USP
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	caminhos, ruas em construção, ponte
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5		
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1	X	pequeno trecho ponte campus USP
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	com exceção do trecho tamponado
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3	X	
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	46,6		

7.1.9. Diagnóstico do Trecho 9

Características:

Este Trecho abriga uma pequena nascente intermitente do curso d'água.

A ocupação caracteriza-se pela implantação do campus II da USP (Foto 86) e pelos caminhos não asfaltados. Além disso, verificou-se a presença maciça da cultura de cana-de-açúcar ao redor da área.

A mata ciliar nativa encontra-se bastante degradada (Foto 87) e apresenta trechos com vegetação típica de áreas alagadas.

Foi constatada a existência de alguns pontos de erosão nas margens, trechos do curso d'água assoreados e alteração da topografia decorrente das obras do campus II (Foto 85). O córrego possui um segmento tamponado para a passagem de vias.

Vale ressaltar que cultivos temporários, como é o caso da cana-de-açúcar, podem contribuir significativamente para o carreamento de sedimentos para o curso d'água.

Não foram detectados usos da água do córrego no Trecho.

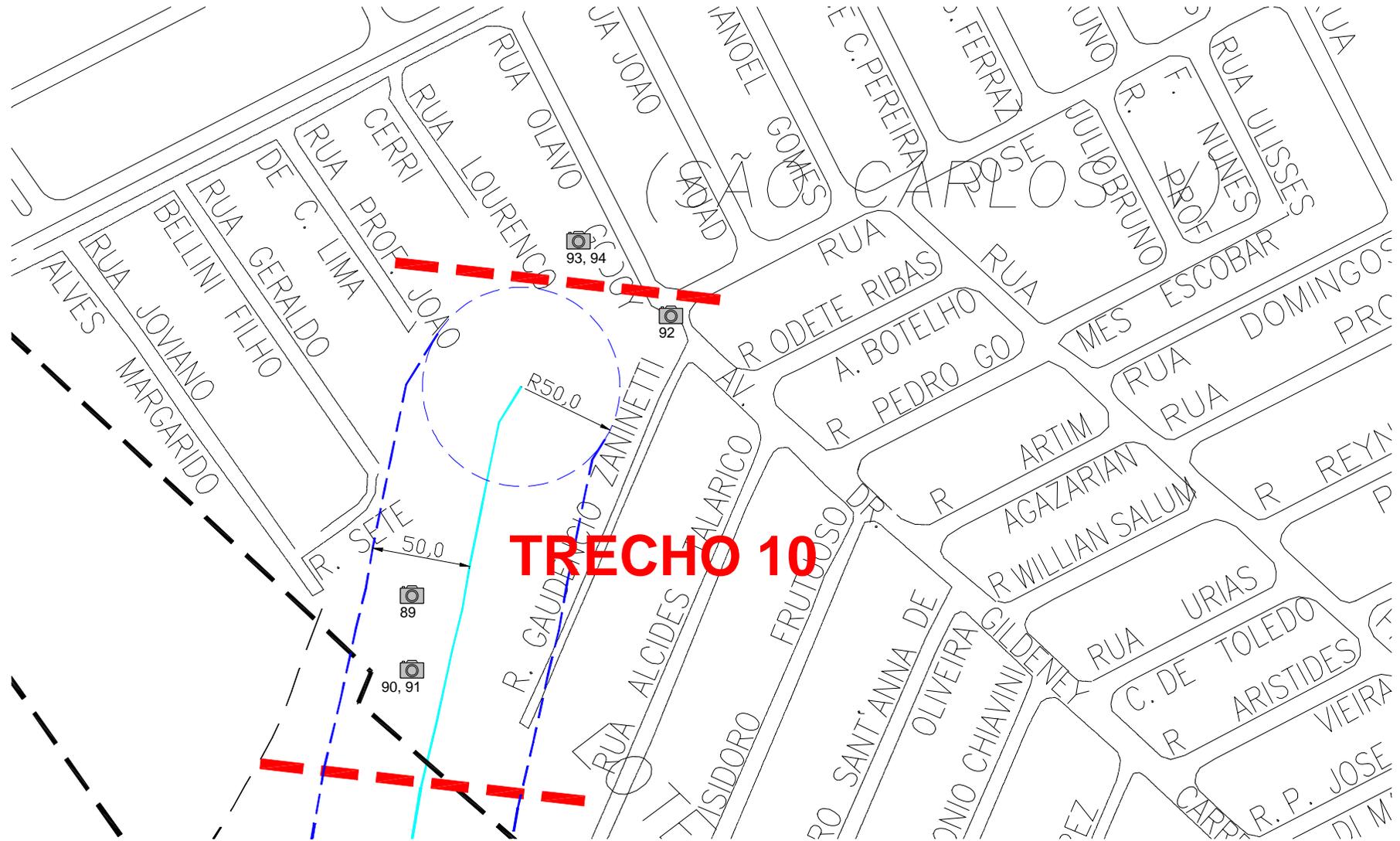
Vocações identificadas:

A recuperação da mata ciliar, aumentando a proteção para o curso d'água no Trecho, principalmente para a nascente intermitente, mostra-se fundamental para a área. Além dos já mencionados usos para fins didáticos, pesquisa científica e educação ambiental.

Sugestões:

- Recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do aumento do escoamento superficial decorrente da implantação do novo campus da USP, além do provocado pelo cultivo de cana-de-açúcar.
- Uso da área para fins didáticos, pesquisa científica e educação ambiental.

TRECHO 10



TRECHO 10



Foto 89: Criação de cavalos às margens do córrego -Loteamento Social Santa Angelina ao fundo (03/2004).



Foto 90: Elevatória de esgoto às margens do córrego (03/2004).



Foto 91: Tronco coletor de esgoto passando sobre o córrego (03/2004).

TRECHO 10



Foto 92: Área de proteção à nascente à direita - Loteamento Social Santa Angelina – cultura de cana de açúcar ao fundo (03/2004).



Foto 93: Praça junto à área de proteção à nascente – bairro São Carlos V (03/2004).



Foto 94: Crianças brincando na praça (03/2004).

Ficha de avaliação da ocupação do Trecho 10

Curso d'água: Córrego do Mineirinho			
Trecho avaliado: Trecho 10			
Usos da água: dessedentação de animais			
Largura do curso d'água no trecho: 0,50 m			
Profundidade do curso d'água no trecho: 5 a 10 cm			
Data da coleta de dados: 23/03/2004			
Parâmetro	Pontuação		Comentários
1. tipo de ocupação do fundo de vale			
sem ocupação antrópica	5		
área verde	4	X	área de proteção à nascente
caminho / trilha sem asfaltamento	4	X	
hortifruticultura	3		
retenção de água	3		
eventos itinerantes	3		
pecuária / pastagem	3	X	criação de cavalos
agricultura	2		
loteamentos / edificações	2		
ruas / avenidas marginais	2	X	
assentamentos informais	1		
2. permeabilidade do solo			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizado	4	X	
25 a 50% impermeabilizado	3		
50 a 75% impermeabilizado	2		
mais de 75% impermeabilizado	1		
3. presença de mata ciliar nativa			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3	X	
presença de menos de 25 %	2		
ausência de mata ciliar	1		
4. presença de áreas reflorestadas			
presença de mais de 75%	5		
presença de 50 a 75%	4		
presença de 25 a 50%	3		
presença de menos de 25 %	2		
ausência de áreas reflorestadas	1	X	
5. interconectividade			
presença muitos trechos conectados	5		
presença poucos trechos conectados	3	X	
ausência de trechos conectados	1		
6. qualidade da água do curso d'água			
Classe 1	5		
Classe 2	4	X	
Classe 3	3		
Classe 4	2		
7. enchentes e inundações urbanas			
ausência de enchentes e inundações	5	X	
presença de inundações esporádicas	4		
presença de inundações periódicas	3		

Parâmetro			Comentários
presença de enchentes esporádicas	2		
presença de enchentes periódicas	1		
8. assoreamento do curso d'água			
ausência de assoreamento	5		
presença poucos trechos assoreados	3	X	
presença muitos trechos assoreados	1		
9. erosão das margens do curso d'água			
ausência de erosão	5		
presença de poucos pontos erodidos	3	X	
presença de muitos pontos erodidos	1		
10. alteração da topografia			
ausência de alteração	5		
presença de poucos trechos alterados	3	X	caminhos
presença de muitos trechos alterados	1		
11. modificação do curso d'água			
sem modificações	5	X	
obstruções no canal	4		
estrangulamentos	3		
diques	3		
retificação	2		
canalização	2		
tamponamento	1		
12. respeito à legislação incidente			
atende à legislação	5	X	o raio de 50m de proteção à nascente é respeitado
não atende à legislação	1		
13. permeabilidade da bacia hidrográfica			
ausência de impermeabilização	5		
menos de 25% impermeabilizada	4		
25 a 50% impermeabilizada	3	X	
50 a 75% impermeabilizada	2		
mais de 75% impermeabilizada	1		
14. grau de identificação e valorização pela população			
alto	5		
médio	3	X	
baixo	1		
15. qualidade estética e paisagística			
alta	5		
média	3	X	
baixa	1		
Pontuação total	51,25		

7.1.10. Diagnóstico do Trecho 10

Características:

Este Trecho abriga outra importante nascente do córrego do Mineirinho.

Os loteamentos Santa Angelina, São Carlos III e São Carlos V compõem o entorno do Trecho. As ocupações encontradas foram: o freqüente caminho de terra que percorre o fundo de vale; criação de animais (cavalos) às margens do córrego (Foto 89); um pequeno trecho do campus II da USP; e duas áreas verdes. Uma delas compreende área cercada de proteção à nascente (Foto 92) e a outra uma praça de lazer no bairro São Carlos V (Fotos 93 e 94).

Também foi verificada a passagem de um tronco coletor de esgoto sobre o córrego no Trecho.

A mata ciliar apresenta-se bastante degradada, mas o raio de 50m de proteção à nascente é respeitado.

Além disso, possui trechos das margens erodidos, assoreamento no leito do curso d'água e topografia um pouco modificada.

Foi detectado o uso da água do córrego para dessedentação de animais.

Vocações identificadas:

Assim como as outras nascentes do córrego, foi notado que esta área possui vocação principal para a recuperação e preservação. O lazer passivo, já inserido na área, é outra possibilidade, além da educação ambiental para a população do entorno.

Sugestões:

- Recuperação da mata ciliar, valorizando-se o plantio de espécies nativas.
- Implantação de medidas não-estruturais para contenção do escoamento superficial decorrente dos bairros do entorno e da implantação do novo campus da USP.
- Implantação de programas de educação ambiental direcionados à população do entorno, buscando sensibilizá-la para a importância ambiental da área.
- Evitar o uso da área para criação de animais, devido aos impactos causados pelo acesso destes ao córrego e pela possibilidade de poluição do recurso hídrico por suas fezes.

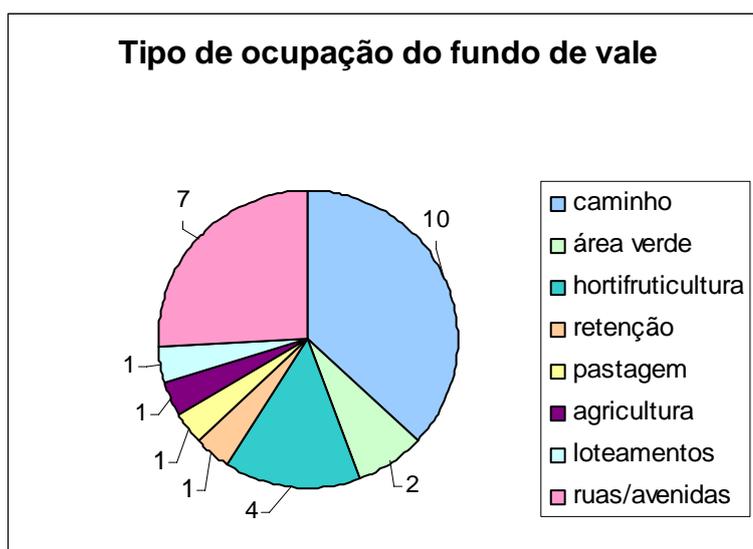
- Precauções quanto à contaminação do recurso hídrico devido à passagem do tronco coletor de esgoto.
- Verificação da compatibilidade entre a qualidade da água e seu uso.

7.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão discutidos os resultados obtidos com a avaliação dos Trechos. Para isso, foram produzidos gráficos comparando as diferentes pontuações atribuídas a cada parâmetro nos diferentes Trechos. Os parâmetros são numerados de 1 a 15 na Ficha de Avaliação da Ocupação.

O primeiro parâmetro a ser avaliado foi o tipo de ocupação presente no fundo de vale. A Figura 44 traz gráfico comparando a quantidade de Trechos em que cada tipo de ocupação foi encontrado.

Figura 44: Tipos de ocupação e quantidade de Trechos nos quais foram encontrados.



Neste aspecto, foi observado que:

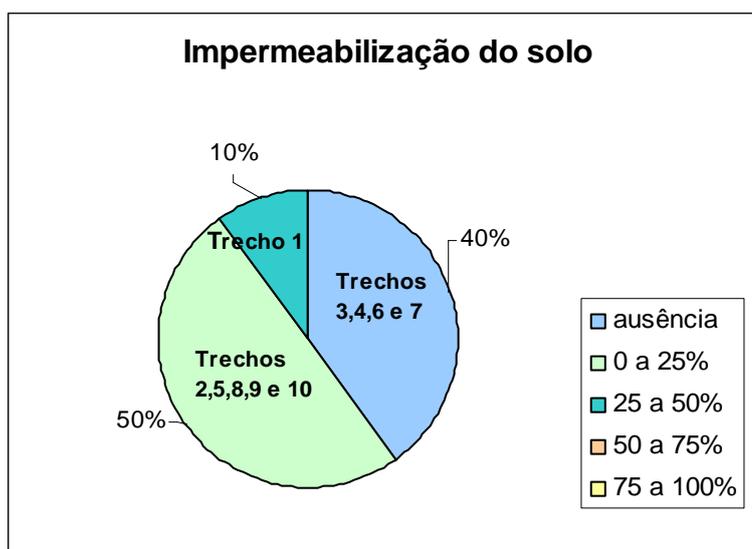
- O total dos Trechos possui caminhos não asfaltados ou trilhas.
- 7 deles (Trechos 1, 2, 5, 6, 8, 9 e 10) são ocupados por ruas ou avenidas marginais.
- 4 deles (Trechos 4, 6, 7, 8) são ocupados por sítios / hortifruticultura.
- Os Trechos 8 e 10 são ocupados por áreas verdes (parques e praças).
- O Trecho 8 é ocupado por loteamentos/edificações, sendo que abriga uma das principais nascentes do córrego do Mineirinho.
- O Trecho 5 possui um pequeno reservatório de água.
- O Trecho 9 é parcialmente ocupado pela cultura de cana-de-açúcar.

- O Trecho 10 possui criação de animais, com pequena pastagem.

Isto significa que, de acordo com a avaliação realizada, o critério de *valorizar a ocupação de fundos de vale com funções compatíveis com possíveis inundações*, como áreas verdes, hortifruticultura, retenção de água, etc, é atendido totalmente apenas pelos Trechos 3, 4 e 7. Contudo, a maioria dos Trechos atende ao menos parcialmente este objetivo, excetuando-se o Trecho 8, que possui grande número de ocupações não compatíveis com possíveis inundações.

O segundo item avaliado foi a permeabilidade do solo no fundo de vale. A Figura 45 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao grau de impermeabilização do solo correspondente.

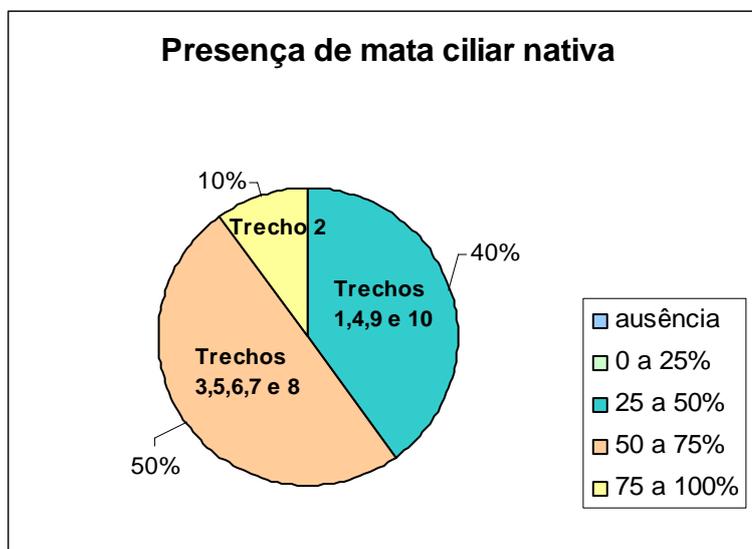
Figura 45: Faixas de impermeabilização do solo e porcentagem de Trechos correspondente.



Quanto a este parâmetro, foi observado que metade dos Trechos (Trechos 2, 5, 8, 9 e 10) possuem apenas de 0 a 25% do solo impermeabilizado e outros 4 Trechos (Trechos 3, 4, 6 e 7) não possuem nenhum tipo de impermeabilização. Assim, a maioria dos Trechos atende ao critério de *evitar ao máximo a impermeabilização dos fundos de vale, de modo a favorecer a infiltração*.

Apenas no Trecho 1 a impermeabilização encontrada foi preocupante, de 25 a 50% do fundo de vale.

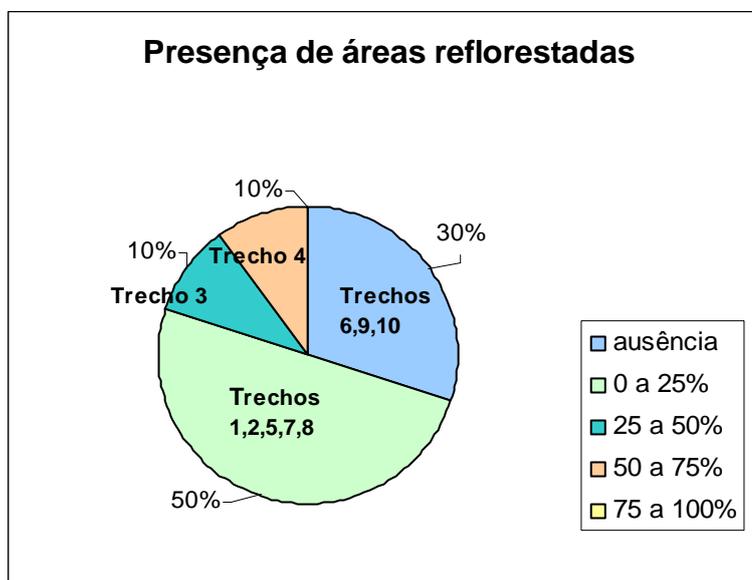
O terceiro parâmetro avaliado foi a presença da mata ciliar nativa. A Figura 46 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao nível de presença de mata ciliar encontrado.

Figura 46: Presença de mata ciliar e porcentagem de Trechos correspondente.

Foi observada a presença de 50 a 75% da mata ciliar nativa na metade dos Trechos avaliados (Trechos 3,5,6,7 e 8). A outra metade divide-se em 4 Trechos com presença de 25 a 50% da mata e somente 1 Trecho com presença de 75 a 100%.

Assim, a intenção de *valorizar a manutenção da mata ciliar* é atendida, pelo menos parcialmente, por todos os Trechos.

O quarto item a ser avaliado foi a presença de áreas reflorestadas. A Figura 47 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao nível de presença de áreas reflorestadas.

Figura 47: Presença de áreas reflorestadas e porcentagem de Trechos correspondente.

Com relação a este parâmetro, foi observado que:

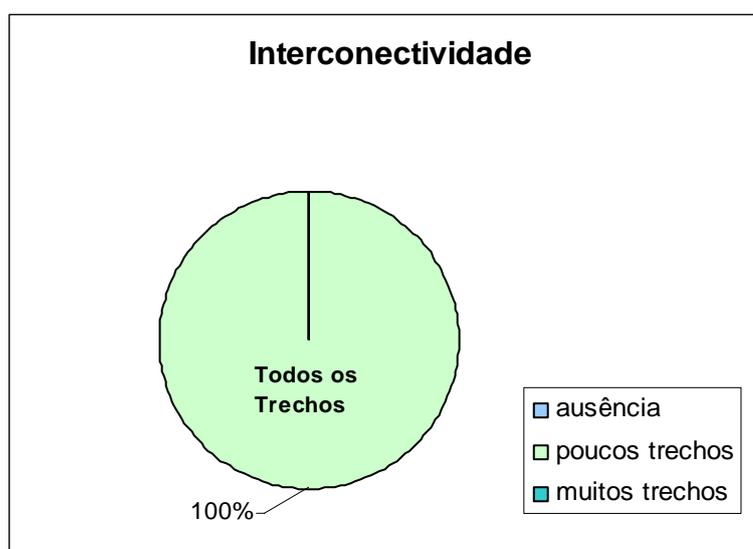
- Metade dos Trechos (Trechos 1,2,5,7,8) possui de 0 a 25% de sua área composta por vegetação de reflorestamento.
- 3 Trechos (Trechos 6,9 e 10) não possuem áreas reflorestadas.
- O Trecho 3 possui de 25 a 50% de sua área composta por vegetação de reflorestamento.
- O Trecho 4 possui de 50 a 75% de sua área composta por vegetação de reflorestamento.

Como foi possível notar, é grande a existência de áreas reflorestadas no fundo de vale do córrego do Mineirinho, principalmente nos Trechos 3 e 4. Isto porque, parcelas destas áreas foram utilizadas no passado, para plantio de *Pinus* pela empresa *Faber Castell*, tendo atualmente resquícios desses plantios.

Mas apenas nos Trechos 1, 7 e 8 puderam ser constatados plantios com espécies nativas, visando a recuperação da mata ciliar. Sendo assim, somente estes Trechos atendem ao critério de *recuperação de áreas degradadas e valorização da introdução de espécies nativas*.

O quinto quesito avaliado foi a interconectividade entre áreas de vegetação. A Figura 48 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao nível de presença de interconectividade.

Figura 48: Presença de interconectividade e porcentagem de Trechos correspondente.



Com relação a este parâmetro, foi observado que todos os Trechos possuem poucos fragmentos conectados de vegetação.

Portanto, o critério de *buscar a interconectividade das áreas verdes, favorecendo a manutenção da biodiversidade* é parcialmente atendido no caso de todo o córrego do Mineirinho. Vale ressaltar, que a mata ciliar já constitui em si um corredor ecológico, facilitando o fluxo de espécies. Todavia, neste caso, foram encontradas poucas manchas de vegetação conectadas à mata ciliar.

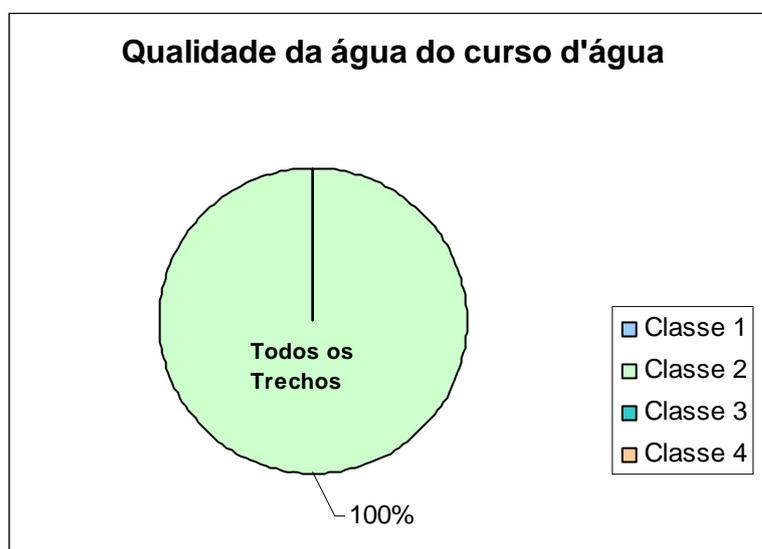
O sexto parâmetro avaliado foi a qualidade da água do curso d'água. A Figura 49 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à qualidade da água correspondente.

Sobre este parâmetro, é necessário comentar que não foi plausível, devido a várias dificuldades no decorrer do trabalho, a obtenção de análises atuais da qualidade da água do córrego nos diversos Trechos avaliados.

Sendo assim, todos os Trechos foram considerados Classe 2, classe referente às águas do córrego do Mineirinho como um todo (de acordo com a classificação dada pelo Decreto Estadual nº 8468, 08/09/1976).

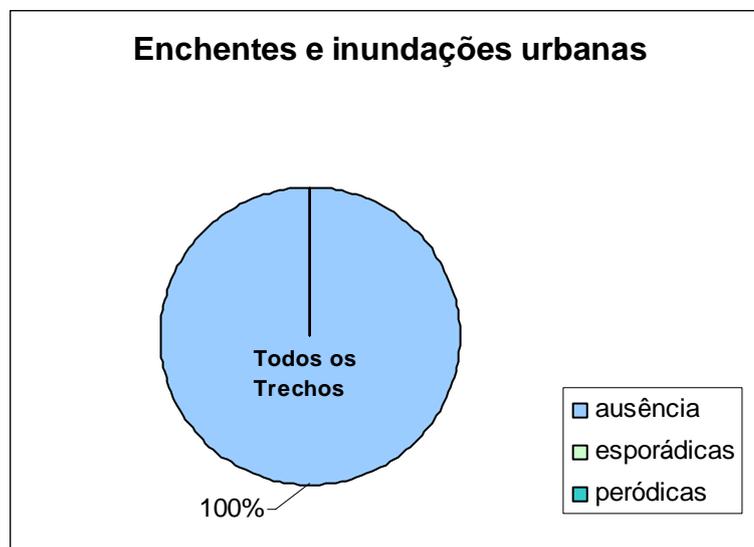
Não foi possível, portanto, certificar-se quanto à *compatibilidade da qualidade da água com o tipo de ocupação do fundo de vale*.

Figura 49: Qualidade da água do curso d'água e porcentagem de Trechos correspondente.



O sétimo parâmetro avaliado foi a existência de enchentes e inundações urbanas. A Figura 50 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à presença de enchentes e inundações urbanas.

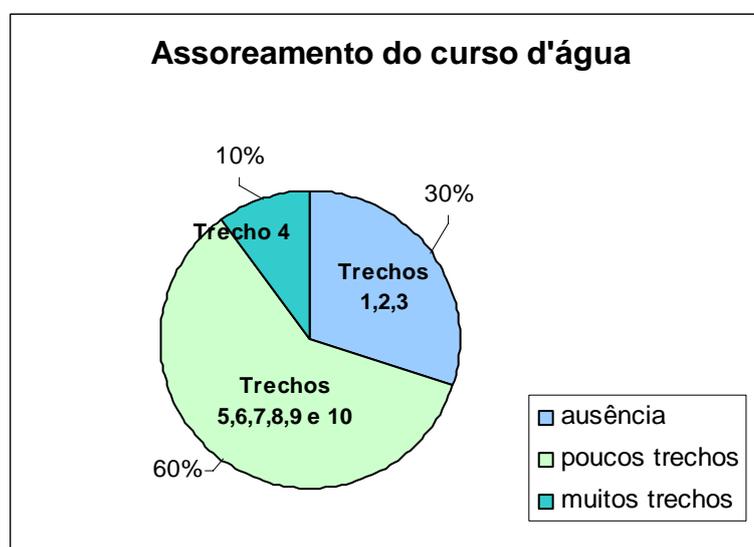
Figura 50: Presença de enchentes e inundações urbanas e porcentagem de Trechos correspondente.



Quanto a este item, foi observada, no período de estudo, a ausência de enchentes e inundações urbanas em todos os Trechos. Isto não significa que, na época das cheias, a inundação da várzea do curso d'água não ocorra. Apenas que não são atingidas áreas urbanizadas, o que denota, pelo menos por enquanto, que a forma como é ocupado este fundo de vale respeita o ciclo hidrológico natural.

O oitavo parâmetro avaliado foi o assoreamento do curso d' gua. A Figura 51 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos   presença de assoreamento.

Figura 51: Presença de assoreamento e porcentagem de Trechos correspondente.



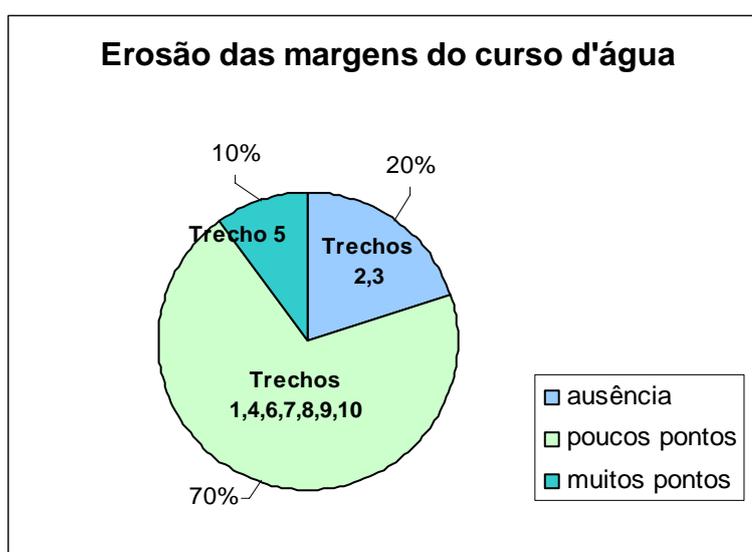
Foi observado que em 6 Trechos (Trechos 5, 6, 7, 8, 9 e 10) existem poucos pontos do córrego assoreados. Em 3 Trechos (Trechos 1, 2, 3) pôde-se notar a ausência de assoreamento. E apenas no Trecho 4 foi notada a presença de muitos trechos assoreados.

Em um primeiro momento, observou-se uma aparente contradição no fato dos Trechos mais próximos à foz apresentarem ausência de assoreamento. Porém, uma resposta para tal contradição é dada pela topografia, mais acentuada junto à foz, o que aumenta o fluxo da água evitando o acúmulo de sedimentos no canal. Outra explicação pode ser a maior presença da mata ciliar nos Trechos 2 e 3, protegendo o leito da chegada de sedimentos.

Já no Trecho 4, o grande assoreamento encontrado pode ser causado pela proximidade ao bairro Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli. Isto devido, tanto ao lançamento de resíduos sólidos nas margens e leito do córrego por moradores, quanto pelo carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial. Outro fator que pode ter contribuído para este processo é a erosão causada a montante pelas obras do campus II da USP.

O nono item avaliado foi a erosão das margens do curso d'água. A Figura 52 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à presença de erosão.

Figura 52: Presença de erosão e porcentagem de Trechos correspondente.

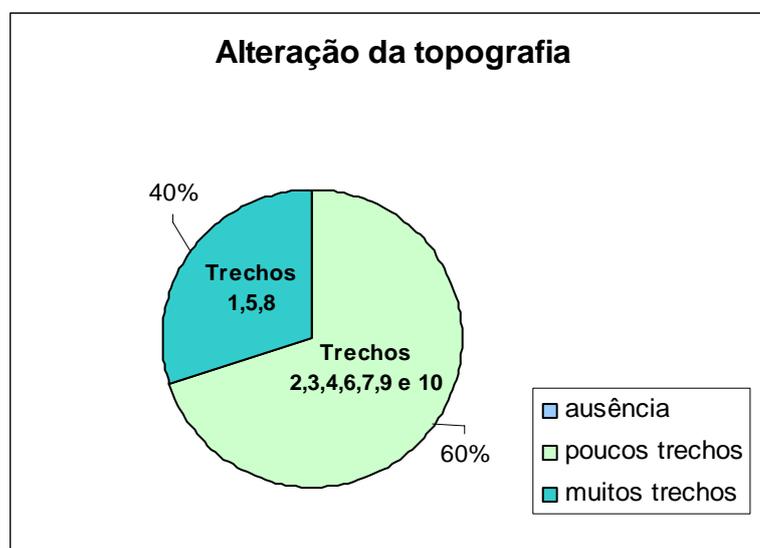


Quanto a este parâmetro, foi observado que em 7 Trechos (Trechos 1,4,6,7,8,9 e 10) existem poucos pontos de erosão nas margens do córrego. Nos

Trechos 2 e 3, os mais conservados na maioria dos aspectos, não foram encontrados pontos de erosão. Já no Trecho 5 foram encontrados muitos pontos, principalmente devido às obras do campus II da USP, fator que pode ter contribuído para o processo acentuado de assoreamento do córrego no Trecho 4.

O décimo parâmetro avaliado foi a alteração da topografia. A Figura 53 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à presença de alterações na topografia.

Figura 53: Presença de alteração na topografia e porcentagem de Trechos correspondente.



Foram encontradas alterações na topografia de todos os Trechos de estudo. Na maioria deles (Trechos 2,3,4,6,7,9 e 10) foram localizados poucos trechos alterados. Mas em 3 Trechos (Trechos 1,5 e 8), as alterações eram bastante significativas.

Nos Trechos 1 e 5 e principalmente no Trecho 8, por abrigar uma nascente do curso d'água, o critério de *considerar o fator topografia como fundamental para a definição do tipo de ocupação e evitar alterações drásticas na topografia do fundo de vale* não foi atendido.

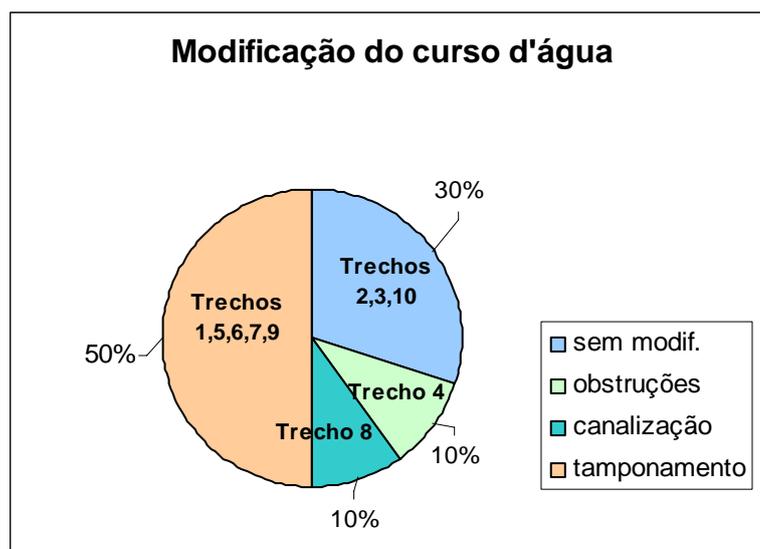
O décimo primeiro parâmetro avaliado foi a modificação do curso d'água. A Figura 54 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à presença de modificações no curso d'água.

Quanto a este fator, foi observado que:

- Metade dos Trechos (Trechos 1,5,6,7 e 9) possuem segmentos do leito tamponados.

- 3 Trechos (Trechos 2,3 e 10) não possuem nenhuma modificação no leito.
- O Trecho 4 possui obstruções no canal devido à presença de resíduos sólidos.
- O Trecho 8 possui a canalização da nascente do curso d'água.

Figura 54: Presença de modificação no curso d'água e porcentagem de Trechos correspondente.



Deve ser ressaltado o fato de que todos os segmentos tamponados do córrego foram modificados para a passagem de vias, em vários casos no campus II da USP.

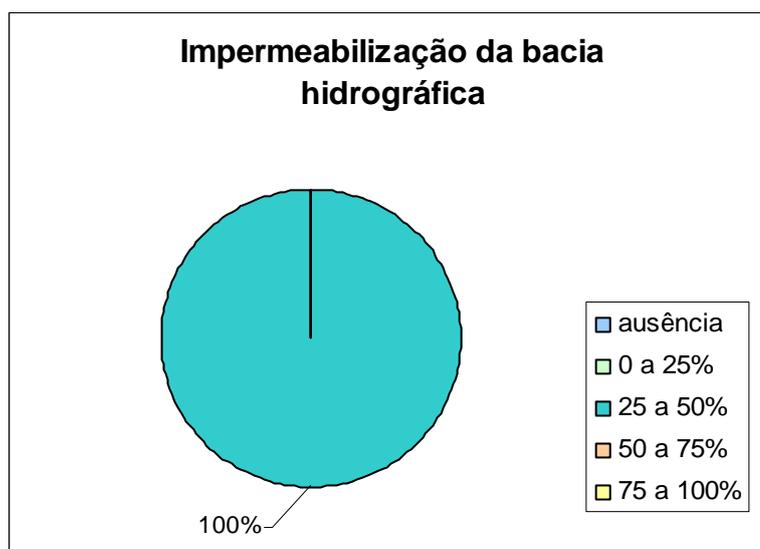
Portanto, com exceção dos Trechos 2,3 e 10, todos os outros Trechos não atendem ao critério *de evitar a modificação dos cursos d'água* (retificação, canalização, tamponamento, construção de diques, obstruções, estrangulamentos).

O décimo segundo fator avaliado foi o respeito à legislação incidente, no caso o Código Florestal. A Figura 55 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao respeito à legislação.

No que tange a este parâmetro, foi observado que em todos os Trechos a faixa de 30m de APP é respeitada. Contudo, no Trecho 8 o raio de 50m de proteção à nascente, também previsto no Código Florestal, não é considerado, sendo ocupado por ruas e edificações.

Figura 55: Respeito à legislação incidente e porcentagem de Trechos correspondente.

O décimo terceiro parâmetro avaliado foi a permeabilidade do solo da bacia hidrográfica. No presente estudo, foi considerada para análise a micro-bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho como um todo. Sendo assim, todos os Trechos foram associados ao mesmo grau de impermeabilização. A Figura 56 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à faixa de impermeabilização da bacia correspondente.

Figura 56: Faixas de impermeabilização do solo e porcentagem de Trechos correspondente.

De acordo com a bibliografia apresentada, a micro-bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho possuía, em 2003, porcentagem de área urbanizada de 40%. Com base neste dado a impermeabilização do solo na micro-bacia foi associada à faixa de 25 a 50%.

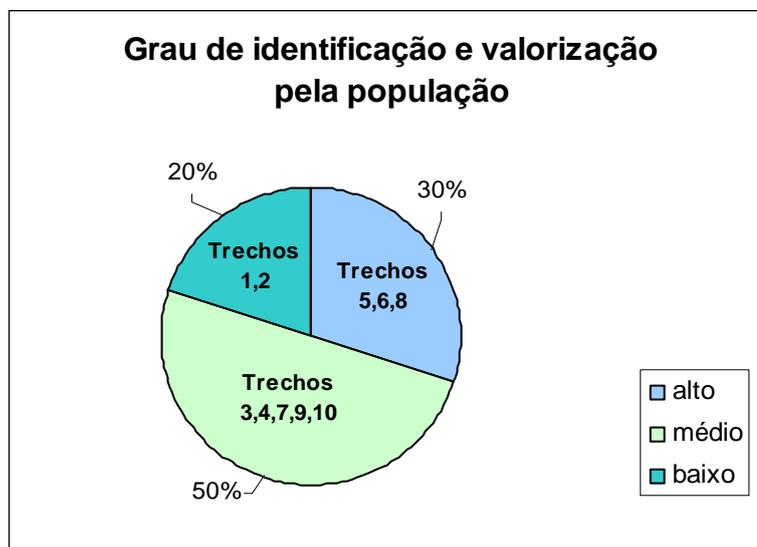
Mas tal impermeabilização deve aumentar consideravelmente nos próximos anos, na medida em que a área será palco de expressiva expansão do núcleo urbano, tanto devido à implantação do campus II da USP, como a futuros loteamentos.

Segundo Benini *et al.* (2003), apenas a área do campus II da USP abrange em seu terreno 1800m do córrego do Mineirinho, sendo seu percurso total de aproximadamente 4Km. O autor afirma que após a implantação do campus II estima-se que aproximadamente 16,8ha (18,4% da área total do campus) serão destinados à construção de vias e edificações, constituindo áreas impermeáveis. Portanto, de acordo com dados obtidos por seu trabalho, será grande o impacto decorrente da implantação do campus na área de influência de drenagem da micro-bacia do córrego do Mineirinho.

Assim, o critério de *reconhecer que o planejamento das áreas de fundo de vale deve estar aliado ao planejamento de toda a bacia hidrográfica* e o critério de *cuidar para que os tipos de ocupação, do fundo de vale até as áreas mais urbanizadas, se sucedam de forma gradual quanto à porcentagem de permeabilidade do solo*, deveriam ser seriamente levados em conta pelo poder público e pelos responsáveis por projetos de expansão da malha urbana na região.

O décimo quarto parâmetro avaliado foi o grau de identificação e valorização da área pela população. Este quesito foi avaliado de maneira preliminar, pois, para que fosse profundamente estudado deveria contar com entrevistas com número considerável de pessoas e não apenas com conversas informais, como foi realizado. A Figura 57 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos ao grau de identificação e valorização correspondente.

Figura 57: Grau de identificação e valorização pela população e porcentagem de Trechos correspondente.



Na metade dos Trechos estudados, o grau de valorização e identificação pela população foi considerado médio. Em 3 Trechos (Trechos 5, 6 e 8) foi notado alto grau de valorização. No caso dos Trechos 5, 6 esta alta valorização é devida ao fato de estarem inseridos no campus II da USP. Já no caso do Trecho 8, a implantação de uma área de lazer para população do entorno junto à nascente do córrego contribuiu para o fato. Somente em dois Trechos (Trechos 1 e 2) observou-se grau realmente baixo, justamente nos Trechos margeados por vias de tráfego intenso e próximos a condomínios fechados de alto padrão.

Foi interessante observar, que o córrego é muito mais identificado, valorizado e “utilizado” nos Trechos próximos a bairros de baixo padrão de renda, como o Residencial Monsenhor Romeu Tortorelli ou o Loteamento Social Santa Angelina, onde a população tem menor nível de escolaridade, do que próximo aos residenciais de alto padrão, que abrigam a parcela mais rica e estudada da cidade, mas que muitas vezes nem sabe da proximidade de sua residência a um curso d’água.

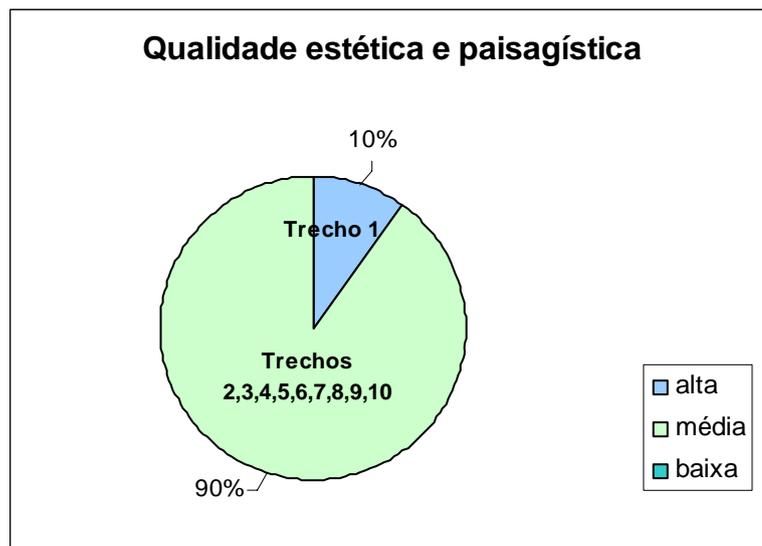
É preciso que se estimule a *volta da convivência da população urbana com os fundos de vale e cursos d’água, reconhecendo que a educação ambiental está intimamente relacionada com a identificação e valorização desses espaços pela população.*

O décimo quinto e último parâmetro a ser avaliado foi a qualidade estética e paisagística. Este fator, apesar de esquecido por muitos planejadores, é de fundamental importância para a qualidade de vida nas cidades. Porém, é um fator

muito subjetivo, sendo que sua avaliação só pode ser fruto de uma percepção individual.

A Figura 58 traz gráfico que associa a quantidade e porcentagem de Trechos à qualidade estética e paisagística correspondente.

Figura 58: Qualidade estética e paisagística e porcentagem de Trechos correspondente.

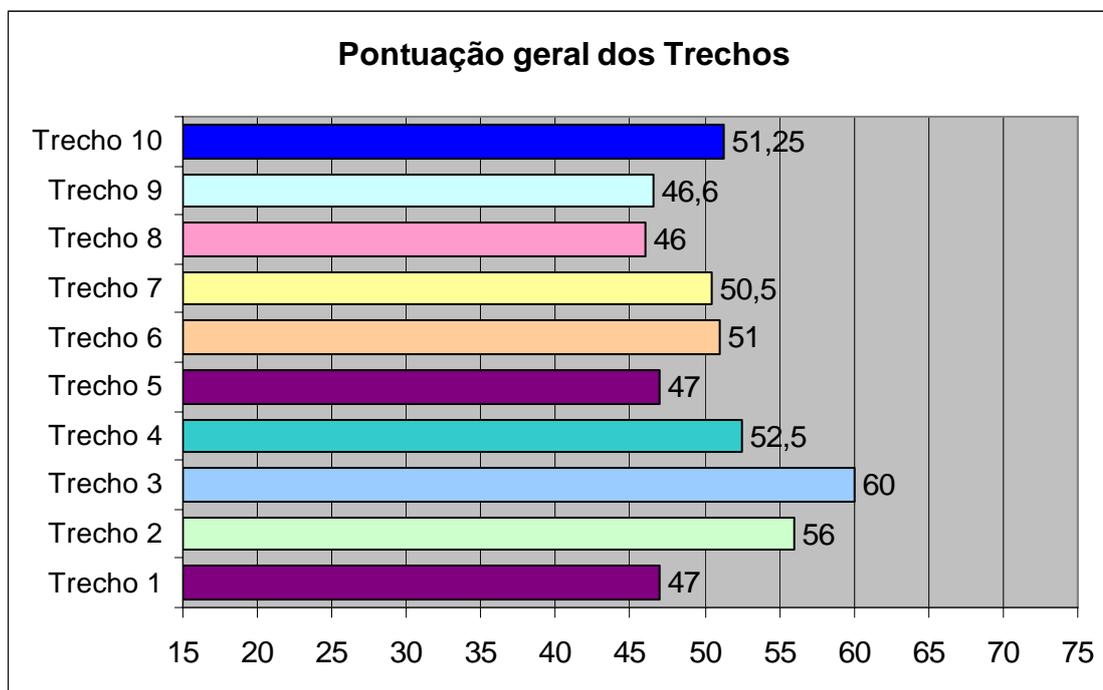


Na grande maioria dos Trechos a qualidade estética e paisagística foi considerada média. Apenas no Trecho 1, pelo aspecto encachoeirado que o córrego adquire, com fundo e laterais do canal rochosos, a qualidade foi considerada alta.

A pontuação final atribuída aos Trechos, resultado do somatório das notas dadas aos diversos parâmetros, possibilita comparar a situação ambiental dos vários Trechos.

A pontuação varia de 16 a 75 pontos, sendo 16 a pior condição possível a ser verificada e 75 a melhor, dificilmente encontrada em áreas urbanas.

A Figura 59 traz o gráfico que compara as pontuações gerais atribuídas.

Figura 59: Gráfico comparando a pontuação geral dos 10 Trechos avaliados.

Como pode ser visualizado na Figura 59, todos os Trechos receberam pontuações que variam de 46 a 60 pontos, o que demonstra a condição ambiental razoavelmente boa em que se encontram.

Os mais acentuados impactos negativos foram observados nos Trechos 8 e 9, que obtiveram as piores pontuações. O fato de abrangerem nascentes do córrego redobra a necessidade da implantação de um plano de recuperação para as áreas.

Já o Trecho 3 obteve a mais alta pontuação, se diferenciando dos demais por apresentar impactos mínimos para uma área urbana.

A partir de todas as análises feitas sobre os resultados obtidos, foi possível concluir que a ocupação antrópica no fundo de vale do córrego do Mineirinho, apesar de provocar diversos impactos negativos, ainda não afetou completamente a qualidade ambiental deste recurso hídrico. Este fato é verificado principalmente quando se compara o córrego do Mineirinho a outros cursos d'água que cortam o perímetro urbano de São Carlos, como o córrego do Gregório e o próprio rio do Monjolinho, profundamente impactados pela ação antrópica.

Porém, como o núcleo urbano está se expandindo nessa direção, sua ocupação deve ser planejada adequadamente, para que não venha a contribuir para o processo de degradação ambiental do curso d'água.

Além disso, a deterioração da micro-bacia do córrego do Mineirinho contribui diretamente para o agravamento dos problemas ambientais do rio do Monjolinho, em especial a susceptibilidade da rotatória do Cristo (onde o rio do Monjolinho recebe as contribuições de dois tributários) a enchentes e inundações urbanas.

É preciso que critérios adequados sejam considerados no momento de pensar como e para onde a urbe deve crescer, mudando a histórica predominância dos interesses imobiliários na construção da cidade de São Carlos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho possibilitou o estudo e a discussão de uma questão essencial para aqueles que se propõem a pensar as cidades na atualidade: como devem ser (e se devem ser) ocupadas as faixas marginais aos recursos hídricos que cortam as áreas urbanas?

Esta questão é muito polêmica e pode ter diferentes respostas.

A pesquisa procurou aclarar um pouco mais o conhecimento com a finalidade de se encontrar essas respostas, tendo como meta compatibilizar a conservação ambiental e o desenvolvimento urbano.

As principais considerações relacionadas ao processo de concretização deste trabalho são feitas a seguir:

- A partir do estudo de caso pode-se observar que as três Tipologias de ocupação de fundos de vale, identificadas inicialmente, aparecem misturadas nos Trechos estudados. Por isso, houve dificuldade em associar cada Trecho a uma única Tipologia, o que possibilitaria recorrer diretamente à matriz de avaliação obtida para análise dos impactos ambientais.
- Após as visitas à área de estudo para avaliação, notou-se que poderia haver nova subdivisão de cada trecho demarcado (pois os trechos não eram tão homogêneos como imaginado) em função de suas peculiaridades, o que não foi feito para que o trabalho não se tornasse exaustivo.
- Foram encontradas diversas dificuldades no momento de preencher a ficha de avaliação e também de analisar os resultados obtidos, pela falta de experiência em trabalhos como este e pela inter-relação existente entre os parâmetros de análise. O ideal seria que tal avaliação contasse com uma equipe interdisciplinar, que pudesse contribuir com visões diferenciadas para o processo.
- O método de avaliação desenvolvido traz importantes itens a serem considerados no momento de se projetar e planejar a cidade.

- O trabalho foi realizado com a intenção de ser uma ferramenta didática e não apenas técnica.

Apesar das dificuldades encontradas, principalmente devido à abrangência do tema proposto, os objetivos estabelecidos foram alcançados com sucesso e obteve-se grande gratificação pessoal e profissional com a experiência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: 2002.

ADAMS, L. W.; DOVE, L. E. **Wildlife reserves and corridors in the urban environment**: a guide to ecological landscape planning and resource conservation. Washington: National Institute for Urban Wildlife, 1989.

ALBRECHT, J. M. F. **Análise funcional, composição arbórea e manejo da malha viária e das áreas verdes da cidade de São Carlos–SP**. 1998. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.

ALVES, M. P. **A recuperação de rios degradados e sua reinserção na paisagem urbana**: a experiência do rio Emscher na Alenhanha. 2003. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação FAU-USP, São Paulo, 2003.

ANDRADE, R. M. de. **A peste e o plano**: o urbanismo sanitarista do engenheiro Saturnino de Brito. 1992. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação FAU-USP, São Paulo, 1992.

BARTALINI, V. Áreas verdes e espaços livres urbanos. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 2, p. 49-54, 1994.

BENINI, R. M. *et al.* Cenários ambientais visando a mitigação de enchentes decorrentes da implantação do Campus II – USP, São Carlos-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XV, 2003, Curitiba. **Anais...Curitiba**: ABRH, 2003.

CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CAPRA, F. Entrevista concedida à **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, p. 36-39, jan./mar., 2003.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C. Espaços livres e qualidade de vida urbana. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 11, p. 277-288, 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher; EDUSP, 1974.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CNUMAD). **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal/SSET, 1996.

CORDEIRO, J. S.; VAZ FILHO, P. Gerenciamento de sistemas de drenagem urbana. **Revista Engenharia**, São Paulo, n. 541, p. 63-67, 2000.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE), Assessoria de Recursos Hídricos. Medidas não-estruturais de combate a inundações. **Revista Águas e Energia Elétrica**, São Paulo, n. 15, p. 17-22, 1985.

DESBORDES, M. **Contribution à l'analyse et à la modélisation des mecanismes hydrologiques en milieu urbain**. Montpellier: Academie de Montpellier, 1987.

DRENAGEM urbana no ABCD paulista. **Revista Águas e Energia Elétrica**, São Paulo, p. 31-38, out.1998.

DUPAS, M. A. **Pesquisando e normalizando**: noções básicas e recomendações úteis para a elaboração de trabalhos científicos. São Carlos: EDUFSCAR, 2001.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water in environmental planning**. New York: W. H. Freeman and Company, 1978.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO, Secretaria de Negócios Metropolitanos (EMPLASA / SNM). Disciplinamento do uso e ocupação do solo com vistas à preservação de inundações. In: _____. **O problema das inundações na Grande São Paulo**: situação atual e implementação de diretrizes metropolitanas de drenagem. São Paulo: EMPLASA / SNM, 1985. p. 27-42.

ESPÍNDOLA, E. L. G. *et al.* (Orgs.). **A bacia hidrográfica do rio Monjolinho**: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos: Rima, 2000.

FAZANO, C. B. **Proposta de zoneamento ambiental**: estudo de caso – Bairro Cidade Aracy, São Carlos-SP. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

FELICIDADE, N. *et al.* (Orgs.) **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: Rima, 2003.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Nova Fronteira, 1975.

FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP (FISRWG). **Stream corridor restoration: principles, processes and practices**. Disponível em: <http://www.usda.gov/stream_restoration>. Acesso em: 29 mar. 2003.

FONTES, A. R. M. **Estudo analítico da morfologia urbana no processo de urbanização visando o planejamento do sistema de drenagem na cidade de São Carlos**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume / FAPESP, 2000.

GONÇALVES, F. B. Impactos ambientais decorrentes da implantação da infraestrutura e serviços urbanos. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS URBANAS, 2º, 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IAP-Instituto Ambiental do Paraná, 1994.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley and Sons, 1978.

GUERREIRO, E. M. B. R. **Critérios de uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas visando a proteção dos corpos d'água**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

KONDOR, A. C. **O Processo de estruturação do espaço urbano e a qualidade dos espaços públicos livres: o caso de São Carlos**. São Carlos, [SP]. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

LAVANDEIRA, L. M. L. **Apreensão da diversidade urbana: análise comparativa da morfologia e do uso do espaço público de dois fragmentos na cidade de São Carlos-SP**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001.

LUYMES, D.; PROFT, J. **Mananciais sustentáveis: desenho da paisagem urbana para assentamentos de baixa renda**. Santo André: Ed. Christine Evans; University of British Columbia, 2001.

LYNCH, K.; HACK, G. **Site planning**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1989.

MACEDO, S. S. Espaços livres. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 7, p. 15-56, 1995.

MACEDO, S. S. **Quadro do paisagismo no Brasil**. São Paulo: FAUUSP, 1999.

MAGNOLI, M. M. E. M. **Espaços livres e urbanização**: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana. 1983. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

MARQUES, E. N. **Tipologias ambientais para o adensamento urbano**. 1986. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura, São Carlos, 1986.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L.; AGUIAR, C. M. L. S. Cidade, energia, arborização urbana e impacto ambiental. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 1, p. 59-72, jan./jul. 2001.

MENEGAT, R. (Org). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1998.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **A questão da drenagem urbana no Brasil**: elementos para formulação de uma Política Nacional de Drenagem Urbana (versão 1). Goiânia, 2003. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2003.

MORETTI, R. S. Terrenos de fundo de vale: conflitos e propostas. **Téchne**, São Paulo, n. 48, p. 64-67, 2000.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

MUSETTI, R. A. **Da proteção jurídico ambiental dos recursos hídricos**. Leme: Editora de Direito, 2001.

NEWSON, M. **Hydrology and river environment**. Oxford: Clarendon Press, 1994.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

OLIVEIRA, R. C. **Medidas não estruturais na prevenção e controle de enchentes em áreas urbanas como subsídios para o planejamento de uso e ocupação do solo: estudo de caso: Bacia do Córrego do Gregório – São Carlos (SP)**. 1998. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PAIVA, E. P. Princípios diretores do urbanismo moderno. In: MENEGAT, R. (Org.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. p. 122.

PHILIPPI JUNIOR, A. *et al.* (Orgs.). **Municípios e meio ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil**. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.

PINHO, P. M. **Aspectos ambientais da implantação de “vias marginais” em áreas urbanas de fundo de vale**. 1999. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

PINKHAM, R. **Daylighting: new life for buried streams**. Old Snowmass, Colorado: Rocky Mountain Institute, 2000. Disponível em: <[http:// www.rmi.org](http://www.rmi.org)>. Acesso em: 15 fev. 2003.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, n.1, p. 15-23, jan./mar., 2000.

PORTO, R. *et al.* Drenagem urbana. In: TUCCI, C. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS; São Paulo: EDUSP; ABRH, 1993. p. 805-812.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS (PMSC), Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano. **Relatório final elaborado pela comissão constituída pelo Decreto Municipal nº 31 de 15.03.2001**. São Carlos, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS (PMSC). **Conferência da cidade: Processo de elaboração do Plano Diretor do Município de São Carlos**. São Carlos, 2002.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG/Escola de Engenharia da UFMG, 2002.

RIBEIRO, E. R. **Avaliação de impactos ambientais em assentamentos urbanos de interesse social**: estudo da viabilidade de aplicação de matrizes de interação. 1999. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século 21. In: BURSZTYN, M. (Org.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

SALVADOR, N. N. B. **Sistemas urbanos de saneamento**: Aspectos e impactos ambientais dos sistemas de saneamento. São Carlos: UFSCAR, 2002. Notas de aula.

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos: Rima, 2002.

SAVE OUR STREAMS. **Stream restoration and enhancement**. IWLA, 1999. Disponível em: <http://www.iwla.org/SOS/sd_restr.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2003.

SEGAWA, H. **Ao amor do público**: jardins no Brasil. São Paulo: Nobel; FAPESP, 1996.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION SCIENCE AND POLICY WORKING GROUP (SER). **The SER primer on ecological restoration**. Science and Policy Working Group, 2002. Disponível em: <<http://www.ser.org/>>. Acesso em: 01 abr. 2003.

SILVA, R. S.; MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. **Ciência e Ambiente**, n. 7, p. 33-42, jul./dez., 1993.

SILVA, R. S.; TEIXEIRA, B. A. N. R. **Urbanismo e saneamento urbano sustentáveis**: desenvolvimento de métodos para análise e avaliação de projetos. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1999. Relatório de atividades.

SILVEIRA, A. L. L. Hidrologia urbana no Brasil. In: BRAGA, B.; TUCCI, C.; TOZZI, M. **Drenagem urbana**: gerenciamento, simulação e controle. Porto Alegre: ABRH; Ed. da UFRGS, 1998. p. 8-27.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**. São Paulo: EDUSP, 1995.

TIRABOSHI, M. H. F. S. **Contribuição para concepção e análise de alternativas de tratamento de esgotos sanitários com base em princípios e critérios de**

sustentabilidade. 2003. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

TOMMASI, R. L. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 1993.

TUCCI, C.(Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: ABRH; Ed. da UFRGS; São Paulo: EDUSP, 1993.

TUCCI, C.; PORTO R.; BARROS, M.(Org). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH; Ed. da UFRGS, 1995.

VIANNA, A. V. N. **Análise da sustentabilidade ecológica de projetos urbanos**: avaliação do método PESMU aplicado a fundos de vale em Ribeirão Preto, SP. 2002. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

VIILELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1975.

WALKER, T. D.; DAVIS, D. A. **Plan graphics**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ZUCCOLO, R. M. **Algo do Tietê hoje**: leito, várzea e afluentuba. São Paulo, 2002. Disponível em: <[http:// www.engenhoeditora.com.br/palavraalgotietete544.htm](http://www.engenhoeditora.com.br/palavraalgotietete544.htm)>. Acesso em: 21 fev. 2002.