

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

SIMONE DALLA COSTA

ESTUDO DA VIABILIDADE DE REVITALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA EM ÁREA
URBANA: ESTUDO DE CASO NO RIO Córrego Grande em Florianópolis,
SANTA CATARINA

FLORIANÓPOLIS
2008

SIMONE DALLA COSTA

ESTUDO DA VIABILIDADE DE REVITALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA EM ÁREA
URBANA: ESTUDO DE CASO NO RIO CÓRREGO GRANDE EM FLORIANÓPOLIS,
SANTA CATARINA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Engenharia Ambiental da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito parcial para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo.

FLORIANÓPOLIS
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL

ESTUDO DA VIABILIDADE DE REVITALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA EM
ÁREA URBANA: ESTUDO DE CASO NO RIO CÓRREGO GRANDE EM
FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA

SIMONE DALLA COSTA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL DO CENTRO TECNOLÓGICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

APROVADA POR:

Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo
(ORIENTADOR)

Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa
(EXAMINADOR INTERNO)

Prof. Dr^a. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto
(EXAMINADOR INTERNO)

Prof. Dr. Vladimir Caramori Borges de Souza, Universidade Federal de Alagoas - UFAL
(EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: Florianópolis 26 de junho de 2008.

Dalla Costa, Simone

ESTUDO DA VIABILIDADE DE REVITALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA EM ÁREA URBANA: ESTUDO DE CASO NO RIO Córrego Grande em Florianópolis, Santa Catarina

Simone Dalla Costa – Florianópolis, 2008.

163f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental.

1. Degradação de cursos d'água urbanos 2. Código Florestal 3. Revitalização de cursos d'água.

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação teve o apoio científico, técnico e afetivo de algumas pessoas, as quais eu desejo agradecer:

Aos meus pais, Domingos Dalla Costa e Albina Dala Costa, os quais sempre contribuíram para minha formação, dando entusiasmo e carinho em todos os momentos de minha vida;

A minha irmã, Aldiane Dala Costa, a qual representa para mim um exemplo de coragem e determinação;

Ao meu noivo, Marcos Schlup Santos, por todo carinho e compreensão. E também pela ajuda com a elaboração das figuras;

Ao meu orientador Professor Cesar Augusto Pompêo pela excelente orientação e por toda a dedicação, compartilhando todo o seu conhecimento na área e participando diretamente no desenvolvimento desta pesquisa;

Aos Professores (a) Vladimir Caramori Borges de Souza, Henrique de Melo Lisboa e Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto por aceitarem compor minha banca e contribuir com o trabalho;

Aos colegas Sérgio Rony pela ajuda com o Microstation e Chico (estagiário do IPUF) pelo auxílio no trabalho de campo;

A todos os amigos e colegas, que de alguma forma participaram no desenvolvimento deste trabalho;

Ao CNPQ, pela oportunidade de bolsa;

À UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) e ao PPGEA (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) pela oportunidade de me especializar fazendo mestrado nesta instituição de ensino.

RESUMO

As atuais circunstâncias de degradação ambiental presente nos centros urbanos são em sua maioria originadas pela ação antrópica. Estas situações são representadas por fatores tais como, poluição atmosférica, poluição sonora e visual, desmatamento as florestas, degradação do solo e corpos hídricos. Com a percepção da importância em tratar das conseqüências da deterioração da integridade física dos cursos d'água, como por exemplo, os problemas relacionados às inundações e a poluição das águas, a presente pesquisa vem a tratar desta temática. Fazem parte da integridade física dos cursos d'água elementos como, hidrologia, a geomorfologia, a qualidade da água e a biodiversidade aquática e no seu entorno. O estado em que se encontram estes elementos pode ser analisado pela observação de fatores, tais como, degradação da mata ciliar; lançamento de efluentes e resíduos sólidos no leito e nas margens do curso d'água; retificação da seção transversal do curso d'água e corte de meandros e a ocupação urbana na faixa de preservação permanente. A presente pesquisa tem por objetivo avaliar a degradação ambiental em um curso d'água, visando a definição medidas de revitalização em situação consolidada de ocupação urbana na zona de proteção legal deste curso d'água, por intermédio de um estudo de caso. Para tanto, são empregadas metodologias de avaliação de impactos ambientais (AIA), como check-list e matrizes de interação. A aplicação de tais metodologias aos diferentes trechos do rio Córrego Grande mostra-se eficiente para caracterizar a degradação de um curso d'água no meio urbano, podendo resultar na proposição de medidas de revitalização adequadas e realistas.

Palavras-chave: degradação de cursos d'água urbanos; Código Florestal; revitalização de cursos d'água.

ABSTRACT

The current circumstances of the environmental degradation presented in urban areas are mostly caused by human action. These situations are represented by factors such as air pollution, noise and visual pollution, deforestation of forests, soil and water degradation. Noticed the urgency to treat the consequences of the deterioration of the physical integrity of water courses, such as the problems related to flooding and to water pollution, this research is related to this thematic. Elements such as hydrology, geomorphology, water quality and aquatic and its surroundings biodiversity make part of the physical integrity of water courses. The situation of these elements can be analyzed by the observation of some factors, such as “riparian forest” degradation; effluents and solid waste discharge in the bed and banks of water course; rectification of the cross section of the course water and cutting of “meanders” and urban occupation in the range of permanent preservation. This study aims to assess the environmental degradation in a water course, aimed at defining measures to revitalise a consolidated situation of occupation in the urban area of legal protection of the water course, through a case study. For both, are employed methodologies for assessing environmental impacts as check-list and matrices of interaction. The application of such methodologies for different stretches of the river Córrego Grande shows to be efficient to characterize the degradation of a course in urban water and may result in proposals for measures to revitalise appropriate and realistic.

Key-words: environmental degradation of the urban river; Forest Code; revitalization of urban river.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático das trocas multidirecionais presentes no ecossistema fluvial.....	24
Figura 2 – Esquema conceitual da mata ciliar.....	27
Figura 3 – Curso d’água e seu hidrograma de pico antes da retificação.....	42
Figura 4 – Curso d’água e seu hidrograma de pico depois da retificação.....	42
Figura 5 – Influência da urbanização no hidrograma de enchente.....	44
Figura 6 – Diagrama esquemático mostrando a distinção entre restauração, reabilitação, e remediação.....	50
Figura 7 - Biodiversidade antes da retificação dos rios.....	51
Figura 8 - Perda da biota por retificação dos rios.....	52
Figura 9 - Ilustração conceitual dos diferentes fatores que combinados afetam a tomada de decisão em relação a revitalização dos rios urbanos.....	59
Figura 10 – Balaço hídrico de uma bacia urbana.....	60
Figura 11 – Característica das alterações de uma área rural para urbana.....	62
Figura 12 – Localização da bacia do Itacorubi.....	71
Figura 13 – Mapa de localização dos bairros da bacia do Itacorubi.....	71
Figura 14 –Bacia do Itacorubi – Sub-bacia e áreas contribuintes.....	72
Figura 15 – Temperatura do litoral da Grande Florianópolis correspondente a 86 anos.....	73
Figura 16 – Valores da precipitação média de 87 anos e dias de chuva de 59 anos.....	74
Figura 17 – Unidades de conservação localizadas dentro do perímetro urbano da Bacia Hidrográfica do Itacorubi.....	75
Figura 18 – Perfil longitudinal do rio Córrego Grande.....	76
Figura 19 – Curva hipsométrica da sub-bacia do rio Córrego Grande.....	76
Figura 20 – Topografia da sub-bacia do Córrego Grande.....	77
Figura 21 – Uso do solo no bairro Córrego Grande.....	79
Figura 22 – Mapa1: Ocupação do solo na sub-bacia do rio Córrego Grande	80
Figura 23 – Mapa 2: Utilização do solo na sub-bacia do rio Córrego Grande.....	81
Figura 24 – Mapa3: Zoneamento da sub-bacia do rio Córrego Grande.....	82
Figura 25 – Mapa 4: Fotografia aérea da sub-bacia do Rio Córrego Grande.....	94

Figura 26 – Fotografia aérea do TRECHO 1.....	99
Figura 27 – Fotografia aérea do TRECHO 2.....	105
Figura 28 – Fotografia aérea do TRECHO 3.....	116
Figura 29 – Fotografia aérea do TRECHO 4.....	123
Figura 30 – Fotografia aérea do TRECHO 5.....	129
Figura 31 – Fotografia aérea do TRECHO 6.....	136
Figura 32 – Fotografia aérea do TRECHO 7.....	140
Figura 33 – Fotografia aérea do TRECHO 8.....	145

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Remoção da vegetação.....	102
Foto 2 – Ponto de erosão da margem.....	102
Foto 3 – Edificações privadas na margem do curso d'água.....	102
Foto 4 – Remoção da mata ciliar.....	102
Foto 5 – Remoção da vegetação nativa.....	102
Foto 6 – Remoção da vegetação nativa.....	102
Foto 7 – Substituição da vegetação nativa por arbustos e capim. Via pública na zona de proteção legal do curso d'água.....	111
Foto 8 - Erosão da margem.....	111
Foto 9 – Remoção da vegetação ciliar e edificações públicas e privadas na zona de proteção legal...111	111
Foto 10 – Lançamento de efluentes – tubulação de drenagem.....	111
Foto 11 – Seção transversal – Ponte na Rua João Pio Duarte.....	113
Foto 12 – Obstrução da seção transversal devido ao acúmulo de material fino e pedregulhos.....	113
Foto 13 – Vegetação arbustiva e capim na margem.....	111
Foto 14 – Pouca vegetação nativa remanescente.....	111
Foto 15 – Aumento da diversidade de vegetação nativa e da presença de pedregulhos no leito do curso d'água.....	119
Foto 16 – Obstrução ao escoamento devido a presença de galhos carregados pelas chuvas.....	119
Foto 17 – Faixa estreita de mata ciliar.....	119
Foto 18 – Criação de gado na zona de proteção legal.....	119
Foto 19 – Lançamento de efluentes e tubulação assoreada e obstruída.....	112
Foto 20 – Vegetação da margem composta por gramíneas e vegetação rasteira.....	112
Foto 21 – Projeto de revitalização da margem. Plantio de mudas como: pitangueira, palmeira, ingá-feijão e baguaçu.....	112
Foto 22 – Via pública ocupa parte da zona de proteção legal.....	112
Foto 23 – Depósito de resíduos sólidos domésticos na margem do rio.....	112
Foto 24 – Estação de tratamento de esgoto.....	112
Foto 25 – Aumento da diversidade de vegetação nativa.....	119

Foto 26 – Obstruções ao escoamento por galhos e material sólido.....	119
Foto 27 – Lançamento de efluentes no curso d'água.....	120
Foto 28 – Acúmulo de pedregulhos nas margens.....	120
Foto 29 – Seção transversal Rua Sebastião Laurentino da Silva.....	120
Foto 30 – Depósito de resíduos da construção civil nas margens.....	126
Foto 31 – Lançamento de efluentes no curso d'água.....	126
Foto 32 – Construção de muros na margem do rio e lançamento de efluentes domésticos.....	126
Foto 33 – Acúmulo de resíduos sólidos e pedregulhos ao redor dos pilares da ponte na Rua Manoel Rosa dos Santos.....	126
Foto 34 – Presença de vegetação exótica.....	126
Foto 35 – Propriedade com criação de aves na zona de proteção legal do curso d'água.....	126
Foto 36 – Presença de pedras maiores e diversidade de vegetação.....	132
Foto 37 – Obstrução ao escoamento devido ao acúmulo natural de pedregulhos carregados pelas cheiras.....	132
Foto 38 – Edificação privada na margem.....	132
Foto 39 – Assoreamento e obstrução da seção transversal.....	132
Foto 40 – Lançamento de efluentes domésticos no curso d'água.....	132
Foto 41 – Obstrução ao escoamento.....	132
Foto 42 e Foto 43 – Bela paisagem em contraste com a degradação.....	133
Foto 44 – Ponte – entrada para condomínio fechado.....	133
Foto 45 – Tubulação de captação de água da CASAN.....	139
Foto 46 – Poção do Córrego Grande – rio em seu estado natural.....	143
Foto 47 – Mata ciliar preservada.....	143
Foto 48 – Vegetação nativa.....	143
Foto 49 – Obstrução natural.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental.....	91
Quadro 2 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 1.....	103
Quadro 3 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 2.....	113
Quadro 4 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 3.....	121
Quadro 5 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 4.....	127
Quadro 6 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 5.....	134
Quadro 7 – Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental – TRECHO 7.....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de Preservação Permanente (APP) para cursos d’água – Código Florestal.....	30
Tabela 2 – Reservas ecológicas ao longo dos cursos d’água – CONAMA N°004.....	32
Tabela 3 – Reserva ecológica para reservatórios (naturais ou artificiais) – CONAMA N°004.....	32
Tabela 4 – APP ao redor de reservatórios (naturais ou artificiais) – CONAMA n°302.....	32
Tabela 5 – Intervenções possíveis em APPs urbanas – CONAMA n°369/2006.....	33
Tabela 6 – Classificação e utilização das águas urbanas – DECRETO ESTADUAL N°14.250/81.....	35
Tabela 7 – Proibições e exigências relacionadas às águas– DECRETO ESTADUAL N°14.250/81.....	35
Tabela 8 – APP ao longo dos cursos d’água, reservatórios e lagoas no meio urbano – Lei municipal n°001/97.....	36
Tabela 9 – Fatores de degradação ambiental e suas conseqüências no meio físico, biótico e antrópico.....	39
Tabela 10 – Objetivos da revitalização – aspectos físico, biótico e antrópico.....	53
Tabela 11 – Variação do balanço hídrico com a urbanização em clima temperado.....	60
Tabela 12 – Exemplo da Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental - FCDA.....	89
Tabela 13 – Peso dos parâmetros de análise da degradação presentes em cursos d’água no meio urbano.....	92
Tabela 14 – Localização e comprimentos dos trechos do rio Córrego Grande.....	93
Tabela 15 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 1.....	100
Tabela 16 – Taxa de ocupação na zona de proteção legal do cursos d’água – TRECHO 2.....	105
Tabela 17 - Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 2.....	108
Tabela 18 – Taxa de ocupação na zona de proteção legal do cursos d’água – TRECHO 3.....	115
Tabela 19 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 3.....	117
Tabela 20 – Taxa de ocupação na zona de proteção legal do cursos d’água – TRECHO 4.....	122
Tabela 21 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 4.....	124
Tabela 22 – Taxa de ocupação na zona de proteção legal do cursos d’água – TRECHO 5.....	128

Tabela 23 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 5.....	130
Tabela 24 – Taxa de ocupação na zona de proteção legal do cursos d'água – TRECHO 6	135
Tabela 25 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 6.....	137
Tabela 26 – Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA –TRECHO 7.....	141
Tabela 27 – Resumo da Degradação Ambiental incidente no rio Córrego Grande.....	147
Tabela 28 – Grau de impacto da Ocupação na Zona de Proteção Legal do rio Córrego Grande.....	147

LISTA DE ABREVIATURAS

APL – Área de preservação com uso limitado

APP – Área de preservação permanente

BHI – Bacia Hidrográfica do Itacorubi

BMP – Best Management Practices

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EPA – Environmental Protection Agency

FCDA – Ficha de Caracterização de Degradação Ambiental

IPUF- Instituto de Planejamento urbano de Florianópolis

LOSRC – Land-of-Sky Regional Council

RCDA – Revitalização de cursos d'água

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC – Unidade de conservação

WSUD – Water Sensitive Urban Design

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	OBJETIVOS.....	20
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1	Introdução.....	21
3.2	Ecosistemas e os Cursos d'Água.....	22
3.2.1	Mata ciliar.....	26
3.3	As APPs e a Legislação Vigente.....	29
3.3.1	Legislação federal.....	30
3.3.2	Legislação estadual.....	34
3.3.3	Legislação municipal.....	35
3.4	A Urbanização e a Degradação Ambiental dos Cursos d'Água.....	36
3.4.1	Fatores de degradação dos cursos d'água urbanos devido à ação antrópica.....	37
3.5	A Sustentabilidade e os Rios Urbanos – Proteção, Conservação e Recuperação..	45
3.5.1	Revitalização dos cursos d'água no meio urbano.....	49
3.5.2	Integridade física do curso d'água.....	59
3.6	Avaliação de Impactos Ambientais.....	66
3.6.1	Métodos de Avaliação.....	67
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	71
4.1	Caracterização da Área em Estudo.....	71
4.1.1	O curso d'Água – Córrego Grande.....	75
4.2	Metodologia.....	83
4.2.1	Caracterização e avaliação das formas de degradação existentes ao longo da faixa de proteção Legal do curso d'água.....	86
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	93
5.1	Resultados e Discussões – Trecho 1.....	95
5.2	Resultados e Discussões – Trecho 2.....	103
5.3	Resultados e Discussões – Trecho 3.....	114
5.4	Resultados e Discussões – Trecho 4.....	121
5.5	Resultados e Discussões – Trecho 5.....	127
5.6	Resultados e Discussões – Trecho 6.....	134
5.7	Resultados e Discussões – Trecho 7.....	139

5.8	Resultados e Discussões – Trecho 8.....	144
5.9	Discussões Gerais.....	146
6.	CONCLUSÕES.....	154
7.	RECOMENDAÇÕES.....	157
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	158

1. INTRODUÇÃO

A ligação entre as cidades e os cursos d'água existe desde as aglomerações urbanas mais antigas, uma vez que estas se localizavam junto aos rios devido à disponibilidade de água para o consumo e higiene das populações e, ainda, possibilidade de evacuação de dejetos. Além disso, a água era insumo para as atividades agrícolas e artesanais e favorecia as comunicações e o comércio (NASCIMENTO; BARRAUD; BAPTISTA, 2005).

As primeiras obras de evacuação das águas pluviais e cloacais datam da Idade Antiga, realizadas pelos mesopotâmicos, gregos e romanos. Estas construções caíram em desuso na Idade Média, levando ao conceito denominado de *"tout à la rue"*. Segundo Fernandes (2002), na Idade Média as ruas não tinham pavimentação e tampouco obras de drenagem, recebendo todos os refugos e sujeira, gerando assim, condições de vida insalubres à população.

Fernandes (2002) afirma que no século XVI o Renascimento representou o desaparecimento da civilização medieval e o início de um período moderno, onde se desenvolveram as preocupações com a saúde pública. Neste período realizaram-se obras de regularização e canalização dos cursos d'água urbanos melhorando as condições de transporte do esgoto, práticas estas, que transformaram os rios das cidades em esgotos a céu aberto.

O aumento das áreas urbanas no século XIX trouxe dificuldades e desconforto para a população, uma vez que, a infra-estrutura de controle da presença de águas de chuva e servidas nas cidades tornava-se insuficiente para atender a demanda. Este fato resultou em grandes epidemias de tifo e cólera na Europa, por exemplo.

Neste momento, desenvolviam-se também estudos referentes à microbiologia e à epidemiologia, que elucidaram o papel das águas pluviais na transmissão de doenças. Nesta época gerou-se, portanto, o conceito de *"evacuação rápida das águas pluviais e servidas"*, descaracterizando o papel dos cursos d'água quanto elemento da paisagem e fator de embelezamento das cidades (NASCIMENTO; BARRAUD; BAPTISTA, 2005).

No entanto, foi no século XX que se constatou, em termos mundiais, a intensificação da população em áreas urbanas. A partir de então, o sistema de drenagem entrou em crise, tornando-se insuficiente para atender ao novo contingente de pessoas. As canalizações se tornaram inviáveis por terem seus custos de implantação elevados e por não apresentarem solução definitiva para o problema. Isto quer dizer que à medida que os centros urbanos se desenvolviam e impermeabilizavam a superfície, tornava-se necessário rever todo o sistema de drenagem (SOUZA, 2002).

Segundo Silveira (1998) *apud* Souza (2002) surgia por volta dos anos 70, o “*conceito ambientalista*”, que buscava estabelecer alternativas ao conceito de evacuação rápida, onde, reconheceu-se a poluição do esgoto pluvial e desenvolveu-se uma crescente pressão para que todo o esgoto fosse tratado.

Nos últimos 40 anos percebe-se que, em relação às águas pluviais, o desenvolvimento ocorreu sem levar em consideração a busca pela sustentabilidade do espaço, ou seja, sem conservar as condições naturais de infiltração, principalmente através da impermeabilização das superfícies e da canalização dos rios urbanos. Estas atitudes são responsáveis por problemas, tais como, a transferência para a jusante da bacia hidrográfica do aumento da vazão, o aumento da carga de contaminação no escoamento pluvial e a erosão do solo (TUCCI & MONTENEGRO, 2005).

Conceitos inadequados quanto às soluções em drenagem urbana, ainda persistem nas universidades e ajudam a formar uma percepção equivocada por parte da população acadêmica a respeito do assunto. Assim, as cidades se desenvolvem através de projetos de drenagem que têm a finalidade de escoar a água o mais rápido possível da área projetada, principalmente através da canalização dos corpos d’água.

Confirma-se que o conceito estabelecido no século XIX (evacuação rápida das águas pluviais e servidas) ainda domina na prática cotidiana das engenharias. Isto mostra a distância entre os conceitos contemporâneos preconizados no meio científico e estas práticas.

Porém, desde a década de 70 vem sendo realizados em diversos países, estudos e práticas sob a perspectiva da sustentabilidade. Segundo Pompêo (2000), “a perspectiva da sustentabilidade associada à drenagem urbana introduz uma nova forma de direcionamento das ações, baseada

no reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exige que drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais.” Uma abordagem desta natureza é representada por uma gestão das águas urbanas que priorize a infiltração máxima das águas superficiais e o controle de sua qualidade, em busca da recomposição dos processos hidrológicos, bem como a aproximação destes às características anteriores à urbanização. Tais práticas vêm sendo pesquisadas e implementadas pelo poder público, instituições acadêmicas, iniciativa privada, organizações não governamentais (ONG’s) de proteção à natureza e por consórcios intermunicipais.

Na Austrália, o WSUD (Water Sensitive Urban Design) constitui-se num conjunto de práticas que têm por princípio a minimização dos impactos da urbanização no ciclo natural das águas, abrangendo todos os aspectos a ele relacionados, inclusive de recolher e/ou tratar as águas de chuva ou servidas para suplementar a fonte de água potável¹(LLOYD, 2001).

Nos Estados Unidos a EPA (Environmental Protection Agency) cada vez mais expande o uso das BMP’s (The Best Management Practices): ações estruturais ou não-estruturais, que visam o controle da quantidade e/ou a melhoria da qualidade das águas de chuva (EPA, 1999).

De forma geral, esta maneira de tratar dos cursos d’água, visando o controle do escoamento e a melhoria da qualidade da água, pode ser denominada *gestão sustentável das águas urbanas*. No Brasil esta temática encontra-se inserida em alguns projetos de revitalização dos rios urbanos como, por exemplo, nas cidades de São Paulo, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e São Carlos.

É importante enfatizar que não há como pensar em revitalizar os rios urbanos sem pensar na preservação e/ou recuperação da mata ciliar, elemento chave do ecossistema dos cursos d’água, a qual exerce função vital para a ecologia e para a hidrologia de uma bacia hidrográfica. Dentre suas principais funções estão à manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos regimes dos rios através dos lençóis freáticos, manutenção da biodiversidade e do microclima local e redução na ocorrência de inundações.

¹ WSUD – Síntese da Conferência - Water Sensitive Urban Design in the Australian Context - Melbourne, Austrália, 2000.

A legislação brasileira que trata da preservação destas áreas, apesar de existir há mais de 40 anos, é imprecisa e causa conflitos relacionados à sua aplicação. Esta circunstância é utilizada para manipular a tomada de decisão em relação ao uso do solo, de acordo com os interesses dos envolvidos, ou seja, a legislação não é aplicada. Percebe-se assim a necessidade de superar os conflitos resultantes da não aplicação da legislação e a possibilidade de intervenção no curso d'água visando sua revitalização.

Neste contexto, este trabalho visa contribuir para a melhoria das condições de qualidade de vida, por intermédio da identificação de possibilidades de revitalização e re-inserção do rio Córrego Grande como elemento da paisagem urbana, fazendo uso de suas potencialidades neste ecossistema artificializado. Além disso, o estudo é de interesse do poder público por discutir temas referentes à gestão sustentável das águas urbanas e a necessidade de sua difusão, visando paulatina a mudança na maneira de planejar as cidades. Mudança esta que venha a considerar princípios de sustentabilidade, contribuindo para a redução das inundações e a melhoria da qualidade de vida.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa apresenta como objetivo geral avaliar a degradação ambiental em um curso d'água, visando a definição medidas de revitalização em situação consolidada de ocupação urbana na zona de proteção legal deste curso d'água, por intermédio do estudo de caso do rio Córrego Grande em Florianópolis, Santa Catarina.

2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral a pesquisa conta com os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar o uso e a ocupação do solo na zona de proteção legal do Córrego Grande;
- Descrever e qualificar as formas de degradação incidentes no rio Córrego Grande;
- Avaliar, por meio de técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais, as formas de degradação incidentes no rio Córrego Grande;
- Propor medidas de revitalização que possam ser empregadas na zona de proteção legal do rio Córrego Grande.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Introdução

Os rios tiveram forte influência no desenvolvimento das cidades, sendo que estas se propagaram às suas margens e fizeram uso de todos os recursos de seus ecossistemas como fontes de subsistência. Portanto, a presença dos rios no meio urbano sempre representa uma característica marcante de sua paisagem.

De acordo com Lezy-Bruno e Oliveira (2007) as funções e usos do “espaço-rio” no meio urbano são diversos, como por exemplo: ecológico, recreativo, educativo, lúdico, abastecimento de água potável, receptor de águas pluviais e descarga de efluentes após o tratamento; navegação e produção de energia elétrica.

Contudo, a paulatina degradação, representada por diferentes fatores como: canalização dos cursos d’água; adulteração de seu leito pelas retificações; uso da calha de escoamento como local de descarte de resíduos; remoção da vegetação ciliar; resulta no desaparecimento dos rios em meio à ocupação urbana. Os rios perdem ainda a sua essência enquanto parte do meio inserido na paisagem e como elemento responsável pela qualidade de vida ambiental e humana.

Dentre os fatores apresentados acima a canalização e retificação do leito dos cursos d’água são ações que visam garantir o controle das inundações. No entanto, dentro da concepção da sustentabilidade, são construídos de forma inadequada, tornando-se responsáveis pela destruição dos habitats e da biodiversidade, elementos estes, que indicam a riqueza da paisagem.

De acordo com as diretrizes da paisagem de Cambridgeshire apresentadas no Cambridgeshire Landscape Guidelines (2008) o planejamento criativo dos cursos d’água e da bacia hidrográfica pode ser usado para conseguir o melhoramento da paisagem. Este planejamento pressupõe uma mudança na forma de tratar o rio, isto é, se antes era considerado

apenas como local de descarte e transporte de águas pluviais e esgotos provenientes do meio urbano, agora, recebe atenção enquanto corredor ecológico.

No contexto apresentado no parágrafo anterior, as medidas de proteção contra as inundações determinavam as características da paisagem, a paisagem de várzea era destruída e havia pouca ou nenhuma oportunidade de valorização paisagística e de renovação do habitat. Porém, a visão do rio como corredor ecológico traz como consequência, o vale dos rios com zona rica em paisagem e grande diversidade de habitats e áreas marginais com vegetação ciliar.

3.2 Ecossistemas e os Cursos d'Água

Inicialmente é oportuno lembrar que um ecossistema consiste em um sistema formado pelas inter-relações complexas de equilíbrio e harmonia entre a biota (plantas, animais e microorganismos) e o ambiente (meio abiótico) que a sustenta (solo, água e atmosfera). Quando qualquer um destes elementos é alterado, gera modificação em todo o sistema, podendo causar a perda do equilíbrio existente.

De acordo com Hanazaky (2006), o estado de equilíbrio de um ecossistema, ou seja, a tendência que os sistemas biológicos têm em resistir às perturbações do meio é denominada de *homeostasia*, onde *homeo* significa igual e *stasis* estado. A respeito disso Clewell, Aronson & Winterhalder (2002) definem **estabilidade do ecossistema** como: “a habilidade de um dado ecossistema em manter sua trajetória a despeito do stress e dos distúrbios, a qual denota equilíbrio dinâmico ao invés de estagnação”, e relatam que o equilíbrio é alcançado em parte, com base na capacidade de resiliência e resistência.

A *resistência* é a capacidade que o ecossistema tem em **manter** seus atributos funcionais e estruturais em face ao stress e às perturbações. Já a *resiliência* é a capacidade que um ecossistema tem em **reconquistar** os atributos estruturais e funcionais que tenham sido prejudicados por meio de perturbações CLEWELL, ARONSON & WINTERHALDER (2002).

O desequilíbrio dos ecossistemas pode ser causado por meio de duas situações distintas: a ação de fenômenos naturais (vendavais, terremotos, enchentes, furacões, entre outros) e a ação antrópica, representada pelos desmatamentos, degradação de mananciais, impermeabilização das superfícies, canalização dos cursos d'água, poluição atmosférica e dos corpos d'água, retirada da mata ciliar, etc.

As construções das cidades advêm da necessidade de habitat humano e ocorrem sobre os ecossistemas existentes modificando-os de forma a constituir elementos para sua sobrevivência. No entanto, é necessário que esta transformação traga como alicerce as seguintes premissas de sustentabilidade:

- Não utilizar os recursos renováveis (florestas, solo, água, animais) numa velocidade superior a sua renovação;
- Não consumir os recursos renováveis (combustíveis fósseis, minerais) a uma velocidade superior à que se necessita para encontrar substitutos para eles;
- Não produzir elementos contaminantes a uma velocidade superior do que a Terra exige para assimilar e absorvê-los. (DALY, 1996 *apud* MARTINS, 2004)

No que se referem às águas, estas condições significam a necessidade em considerar o escoamento da água de chuva no planejamento das cidades. Tal postura é responsável por minimizar os impactos incidentes nos cursos d'água urbanos e suas conseqüências, tais como, destruição dos habitats aquáticos, inundações, escassez de água de boa qualidade, erosão, entre outros.

Estes problemas são responsáveis diretamente pela perda da essência dos rios enquanto parte do ecossistema. Deste modo, para melhor entendimento das relações existentes entre os elementos que fazem parte do ecossistema dos rios, este tema será tratado especificamente no item seguinte.

Sob o ponto de vista hidrológico, “o rio é um sistema aberto, com fluxo contínuo da nascente à foz, cujo vetor é determinante das características de cada unidade fluvial e da comunidade biótica que a constitui” (SCHWARZBOLD, 2000), ou, nas palavras de Ruppenthal, Nin & Rodrigues (2007), um “sistema aberto relacionado aos processos ecológicos da bacia hidrográfica”.

Os mesmos autores propõem que o ecossistema dos cursos d'água apresenta um ambiente de extraordinária dinâmica, diversidade e complexidade, resultado das interações entre o meio biótico e abiótico, o qual é representado por trocas multidirecionais em cinco dimensões:

- Dimensão longitudinal;
- Dimensão transversal;
- Dimensão vertical;
- Dimensão de trocas do curso d'água com a atmosfera;
- Dimensão temporal.

As cinco dimensões estão descritas separadamente a seguir e esquematizadas na Figura 1. Pode-se observar na Figura que as dimensões longitudinal, transversal e vertical são de fácil entendimento, no entanto as dimensões das trocas do curso d'água com a atmosfera e a temporal apresentam maior complexidade tanto na representação quanto nas próprias relações.

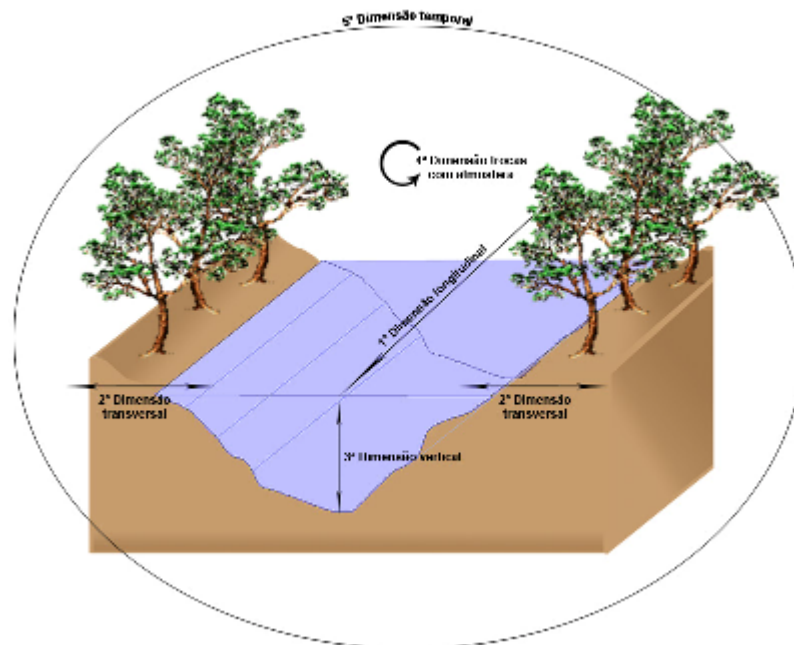


Figura 1 - Desenho esquemático das trocas multidirecionais presentes no ecossistema fluvial (Elaboração própria).

A *dimensão longitudinal*, no sentido nascente-foz, indica que o ecossistema presente à jusante, depende dos processos físicos, químicos e biológicos, ocorridos à montante.

Observa-se assim a natureza do curso d'água, no contexto da paisagem, em receber, transformar e transferir. Ou seja, após receber tudo o que é drenado na sua bacia hidrográfica, seja de forma difusa através do escoamento superficial, ou de forma pontual, através de tubulação de descarga de efluentes e de águas pluviais, o rio transforma física, química ou biologicamente todo material recebido. E, por fim, transfere trecho a trecho aquilo que foi recebido de montante e transformado (SCHWARZBOLD, 2000).

O mesmo autor descreve as três zonas que possui um rio de acordo com os materiais a ele incorporados:

A) Zona de Produção - A zona de produção apresenta características, tais como, fluxo de água rápido, cavando profundamente seu leito, arrastando fragmentos de rocha; os vales têm forma de V, originados pela ação de erosão do rio; as quedas de água são freqüentes e as zonas mais profundas resultam da erosão de seu leito por fragmentos de rochas carreados pelo movimento da água.

B) Zona de Transferência - A zona de transferência apresenta o fluxo um pouco reduzido em relação à zona de produção, transportando e depositando sedimentos ao mesmo tempo em que continua a erosão. Nesta zona começa a surgir uma pequena planície de inundação, formada por depósitos de sedimentos trazidos da primeira zona sendo que, a maioria dos depósitos ocorre na época das enchentes.

C) Zona de Armazenamento - Nesta zona o fluxo é ainda menor, mas o transporte das partículas finas em suspensão e produtos solúveis é maior. Formam-se vastas planícies de inundação com meandros bem desenvolvidos, bem como na parte final (onde desemboca o rio, num lago ou oceano) há o desenvolvimento de um delta.

A *dimensão transversal* indica o sentido margem – planície fluvial. A análise desta extensão está relacionada especificamente ao ecossistema ripário, o qual será descrito posteriormente no item referente à mata ciliar.

A *dimensão vertical* está relacionada à superfície-fundo do corpo hídrico, representando as trocas em água e material biológicos e dissolvidos (sais minerais, nitratos e poluentes), entre as águas das superfícies e as subterrâneas.

As *trocas do curso d'água com a atmosfera* ocorrem por intermédio da evapotranspiração e pluviometria, do fornecimento de substâncias dissolvidas pelas chuvas e trocas gasosas (CO₂, N₂, O₂). Esta dimensão é responsável por controlar os elementos do balanço hídrico (quantidade de água que entra e sai de certa porção do solo em certo intervalo de tempo), funcionando como motor dos sistemas (RUPPENTHAL, NIN & RODRIGUES, 2007).

Por fim a quinta dimensão, a *dimensão temporal* permite o entendimento das atuais condições dos cursos d'água como resultado de alterações climáticas e tectônicas que aconteceram no passado, tanto em termos geomorfológicos quanto geológicos. Assim, para compreender a estrutura e o funcionamento de determinado rio, é necessário conhecer a sua evolução ao longo da história.

Os desequilíbrios no balanço hídrico, do qual fazem parte a precipitação, a evaporação e o escoamento superficial, são resultados dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico. Neste ciclo permanente, a água encontra-se em todos os estados físicos, no entanto, é quando escoar que a água apresenta-se também mais suscetível aos fatores da degradação antrópica, como por exemplo, a poluição e as inundações.

3.2.1 Mata ciliar

A mata ciliar é a vegetação presente nas margens dos corpos d'água, sendo representada por espécies resistentes ao encharcamento ou ao excesso de água no solo. Pode ser denominada também de floresta ou mata de galeria, veredas, mata de várzea, floresta beiradeira, floresta ripária, entre outros (KAGEYAMA, 2002).

De acordo com Lima (2002) o ecossistema ciliar é resultado das interações complexas entre a hidrologia, a geomorfologia, os solos, o clima, entre outros, as quais estão representadas na Figura 2 através de um esquema conceitual. A integridade física destes fatores desempenha importante papel na manutenção dos recursos hídricos, no que diz respeito à vazão e a qualidade da água, e do ecossistema aquático.

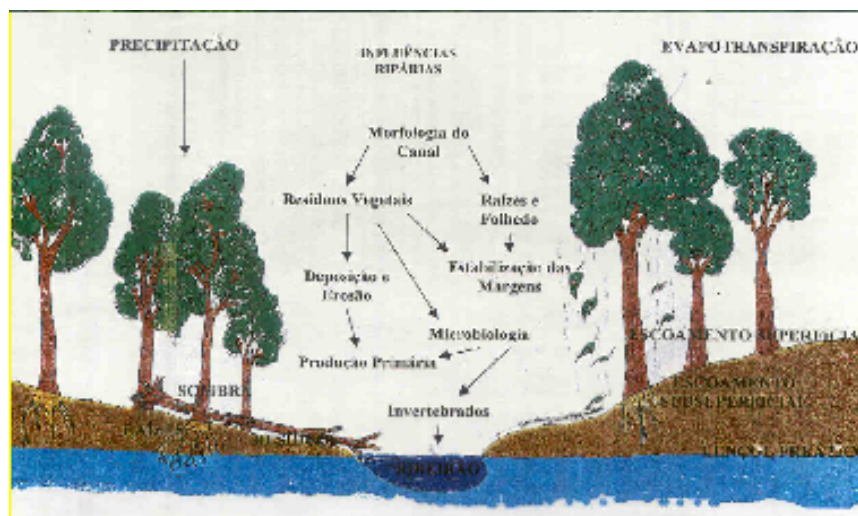


Figura 2 - Esquema Conceitual da Mata Ciliar. (Fonte: Lima, 2002 modificado de Likens, 1992).

Então, pode-se dizer que a vegetação ciliar apresenta como principais funções na ecologia e hidrologia de uma bacia hidrográfica: manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos regimes dos rios através dos lençóis freáticos, manutenção do microclima local, manutenção da biodiversidade e redução na ocorrência de inundações, as quais encontram-se detalhadas a seguir.

A) Manutenção da qualidade da água - A mata ciliar reduz os impactos da poluição através de mecanismos de filtragem, barreira física e processos químicos. Como mecanismo de filtragem o ecossistema ripário tem a capacidade de absorção de nutrientes (N, P, Ca, Mg e Cl) do escoamento subsuperficial, característica esta que faz com que diminua a quantidade destes elementos nos cursos d'água, reduzindo efeitos como o crescimento excessivo de algas, toxicidade aos peixes e poluição das águas subterrâneas.

Como barreira física a mata ciliar impede ou dificulta o carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial para o sistema aquático.

B) Estabilidade dos solos - O desenvolvimento e a manutenção de um emaranhado radicular formado pela vegetação ciliar contribuem para a estabilidade das margens evitando processos de erosão e assoreamento, principalmente em áreas críticas dos rios como as ribanceiras. Segundo Lima (2002) as zonas de inundação desprotegidas de vegetação, apresentam potencial até trinta vezes maior de ocorrência de erosão das barrancas dos canais do que em áreas onde há presença de mata ciliar.

C) Regularização dos regimes dos rios através dos lençóis freáticos - A remoção da cobertura vegetal na bacia hidrográfica, incluindo-se a mata ciliar, e subsequente impermeabilização das superfícies reduzem a taxa de infiltração da água de chuva no solo. Conseqüentemente, a falta de recarga do aquífero reduz o nível do lençol freático e o escoamento subterrâneo, resultando, por sua vez, na redução do escoamento básico nos cursos d'água.

D) Manutenção do microclima local - O clima define as condições hidrológicas e ecológicas de cada local, deste modo, é condicionante básico para determinação da tipologia do rio. Sendo responsável também pelo regime das chuvas e conseqüentes características de descarga, o clima determina a sazonalidade do curso d'água. (SCHWARZBOLD, 2000)

Visto a relevância do clima para o equilíbrio dos processos hidrológicos, ressalta-se importância da vegetação ciliar, já que a estabilidade térmica ocorre através da interceptação e absorção da radiação solar pelas copas das árvores.

E) Manutenção da biodiversidade - A manutenção da biodiversidade é representada pelo sustento da fauna e flora aquática e terrestre e atuação como corredores ecológicos (possibilita o fluxo de animais, pólen e sementes ao longo de sua extensão, interligando fragmentos florestais) (KAGEYAMA, 2002).

O sustento da fauna aquática ocorre devido ao aporte de galhos, troncos e resíduos vegetais para o leito do curso d'água, o qual criará micro-habitats para os peixes e macroinvertebrados (LIMA, 2002).

F) Prevenção às inundações - A relação entre a vegetação ciliar e o controle às inundações está relacionado diretamente a elementos do ciclo hidrológico, tais como, a

infiltração e a evapotranspiração. A infiltração da água de chuva no solo, além de diminuir o escoamento superficial abastece as águas subterrâneas. Já a água interceptada pelas folhas das árvores participa do processo de fotossíntese resultando na purificação do ar, além é claro de contribuir para diminuição dos picos de cheia.

Desta forma a ocupação urbana e conseqüente remoção da cobertura vegetal e impermeabilização da superfície por meio de edificações, vias públicas, calçadas e estacionamentos, é uma causa direta do aumento da ocorrência de enchentes e inundações.

Além das funções ecológicas e hidrológicas a mata ciliar apresenta também papel social e econômico, uma vez que dos seus ecossistemas, são extraídos produtos que servem como fonte de alimento (óleos, polpa de frutas), medicamentos (ervas medicinais), utilidades domésticas, artesanais e comerciais (fibras vegetais) (RUPPENTHAL, NIN e RODRIGUES, 2007).

Tendo visto o valor da mata ciliar para o ecossistema do curso d'água e conseqüentemente para o bem estar da população urbana, justifica-se a necessidade de considerar no planejamento urbano, a conservação desta área em meio às cidades.

3.3 As APP's e a Legislação Vigente

O aparato legal que trata da proteção das áreas marginais aos cursos d'água e do controle do uso do solo, apresenta caráter federal, estadual e municipal. As principais legislações federais que dispõem sobre as Áreas de Preservação Permanente são: Código das Águas, Código Florestal, Sistema Nacional de Unidades de Conservação e as Resoluções do CONAMA N° 004/1985, N° 302/02, N°303/02 e N° 369/06; e quanto ao uso do solo dispõe o Estatuto das Cidades.

A legislação estadual é representada pelo Decreto n°14.240/81, o qual regula dispositivos referentes à proteção e melhoria da qualidade ambiental. A legislação municipal que institui o Plano Diretor de uso e ocupação do solo do Distrito Sede de Florianópolis é a Lei Complementar N°001/97, de 18 de fevereiro de 2007.

3.3.1 Legislação federal

O Código das Águas² dispõe sobre a classificação das águas em relação à posse, apresentando as seguintes terminologias: Águas Públicas; Águas Comuns e Águas Particulares. Determina termos importantes como: álveo, margem, águas pluviais, águas nocivas e terrenos de marinha. E também, trata do uso das mesmas quanto à navegação, portos, caça e pesca, derivação, desobstrução, aproveitamento, tutela de direitos, entre outros.

O Código Florestal³, a par da utilidade das florestas e outras formações vegetais para as terras que a revestem, reconhece as mesmas como um bem de interesse comum a todos os brasileiros. Sendo assim, faz considerações acerca das áreas de preservação permanente ao longo dos rios ou qualquer curso d'água; ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios; ao redor das nascentes; nos topos de morro; nas encostas, restingas e mangues e nas bordas de tabuleiros ou chapadas.

Para a presente pesquisa é importante destacar que a APP ao longo dos cursos d'água é medida a partir da margem, e seus valores são determinados de acordo com a largura do rio (Tabela1). AAPP ao redor das nascentes deve ter um raio mínimo de 50m.

Tabela 1 - Área de Preservação Permanente (APP) para Cursos d'água – Código Florestal.

Largura do curso d'água (m)	Área de Preservação Permanente - APP (m)
<10	30
10 a 50	50
50 a 200	100
200 a 600	200
>200	500

² DECRETO FEDERAL Nº 24.643, de 10 de julho de 1934 (Já alterado pelo Decreto nº 3.763/41).

³ LEI FEDERAL Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Já alterada pela Lei Federal nº 7803, de 18 de julho de 1989 que, revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, 7.511, de 7 de julho de 1986).

O Código Florestal destaca também que a regra geral é: Nas APPs não se permite qualquer tipo de supressão de vegetação ou utilização econômica direta. Já a exceção permite a supressão de vegetação nos casos de: utilidade pública, interesse social e supressão eventual e de baixo impacto.

Estudiosos da área discutem massivamente à aplicabilidade do Código Florestal em áreas urbanas, uma vez que seu principal objetivo é preservar os recursos naturais, florestas nativas e solos férteis, características estas escassas na maioria das APPs nas cidades.

No entanto, as APPs podem ser usadas adequadamente, ou seja, não vistas como uma área de natureza intocada, mas sim como um espaço onde ocorra a interação entre as necessidades do ser humano e a utilização dos rios para seus processos naturais, através de projetos e desenhos urbanos sustentáveis. Deste modo, além da preservação dos recursos naturais, possuem grande potencial para melhoria da qualidade de vida no meio urbano e ambiental, comportando-se positivamente na amenização da temperatura, melhoria da qualidade do ar, proteção contra enchentes e secas, proteção dos mananciais de abastecimento. As APPs também podem ser utilizadas em atividades de recreação e culturais e, desta forma, contribuem para a saúde física e mental da população (SERVILHA, et. al, 2006).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)⁴ define um conjunto de normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Estas unidades se dividem em dois grupos, as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Proteção Sustentável, que por sua vez subdividem-se em categorias.

Dentre as categorias da Unidade de Conservação Sustentável, destacam-se para a presente pesquisa a *Área de Proteção Ambiental* e a *Reserva de Desenvolvimento Sustentável* as quais podem servir de instrumento para a proteção das regiões marginais dos cursos d'água. Pois na sua definição apresentam-se como áreas com certo grau de urbanização, que além de tratar de proteger a diversidade ecológica e preservar a natureza, tratam de disciplinar a ocupação e assegurar meios para a melhoria do modo e da qualidade de vida.

⁴ LEI FEDERAL N°9.985 de 18 de julho de 2000.

A resolução CONAMA N°004/1985 estabelece definições, tais como, pouso de aves, aves de arribação, leito maior sazonal, olho d'água, nascente, vereda, cume ou topo, mono ou monte, serra, montanha, depressão, entre outros. Esta resolução determina também o que são reservas ecológicas, que no caso específico de cursos d'água é representada por uma faixa marginal que varia de acordo com a largura do rio e é medida horizontalmente além do leito maior sazonal (Tabela 2). Para os reservatórios naturais ou artificiais são consideradas faixas com larguras apresentadas na Tabela 3.

Tabela 2 - Reservas Ecológicas ao longo dos Cursos d'água - CONAMA N°004.

Largura do curso d'água(m)	Reservas Ecológicas APP (m) – (medidos além do leito maior sazonal)
<10	5
10 a 200	Metade da largura do corpo d'água
>200	100

Tabela 3 - Reserva Ecológica para Reservatórios (naturais ou artificiais) – CONAMA N°004.

Situação do reservatório	Faixa marginal ao redor do reservatório (m)
Situados em áreas urbanas	30
Até 20 hectares de superfície	50
Represas hidrelétricas	100

As resoluções CONAMA N°302/02 e N°303/02 estabelecem parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente. A resolução N°302 é específica à preservação permanente de reservatórios artificiais (Tabela 4) e a elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Tabela 4 - APP ao redor Reservatórios (naturais ou artificiais) – CONAMA N°302.

Situação do reservatório	Faixa marginal mínima ao redor do reservatório (m)
Situados em áreas urbanas	30
Geradores de energia elétrica com até 10 hectares, sem prejuízo da compensação ambiental	15
Não utilizados para o abastecimento público ou geração de energia elétrica com até vinte hectares de superfície e localizados em are rural.	15

A resolução CONAMA N°369/2006 busca adequar a dinâmica urbana ao propósito das APP's regulamentando os conceitos abstratos de utilidade pública, interesse social e baixo impacto, presentes em resoluções anteriores como, por exemplo, o Código Florestal. Na Tabela 5 são apresentados exemplos de intervenções possíveis com relação a estes conceitos.

Tabela 5 - Intervenções possíveis em APP's urbanas - CONAMA N°369/2006.

<p>Utilidade Pública</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividades de proteção sanitária; - Obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; - Implantação de área verde pública em área urbana.
<p>Interesse Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - As atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa; - A regularização fundiária sustentável de área urbana;
<p>Atividades de Baixo Impacto Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> - A abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões; - A retirada de produtos oriundos das atividades de manejo agroflorestal sustentável praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar; - A implantação de trilhas para desenvolvimento de ecoturismo.

De acordo com Servilha *et. al* (2006) a dinâmica urbana de uso e ocupação do solo onde o ser humano vive e interage intensamente, torna inviável a tentativa de aplicação das metragens fixas de vegetação intocada definidas pela legislação de proteção das APP's. A respeito disso, a resolução do CONAMA N°369/06 começou a apresentar indícios da inclusão humana dentro dos espaços de preservação permanente, buscando regulamentar e regularizar uma maneira de compatibilizar a ocupação e o uso econômico das APP's, passando a ter critérios técnicos de uso mais condizentes com a atual função social, econômica e ambiental das zonas de proteção legal no meio urbano.

O Estatuto das Cidades⁵ é um forte instrumento para o controle do uso do solo na zona de proteção legal dos cursos d'água, uma vez que seus objetivos encontram-se engajados sob a ótica da sustentabilidade. Entre eles estão: garantia do direito a cidades sustentáveis, participação das associações e da população na formulação, execução e acompanhamento de programas de desenvolvimento urbano; distribuição espacial da população de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos sobre o meio ambiente; proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído.

Como reforçam Nascimento & Heller (2004) os instrumentos referentes à regularização fundiária previstos no Estatuto das Cidades colaboram com a urbanização das favelas. Isto contribui para a redução dos problemas relacionados às más condições sanitárias (proliferação de vetores, mau cheiro, transmissão de doenças) nestas áreas, e também, reduz os riscos naturais e impactos sobre o meio ambiente.

3.3.2 Legislação estadual

A legislação estadual que regula sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental é o Decreto nº 14.250/81, o qual dispõe sobre a proteção das águas, do solo, da atmosfera e do controle sonoro. A respeito da água classifica-a em classes que variam de I a IV de acordo com seu padrão de qualidade e conseqüente utilização como pode ser observado na Tabela 6. Ainda, algumas proibições e exigências apontadas por este decreto a respeito das águas são de interesse da pesquisa, como está apresentado na Tabela 7.

O cumprimento das proibições e exigências dispostas neste decreto é um forte instrumento para a preservação e conservação das águas no meio urbano, pois estão relacionados com a melhoria da qualidade das águas e das características físicas dos cursos d'água. Desta forma contribuem para a concretização das medidas de revitalização dos rios urbanos, que serão descritas no decorrer desta revisão de literatura.

⁵ LEI FEDERAL Nº10.257 de julho de 2001.

Tabela 6 - Classificação e utilização das águas – DECRETO ESTADUAL Nº14.250/81.

CLASSE	USOS
I	Águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou simples desinfecção.
II	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático, mergulho).
III	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação, de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais.
IV	Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística e ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

Tabela 7 - Proibições e exigências relacionadas às águas - DECRETO ESTADUAL Nº14.250/81.

PROIBIÇÕES E EXIGÊNCIAS RELACIONADAS ÀS ÁGUAS – Decreto nº14.250/81
Proíbe o lançamento direto ou indireto de qualquer forma de resíduo sólido nos corpos hídricos;
A construção de unidades industriais, ou depósitos de armazenagem de substâncias deverão ser dotados de dispositivos dentro das normas de segurança e localizados a 200m dos corpos d'água;
Obras de construção e manutenção de canais, barragens e estradas, deverão adotar dispositivos conservacionistas a fim de impedir a erosão e suas conseqüências;
Toda a empresa deverá tratar seu esgoto sanitário quando não existir sistemas públicos de coleta.

3.3.3 Legislação municipal

A Constituição Federal de 1988 diz que as cidades com mais de 20.000 habitantes devem ter um Plano Diretor, o qual seja instrumento de política de desenvolvimento e expansão urbana. Relata também que para assegurar o direito ao meio ambiente sadio, a responsabilidade maior em licenciar, multar, recuperar e regularizar é do município.

De acordo com o Código Florestal em áreas urbanas devem-se respeitar os planos diretores e leis de uso e ocupação do solo, não sendo estes menos restritivos que as legislações federais.

No caso de Florianópolis, o Plano Diretor de uso e ocupação do solo no Distrito Sede é instituído pela Lei Complementar Nº001/97, que regula principalmente quanto à localização, aos acessos, à implantação das edificações e a outras limitações ao direito de construir. A Tabela 8 apresenta as considerações desta lei acerca dos recursos hídricos.

Tabela 8 - APP ao longo dos cursos d'água, reservatórios e lagoas no meio urbano - LEI MUNICIPAL N°001/97.

Faixa marginal mínima (m)	
Cursos d'água com influência de maré	30
Demais cursos d'água	30
Ao longo de reservatórios e lagoas situados em áreas urbanas	50 a 100

De acordo com Sanches (2007) as legislações brasileiras referentes às Áreas de Preservação Permanente, federal (Resolução do CONAMA 369/2009, Código Florestal), estadual (Decreto n° 14.250) e municipal (Plano Diretor e uso e parcelamento do solo), apresentam definições contraditórias quando aplicadas ao meio urbano, não deixando claro em que situações devem se adotar uma em detrimento da outra.

Esta condição de contradições e obscuridade das definições apresentadas na legislação pode ser observada neste capítulo e é reconhecida como uma das causas dos conflitos legais relacionados à aplicabilidade da lei referente às APP's. Em muitos casos, esta circunstância é utilizada para manipular a tomada de decisão em relação ao uso do solo, de acordo com os interesses dos envolvidos.

Outro motivo freqüente no qual a lei esbarra quando da tentativa de sua aplicação em ambientes urbanos, é o agravante social representado pela ocupação de margens de rios, córregos e mananciais por favelas, além do agravante econômico do alto custo de intervenção em áreas totalmente urbanizadas (SANCHES apud BARTALINI, 2007).

Assim, percebe-se que os instrumentos legais devem ser utilizados de maneira a contribuir com as ações de valorização da paisagem e conservação dos cursos d'água, acompanhando a dinâmica urbana e as particularidades de cada caso (ecológicas sociais e culturais).

3.4 A Urbanização e a Degradação Ambiental dos Cursos D'água

A ação antrópica de constituição do meio urbano é responsável por vários impactos ambientais tanto no ecossistema aquático, como no terrestre. Dentre os principais problemas apresentados estão: aumento da temperatura (formação de ilhas de calor nos centros urbanos); aumento de sedimentos e de material sólido (erosão das superfícies, assoreamento das seções de drenagem, transporte de poluentes agregados ao sedimento); obstruções do escoamento (produção de resíduo sólido, lançamento de lixo no sistema de drenagem, problemas na manutenção, obstrução do escoamento por construções); ocupação de áreas de risco de encostas, qualidade da água pluvial (a quantidade de material suspenso na drenagem pluvial é superior a encontrada no esgoto *in natura*) e contaminação dos aquíferos (aterros sanitários, fossas sépticas e redes de condutos pluviais) (TUCCI, 2005).

Além disso, na medida em que as cidades se urbanizam a população impermeabiliza o solo alterando sua cobertura vegetal e remove a mata ciliar. Deste modo há um incremento no escoamento através de condutos e canais e conseqüentemente no volume de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem. Este processo denomina-se *inundações devido à urbanização ou à drenagem urbana* (TUCCI & MONTENEGRO, 2005).

Tucci (2005) lembra que as *inundações em áreas ribeirinhas* são um processo natural de inundação do leito maior do curso d'água. Mas, em virtude da ocupação destas áreas pela população, geram impactos, tais como, perdas materiais e humanas, interrupção das atividades econômicas das áreas inundadas, contaminação da água pela inundação de depósitos de materiais tóxicos, entre outros.

3.4.1 Fatores de degradação dos cursos d'água urbanos devido à ação antrópica

Os fatores de degradação dos cursos d'água estão relacionados aos processos hidrológicos no meio urbano. Desta forma, o estudo destes fatores engloba a observação de

alterações no sistema natural dos rios, tais como, relação chuva-vazão como respeito aos diferentes padrões de uso do solo; poluição difusa de origem pluvial e seus impactos sobre os meios receptores; poluição das águas por esgotos sanitários; presença de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem pluvial e corpos hídricos (NASCIMENTO & HELLER, 2005).

Estas alterações no ecossistema hídrico em áreas urbanas causadas pelo desequilíbrio de suas funções podem ser representadas por fatores de degradação e suas respectivas conseqüências no meio físico, biótico e antrópico, como estão apresentadas na Tabela 9.

Alguns dos fatores de degradação apresentados na Tabela 9 podem ser agrupados porque, simultaneamente, são causa e conseqüência. Por exemplo, na degradação ou remoção da mata ciliar incluem-se os fatores erosão, assoreamento e obstruções ao escoamento, pois ao mesmo tempo em que são causas da degradação dos cursos d'água, são conseqüências de remoção da vegetação. Estes grupos estão discutidos a seguir:

A) Degradação ou remoção da mata ciliar

De acordo com Lezy-Bruno e Oliveira (2007) é preciso reconhecer e analisar os componentes da vegetação ribeirinha, pois a alteração de qualquer um deles causa modificação na cadeia ecológica.

A vegetação ciliar tem a capacidade de manter estáveis os solos marginais, minimizando os processos erosivos (Kageyama, 2002). Assim, observa-se que quanto maior for o grau de degradação da mata ciliar, maior será a incidência de pontos de erosão, assoreamento, obstrução ao escoamento, bem como desmoronamento de taludes, gerando assim elevação na ocorrência de inundações.

A mata ciliar é também uma área de desenvolvimento da biodiversidade (fauna e flora) e considerada um filtro natural do escoamento das águas superficiais. De acordo com Kageyama, (2002) esta vegetação reduz os impactos das fontes de poluição a montante através da retenção de sedimentos, barreira física e processos químicos; minimiza os processos de assoreamento e contaminação por lixiviação; ou escoamento superficial de defensivos agrícolas e fertilizantes.

Tabela 9 - Fatores de degradação ambiental e suas conseqüências no meio físico, biótico e antrópico.(Fonte: autoria própria).

FATOR DE DEGRADAÇÃO	CONSEQÜÊNCIAS (MEIO FÍSICO, BIÓTICO E ANTRÓPICO)
Degradação e/ou remoção da mata ciliar	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade das margens causando erosão e assoreamento • Aumento das inundações • Alterações e desequilíbrios climáticos • Diminuição da biodiversidade da região (fauna e flora)
Erosão das margens	<ul style="list-style-type: none"> • Fenômenos de sedimentação e assoreamento preenchendo o volume original dos cursos d'água, contribuindo assim para a ocorrência de enchentes • Morte da fauna e da flora no fundo dos rios e lagos por soterramento • Turbidez das águas dificultando a ação da luz solar na realização da fotossíntese, importante para a purificação e oxigenação das águas • Deslocamentos repentinos de grandes massas de terra e rochas que desabam talude abaixo podem causar grandes tragédias
Assoreamento da seção transversal	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da capacidade de escoamento dos condutos, rios e lagos urbanos
Obstrução ao escoamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz a capacidade de escoamento • A obstrução é causada por construções deixa pouco espaço para a drenagem trazendo riscos para a própria habitação • A obstrução por aumento de sedimentos e lixo além de contribuir para o mau funcionamento do sistema de drenagem piora as condições ambientais.
Retificação da seção transversal, corte de meandros e canalizações	<ul style="list-style-type: none"> • Destruição dos ecossistemas e eliminação das áreas naturais de inundação • Aumento da erosão • Aumento do risco de extravasamento das calhas dos rios em conseqüência da diminuição da retenção natural • Aumento da vazão de pico e da velocidade do escoamento • Degradação do ecossistema fluvial • Aumento do risco de inundações a jusante
Pontes (indicar em que estado encontra-se a seção transversal)	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente são construídas sem a utilização de critérios de projeto compatíveis com as necessidades de escoamento das enchentes mais freqüentes, podendo representar uma ameaça no momento de ocorrência de tais enchentes.
Presença de sedimentos e material sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da qualidade estética e paisagística • Perda ou diminuição dos habitats naturais (terrestres ou aquáticos) • Contaminação das águas pluviais devido ao transporte de poluentes agregado ao sedimento
Lançamento de efluentes	<ul style="list-style-type: none"> • Crescimento excessivo de algas • Maus odores • Depósito de Lodo
Edificações públicas nas margens	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilização do solo e conseqüente aumento na freqüência de inundações
Edificações privadas nas margens	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da poluição devido ao esgoto sanitário e o lixo gerado pelos moradores • Degradação das margens (erosão e sedimentação) • Diminuição da seção transversal

Segundo Sanches (2007) a eliminação da mata ciliar é responsável pela redução da taxa de umidade do ar e da retenção das águas pluviais nas bacias e aquíferos, causando assim, alterações no ciclo hidrológico. Além disso, sua remoção impede a filtragem de resíduos sólidos e de cargas difusas antes de chegarem aos corpos hídricos.

Tamanha a sua importância, pode-se dizer que a remoção da mata de várzea, como é conhecida também, é o principal fator de degradação relacionado à integridade física dos cursos d'água urbanos.

B) Lançamento de efluentes e resíduos sólidos no leito e na zona de proteção legal do curso d'água

A maioria das cidades brasileiras não possui redes de coleta de esgotos, lançando seus efluentes na rede de esgotamento pluvial, que descarrega nos rios. Esta situação agrava-se em decorrência da ocupação das áreas ribeirinhas, onde a própria população lança seus efluentes diretamente no curso d'água, sem nenhum tratamento e, também, o utiliza como um local para despejo de resíduos sólidos, como por exemplo, sacolas, embalagens plásticas, garrafas pet, pneus, resíduos da construção civil, etc.

A zona de proteção legal funciona muitas vezes, como um verdadeiro depósito de resíduos para a população e alguns empreendedores usam esta área como local de descarte permanente.

Esta postura tomada pelos próprios habitantes resulta na degradação do meio ambiente (físico, biótico e antrópico), a qual pode ser exemplificada pela: contaminação das águas pluviais devido ao transporte de poluentes; crescimento excessivo de algas; maus odores; diminuição da qualidade estética e paisagística; depósito de lodo; perda ou redução dos habitats naturais (terrestres ou aquáticos); riscos ao abastecimento da população; criação de vetores responsáveis pela transmissão de doenças; comprometimento da vida aquática; entre outros.

C) Retificação da seção transversal do curso d'água, corte de meandros e canalizações

As baixas velocidades nas planícies geram curvas bem caracterizadas denominadas de *meandros*, as quais ampliam o potencial ecológico e contribuem com a melhoria da qualidade ambiental por oferecer ambientes propícios ao desenvolvimento das espécies (Selles, 2001). Além disso, estas sinuosidades naturais dos cursos d'água amortecem e atrasam o pico de enchente, bem como mantêm por mais tempo os volumes na calha do rio.

Por outro lado, uma das conseqüências da urbanização com pequena infra-estrutura e serviços públicos é a grande presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água, gerando mau cheiro, proliferação de vetores responsáveis pela transmissão de doenças e ocorrência de enchentes. Esta realidade faz com que a comunidade pressione os administradores públicos a transformar os rios em seções regulares de concreto com margens revestidas, isto é, construir canais ou galerias, promovendo também a retificação do traçado longitudinal. Esta atitude imediatista tem o objetivo de transportar as águas rio abaixo o mais rápido possível.

De acordo com Costa (2001), a retificação ou canalização destas curvas criam verdadeiras vias expressas para a água. Isto majora significativamente a velocidade do escoamento gerando a rápida ampliação dos volumes nas seções a jusante, aumentando o risco de inundações nestas áreas. A Figura 3 e Figura 4 apresentam os picos dos hidrogramas de cheia e as sinuosidades do rio antes e após a retificação respectivamente.

Ainda, este autor trata da retificação da calha do rio com “um grande erro”, pois geram impactos na integridade do curso d'água, tais como: aumento da erosão, aprofundamento do leito, redução da inundação natural e da capacidade de retenção.

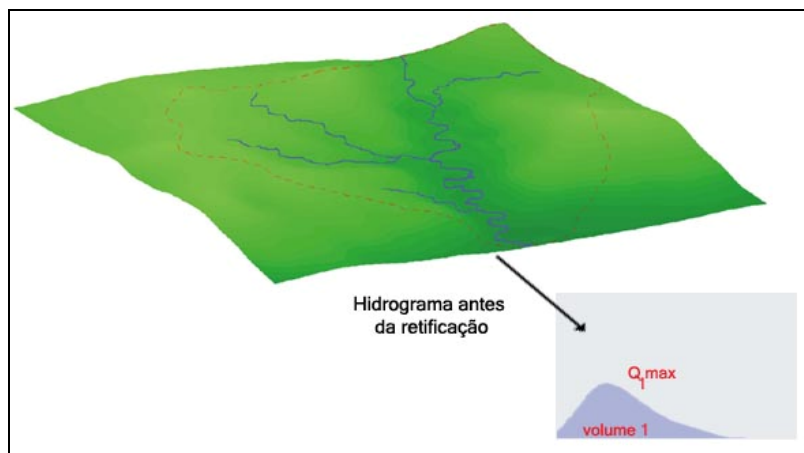


Figura 3 – Curso d'água e seu hidrograma de pico antes da retificação. (Fonte: Modificado de Costa, 2001).

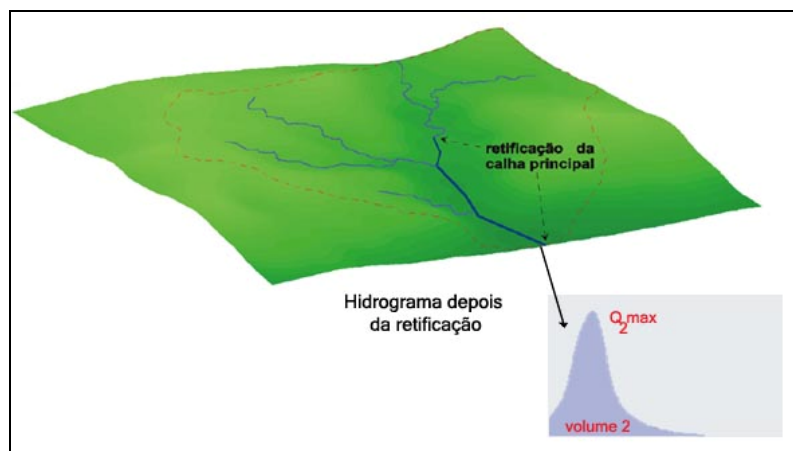


Figura 4 - Curso d'água e seu hidrograma de pico depois da retificação. (Fonte: Modificado de Costa, 2001).

D) Construções de pontes e travessias

As construções de pontes e travessias desempenham uma função importante de integração entre os bairros ou cidades, possibilitando o desenvolvimento de uma região. Porém, se construídas somente com este foco, ou seja, implantando pilares de forma a reduzir a área de seção disponível para o fluxo, torna-se um potencial para a elevação do nível de água e conseqüentes inundações (COSTA, 2001).

A obstrução ao escoamento devido à presença de pontes pode ser agravada quando esta é usada para sustentar tubulações de água, esgoto ou gás, criando local próprio para o acúmulo de resíduos sólidos carregados rio abaixo em épocas de cheias.

E) Ocupação Urbana na zona de proteção legal do curso d'água

A presença de edificações na zona de proteção legal, incluindo-se ruas, calçadas, pátios, residências, edifícios, comércios e indústrias, é um fator representativo da degradação dos cursos d'água. O estrangulamento da calha de escoamento pela urbanização e pelas vias públicas e a impermeabilização da superfície, responsável por alterações no ciclo hidrológico, resultam em impactos significativos no sistema de drenagem, resultando na maior ocorrência de inundações.

De acordo com Sanches (2007) a criação de aterros na zona de inundação do rio, tanto com a finalidade de construção de edificações como de vias públicas, impede que estas áreas sejam utilizadas como reservatório natural em picos de cheia, sendo assim outro fator agravante das cheias.

Isto significa que qualquer forma de ocupação modifica a retenção natural do solo, e sua descaracterização resulta na alteração do hidrograma de enchente no trecho inferior do curso d'água. A influência da urbanização no aumento das enchentes está apresentada na Figura 5 (COSTA, 2001).

O avanço da ocupação urbana gera ainda, incremento na carga de resíduos sólidos e efluentes lançados sobre os rios e a degradação das margens causada pela erosão e sedimentação. Isto ocorre, segundo Netto *et al.* (2003), devido à interface existente entre a drenagem urbana e os processos de ocupação urbana, como o abastecimento da água nas cidades, o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos urbanos.

No entanto, para resolver os problemas de drenagem urbana devido à falta de controle da ocupação urbana por parte do poder público, são necessárias soluções de alto custo, tais como, canalizações, galerias, diques com bombeamento e barragens. Desta forma, parte significativa do orçamento público municipal, estadual ou da União é investida em obras para proteger parte da cidade que sofre devido ao descuido da ocupação do solo à montante (NETTO *et al.*, 2003).

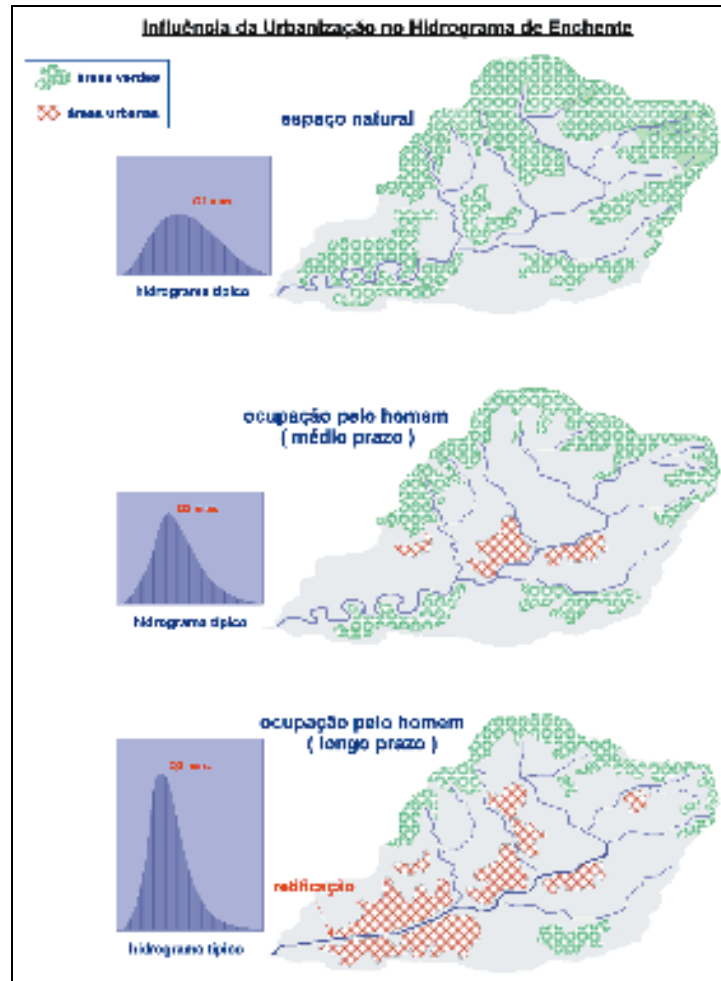


Figura 5 – Influência da Urbanização no hidrograma de enchente. (Fonte: Costa, 2001)

Somado aos impactos físicos da urbanização sobre os corpos receptores apresentados nos parágrafos anteriores Nascimento & Heller (2005) afirmam que a urbanização apresenta também impactos de natureza química e biológica. Estes impactos são de origem difusa movidos por eventos de precipitação aos corpos hídricos e agravados por lançamentos pontuais de efluentes sanitários e em alguns casos industriais.

Ainda de acordo com estes autores, os impactos de natureza química e biológica resultantes da ocupação urbana sobre os corpos hídricos são representados pela poluição microbiológica dos rios, praias e lagos urbanos, pela eutrofização dos corpos receptores ou sua contaminação por metais pesados e por efeitos de choque de poluição, como os resultantes da depleção do oxigênio na água. Estes impactos reduzem as fontes de água para uso da recreação, piscicultura e abastecimento de água potável.

3.5 A Sustentabilidade e os Rios Urbanos – Proteção, Conservação e Recuperação.

O atual contexto de degradação em que se encontram os cursos d'água no meio urbano é representado por dois fatores principais, a poluição das águas e a presença de inundações, os quais são responsáveis pela redução da qualidade de vida dos habitantes. Corriqueiramente estes fatores apresentam tamanho grau de degradação que torna-se urgente e necessário uma mudança na maneira de gerenciar as águas urbanas, de modo a levar em consideração os impactos ambientais no momento de planejar o desenvolvimento do tecido urbano.

A esta nova forma de pensar o desenvolvimento, integrando o uso do solo e da água, visando minimizar os impactos da urbanização sobre ciclo hidrológico natural, dá-se o nome de *gestão sustentável das águas urbanas*.

Considerando-se a ocorrência de inundações como um dos fatores representativos da degradação dos rios no meio urbano, esta nova forma de abordar a questão busca remediar ou recuperar partes dos processos naturais do ciclo hidrológico que foram impactados, adotando como conceitos básicos: a permeabilidade máxima das águas de chuva ao longo do curso d'água – e também nas outras superfícies da bacia, a manutenção das propriedades naturais dos leitos (sinuosidades) e as margens com presença de mata ciliar (SANCHES, 2007).

De acordo com Lezy-Bruno & Oliveira (2007), os objetivos da gestão sustentável da água são: proteger as pessoas e os bens contra as inundações; combater a poluição; proteger as margens contra a erosão; manter o equilíbrio ecológico do bioma específico; valorizar as paisagens do rio e das zonas de inundação; controlar as águas pluviais e proteger os ecossistemas aquáticos.

Pode-se observar que todos os objetivos apresentados acima estão inter-relacionados. Assim, se forem tomadas medidas visando a melhoria da qualidade da água (leito e zona de inundação) e o controle das inundações, conseqüentemente os outros objetivos estarão sendo alcançados.

Com respeito às experiências internacionais, relacionadas à proteção, conservação e recuperação dos cursos d'água no meio urbano, a presente pesquisa encontra-se embasada teoricamente nos estudos e práticas desenvolvidos na Austrália com a introdução da **WSUD** (Water Sensitive Urban Design) e nos Estados Unidos com ações realizadas pela EPA (Environmental Protection Agency) conhecidas como **BMPs** (The Best Management Practices).

O **WSUD** é um conceito que se traduz na gerência integrada da terra e da água, o qual visa minimizar os impactos da urbanização no ciclo natural da água. Abrange todos os aspectos a ela relacionados, inclusive o de coletar e/ou tratar a água de chuva e a água servida para suplementar a fonte de água potável e seus princípios, listados abaixo, podem ser aplicados desde um edifício até uma cidade inteira (LLOYD, 2001).

- Controle do escoamento – Visa manter os níveis apropriados do aquífero, recarga e escoamento superficial, impedir os danos de enchentes em áreas densamente ocupadas e evitar erosão excessiva dos canais.
- Melhoria da qualidade da água – Busca minimizar o carregamento de sedimentos levados pela água, proteger a vegetação ripária existente, minimizar a exportação de poluentes e os impactos causados pelos esgotos.
- Conservação da Água – Visa minimizar a importação e o uso das fontes de água potável, reuso a água de chuva, reuso e a reciclagem de efluentes, reduzir os gastos de água com irrigação, promover o auto-abastecimento e manter os valores ambientais e recreacionais relacionados à água.

Dentre as práticas utilizadas pelo WSUD para o cumprimento de seus objetivos estão:

- Uso de valas e banhados (sistemas de tratamento por zona de raízes) são usados no tratamento da água de chuva para diminuir os poluentes brutos e melhorar a qualidade da água;
- Uso de plantas para tratar a água servida no local;
- A água reciclada é armazenada e posteriormente utilizada na irrigação, em vasos sanitários e no combate a incêndio;
- Em todos os edifícios existe dupla tubulação, para água potável e não potável;

- Uso de dispositivos de economia de água;
- Sistemas de bio-infiltração e coleta;
- Bacias de infiltração;
- O escoamento da água dos telhados coletado e armazenado em tanques para o uso doméstico.

As **BMP's** são ações de controle, podendo ser estruturais ou não-estruturais, as quais visam controlar a quantidade e/ou melhorar a qualidade das águas de chuva, levando em consideração o custo-efetividade. Os benefícios das BMPs dependem de fatores que variam de local para local, tais como: intensidade, duração e frequência dos eventos de chuva; qualidade da água e as condições físicas dos corpos d'água; uso atual e potencial dos rios e a eficiência da remoção de poluentes pelas BMP's.

As BMPs têm como objetivo, para a ocupação urbana de novas áreas, que seus projetos sejam realizados de modo que a taxa de pico de escoamento e o volume de poluentes carregados pelos corpos d'água, tenham os mesmos valores do *pré-desenvolvimento*. Para alcançar este objetivo, três fatores devem ser considerados: controle do fluxo, remoção de poluentes e redução de poluentes na fonte, os quais são concretizados por meio do uso das seguintes práticas:

A) Práticas Estruturais das BMP's

- Sistemas de infiltração – bacias de infiltração e pavimentos porosos;
- Sistemas de retenção – lagoas de retenção;
- Sistemas de detenção – bacias e valas de detenção
- Construção de sistemas de banhados (sistema de tratamento por zona de raízes);
- Sistemas de filtração – filtros e sistemas de bio-retenção;
- Sistemas vegetados – tiras de filtro de grama e valas vegetadas;
- Minimização das superfícies impermeáveis;
- Sistemas mistos– separadores de água e óleo.

B) Práticas não-estruturais das BMP's

- Economia doméstica;
- Substituição dos fertilizantes, pesticidas e herbicidas, por outros menos agressivos ao ambiente;
- Gerenciamento das áreas verdes;
- Práticas de manutenção – limpeza dos reservatórios, valas, estacionamentos e vias públicas;
- Detenção e eliminação das descargas de efluentes nos cursos d'água;
- Programas de educação ambiental;
- Planejamento e desenvolvimento de baixo impacto.

Relacionado a este tema o Conselho Regional da Carolina do Norte - Land-of-sky Regional Council (LOSRC) - (1994) propõe que os problemas referentes à degradação dos rios, tais como, as inundações e a poluição das águas, apresentam uma tendência atual de “abordagem sistemática”, isto é, integrar medidas preventivas às práticas de controle. Desta forma busca-se atender a dois princípios, o primeiro é minimizar a geração das inundações e poluentes, por intermédio de uma variedade de técnicas. E o segundo, indica que a maneira de gerenciar o escoamento associado aos poluentes, consista na redução dos impactos sobre os seres humanos e o ambiente.

De acordo com o LOSRC (1994) as **medidas preventivas** incluem práticas não estruturais que ajudam a evitar a geração de enxurradas e a contaminação das águas por poluentes e são consideradas como o “primeiro passo” para a gestão integrada das águas pluviais. Estas medidas apresentam a relação custo/benefício muito boa em comparação com as medidas de controle e implicam na mudança de comportamento dos indivíduos por meio de atividades, como as listadas abaixo:

- Planejamento do uso do solo e técnicas de manejo;
- Técnicas de prevenção à poluição;
- Programas de envolvimento e educação da população;
- Programas de controle da erosão e da sedimentação;
- Programa de eliminação das conexões de esgoto ilícitas.

As **medidas de controle** são práticas estruturais de redução do volume, do pico de descarga e da concentração de poluentes nos escoamentos pluviais. Estas medidas utilizam processos de detenção/retenção, dispositivos de infiltração, práticas vegetativas que atuam como biofiltros das águas pluviais, entre outros. De modo geral as medidas de controle são mais caras que as medidas preventivas.

Medidas de controle apoiadas em experiências internacionais estão começando a ser usadas no Brasil, como por exemplo: mecanismos de infiltração das águas pluviais; dispositivos de retardamento de vazão da forma artificial, através do uso de reservatórios e outras obras de drenagem. Também são utilizadas tecnologias baseadas em processos naturais, através do replantio da mata ciliar e da recuperação da sinuosidade do leito dos cursos d'água; implantação de parques lineares, os quais são equipamentos urbanos fundamentais para a recuperação das zonas marginais e em áreas muito adensadas, o aproveitamento das margens dos rios para a implantação de espaços ao ar livre, permitindo maior integração social (SANCHES, 2007).

Na ótica das questões político-sociais os autores Lezy-Bruno & Oliveira (2007) avaliam que os projetos e ações de ordenamento do território urbano, necessitam apresentar como princípios: a melhoria da qualidade ambiental da paisagem; respeitar o comportamento natural do curso d'água; associar as ações de revitalização a outros projetos de infra-estrutura e voltá-las para as atividades de lazer, esportivas e educacionais.

3.5.1 Revitalização de cursos d'água no meio urbano

A priori é necessário definir o significado de alguns termos pertinentes a esta pesquisa, tais como: restauração, reabilitação, remediação, renaturalização e revitalização.

De acordo com Findlay & Taylor (2006) o termo **restauração** descreve o retorno de um ecossistema natural inteiramente recuperado. Já o termo **reabilitação** refere-se a uma condição ao longo de alguns vetores da restauração onde elementos do sistema biofísico natural são retomados, mas nem todos. Outro termo apresentado é a **remediação**, o qual

significa a melhoria do ambiente através da modificação do ecossistema em uma determinada área e não do retorno ao ecossistema original. A distinção entre os termos apresentados acima é mostrada na Figura 6.

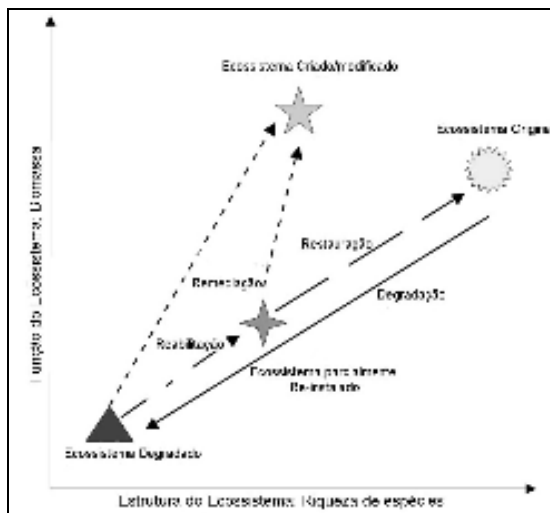


Figura 6 - Diagrama esquemático mostrando a distinção entre restauração, reabilitação e remediação.
Fonte: Adaptado de FINDLAY e TAYLOR, 2006.

Segundo Clewell, Riger & Munro (2000) devido ao fato das transformações causadas pelos impactos ambientais, tais como, alteração da área de superfície permeável, da cobertura vegetal e do ciclo hidrológico serem irreversíveis, a **restauração** dos ecossistemas não pode ser alcançada inteiramente, sendo apropriado o emprego do termo **reabilitação**.

No Brasil equivalente à definição de **reabilitação** apresentada por Findlay & Taylor (2006), a bibliografia existente apresenta como sinônimos os termos **renaturalização** e **revitalização**. Sendo assim, para tratar dos cursos d'água urbanos nesta pesquisa optou-se pela utilização do termo **revitalização**.

Findlay & Taylor (2006) dizem também que ao invés de tentar reabilitar áreas já degradadas, é melhor dar atenção àquelas que ainda não foram impactadas pelas ações antrópicas. Deste modo, pode-se dizer que nos conceitos e diretrizes da revitalização dos cursos d'água, insere-se um caráter **preservacionista**, ou seja, é importante **preservar** as áreas que ainda não foram degradadas.

Compete acrescentar que este caráter preservacionista da revitalização, evidencia-se na Estratégia Mundial da Conservação desenvolvida em 1980 pela IUCN (União Mundial para a

Natureza)⁶ e representada por princípios de equidade e do uso ecologicamente sustentável dos recursos naturais, tais como, preservação, manutenção, utilização sustentada, recuperação e melhoria ambiental.

A) Revitalização e seus objetivos

Tendo em vista a expansão dos espaços para a agricultura, a ampliação de áreas para ocupação urbana e a redução dos efeitos causados pelas cheias locais, durante décadas as estratégias da engenharia hidráulica e fluvial foram de retificar os leitos dos rios e córregos. Desta forma as águas superficiais eram transferidas para jusante pelo caminho mais curto o mais rápido possível (BINDER, 1998).

No entanto, estas ações não levavam em consideração as questões ambientais, tendo como consequência o crescente aumento dos prejuízos causados pelas cheias, a poluição das águas que seccionam as cidades, bem como a diminuição da biodiversidade. Como pode ser observado nas Figuras 7 e 8 o ecossistema de um rio em seu estado natural, com suas sinuosidades, possui maior variedade de espécies, tanto da fauna quanto da flora, em relação ao rio que sofreu retificação. A respeito da Figura 7 é pertinente destacar que a vegetação ciliar natural presente às margens de um curso d'água é mais densa do que a apresentada pelo autor na ilustração.

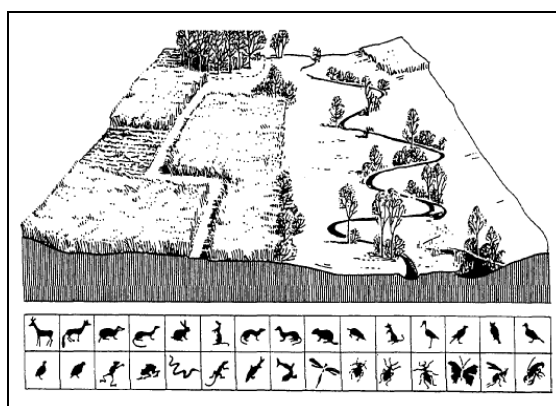


Figura 7 – Biodiversidade antes da retificação dos rios. Fonte: Binder, (1998).

⁶ A IUCN é uma Organização Internacional criada em 1948, a qual reúne instituições governamentais e não governamentais em torno da problemática da integridade e diversidade da natureza. Já assistiu mais de cinquenta países na preparação de estratégias nacionais de conservação do meio ambiente.

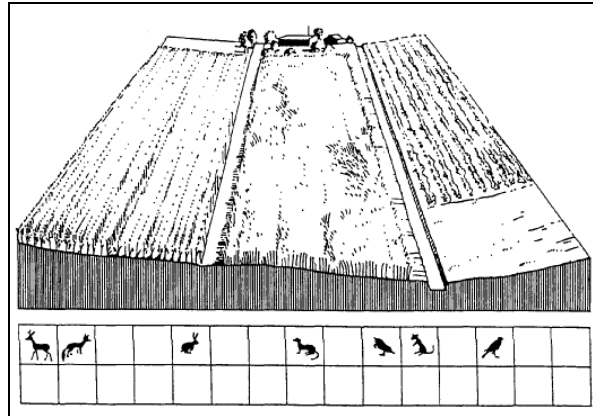


Figura 8 - Perda da Biota por retificação dos rios. Fonte: Binder, (1998).

Em decorrência destes problemas, postula-se a necessidade de revitalizar os cursos d'água no meio urbano por meio de ações e projetos que tenham como alicerce os seguintes princípios:

- Proteger as pessoas e os bens contra as inundações;
- Combater a poluição;
- Proteger as margens contra a erosão;
- Manter o equilíbrio ecológico do bioma específico;
- Valorizar as paisagens do rio e das zonas de inundação;
- Controlar as águas pluviais e proteger os ecossistemas aquáticos.

Para a inserção destes princípios nos processos de revitalização, seus objetivos estão estruturados de acordo com aspectos do meio físico, biótico (ecossistemas aquáticos e terrestres) e antrópico (político-social e econômico). Estes objetivos, apresentados na Tabela10, se usados junto aos conceitos e práticas das BMP's e WSUD apresentam-se como um forte instrumento para a preservação dos cursos d'água no meio urbano.

Tabela 10 - Objetivos da Revitalização - Aspectos físicos, bióticos e antrópicos.

OBJETIVOS DA REVITALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM MEIO URBANO
ASPECTOS FÍSICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Preservar áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função; • Ampliação do leito do rio; • Recuperação da continuidade do curso d'água; • Reconstituição de figuras morfológicas típicas no leito e nas margens, como depósito de seixo rolado;
ASPECTOS BIÓTICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através do manejo regular e de programas de revitalização; • Restabelecimento de faixas marginais de proteção e de mata ciliar; • Promoção de biotas especiais;
ASPECTOS ANTRÓPICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma cultura de preservação do meio ambiente, em busca do equilíbrio ecológico; • Áreas urbanizadas devidamente drenadas e saneadas; • Pareceria fortalecida entre o poder público e a comunidade, unidos em prol da preservação do meio ambiente; • Moradores conscientes sobre da importância do rio para a qualidade de vida da população; • Órgãos públicos buscando soluções de forma integrada; • Fiscalização eficiente com punição para os infratores do meio ambiente; • Uso sustentável da área de preservação ambiental; • Propiciar elementos favoráveis ao lazer.

B) Experiências nacionais e internacionais de revitalização dos cursos d'água em meio urbano

Na esfera internacional, como exemplo de sucesso dos processos de revitalização de cursos d'água pode-se apresentar os casos dos Rios Lech e Vils na Alemanha, sendo que o segundo foi parcialmente renaturalizado e hoje sua planície de inundação é utilizada com parque municipal. Na Inglaterra, em menos de trinta anos o Rio Tâmsa teve o alargamento do seu canal original para as mesmas condições de 1930 (SAUNDERS & REZENDE, 2007).

Em termos político-administrativos destaca-se a iniciativa da França (Ille-de-France) na revisão do plano diretor regional, a qual propôs por meio de um consórcio intermunicipal, a definição de limites para a urbanização e a elaboração de um documento visando o desenvolvimento urbano de alta qualidade na bacia do rio Orge. Estas proposições visavam impor diretrizes de crescimento urbano que favorecessem a reabilitação e a integração do rio e de seu entorno, contribuindo desta maneira com a melhoria da qualidade da água e com redução de ocorrência de inundações (LEZY- BRUNO & OLIVEIRA, 2007).

No Brasil existem inúmeras experiências em processos de revitalização de cursos d'água. Dentre elas destacam-se:

Caso do Rio São Pedro - No Rio de Janeiro, município de Macaé, o Rio São Pedro foi renaturalizado através de um esforço interdisciplinar, contando com obras de engenharia ambiental, arborização e reflorestamento da mata ciliar (SAUNDERS & REZENDE, 2003).

Estudo dos Efeitos da Renaturalização no Regime Hídrico do Baixo Curso do Rio São João – O projeto teve o apoio do Fundo para Conservação da Vida Selvagem (WWF), do Consórcio Intermunicipal Lagos – São João (CILSJ) e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense. O objetivo do estudo foi de determinar a viabilidade da recuperação de áreas degradadas no baixo curso do Rio São João, através da renaturalização de parte da área retificada (BENIGNO, SAUNDERS & WASSERMAN, 2007).

A avaliação do diagnóstico obtido por este estudo resultou em recomendações para a renaturalização do Rio São João, tais como:

- A mata ciliar deve ser demarcada e protegida além dos limites definidos pela legislação, bem como restituída nos pontos mais degradados inclusive no trecho retificado;
- O canal retificado deve fazer parte do projeto de renaturalização, pois representa um passivo ambiental, o qual pode ser usado para a piscicultura;
- Configuração do leito antigo nos trechos que apresentam condições para sua retomada. Deve ser acompanhado de monitoramento detalhado;

- Dragar e limpar o leito do rio.

Projeto Manuelzão – é um projeto da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que tem como objetivo promover a revitalização da Bacia do Rio das Velhas. O eixo de atuação é a promoção da saúde, do ambiente e da cidadania. Possui como meta para 2010 a volta de algumas espécies de peixe ao rio, sendo este símbolo de sua luta. A mobilização social é a ferramenta principal para promover a revitalização, uma vez que busca sensibilizar os moradores com argumentos sólidos construídos em anos de pesquisa (CADERNOS MANUELZÃO, 2006).

O Suplemento Meta 2010 (2006) relata as medidas para a revitalização da bacia hidrográfica do Rio das Velhas já implantadas pelo Projeto, dentre as quais se destacam:

- Criação da Comissão de Integração e Acompanhamento da Meta 2010 - Reúne usuários e sociedade civil, os quais trabalham em conjunto na definição de prioridades e elaboração de Planos de Trabalho, compartilhando informações entre os diversos órgãos;
- Finalização das obras e início das operações da ETE Onça;
- Melhora considerável nos depósitos de lixo devido a programas de Educação Ambiental;
- Aprovação Deliberação Normativa nº95 do Conselho de Política Ambiental (Copam) cria uma série de restrições às obras de canalização em Minas Gerais. Visando preservar e manter a área de inundação natural do rio e sua biota;
- Plantio de Mata Ciliar no trecho degradado do Rio das Velhas – Possível em virtude das parcerias entre o Projeto Manuelzão, SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento), prefeituras e empresas privadas.

Segundo Santos (2006) por meio do biomonitoramento do Rio das Velhas observou-se o aumento da riqueza dos organismos bentônicos⁷. Nos anos de 2003 a 2005 foram encontrados nove, treze e quinze tipos de organismos respectivamente. Notaram-se também o aumento da quantidade e da variedade de peixes, situações estas que são atributos da melhoria da qualidade da água.

⁷ Bentônicos: Seres que vivem no fundo do rio, afixados na areia, em rochas ou em galhos.

Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ, de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha vem apoiando o Estado do Rio de Janeiro no gerenciamento dos recursos hídricos com enfoque na proteção dos ecossistemas aquáticos. Como exemplo de estudo de caso de revitalização de cursos d’água em zonas urbanas, pode-se citar o estudo do Rio Vargem Pequena.

Projeto “Arroio Não é Valão” na cidade de Porto Alegre – É um projeto desenvolvido pelo Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) e as principais ações por ele realizadas são: promoção da educação ambiental fazendo com que a população atente para sua própria responsabilidade em relação ao meio ambiente; recuperação e melhoria dos mananciais e a conservação da vegetação típica nas margens dos cursos d’água e seus taludes.

De acordo com Türk & Grasso (1998) a implantação deste projeto apresentou como principais resultados, a limpeza de 133 arroios/valas e o programa *Guardiães do Arroio* o qual foi levado a 1.100 alunos do 1º grau em nove escolas.

Como contribuição ambiental observou-se que mesmo havendo a necessidade de repetir a operação de limpeza e educação ambiental em alguns locais, a quantidade de lixo retirada era sempre menor que a anterior. Desta forma concluiu-se que houve mudança progressiva no comportamento da população envolvida, alcançando seu objetivo de levar a própria população a fiscalizar seu habitat.

Projeto Pró-Tijuco em São Carlos – SP – O Pró-Tijuco é resultado da parceria entre universidades, ONGs e poder público e, visa inserir no Plano Diretor desta Bacia propostas relacionadas ao planejamento urbano com base nos conceitos da sustentabilidade sócio-ambiental, iniciando assim um experimento piloto que fornecerá subsídios para os Planos Diretores de todo o Brasil. Inserido na Bacia Hidrográfica do Tijuco Preto, região central de São Carlos-SP, local onde a degradação ambiental é crescente no entorno do seu principal corpo hídrico (córrego Tijuco Preto) e, representada por fatores, tais como: poluição e assoreamento; ocupação das APP’s; depósito de lixo e entulho; lançamento de esgoto e falta de áreas de lazer. Trata-se de um projeto desenvolvido com base na construção e avaliação de cenários para os anos de 1962, 1998-2000, 2005, 2010 e 2015.

Deste modo, o Projeto apresenta como objetivos principais **projetar, executar e monitorar** a renaturalização dos córregos e várzeas, por intermédio de medidas como: combate e prevenção às inundações; revitalização de espaços urbanos compreendendo APPs e suas áreas de várzea degradadas e recuperação histórico-ambiental (PERES & MENDIONDO, 2004).

C) Revitalização de cursos d'água e o planejamento urbano

A redução dos impactos negativos causados por obras de infra-estrutura urbana, tais como, estradas, ferrovias, pontes, galerias, elevados, canais de drenagem, é obtida por meio da eficiente incorporação entre estas obras e a paisagem urbana. Isto é possível com o aumento da atenção dada aos aspectos da sustentabilidade (aspectos sociais, ecológicos e econômicos) no planejamento urbano (BOHEMEN, 2002).

Esta visão de incorporação da infra-estrutura à paisagem urbana é tratada Bohemen (2002) como *“Infra-estrutura Ecológica”* e apresenta os seguintes princípios:

- Expor de forma clara o conceito do objeto construído;
- Permitir que processos naturais fossem visíveis e compreensíveis;
- Expor processos e sistemas que foram previamente escondidos;
- Enfatizar a conexão do ser humano com a natureza.

Para que os princípios da Infra-estrutura Ecológica sejam alcançados a estratégia proposta pelo autor é que se observem os processos naturais, tais como, fluxo do vento e da água, os processos de decomposição orgânica e a incidência de luz. O autor afirma ainda que para se concretizar estas estratégias os seguintes princípios ecológicos devem ser entendidos como essenciais: a energia vem sol; a diversidade é a base da resiliência do ecossistema; a princípio um ecossistema não produz desperdício de matéria; a matéria é continuamente reciclada através dos ecossistemas e os processos naturais podem ser guiados por recursos de intervenções conscientes.

Para inserir os princípios apresentados acima na gestão das águas urbanas, torna-se plausível que os projetos e programas a serem implantados tenham como base as seguintes linhas guia:

- Tratar os problemas na origem, de acordo com o princípio da prevenção, mitigação, compensação;
- Incorporar processos e sistemas com características multifuncionais aos sistemas naturais, visando limitar riscos e efeitos ambientais adversos;
- Preferir soluções descentralizadas, por facilitar o acesso dos envolvidos ao planejamento e desenvolvimento.
- Incorporar o contexto social/cultural por intermédio do qual os princípios ecológicos são igualmente considerados aos requisitos sociais e técnicos.
- Buscar o menor deslocamento dos problemas no tempo ou no espaço.

Em áreas urbanas, onde os rios têm intensos trechos retificados e suas margens densamente ocupadas por edificações irregulares, as possibilidades de revalorização ecológica são limitadas. Entretanto, existe a possibilidade de melhorias ambientais que favoreçam a melhoria na qualidade de vida da população ribeirinha, como por exemplo, quando as áreas revitalizadas são transformadas em parques municipais com locais para contemplação da natureza, para prática de atividades esportivas, entre outros (BINDER, 1998).

Nesta realidade a revitalização dos cursos d'água, bem como de qualquer outro projeto de restauração ecológica necessitam de uma nova cultura, a qual aproprie-se das práticas sustentáveis de planejamento, ou seja, planejar de maneira que as mudanças no ambiente não sirvam apenas para beneficiar o ser humano sem levar em consideração a integridade física do ambiente. Ainda, para que um processo de revitalização de cursos d'água obtenha sucesso, ou seja, para que traga melhorias para a população e o ambiente, é necessário a cooperação de vários atores da sociedade. (SAUNDERS & REZENDE, 2003).

Outra consideração a respeito dos processos de renaturalização de curso d'água urbanos (RCDU) é apresentada por Findlay & Taylor (2006), os quais descrevem que o alcance do sucesso da RCDU se deve ao cuidado com três fatores principais: integridade física do rio (hidrologia, geomorfologia, qualidade da água e ecossistema), aspectos sociais

(incluindo políticos e institucionais) e aspectos econômicos (Figura 9). Cada um destes fatores será abordado separadamente nos itens seguintes.

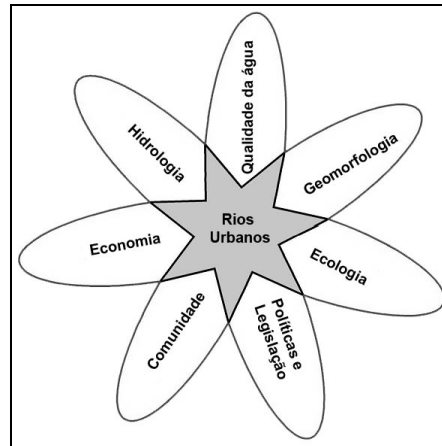


Figura 9 - Ilustração conceitual dos diferentes fatores que combinados afetam a tomada de decisão em relação à revitalização dos rios urbanos. Fonte: (Adaptado de FINDLAY e TAYLOR, 2006).

3.5.2 Integridade física do curso d'água

De acordo com Schwarzbald (2000) o ecossistema de um rio é formado pelos seguintes componentes do meio abiótico: a hidrologia, o clima e a geomorfologia. O conhecimento destes componentes é necessário para o entendimento de um rio como formador da paisagem em um contexto histórico e produto de múltiplas intervenções antrópicas que nele ocorrem (SCHWARZBOLD, 2000).

A integridade física do meio é extremamente relevante no sistema de rios urbanos, uma vez que está diretamente relacionada com a mitigação de inundações e com o controle da qualidade da água (FINDLAY & TAYLOR, 2006).

Dentre os fatores que indicam a integridade física de um curso d'água estão: a hidrologia, a geomorfologia, a qualidade da água e a biodiversidade aquática e no seu entorno.

Hidrologia - A hidrologia é considerada como um dos aspectos medidores da integridade física dos cursos d'água, pois qualquer alteração no meio físico causado pela

urbanização é sentido diretamente nas variáveis do ciclo hidrológico, ou seja, na precipitação, na evapotranspiração, no escoamento superficial e no escoamento subterrâneo.

Como pode ser observado na Figura 10, quando a urbanização vai acontecendo, a taxa de evapotranspiração e escoamento subterrâneo diminuem, e conseqüentemente o escoamento superficial tem um acréscimo. Os valores de porcentagens apresentados na Figura variam de local para local, devido ao tipo de solo, clima, cobertura vegetal, entre outros.

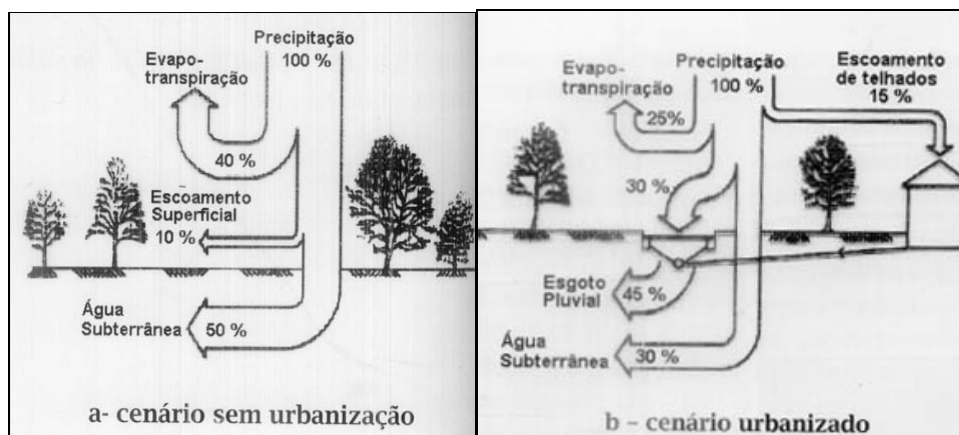


Figura 10 - Balanço hídrico de uma bacia urbana. Fonte: OECD (1986 *apud* Tucci, 2006).

Porém, para exemplificar esta variação Tucci (1997) apresenta os valores da alteração do balanço hídrico devido às ações da urbanização em um clima temperado indicados em estudos realizados pela OECD (Organization for Economic co-operation end Development) em 1986 (Tabela 11).

Tabela 11 - Variação do balanço hídrico com a urbanização em clima temperado. Fonte: Tucci, 1997 *apud* OECD, 1986.

Elementos do balanço hídrico	Pré-urbano (%)	Urbano (%)
Evapotranspiração	40	25
Escoamento Superficial	10	43
Escoamento Subterrâneo	50	32
Total de Escoamento	60	75

Considerando-se a hidrologia, quando se fala em alteração no meio físico devido à urbanização, refere-se especificamente à impermeabilização das superfícies e a canalização ou retificação dos cursos d'água.

Para que ocorra a impermeabilização das superfícies, é necessária inicialmente a remoção da cobertura vegetal, no caso das zonas marginais, da mata ciliar. A retirada desta vegetação faz com que toda a água de chuva que antes era retida em suas folhas ou em processo de evapotranspiração, agora se precipite sobre a superfície gerando incremento no escoamento superficial.

Sem vegetação para proteger a superfície e reter a água, o aumento da taxa de escoamento superficial é agravado pela impermeabilização do solo devido à construção de edificações, pavimentação de vias públicas, calçadas e estacionamentos com pavimentos impermeáveis e pela cultura utilizada em algumas cidades de revestir seus pátios com concreto. Deste modo, toda a água que antes infiltraria reabastecendo as águas subterrâneas, agora escoava pela superfície diminuindo o nível do lençol freático.

A canalização ou retificação dos cursos d'água, também altera a vegetação das margens causando os impactos apresentados acima. Além disso, a canalização dos rios faz com que a água escoe mais rapidamente, antecipando seus picos no tempo e também aumentando suas vazões máximas, como pode ser observado na Figura 11.

Observa-se que tanto a impermeabilização do solo quanto a construção de condutos pluviais ou retificação dos cursos d'água, são responsáveis pelo aumento na ocorrência de inundações. Este impacto negativo, juntamente com a poluição das águas é indicativo da situação de degradação em que se encontram os rios urbanos.

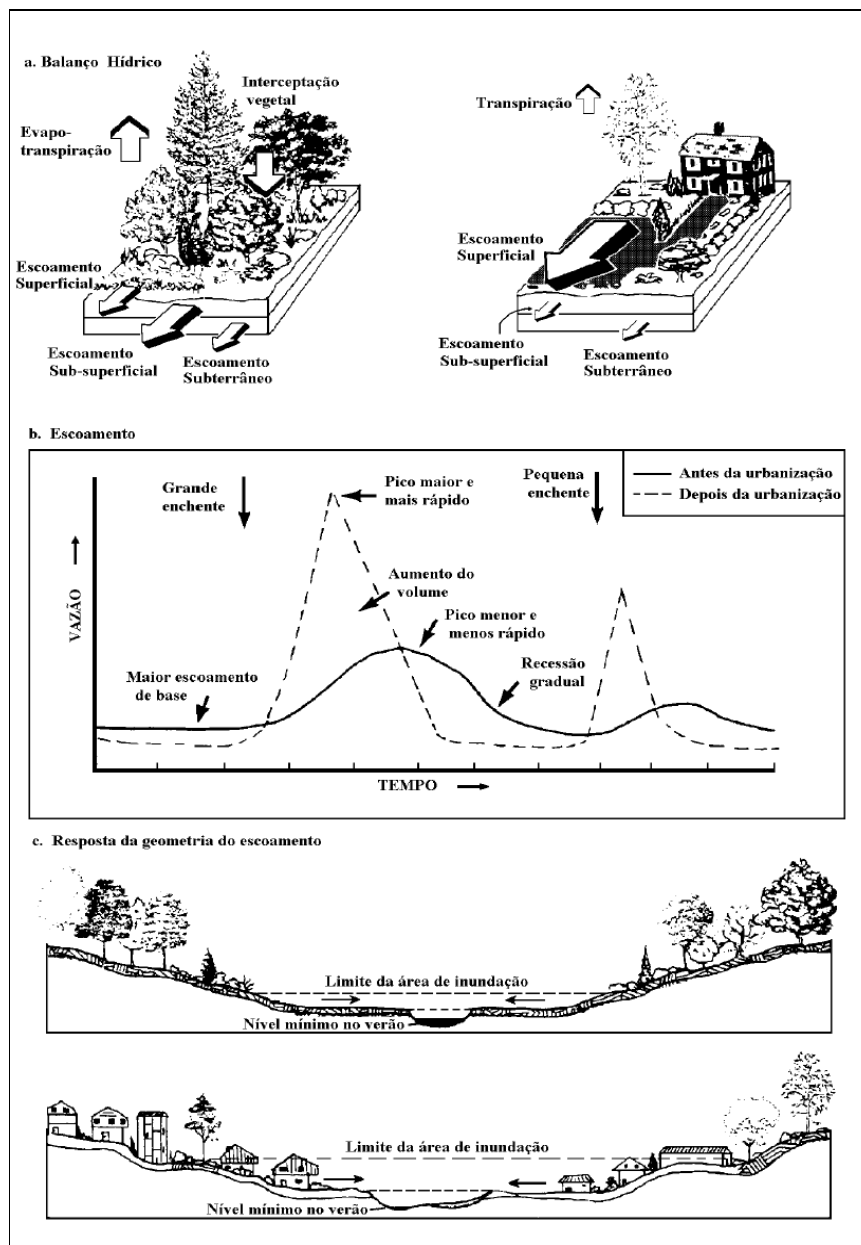


Figura 11 - Características das alterações de uma área rural para urbana. Fonte: Tucci (1997 apud SCHUELER, 1987).

Geomorfologia - Geomorfologicamente um rio entendido como uma fase do ciclo hidrológico, como um local de erosão, transporte e deposição de material dissolvido, suspenso e de materiais geológicos ativamente carregados. É visto como um sistema físico aberto, em equilíbrio hidrodinâmico, com energia distribuída, atuando ativamente na superfície das áreas terrestres (SCHWARZBOLD, 2000).

Através da geomorfologia, ou seja, do estudo da conformação atual do terreno, é possível obter informações sobre: os fenômenos hidrológicos; declividade; velocidade de drenagem; deduzir a tipologia e intensidade dos processos erosivos e deposicionais; determinar a distribuição, textura e composição dos solos. Além disso, os dados geomorfológicos são indispensáveis como indicadores ambientais, uma vez que as configurações da superfície do terreno estão relacionadas à distribuição dos núcleos ou aglomerados humanos, e, as limitações impostas pelo terreno determinam o uso do solo (SANTOS, 2004).

Além disso, de acordo com Lezy-Bruno e Oliveira (2007) a morfologia do leito apresenta informações importantes a respeito dos componentes naturais e das dinâmicas do curso d'água, tais como bancos de seixos ou areia, afloramentos rochosos, zonas de assoreamento, várzeas, braços mortos, rupturas de declive, entre outros. Relata também que a análise do substrato do solo e de suas condições sanitárias faz com que se compreenda o fenômeno de instabilidade, erosão e transporte de sedimentos, identificando-se assim as zonas de erosão e de ajuste das margens.

Durante o estágio de desenvolvimento das áreas urbanas ocorre um aumento significativo na produção de sedimentos (construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas, rodovias, pontes, entre outros). De acordo com Tucci (2005), esta produção apresenta impactos ambientais relacionados à geomorfologia, tais como, erosão das superfícies gerando fortes áreas degradadas e o assoreamento das seções de drenagem, reduzindo a capacidade de escoamento dos condutos, rios e lagos urbanos.

Segundo Findlay e Taylor (2006) para minimizar os impactos causados em termos de geomorfologia, é necessária a renaturalização dos cursos d'água urbanos ou no mínimo assegurar que eles não sejam deteriorados e desestabilizados pela infra-estrutura civil. Desta forma é possível preservar o uso do solo através da mitigação de inundações, e buscar um habitat sustentável para as comunidades ecológicas presentes.

Qualidade da água - Inicialmente é importante expor o conceito de poluição das águas, que segundo Von Sperling (1995) significa: “a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos”.

Como já foi descrito anteriormente, as principais ações antrópicas responsáveis pela degradação da qualidade da água nos rios urbanos são: o lançamento de esgotos *in natura* diretamente no corpo hídrico e da própria água pluvial a qual segundo Tucci (1997) “não é melhor que a do efluente de um tratamento secundário”.

As fontes de efluentes lançados nos curso d’água podem ser origens domésticas, comerciais, industriais ou ainda as descargas provenientes da drenagem superficial (urbana ou agricultura e pastagens). Tanto os esgotos domésticos como a poluição originada da lavagem da superfície, apresentam como principais poluentes: sólidos em suspensão, matéria orgânica biodegradável e não-biodegradável, nutrientes e coliformes.

A incidência destes poluentes são possíveis causadores da degradação da qualidade das águas urbanas, representados por impactos no meio físico, biótico e antrópico, tais como, problemas estéticos, depósito de lodo, absorção de poluentes, mortalidade de peixes, condições sépticas, espumas, doenças de veiculação hídrica, maus odores, entre outros (VON SPERLING, 1995).

Deste modo, pode se dizer que o aspecto **qualidade da água** nos rios urbanos diz respeito particularmente aos poluentes, que tanto em termos físicos quanto químicos, é a variável mais característica da saúde do curso d’água, sendo fator limitante da abundância e diversidade do sistema ecológico do rio e também indicador de possibilidade de uso para recreação (FINDLAY & TAYLOR 2006, *apud* PAUL & MEYER, 2001). Assim, é importante notar que a reabilitação da qualidade da água é essencial para realçar os fatores como a recreação e a ecologia.

Ecossistema do curso d’água - Como exposto anteriormente, cabe recordar que a mata ciliar ou zona ripária (formação vegetal localizada nas margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes) tem um importante papel no ecossistema e na hidrologia de uma bacia hidrográfica, pois estas áreas naturais possibilitam que as espécies da flora e da fauna se desloquem, reproduzam-se e garantam a biodiversidade da região.

Além disso, a mata ciliar auxilia na estabilidade dos solos das margens e evita a erosão e o assoreamento; na regularização dos regimes dos rios através dos lençóis freáticos; na diminuição das inundações; na absorção de adubos e defensivos agrícolas excedentes das

lavouras, funcionando como filtros do escoamento superficial das águas, entre outros (SELLES, 2001).

Dentre os impactos ambientais causados pela retirada da mata ciliar estão: as perdas de nutrientes no solo, redução das atividades pesqueiras, assoreamento dos rios e inundações, alterações e desequilíbrios climáticos, perda da qualidade da água e o aumento de pragas nas lavouras. Se estas ameaças não forem corretamente controladas na fonte causadora elas podem causar significantes diminuições na integridade ecológica do sistema, com potencial de propagação para toda a bacia hidrográfica (FINDLAY & TAYLOR, 2006).

Com respeito ao controle dos impactos Findlay e Taylor (2006) relatam que é difícil **preservar** uma área que já começou a ser impactada, vizinha ou adjacente a áreas degradadas. Deste modo, tão importante quanto à **conservação** de áreas completamente livres de contaminação ou próximo disto é a **revitalização** das áreas degradadas, buscando a estabilização dos impactos.

Aspectos Político-sociais, institucionais e econômicos - A existência de problemas ambientais, tais como, escassez de recursos naturais, deterioração da qualidade ambiental, as pressões sobre o uso do solo, a ameaça de extinção de animais e vegetais, entre outros, faz com que cresça a consciência ecológica e as preocupações ambientais em todos os setores da atividade humana (PHILIPPI *et. al.*, 1999).

Como foi demonstrado em item anterior desta revisão bibliográfica há no Brasil uma variedade de leis nas esferas municipal, estadual e federal que visam a proteção dos recursos naturais, tais como, uso do solo, dos recursos hídricos e das florestas. No entanto, a falta de fiscalização para o cumprimento destas resulta na ocupação clandestina do solo, ou seja, aquelas que não são executadas de acordo com estas legislações, tendo como conseqüências problemas no ambiente urbano, como por exemplo, urbanização desordenada, carência de infra-estrutura e degradação ambiental dos cursos d'água (ORTH, 2006). Desta forma, considera-se a fiscalização como um componente importante para o sucesso da revitalização dos rios no meio urbano.

O processo de revitalização dos cursos d'água relaciona-se também a aspectos econômicos, já que seu caráter preventivo e preservacionista é responsável por grande

economia em futuros gastos relacionados à despoluição das águas, busca por novas fontes de água potável e problemas relacionados às cheias urbanas. Segundo Tucci (2005) a atuação preventiva no desenvolvimento urbano reduz os custos das soluções dos problemas relacionados à água. Além disso, as áreas recuperadas são valorizadas no mercado imobiliário comparadas com áreas degradadas. Como por exemplo, na Austrália houve um aumento de 17% no valor de propriedades adjacentes a áreas córrego renaturalizado na Perth (TORRE & HARDCASTLE, 2004 *apud* FINDLAY & TAYLOR, 2006).

Além disso, a participação comunitária em um processo de revitalização é uma necessidade, não uma opção (FINDLAY & TAYLOR, 2006). Desta maneira a comunidade local pode definir seus objetivos, programar suas ações e alcançar seus resultados.

3.6 Avaliação de Impactos Ambientais

O **impacto ambiental** é entendido em planejamento como “toda a alteração perceptível no meio, que comprometa o equilíbrio dos sistemas naturais ou antropizados, podendo decorrer tanto das ações humanas como de fenômenos naturais”. (SANTOS, 2004).

Para que se possa comparar o **estado do meio** antes e após a implantação do projeto de RCDU é necessário avaliar os impactos ambientais, ou seja, interpretar as mudanças do meio (quantitativas ou qualitativas) tanto em aspectos ecológicos, como social, cultural e estético.

De acordo com Santos (2004) o **estado do meio** costuma ser avaliado através de temas relacionados aos aspectos físicos (clima, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia) e biológicos (flora e fauna). As **pressões** causadas no meio são verificadas pela avaliação das atividades humanas, sociais e econômicas (uso do solo, demografia, condições de vida da população, infra-estrutura de serviços). As **respostas da sociedade às pressões** podem ser observadas pelos aspectos jurídicos, institucionais e de organização política.

Binder (1998) afirma que para avaliar a situação dos rios e de seu entorno, é necessário comparar a realidade atual com a situação, considerando as condições ecológicas das regiões ribeirinhas.

Segundo Lesy-Bruno & Oliveira, os instrumentos de avaliação permitem determinar a natureza nas intervenções necessárias, ou seja, se serão preventivas, ou se serão aplicadas medidas técnicas de adaptação, medidas estruturais, educativas, entre outros.

3.6.1 Métodos de avaliação

As metodologias de avaliação de impactos ambientais têm o objetivo de comparar, ordenar, qualificar, quantificar, relacionar e espacializar os impactos. Os dados de entrada de cada método são obtidos por meio de levantamentos bibliográficos, visita a campo, estudo de dados históricos, entre outros (SANTOS, 2004).

Segundo Cunha & Guerra (2002) um conjunto de critérios básicos deve estar presente nestas metodologias a fim de tornar mais eficaz a avaliação e a interpretação do ambiente. Isto permite a análise da **viabilidade** e identificação de possíveis alternativas para a prevenção, recuperação e reconstituição ambiental. São eles: integração dos aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos; inclusão do fator tempo; utilização de indicadores que facilitem a tarefa de prospecção e setorização do território; um mecanismo que permita somar os impactos parciais para se obter o impacto total sobre o local; capacidade de extrapolação e arquivamento de dados para aplicação em outras áreas a serem estudadas e aplicação em diferentes escalas e participação pública nas tomadas de decisão.

As principais metodologias apresentadas na literatura estudada são:

A) Metodologias espontâneas (Ad Hoc) - Estes métodos são baseados no conhecimento de especialistas no assunto do projeto em questão. São adequados para situações onde há escassez de dados, servindo de guia para outras avaliações (CUNHA e GUERRA, 2002).

Ainda que tais métodos proporcionem estimativas rápidas da avaliação dos impactos de forma organizada e de fácil compreensão, apresentam fragilidade em função das análises

não aprofundadas de intervenções e variáveis ambientais envolvidas, o que conduz a resultados bastante subjetivos.

B) Metodologia de listagem – Check-List - A listagem consiste na simples relação de fatores que devem ser associados sistematicamente aos impactos ocorrentes na área em estudo. As listagens podem ser **simples** – enumeram fatores ambientais e algumas vezes seus respectivos indicadores, **descritivas** – listagens simples, acrescidas de informações que norteiam a análise dos impactos, **escalares** – permitem ordenar os fatores através de critérios pré-estabelecidos e **escalares ponderadas** – nas quais é atribuído peso aos fatores exprimindo a importância do impacto (SANTOS, 2004).

A metodologia de listagem possui construção simples e de baixo custo, possibilitando emprego imediato na avaliação qualitativa de impactos mais relevantes, com facilidade na sistematização das informações. Por outro lado, mais uma vez a subjetividade no tratamento das informações constitui-se um aspecto frágil, ao lado da pequena exploração das interações entre os fatores do meio.

C) Matrizes de Interação - As matrizes de interação consistem em “duas listagens estruturadas em eixos perpendiculares composta por fatores do meio com temas ou indicadores. A interação dos fatores dos eixos opostos permite definir o impacto” (SANTOS, 2004). Além disso, segundo o autor estas matrizes são muito utilizadas, pois têm a capacidade de evidenciar as relações entre os indicadores do meio natural e do meio antrópico cada qual em seu eixo.

De acordo com Cunha e Guerra (2002) a matriz mais difundida nacionalmente e internacionalmente foi a *Matriz de Leopold*, desenvolvida em 1971, a qual tinha a capacidade de avaliar impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos. A maioria das demais matrizes existentes hoje foram baseadas na *Matriz de Leopold*.

As matrizes de interação são métodos amplamente difundidos dentro das metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), visto que, resultam em benefícios para a análise do meio, tais como, fornecer visão global dos impactos e permitir constatar as situações de maior ou menor severidade; auxiliar na avaliação de possíveis ações ou mudanças no meio, permitindo optar por alternativas menos impactantes; permitir fácil compreensão dos

resultados; relacionar fatores biofísicos e sociais e também fornecem boa orientação para prosseguimento dos estudos e introdução da multidisciplinaridade.

No entanto, apresentam fragilidades nos resultados, pelo fato de não existir um princípio de exclusão de variáveis dependentes o impacto é considerado duas vezes. E também por proporcionar somente interações primárias entre os elementos dos eixos, não evidenciando os efeitos que eles desencadeiam.

D) Redes de Interação – Networks - As redes de interação buscam estabelecer uma seqüência de impactos ambientais, a partir de uma determinada intervenção, utilizando diagramas direcionais ou gráficos (CUNHA e GUERRA, 2002).

Segundo Santos (2004) as redes têm como princípio analisar relações de ordem mais elevadas do que aquelas identificadas numa matriz. Neste método os resultados permitem que se visualize o desencadeamento das alterações ambientais, ou seja, não se restringe a efeitos diretos, permitindo boa visualização dos impactos secundários e demais ordens.

Porém, este tipo de metodologia mostra-se excessivamente complexa, pois depende da análise de um grande número de componentes ambientais e de atividades humanas. Desta forma não apresentam de forma eficiente a dinâmica, nem permitem avaliar quantitativamente as relações expressas.

E) Superposição de mapas – Overlay Mapping - Esta metodologia consiste na confecção de várias cartas temáticas, uma para cada compartimento ambiental. Feitas em papel transparente, que quando sobrepostas orientam os estudos em questão (CUNHA e GUERRA, 2002).

Os principais exemplos deste método são: o método Mac Harg e o método Tricard, nos quais os autores propõem o mapeamento de potencialidades e restrições por meio de sobreposição de mapas de temas e indicadores que possam expressá-las (SANTOS, 2004).

A superposição de mapas é utilizada para localização, conflitos de uso e outras questões de dimensão espacial, além de servir para comparação de alternativas a serem

analisadas num Estudo de Impacto Ambiental. Mas, apesar de facilitar a representação visual, omite impactos cujos indicadores não podem ser representados espacialmente.

F) Modelos de Simulação - Estes métodos buscam representar o comportamento dos parâmetros ambientais ou as relações e interações entre as causas e os efeitos de determinadas ações, através de modelos matemáticos. Através destes modelos é possível processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitude e importância de impactos ambientais (CUNHA e GUERRA, 2002).

Os modelos de simulação adaptam-se a diferentes processos de decisão e facilitam o envolvimento de vários participantes nos processos referidos. Entretanto, possuem custo elevado devido à necessidade de pessoal técnico e experiente, programas e emprego de equipamentos apropriados; dificuldade quanto à comunicação e conseqüente entendimento do público e limite do número de variáveis a serem estudadas, exigindo qualidade de dados para alimentar o modelo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área em Estudo

A Bacia do Itacorubi está localizada em Florianópolis, na região centro-oeste da Ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas $27^{\circ}34'07''$ - $27^{\circ}37'57''$ L.S. e $48^{\circ}28'25''$ - $48^{\circ}33'00''$ L. O. (Figura 12). Possui área de drenagem de 26,58 km² e é composta pelos bairros Santa Mônica, Córrego Grande, Parque São Jorge, Itacorubi e Trindade como apresentado na Figura 13.



Figura 12 - Localização da Bacia do Itacorubi.

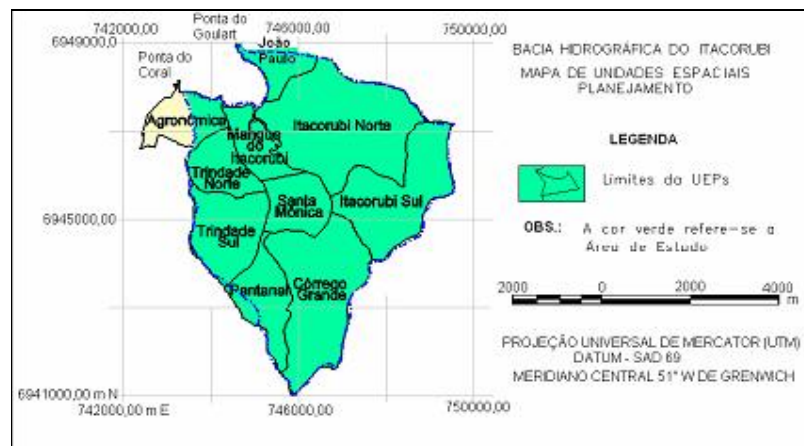


Figura 13 - Mapa de localização dos bairros da Bacia do Itacorubi. Fonte: Vieira (2007).

A Bacia Hidrográfica do Itacorubi é constituída por nove sub-bacias, das quais fazem parte os seguintes rios principais: rio do Meio, Sertão, Serrinha, Córrego Grande e Itacorubi (Figura 14). É importante destacar que em algumas das sub-bacias apresentadas na Figura, a exutória é definida no limite do Manguezal do Itacorubi.

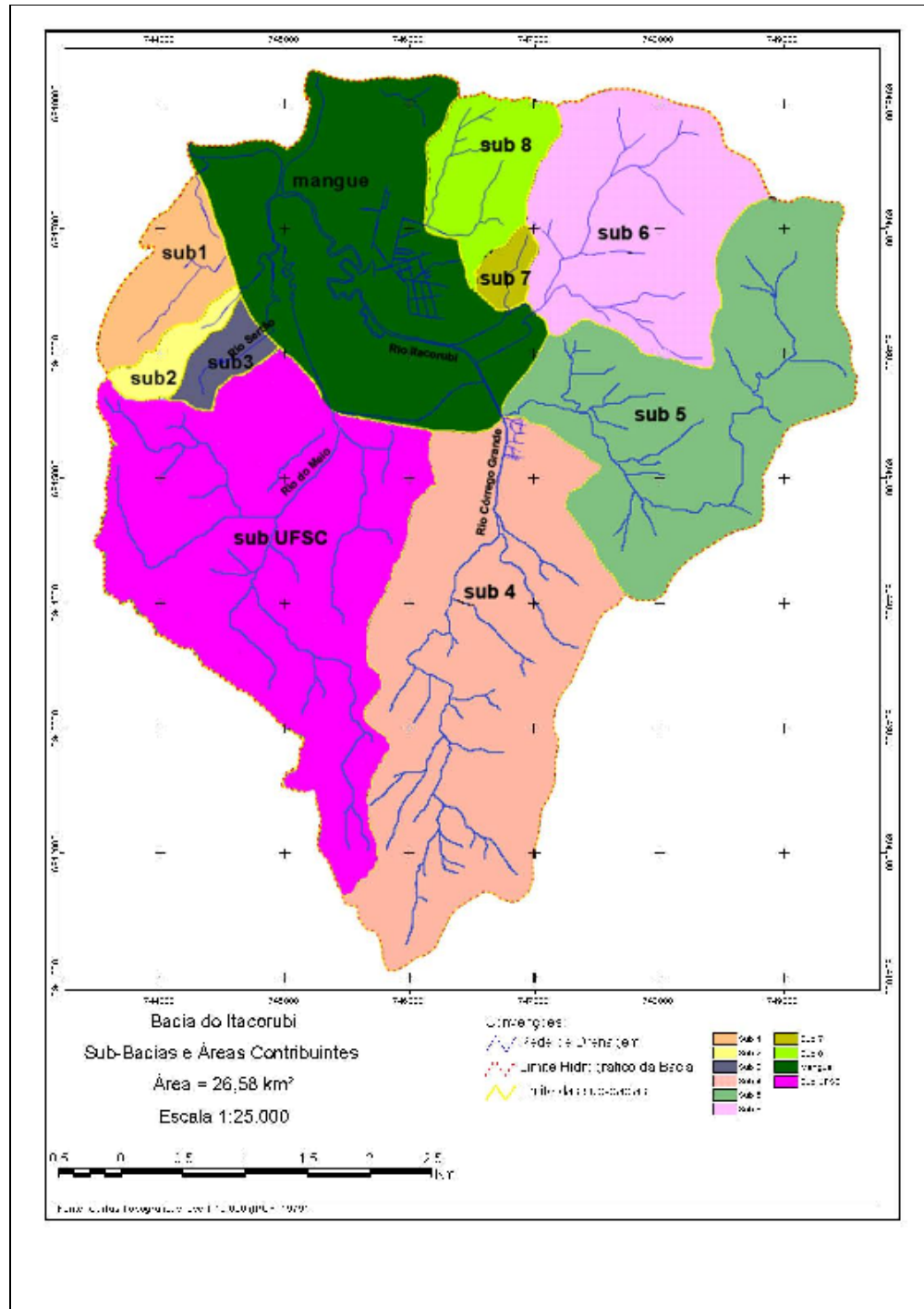


Figura 14 Bacia do Itacorubi - Sub-bacias e áreas contribuintes. Fonte: Modificado de NEA (2002).

A cobertura vegetal está representada por duas formas distintas: a Floresta Ombrófila densa sub-montanha encontrada nas regiões mais altas, e a vegetação com influência fluviomarinha arbórea (mangue), presentes na planície sedimentar, formando o Mangue do Itacorubi (IPUF, 2004).

Estão presentes na BHI duas unidades geomorfológicas, o complexo cristalino do proterozóico superior ao eo-paleozóico e os depósitos sedimentares do Quaternário. O primeiro, representado pelo Granito Itacorubi, Riolito Cambirela e Granito a Ilha, e o segundo por depósitos de manguezais, transacionais lagunares e marinhos praias (CARUSO JR, 1993).

O clima é o mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente o ano todo. De acordo com Huber (2004) *apud* Vieira (2007) as maiores temperaturas ocorrem no mês de fevereiro, e as menores nos meses de julho e agosto como pode ser observado na Figura 15, a qual apresenta também as temperaturas médias, máximas absolutas e mínimas absolutas, com suas médias, correspondentes à análise de 1917 a 2003.

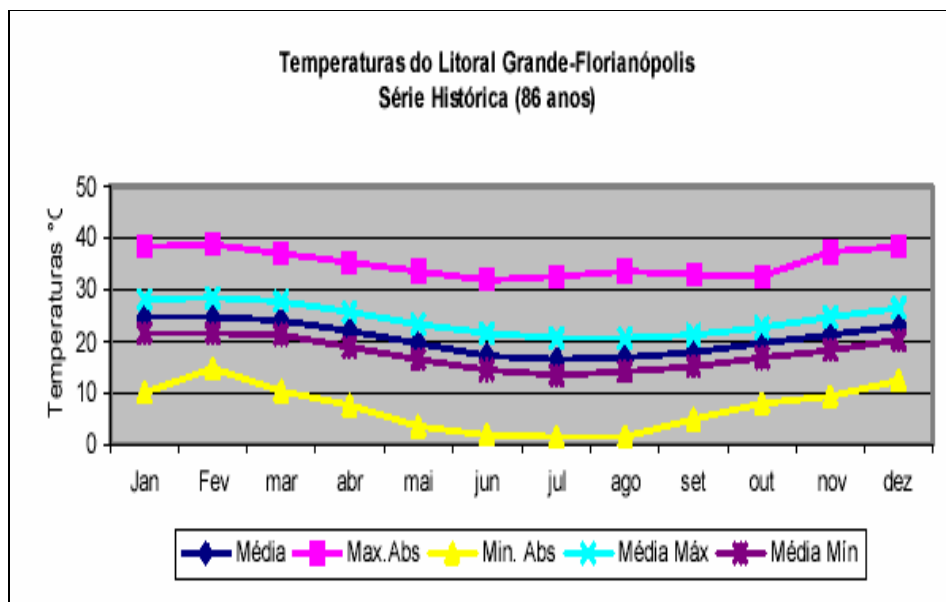


Figura 15 - Temperaturas do Litoral da Grande Florianópolis correspondente a 86 anos. Fonte: CLIMERH/EPAGRI/INMET (2003) *apud* Vieira (2007).

A precipitação média mensal é de 115mm/mês e a anual é de 1569mm/ano, sendo que os maiores índices pluviométricos ocorrem no verão, principalmente no mês de janeiro. As

médias de precipitação referentes aos anos de 1917 a 2004 e número de dias chuvosos aos anos de 1945 a 2004, estão apresentadas na Figura 16 (VIEIRA, 2007).

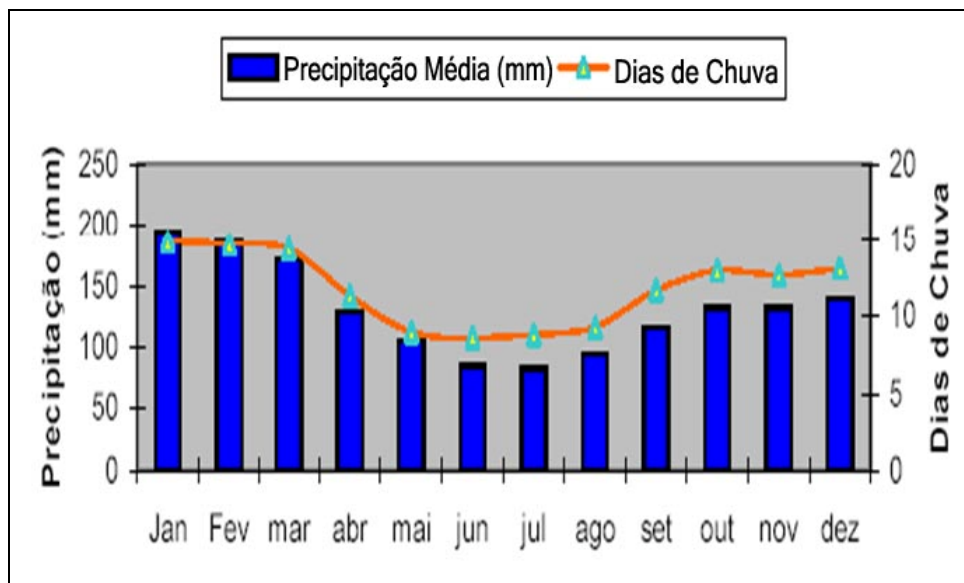


Figura 16 - Valores de precipitação média de 87 anos e dias de chuva de 59 anos. Fonte: CLIMERH/EPAGRI/INMET (2003) *apud* Vieira (2007).

Vieira (2007) descreve ainda que a paisagem da Bacia Hidrográfica do Itacorubi encontra-se privilegiada, pois estão presentes as seguintes Unidades de Conservação apresentadas na Figura 17:

- Parque Municipal do Maciço da Costeira – UC 09;
- Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi – UC 10;
- Parque Ecológico Professor João Davi Ferreira Lima – AP 03.

Na BHI estão presentes instituições de ensino público, tais como, a Universidade Estadual e Federal de Santa Catarina (UDESC e UFSC), o Colégio de Aplicação e o Colégio Militar, além de importantes centros decisórios e de serviços, tais como, CELESC, TELESC, APAE, CREA, Secretaria Estadual de Agricultura, entre outros.

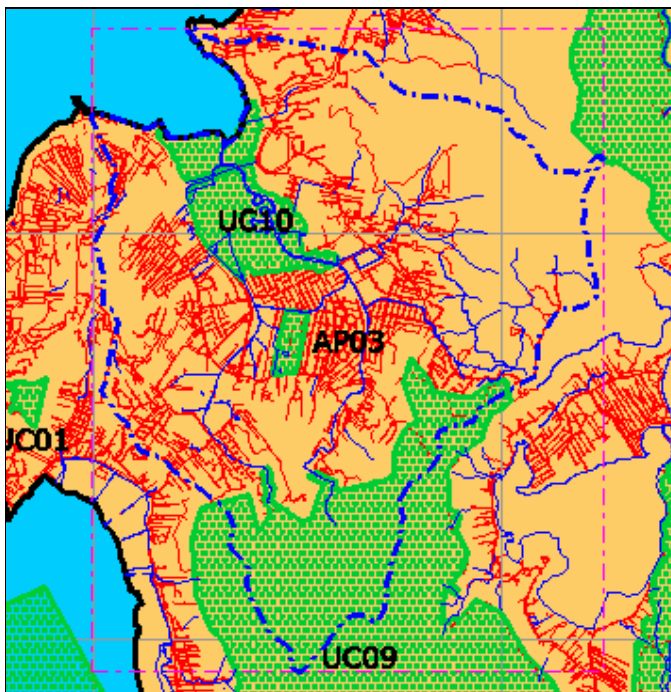


Figura 17 - Unidades de Conservação localizada dentro do perímetro da BHI. Fonte: ORTH et al. (2005) *apud* VIEIRA (2007).

4.1.1 O curso d'água – Córrego Grande

Conforme a divisão das sub-bacias apresentada na figura 15, a sub-bacia 4 - Córrego Grande - é a maior sub-bacia da BHI com 5,749km² de área de drenagem, compreendendo em sua maior parte Área de Proteção Ambiental (APP e APL). Seu curso d'água principal é o **Córrego Grande**, o qual possui 5,23 km de comprimento sendo também o rio de maior extensão da bacia. Sua nascente é na cota 345,8m e a exutória na cota 3,8m. A altitude máxima é de 446,00m e a mínima de 3,8m como pode ser observado no perfil longitudinal, curva hipsométrica e curvas de nível da sub-bacia (Figuras 18, 19, e 20 respectivamente).

O Córrego Grande possui sua nascente no Parque Municipal do Maciço da Costeira, criado em 1995 com o objetivo de proteger os recursos naturais (fauna, flora, manancial) e utilizá-lo como local para o desenvolvimento de atividades educativas, de pesquisas acadêmicas, lazer e recreação.

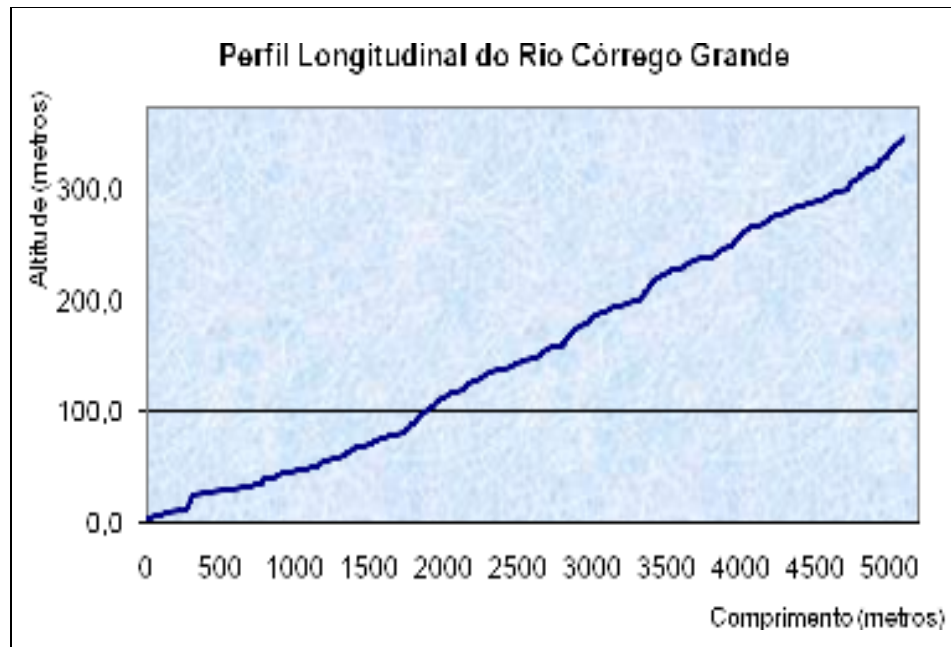


Figura 18 – Perfil Longitudinal do Rio Córrego Grande. Fonte: (NEA, 2002).

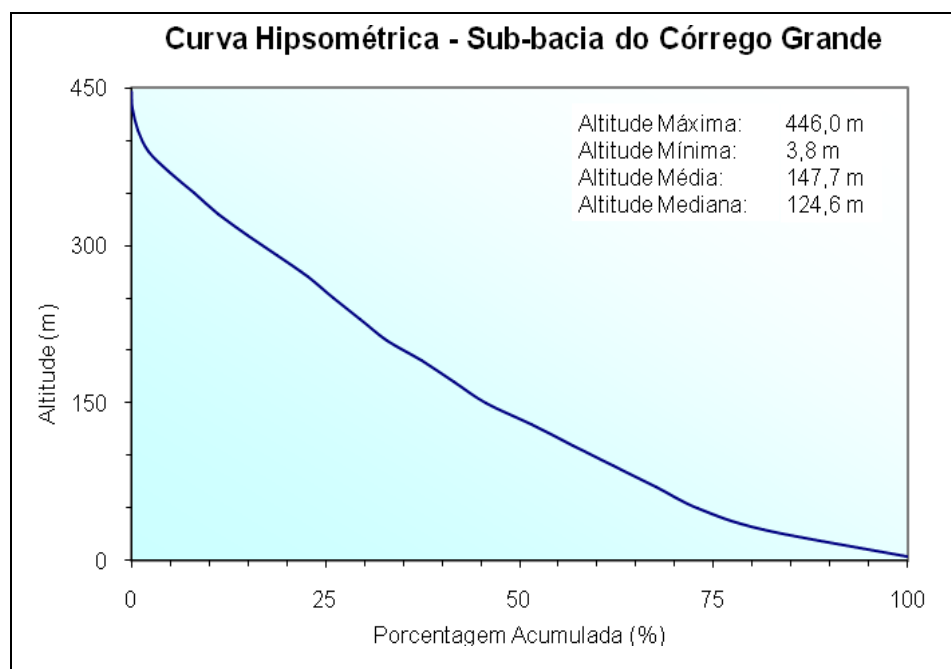


Figura 19 – Curva Hipsométrica da sub-bacia do Córrego Grande. Fonte: (NEA, 2002).

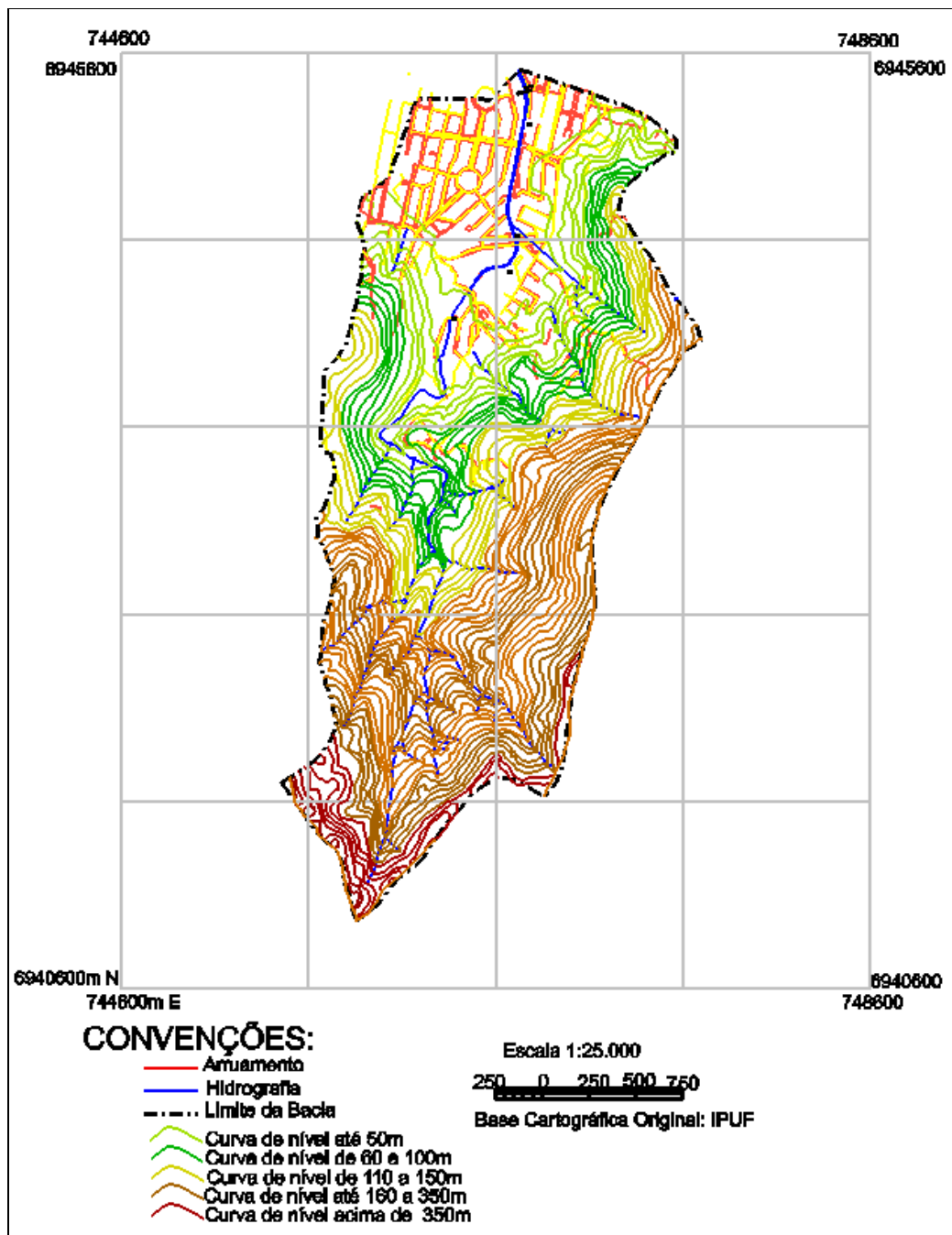


Figura 20 - Topografia da sub-bacia do Córrego Grande.

A preservação do rio Córrego Grande é de grande importância para população, pois, o *Poço do Córrego Grande* é um dos mananciais superficiais de captação de água da CASAN. Alguns bairros da Ilha de Florianópolis dependem deste manancial para o abastecimento

público, no qual a captação foi iniciada em 1977, chegando atualmente a uma vazão média captada é de 14 l/s.⁸

Além do abastecimento de água potável, o *Poço* apresenta enorme potencial para melhoria da qualidade de vida dos habitantes, por meio da recreação e prática de esportes ao ar livre, uma vez que conta com uma cachoeira e uma piscina natural formada pelas águas do Córrego Grande e, para chegar até lá se percorre uma trilha de vinte minutos em meio a Mata Atlântica.

A ocupação e utilização do solo apresentado na Figura 21 e nos mapas das Figuras 22 e 23 ocorrem de maneiras distintas nas regiões de baixada e de altitudes mais elevadas da sub-bacia. Nas regiões baixas a ocupação urbana é composta basicamente por edifícios, condomínios e loteamentos. Em se tratando de equipamentos públicos a sub-bacia do Córrego Grande apresenta: escola municipal, posto de saúde, conselhos comunitários e associações de moradores, subestação da CELESC, estação de tratamento de esgoto da CASAN e parte do campus da Universidade Federal de Santa Catarina.

Nas regiões mais altas onde ainda há a presença considerável de vegetação nativa, constituída pela floresta ombrófila densa, existe uma forte especulação imobiliária. Estas situações evidenciam a necessidade de um planejamento que busque a garantia da qualidade ambiental a curto e longo prazo.

Com relação à preservação e recuperação dos recursos naturais, a sub-bacia conta com ações e propostas por parte do conselho comunitário e associação de moradores do Jardim Germânia (AMOGER) e Jardim Albatroz (AMJA), junto ao desenvolvimento do plano diretor participativo, o qual está em andamento.

Quanto ao zoneamento municipal (Lei nº001/97) a maior parte da sub-bacia, zonas mais elevadas, compreende Área de Proteção Ambiental (APP e APL), seguido de ARE (Área Residencial Exclusiva) e AMC (Área Mista Central) nas regiões mais baixas. Este zoneamento pode ser observado na Figura 24, e será usado posteriormente para análise da degradação do curso d'água.

⁸ <http://www.casan.com.br/index.php?sys=370>. Acesso em 05/03/2008.

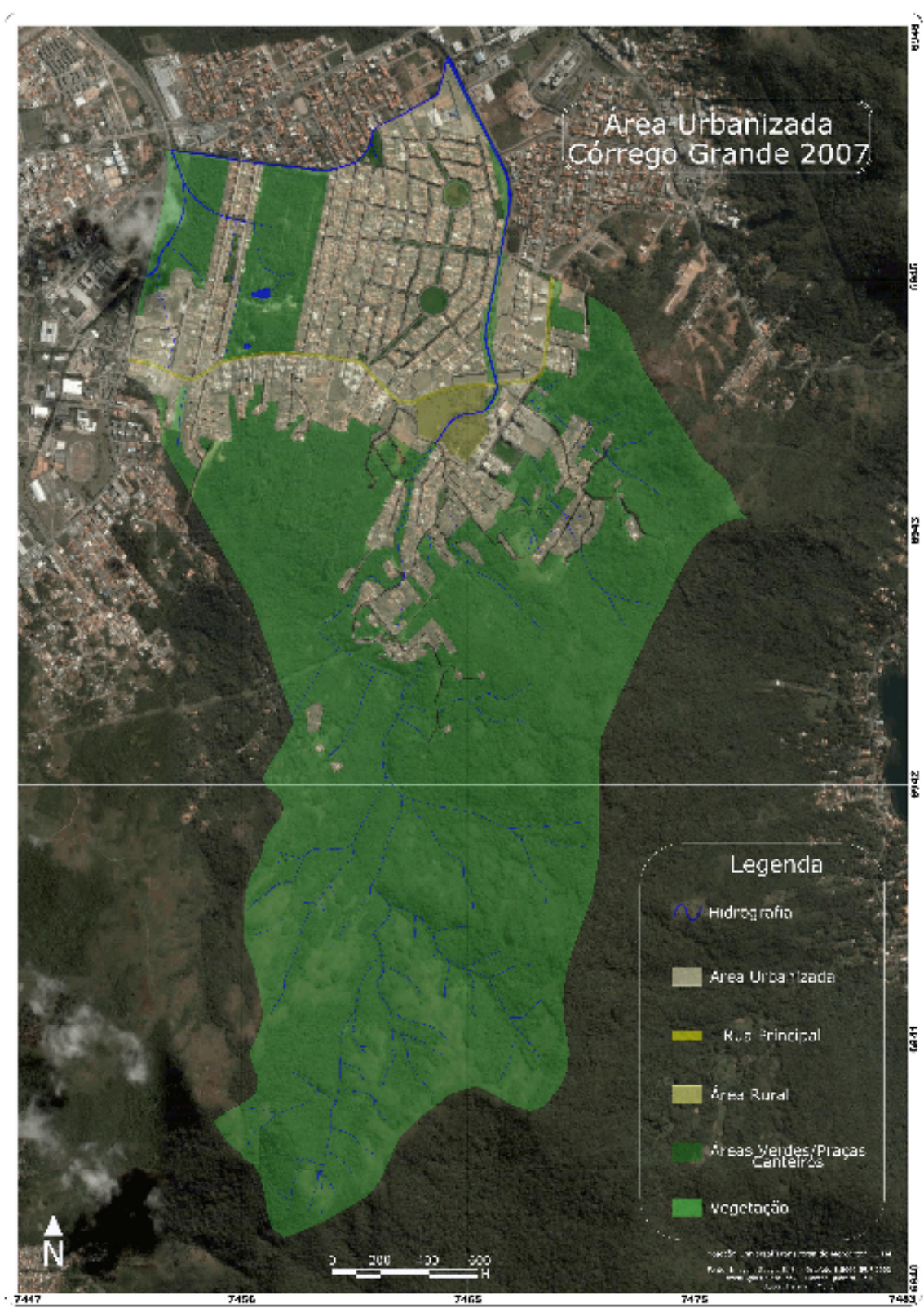


Figura 21 - Uso do solo no bairro Córrego Grande. Fonte: (MONDL, 2007).

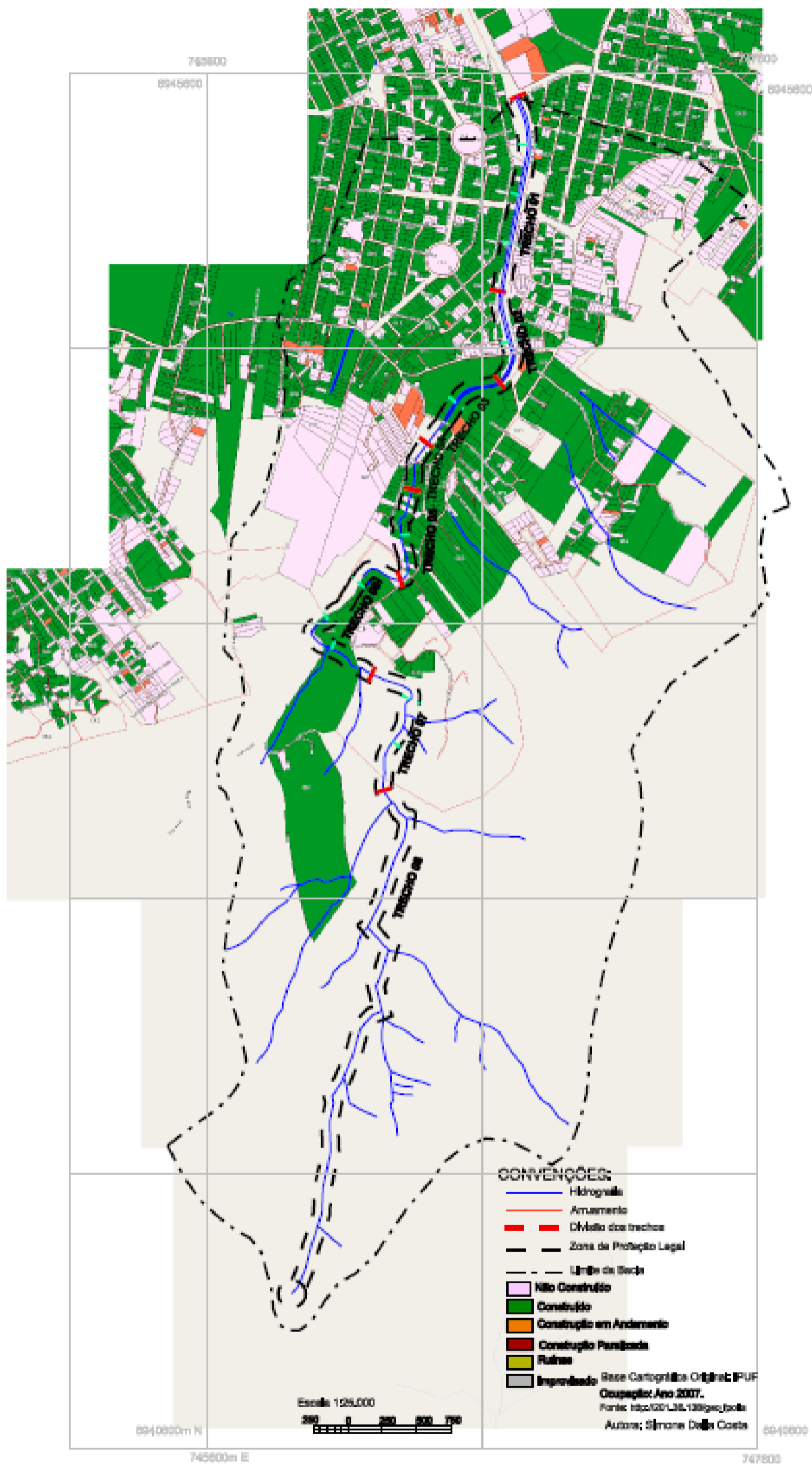


Figura 22 - Mapa 1: Ocupação do solo na Sub-bacia do Córrego Grande .

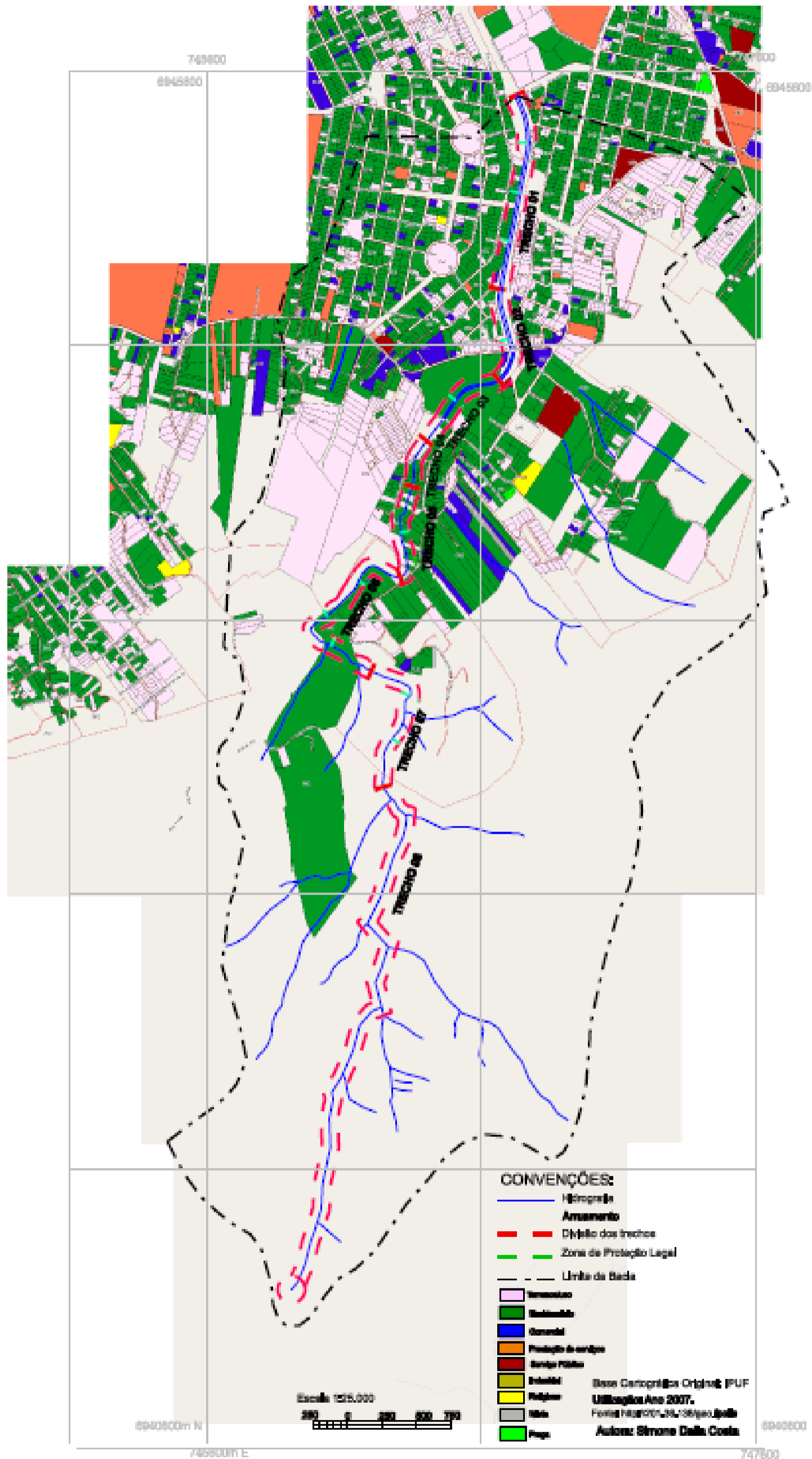


Figura 25 - Mapa 2: Utilização do solo na sub-bacia do Rio Cônego Grande.

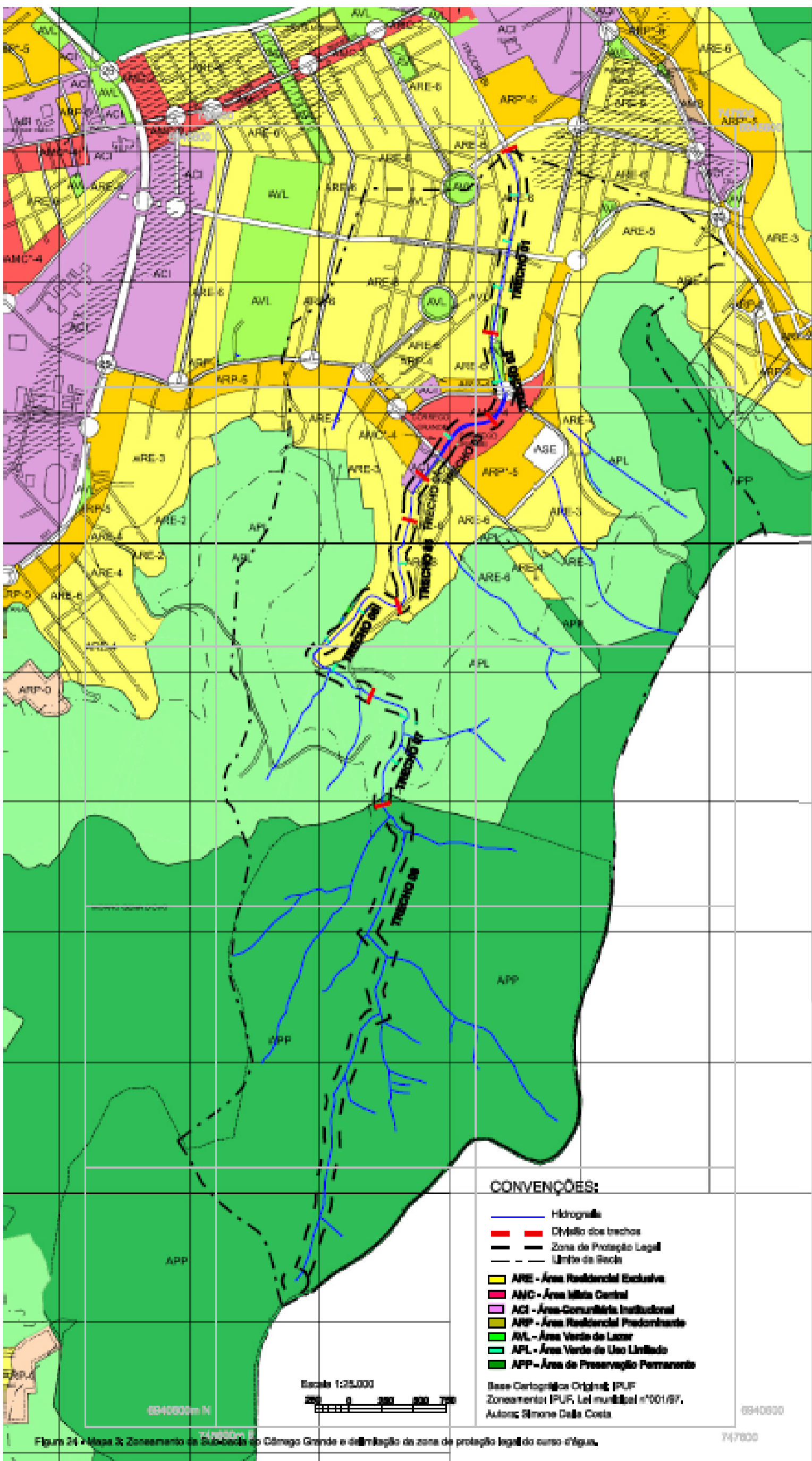


Figura 24 - Mapa 3: Zoneamento da Sub-bacia do Córrego Grande e delimitação da zona de proteção legal do curso d'água.

4.2 Metodologia

O método utilizado para caracterizar e a avaliar as formas de degradação incidentes nos cursos d'água no meio urbano devido à ação antrópica englobou o uso de duas metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais apresentadas anteriormente, a metodologia de listagem (*check-list*) e de matrizes de interação. E, como resultado busca-se fornecer subsídios para análise da viabilidade de implantação de projetos e processos de revitalização dos mesmos.

A presente pesquisa é classificada no meio científico, como pesquisa empírica, ou seja, àquela em que as teorias devem ser baseadas na observação da realidade, através da investigação de fenômenos contemporâneos, apresentando as experiências como princípios formadores de idéias. Deste modo, com o intuito de complementar, entender, visualizar e explorar o procedimento metodológico utilizado num contexto real e também, com a expectativa de que esta primeira experiência venha a ser somada com outras posteriores, visando a generalização das proposições teóricas aqui apresentadas, aplicou-se a metodologia a um estudo de caso, conforme recomenda Yin (1989).

A escolha do Córrego Grande como objeto do estudo de caso, deu-se primeiramente por ele ser um rio que secciona o meio urbano, atendendo ao objetivo da pesquisa. Outros aspectos observados foram a diversidade existente quanto à ocupação das margens e a presença da vegetação ciliar, os quais variam nos diferentes trechos analisados, possibilitando verificar as similaridades e diferenças dos fatores de degradação incidentes ao longo do curso d'água.

Visando elaborar um modo de qualificar, mensurar e avaliar os impactos da ação antrópica sobre os cursos d'água no meio urbano, no caso específico o Córrego Grande, a pesquisa encontra-se estruturada da seguinte forma:

- Revisão bibliográfica;
- Caracterização da área em estudo – Bacia do Itacorubi e sub-bacia do Córrego Grande;

- Caracterização e avaliação das formas de degradação existentes ao longo da faixa de proteção legal;
- Aplicação da metodologia ao estudo de caso;
- Análise e discussão dos resultados no que se refere à viabilidade de revitalização do Córrego Grande, ou seja, de um curso d'água em meio urbano.

A revisão bibliográfica busca obter embasamento teórico com relação a *alguns* dos diversos temas que integram e contextualizam o estudo da degradação e de revitalização de cursos d'água em meio urbano. Uma vez que, por ser um tema multi ou interdisciplinar não é viável para a presente pesquisa, aprofundar-se em todos eles.

Entre os temas estão: impactos da urbanização no meio urbano, histórico da presença das águas no meio urbano, ecossistemas e rios urbanos, revitalização de cursos d'água (aspectos físicos, políticos, institucionais e sociais), métodos de avaliação de impactos ambientais, entre outros. Os quais foram obtidos pelos seguintes meios de consulta:

- Artigos e anais nacionais apresentados em simpósios, encontros ou congressos, tais como, APPUrbana/2007 (Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo), VII ENAU/2007 (Encontro Nacional de Águas Urbanas), I Simpósio de Recursos Hídricos Sul-Sudeste/2006, etc;
- Artigos internacionais referentes à revitalização dos cursos d'água;
- Teses e dissertações pertinentes, apresentadas em Universidades Federais, tais como, UFSC, UFSCar e UFRGS;
- Consulta a Órgãos Públicos como IPUF, CASAN e Associação de Moradores (AMJA e AMOJER);
- Consulta à base de dados na biblioteca da UFSC ou na internet;
- Consulta a sites relacionados ao tema da pesquisa;
- Estudo de referência legal como, por exemplo: Código Florestal (1965), Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Resolução do CONAMA 351/2005, Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo 001/97, entre outros.

A caracterização da área em estudo é essencial, devido ao fato de que a análise do contexto ecológico local é indispensável para as ações e projetos que buscam manter o

equilíbrio, valorizando a evolução ecológica. Esta caracterização deve ser feita por meio de trabalho de campo, coleta de dados junto a órgãos públicos, consulta a mapas, fotografias aéreas, documentos de urbanismo, testemunho de moradores, bibliografias e artigos de imprensa (LEZY-BRUNO & OLIVEIRA, 2007).

A idéia apresentada no parágrafo anterior converge com Clewel, Riger & Munro (2000) os quais acreditam que a primeira medida a ser tomada em um processo de revitalização é a locação da área de estudo e a determinação de qual é a necessidade da restauração. Identificando desta forma, tanto os fatores que relacionam as condições físicas locais, como os que levam em consideração as condições sociais, culturais e legais.

Desta maneira, nesta pesquisa a caracterização da área em estudo é realizada primeiramente pela descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do Itacorubi e em especial da sub-bacia do rio Córrego Grande, por intermédio de estudo bibliográfico. O segundo aspecto da caracterização da área em estudo, fundamental para a análise subsequente, é conhecer os padrões de uso e ocupação do solo e o zoneamento na zona de proteção legal do curso d'água⁹, buscando identificar a relação destes, com as formas de degradação existentes.

A base de análise destas relações é concretizada na construção dos seguintes mapas temáticos:

- Mapa 1 – Sobreposição de carta-topográfica à ocupação na sub-bacia do Córrego Grande;
- Mapa 2 - Sobreposição de carta-topográfica à utilização na sub-bacia do Córrego Grande;
- Mapa 3 – Sobreposição de carta-topográfica ao zoneamento (Lei Municipal 001/97) na faixa de proteção legal do Córrego Grande;
- Mapa 4 – Sobreposição de carta-topográfica às fotografias aéreas e demarcação da zona de proteção legal do Córrego Grande (Cód. Florestal/1965);

No Mapa 4, a zona de proteção legal é demarcada de acordo com o Código Florestal (1965), no qual é considerado APP (Área de Preservação Permanente) uma faixa de 30m da

⁹Faixa de Preservação Permanente delimitado pelo Código Florestal/1965.

margem para cursos d'água com larguras inferiores a 10m e de 50m para nascentes. No Mapa 3, utiliza-se o zoneamento disponível junto ao IPUF, como parte da Lei Municipal n°001/97 que apresenta o Zoneamento e o Uso e Ocupação do Solo no Distrito Sede de Florianópolis.

Os mapas são elaborados por intermédio de programa de CAD (Microstation), utilizando a base topográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF) em meio digital¹⁰. São utilizadas também, fotografias aéreas georeferenciadas do ano de 2007 (realizadas pela Aeroconsult) e retiradas do *site* de Geoprocessamento Corporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis¹¹.

Devido a sua relevância para a pesquisa, o item 4 (Caracterização e avaliação das formas de degradação existentes ao longo da faixa de proteção legal) será tratado separadamente no subitem a seguir.

4.2.1 Caracterização e avaliação das formas de degradação existentes ao longo da faixa de proteção Legal do curso d'água

Para o cumprimento desta etapa faz-se necessário o emprego de meios para *qualificar* e *quantificar* os impactos ambientais. No referencial teórico desta dissertação são apresentados e discutidos os fatores de degradação dos cursos d'água urbanos devido à ação antrópica, juntamente às suas conseqüências nos meios físico, biótico e antrópico.

Dentre os fatores apresentados, foram escolhidos sete como *parâmetros de análise e avaliação da degradação*, os quais estão listados abaixo:

- Remoção da mata ciliar;
- Lançamento de efluentes;
- Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água;
- Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água;
- Retificação da seção transversal ou corte de meandros;

¹⁰ Material fornecido pelo Grupo de Gestão do Espaço do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.

¹¹ http://201.36.60.138/geo_fpolis/

- Construção de pontes e travessias;
- Ocupação urbana na zona de proteção legal do curso d'água.

As relações entre os fatores de degradação do curso d'água são muito complexas e estão todas inter-relacionadas. Sendo assim, para a determinação dos parâmetros de avaliação, empregou-se como critério a escolha dos fatores de degradação, aqueles que representam a ação antrópica propriamente dita. Por exemplo, a erosão, o assoreamento e a obstrução ao escoamento são fatores de degradação indiretos. Ou seja, são resultados de outro fator, a *remoção da vegetação ciliar*, o qual é um fator direto da ação do ser humano no meio.

Com o objetivo de *qualificar* a situação do curso d'água quanto às formas de degradação incidente foi desenvolvida, com base na metodologia de listagem, uma Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental - FCDA, na qual todos os fatores aqui apresentados serão utilizados como base de observação e análise.

Após qualificar ou caracterizar os impactos nos rios urbanos devido à ação antrópica, para a obtenção de um diagnóstico mais preciso, mostrou-se necessário *quantificar* estes impactos. Isto foi realizado por intermédio de pontuações aos parâmetros de análise determinados e pela elaboração de um Quadro de Avaliação dos Impactos, o qual foi abalizado na metodologia de matrizes de interação.

A) Ficha de caracterização da degradação ambiental incidente na zona de proteção legal do curso d'água – FCDA

A elaboração da Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA apresentada na Tabela 12 tem como objetivo ordenar e qualificar os impactos ambientais devido à ação antrópica, presentes na zona de proteção legal do curso d'água. Os resultados obtidos com o seu preenchimento demonstram a situação atual do rio e seu entorno, informações estas que serão utilizadas como base de análise para a avaliação do grau de degradação incidente sobre o trecho considerado.

A análise dos aspectos, físicos, ecológicos e hidráulicos, resultantes da caracterização da degradação, são informações de extrema relevância para os projetos de revitalização de cursos d'água, como por exemplo, a identificação de zonas de abandono; locais propícios para

a infiltração e o armazenamento de água; espaços arborizados contribuindo para limitar e frear o escoamento pluvial e outros papéis importantes com relação à paisagem.

Dentro das metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais apresentadas na bibliografia, a FCDA enquadra-se como metodologia de listagem - Check-List, ou seja, consiste numa listagem de fatores que devem ser associados sistematicamente aos impactos ocorrentes na área em estudo.

Na FCDA constam informações, tais como, o comprimento, a classificação quando ao estado do curso d'água (natural ou artificial), a data da visita a campo, o número do trecho estudado e os fatores de degradação ambiental apresentados anteriormente. A ficha está dividida em margem esquerda e direita, já que suas características podem variar em alguns dos fatores observados.

O preenchimento da FCDA é realizado primeiramente por meio do estudo dos mapas elaborados na caracterização da área em estudo. Posteriormente, as informações obtidas são validadas e complementadas por intermédio de investigação *in loco* juntamente com a realização de registros fotográficos.

De acordo com Lesy-Bruno & Oliveira (2007) a investigação *in loco* é de extrema importância, pois permite a análise do curso d'água em relação a sua inserção no tecido urbano, seu papel na estrutura urbana, os pontos de referência de seus limites (margem esquerda e direita). Consegue-se deste modo, realizar o planejamento das ações e projetos de recuperação dos cursos d'água de acordo com as particularidades locais, atingindo seus objetivos de melhoria da qualidade de vida humana e ambiental.

Tabela 12 - Exemplo da Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental - FCDA.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO:	<i>Data:</i>	
Comprimento:		
Classificação:		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.		
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.		
2. EROSÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.		
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.		
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.		
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).		
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.		
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.		
7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.		
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza		
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).		
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).		
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).		
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).		
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.		
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.		
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		

B) Quadro de avaliação da degradação ambiental incidente no curso d'água

A análise das condições do ecossistema *antes e após* a implantação do processo de revitalização de cursos d'água urbanos só é possível por meio da avaliação dos impactos ambientais, ou seja, da interpretação das mudanças no meio relacionadas aos fatores de degradação devido à ação antrópica. Para tanto, além de qualificar as formas de degradação ambiental no curso d'água através da FCDA, é necessário também **quantificar** o grau destes impactos sobre o local em estudo.

Segundo Lesy-Bruno & Oliveira (2007), os instrumentos de avaliação permitem determinar a natureza nas intervenções necessárias, ou seja, se será medida preventiva ou serão aplicadas medidas técnicas de adaptação, medidas estruturais, educativas, entre outros.

Como foi descrito anteriormente, a quantificação do grau de degradação incidente no curso d'água, foi realizada através da elaboração do *Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental*. O qual composto pelos sete parâmetros de avaliação, e está subdividido em módulos, e estes por sua vez separados em margem esquerda e margem direita (Quadro 1).

A faixa de proteção legal do curso d'água apresenta-se no Quadro de Avaliação subdividida em três faixas de dez metros, a 10, 20 e 30 metros da margem. A escolha por essa divisão foi em busca de maior precisão na análise, visto que, o impacto da ocupação urbana sobre os cursos d'água é mais agressivo na margem do que à medida que vai se afastando dela. Assim, podem-se requerer medidas de prevenção ou controle diferente das propostas para as faixas mais distantes.

Devido às questões de organização da pesquisa optou-se por dividir o curso d'água em trechos e para possibilitar a comparação entre os trechos, houve a necessidade de decompô-los em módulos iguais.

Quadro 1 - Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental.

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO - AÇÃO ANTRÓPICA (P)	TRECHO			
	MÓDULO 1		MÓDULO 2	
	DIR	ESQ	DIR	ESQ
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar				
P2 - Lançamento de efluentes				
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água				
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água				
P5 - Retificação da seção transversal				
P6 - Construções de pontes e travessias				
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água*	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30
DEGRADAÇÃO TOTAL				

*- As subdivisões – 10, 20 e 30- indicam as distâncias D10, D20 e D30 da margem do curso d'água.

O grau de impacto de cada parâmetro de análise da degradação foi estabelecido por intermédio de consultas à bibliografia referente ao tema, observações realizadas em campo e a experiência adquirida ao longo do trabalho. É pertinente esclarecer que a pontuação dos parâmetros analisados neste estudo de caso é uma primeira aproximação, resultante de observação empírica, na qual não houve ponderação entre eles.

Foram atribuídos valores variando de 0 a 3 que representam respectivamente, impacto inexistente, baixo, médio e alto, como pode ser visto na Tabela 13. Excetuando o Parâmetro 2 – Lançamento de efluentes – no qual se considerou somente três pontuações, ou seja, o impacto caracteriza-se como inexistente médio ou alto, e o Parâmetro 4 – Depósito de resíduos sólidos – os impactos são inexistente, baixo ou alto.

O preenchimento do Quadro de Avaliação da Degradação Ambiental depende da percepção do observador e aplicado a cada um dos trechos do curso d'água com posterior análise e discussão, resulta na identificação de qual deles apresenta maior grau de degradação. Ou seja, é possível identificar os trechos críticos, e também a natureza do problema, permitindo dessa maneira, a proposição de medidas de preservação, manutenção ou recuperação adequadas para cada situação particular.

Tabela 13 - Peso dos parâmetros de análise da degradação presentes em cursos d'água urbanos.

PARÂMETRO 1 – REMOÇÃO DA MATA CILIAR NATURAL
0 – Impacto Inexistente – Mata ciliar preservada.
1 – Baixo Impacto – Mata nativa parcialmente removida, com presença de vegetação exótica de porte menor.
2 – Médio Impacto – Presença somente de vegetação exótica de menor porte.
3 – Alto Impacto – Remoção total de qualquer forma de vegetação.
PARÂMETRO 2 – LANÇAMENTO DE EFLUENTES
0 – Impacto Inexistente – Não há lançamento de efluentes.
2 – Médio Impacto – Pode ser resultante de duas origens: de condutos de efluentes domésticos pontualmente localizados ou de descargas de sistema de microdrenagem urbana que visivelmente possuem ligações clandestinas de tubulações de esgoto doméstico <i>in natura</i> .
3 – Alto Impacto – Conexão direta ou indireta de tubulações de descarga de efluentes resultantes de atividades comerciais ou industriais de qualquer porte ou massiva presença de conexões de efluentes domésticos.
PARÂMETRO 3 – PRESENÇA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO LEITO DO CURSO D'ÁGUA
0 – Impacto Inexistente – Não há resíduos sólidos no leito do curso d'água.
1 – Baixo Impacto – Presença de resíduos sólidos de pequena dimensão (sacolas e embalagens plásticas, garrafas pet, pedaços de madeira), com possibilidade de remoção manual.
2 – Médio Impacto – Grande quantidade de resíduos sólidos de pequena dimensão necessitando de uso de maquinário para sua remoção.
3 – Alto Impacto – Resíduos sólidos de grande dimensão, tais como, pneus, carcaças de veículos, mobiliários e eletrodomésticos em desuso (sofás, colchões, fogões, refrigeradores, etc.), sendo necessário uso de maquinários de porte para sua remoção.
PARÂMETRO 4 - DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ZONA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA
0 – Impacto Inexistente – Não há resíduos sólidos depositados nas margens.
1 – Baixo Impacto – Pontos de depósito de resíduos (resíduos sólidos domésticos, resíduos da construção civil, poda de árvores, descarte de objetos de grande porte) por moradores na região.
3 – Alto Impacto – A zona de proteção legal funciona com verdadeiro depósito de resíduos para os moradores e alguns empreendedores que usam estas áreas como local de descarte permanente.
PARÂMETRO 5 - RETIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA (SEÇÃO TRANSVERSAL)
0 – Impacto Inexistente – A seção transversal não sofreu modificação em decorrência da ação antrópica direta.
1 – Baixo Impacto – A seção transversal sofreu correção, mas encontra-se estabilizada de forma natural (sem uso de revestimentos).
2 – Médio Impacto – A seção transversal foi retificada e revestida.
3 – Alto Impacto – A seção transversal foi modificada com redução da seção do escoamento ou retificada sem qualquer forma de proteção, apresentando ambiente favorável à erosão e ao assoreamento.
PARÂMETRO 6 - CONSTRUÇÃO DE PONTES E TRAVESSIAS
0 – Impacto Inexistente – Não ocorre estrangulando a área da seção transversal disponível para o fluxo.
1 – Impacto Existente – Não foram utilizados critérios de projeto e construção compatíveis com a necessidade do escoamento em períodos de cheia. Além disso, a travessia de tubulações como, por exemplo, de água ou gás, cria barreiras ao fluxo tornando-se causas potenciais para elevação dos níveis de água e conseqüentes inundações.
PARÂMETRO 7 - OCUPAÇÃO URBANA NA ZONA DE PROTEÇÃO DO CURSO D'ÁGUA
0 – Impacto inexistente* – Não existem edificações na zona de proteção legal do curso d'água.
1 – Baixo Impacto * – A porcentagem de área edificada é de até 10% da área analisada.
2 – Médio Impacto * – A porcentagem de área edificada varia entre 10 e 25% da área analisada.
3 – Alto Impacto * – A porcentagem de área edificada é maior que 25%.
* - A zona de proteção legal – faixa de 30m a partir da margem, delimitada pelo Código Florestal/1965 – foi subdividida em três faixas, a 10m, 20m e 30m da margem (D ₁₀ , D ₂₀ e D ₃₀). Cada faixa foi analisada separadamente com relação à ocupação do solo, possibilitando um maior detalhamento a respeito deste fator de degradação do curso d'água.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor organização dos dados, o curso d'água foi dividido em 8 trechos de jusante para montante (Tabela 14). Posteriormente, os trechos foram subdivididos em módulos com mesmo comprimento, com a finalidade de facilitar comparações entre aspectos analisados.

A divisão do curso d'água está representada no mapa da Figura 25 e os critérios utilizados para a divisão dos trechos foram: a semelhança das características e a disponibilidade de pontos de observação.

Tabela 14 - Localização e comprimentos dos trechos do Córrego Grande.

TRECHO	COMPRIMENTO (m)	NÚMERO DE MÓDULOS	LOCALIZAÇÃO	
			INÍCIO	FINAL
T1	720	4	Av. Buriti	Final da Rua Berlin
T2	360	2	Final da Rua Berlin	115m após a ponte da Rua João Pio Duarte
T3	360	2	Ponto anterior	92m após a ponte da Rua Sebastião L. da Silva
T4	180	1	Ponto anterior	92m após a ponte da Rua Manoel Rosa dos Santos
T5	360	2	Ponto anterior	35m após a próxima ponte que corta o curso d'água em Rua sem nome.
T6	720	4	Os trechos 6, 7 e 8 encontram-se localizados em Área de Preservação Permanente constituída por topos de morros e mata nativa, impossibilitando a indicação de pontos de referência.	
T7	540	3		
T8	1928	10,7		

No trecho da nascente do curso d'água – trecho 8, a análise foi realizada exclusivamente por intermédio das cartas topográficas e fotografias aéreas, devido à dificuldade de acesso ao local, já que, além da topografia íngreme, a cobertura vegetal é constituída por mata nativa.

A discussão dos resultados encontra-se organizada para cada trecho da seguinte forma: resultados, fotografia aérea do trecho, Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA), registro fotográfico e Quadro de Avaliação da Degradação.

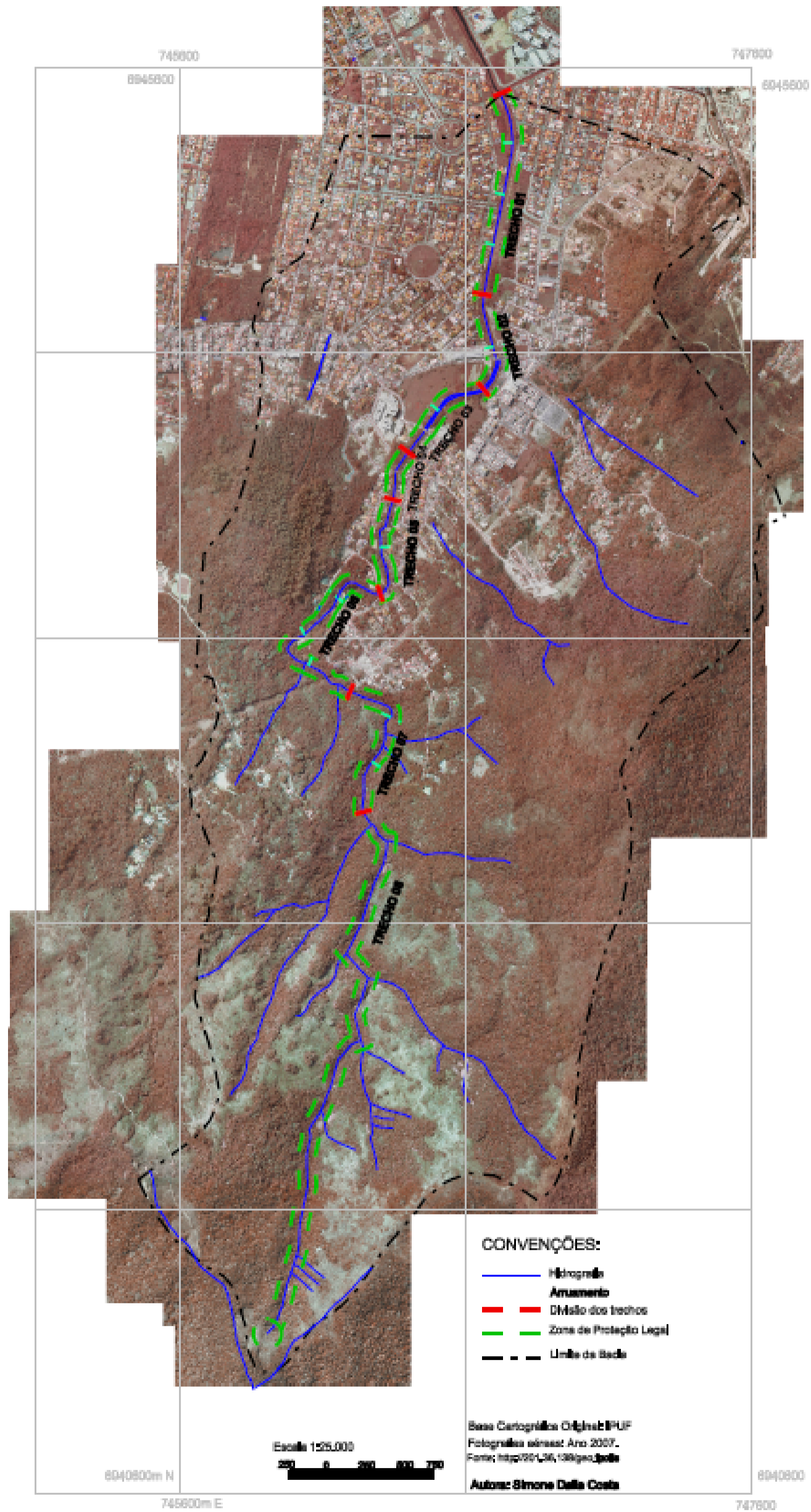


Figura 25 – Mapa 4: Fotografia aérea da sub-bacia do Rio Cônego Grande.

5.1 Resultados e Discussões – Trecho 1

O trecho 1 localiza-se em região plana e de acordo com as três zonas do rio apresentadas por Schwarzbald (2000) encontra-se na *zona de transferência*, que diferente da *zona de produção* onde só ocorre a erosão, apresenta pequena planície de inundação e depósito de sedimentos.

Este trecho apresenta-se como uma das regiões mais ocupadas da sub-bacia do Córrego Grande. Segundo a análise dos mapas de ocupação e utilização do solo, as edificações são especialmente de natureza residencial, com a incidência de algumas comerciais e de prestação de serviços.

As edificações são de padrão médio e alto, como pode ser observada na fotografia aérea do trecho (Figura 26) grande parte das residências possui piscina. No entanto, esta característica não impediu a presença de tubulações de esgoto clandestino e construções à beira do rio, evidenciando que a degradação ambiental dos cursos d'água é uma questão de educação ambiental, a qual não é prerrogativa somente das regiões de baixa renda.

As formas de degradação incidentes neste trecho foram observadas *in loco* e estão descritas na FCDA (Tabela 15) e avaliadas no Quadro 2. De acordo com a percepção obtida em campo um dos fatores mais agravantes da degradação foi a remoção da vegetação ciliar, a qual foi retirada por completo nas duas margens e substituída por espécies exóticas, como gramíneas e arbustos. Esta situação cria um ambiente favorável para a ocorrência de erosão da seção transversal e assoreamento do leito menor do corpo hídrico, pois de acordo com Lima (2002) as zonas de inundação desprotegidas de vegetação apresentam potencial de erosão até trinta vezes maior do que em áreas onde há mata ciliar. Além disso, o processo de remoção da mata nativa pode desencadear um processo de edificação da zona de proteção legal do curso d'água.

No entanto, a presença do valor “2” no item P1 do Quadro 2 (degradação e/ou remoção da mata ciliar) aponta este parâmetro como “impacto médio”. É importante lembrar que este valor está relacionado à pontuação determinada na Tabela 13, na qual se considera como médio impacto a remoção da mata nativa e sua substituição por outras formas de

vegetação de porte menor (Fotos 1, 4 e 6). Como forma de mitigar a incidência deste impacto propõe-se a implantação de ações de recuperação da vegetação ciliar, por meio do replantio de espécies nativas nas áreas não ocupadas da faixa de proteção permanente do curso d'água. Esta medida é classificada pela LOSRC (1994) como medida preventiva ou não-estrutural a qual apresenta maior custo/benefício em relação às medidas de controle.

A recuperação da mata ciliar contribui também para o aumento da estabilidade das margens minimizando o impacto causado pela retificação da seção transversal (P5) a qual neste trecho sofreu correção, mas encontra-se em estado natural, ou seja, sem revestimento.

De acordo com a Figura 22 – Mapa de uso e ocupação do solo – verificou-se o conflito entre o uso do solo e a aplicação da legislação federal e municipal. As delimitações impostas pelo Código Florestal não foram observadas pelo poder público, visto que se encontram vias públicas na zona de proteção legal do curso d'água. A legislação municipal, por sua vez, também não foi atendida, a área que está edificada na margem direita do Módulo 4 é indicada pelo zoneamento como AVL (Área Verde de Lazer), a qual é uma área reservada para o uso de jardins, *play-grounds*, praças, parque de bairro e parques urbanos.

Foram identificados pontos de lançamentos de efluentes (P2) ao longo trecho, caracterizando este impacto como médio, por serem efluentes domésticos ou provenientes de descarga de águas pluviais que lavam poluição presente nas vias públicas ou possuem ligações de esgoto clandestino. A intervenção neste caso possui caráter de recuperação, ou seja, busca-se melhorar a qualidade da água por meio da remoção das conexões que descarregam o efluente doméstico no leito menor do corpo hídrico.

A LOSRC (1994) bem como as BMP's (1999) classifica a remoção das conexões de esgoto como uma medida não estrutural. Diferente disso, se a origem do efluente fosse resultante de atividades comerciais ou industriais, o impacto seria alto, necessitando de intervenções mais severas para recuperação da qualidade da água, como por exemplo, a utilização de métodos para a despoluição das águas.

P4 e P6 não estão presentes neste trecho. Desta forma, quanto ao depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água (P4), devem ser tomadas medidas de

prevenção, como por exemplo, programas de educação ambiental implantados junto às associações de moradores e conselhos comunitários.

Findlay & Taylor (2006) apresentam a idéia de que a participação comunitária em um processo de revitalização dos cursos d'água é uma necessidade, não uma opção. Deste modo programas fundamentados na conscientização da população a respeito da importância da integração do rio à paisagem urbana, resultam em melhor qualidade de vida para a população local.

Quanto à ocupação da zona de proteção legal (P7) a margem direita do Módulo 3 e do Módulo 4 apresentam maior taxa de ocupação considerando as três faixas (D_{10} , D_{20} , D_{30}). Nestes locais com altas taxas de ocupação visando contribuir com a redução do escoamento e melhoria da qualidade da água, propõe-se o uso de práticas do WSUD, como por exemplo:

- Uso de valas nos jardins e estacionamentos para tratamento das águas de chuva, as quais diminuem os poluentes brutos e melhoram a qualidade da água que chega aos corpos hídricos;
- Reciclagem da água com o uso de plantas e posterior armazenamento e utilização para irrigação;
- Coleta da água de chuva escoada nos telhados, armazenamento em tanques e posterior utilização para irrigação, lavagem de calçadas e carros, entre outros.

A margem esquerda do Módulo 3 e do Módulo 4 e a margem direita do Módulo 1 encontram-se não edificadas. Desta forma, apresentam-se como locais potenciais para a construção de parques lineares e locais de contemplação e descanso, os quais segundo Sanches (2007) são elementos de recuperação das zonas marginais e permitem maior integração social.

De maneira geral observa-se também ao longo do trecho, que D_{30} é a faixa com maior índice de ocupação, assim existe a possibilidade de replantio da vegetação ciliar especialmente na margem do curso d'água (D_{10}).

Do somatório de todos os parâmetros de degradação do curso d'água analisados, a margem direita do Módulo 3 e 4 apresenta o maior grau de degradação do trecho. Pode ser

observada ainda, que esta é a região mais ocupada, e, quanto maior a ocupação, maior a incidência de fatores de degradação como o lançamento de efluentes no curso d'água, depósito de resíduos sólidos nas margens e a necessidade do aumento da infra-estrutura viária.

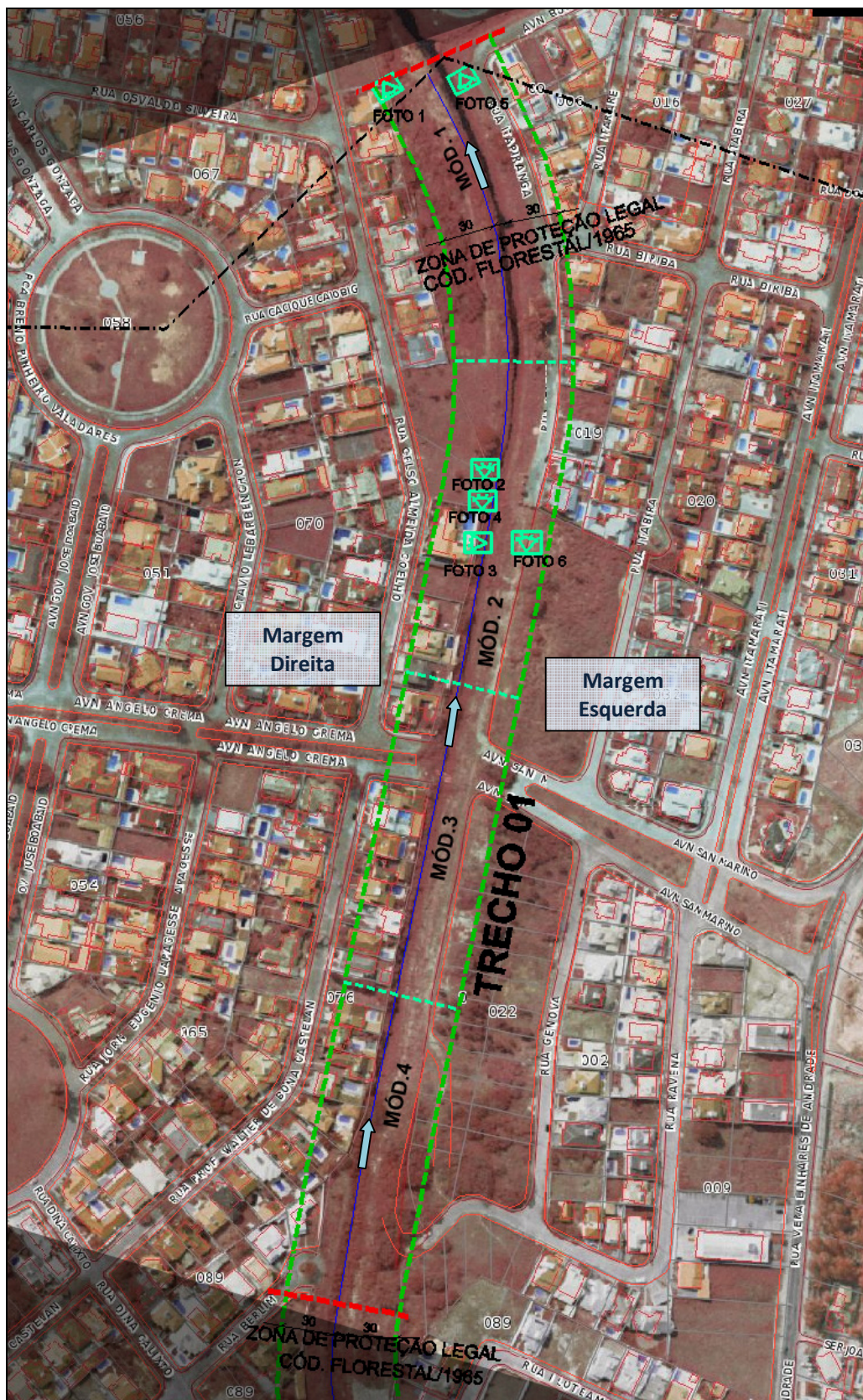


Figura 26 - Fotografia aérea TRECHO 1 (subdivido em 4 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 15 - Ficha de caracterização da degradação ambiental – FCDA – TRECHO 1.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 1		<i>Data: 14/04/2008</i>
Comprimento: 720m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.	A vegetação nativa foi totalmente removida e substituída em pontos esparsos por outras formas de vegetação.	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Vegetação rasteira, uma espécie de gramíneas. (Foto 5 e Foto 6)	Situação idêntica à margem esquerda, acrescentando-se espécies arbustivas de porte um pouco maior. (Foto1 e Foto 4)
2. EROSÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de erosão.	Não foram observados pontos de erosão.	Foram identificados alguns sinais de erosão em pontos isolados. (foto2)
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e se estes são ou não significativos.	O leito menor apresenta pequena quantidade de sedimentos, não sendo volume significativo.	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Não foram observadas obstruções ao escoamento.	Situação idêntica à margem esquerda.
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	Foi respeitado o eixo longitudinal, mas as margens foram retificadas, resultando em seção transversal regular.	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	Não há obras desta natureza.	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTÊNCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Não existem pontes neste trecho.	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não há presença de resíduos sólidos.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza.	Pouca quantidade. Composto por objetos de madeira e plástico.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Ponto de lançamento de efluentes domésticos.	Situação idêntica à margem esquerda.
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial, industrial ou residencial).	Presença de residências unifamiliares de padrão médio alto. (Foto 3)	Situação idêntica à margem esquerda.
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Vias públicas pavimentação de lajota.	Não há presença de edificações públicas.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	Neste trecho o zoneamento indica ARE-6 (Área residencial exclusiva) e AVL (Área verde de lazer). A situação atual apresenta-se em conformidade com a presente lei.	Situação idêntica à margem esquerda, no entanto o trecho indicado para AVL encontra-se edificado por residências unifamiliares.
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	A APP não apresenta os 30m indicados para cursos d'água com menos de 10m de largura.	Situação idêntica à margem esquerda
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medidas relacionadas à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	Medida Emergencial de Limpeza – após a ocorrência de transbordamentos e inundações são realizados processos de limpeza, com corte de vegetação que ocupa o leito menor, retirada de resíduos sólidos e detritos, além de parcial desassoreamento do leito menor, visando à prevenção de novas cheias.	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
<p>- As incidências de vegetação exótica em alguns pontos e as boas condições de limpeza e manutenção indicam a intenção dos moradores em preservar o rio;</p> <p>- Presença de áreas loteadas, mas não construídas na zona de proteção legal do rio. Indicam possibilidade de intervenção junto ao Plano Diretor quanto à possibilidade de criação de “zonas não edificáveis”;</p> <p>- A remoção da mata nativa potencializa o surgimento de outros fatores de degradação, tais como: edificação na zona de proteção legal do curso d'água e lançamento de efluentes.</p>		

MARGEM DIREITA – TRECHO 1

Foto 1 - Remoção da vegetação. Data: 14/03/2008.



Foto 2 – Ponto de erosão da margem. Data: 14/03/2008.



Foto 3 - Edificações privadas na margem do curso d'água. Data: 14/03/2008.



Foto 4 – Remoção da mata ciliar. Data: 14/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 1

Foto 5 – Remoção da vegetação nativa. Data: 14/03/2008.



Foto 6 - Remoção da vegetação nativa. Data: 14/03/2008.

Quadro 2 - Quadro de avaliação da degradação ambiental - TRECHO 1.

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO - AÇÃO ANTRÓPICA (P)	TRECHO 1								
	MÓDULO1		MÓDULO2		MÓDULO3		MÓDULO4		
	DIR	ESQ	DIR	ESQ	DIR	ESQ	DIR	ESQ	
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P2 - Lançamento de efluentes	0	0	2	2	2	2	0	0	0
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P5 - Retificação da seção transversal	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P6 - Construções de pontes e travessias	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30
	0 0 0	0 0 3	0 1 3	0 1 3	3 3 3	0 0 0	3 3 3	0 0 0	0 0 0
GRAU DE DEGRADAÇÃO	4	7	10	10	15	6	13	4	4

5.2 Resultados e Discussões - Trecho 2

O trecho 2 como o trecho anterior localiza-se em região plana da sub-bacia, na *zona de transferência* do curso d'água e apresenta alta taxa de ocupação especialmente na área da margem direita. No entanto, pode ser observado no mapa de utilização do solo (Figura 23) que há maior incidência de edificações comerciais do que no trecho 1, isto se deve a este trecho ser cortado por uma via pública principal, a Rua João Pio Duarte.

Nota-se também a utilização do solo para serviços públicos, como parques (Parque do Córrego Grande), praças e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Com relação a ETE observa-se o conflito existente entre a aplicação da legislação federal referente à preservação dos recursos naturais e o uso do solo pelo poder público, já que esta possui parte de sua edificação na zona de proteção legal do curso d'água. Além disso, o zoneamento municipal indica a área delimitada pela lei federal para APP, como AVL (Área Verde de Lazer) e AMC (Área Mista Central).

A respeito das medidas relacionadas à preservação e revitalização, neste trecho o qual secciona o Jardim Albatroz, a associação de moradores (AMJA) encontra-se bem articulada e conscientizada do papel do curso d'água para sua qualidade de vida. Apresenta ações, tais como, limpeza do rio, ação junto à CASAN para monitoramento diário da ETA e projetos junto ao Plano Diretor Participativo, visando o controle da ocupação desta área.

Observa-se no Módulo 1 que a mata nativa foi removida, havendo em substituição a presença de vegetação exótica (Foto 7). Já no Módulo 2 há a incidência de vegetação nativa remanescente diminuindo o impacto de médio para baixo (Foto 13 e 14).

Em relação ao lançamento de efluentes (P2), existem pontos clandestinos de esgoto doméstico como os apresentados no trecho anterior (Foto 10 e 19), sendo assim deve ser tomada a mesma medida preventiva de remoção das conexões de esgoto, apontada para este parâmetro no trecho 1. A relação de *troca vertical* apresentada por Ruppenthal, Nin & Rodrigues (2007), a qual relaciona a superfície-fundo, indica que esta medida contribui não somente para a melhoria da qualidade das águas superficiais, mas também das águas subterrâneas.

Além disso, existe o lançamento do efluente doméstico que passa pela Estação de Tratamento de Esgoto (Foto 24). É necessário que a entrada e saída de efluente da ETE sejam monitorados diariamente para que este fato não venha a se tornar um agravante da poluição da água, necessitando de ações mais severas e conseqüentemente de custo mais elevado para a sua recuperação.

A presença de resíduos sólidos domésticos nas margens (P3) foi observada somente na margem esquerda do Módulo 2 e em pequena quantidade (Foto 23). Programas de educação ambiental que reforcem junto à população local o conceito de integração *rio-cidade-ser humano* apresentam-se como uma ação adequada nesta situação, colaborando para que o grau de impacto deste parâmetro reduza-se à zero.

A seção transversal da ponte na Rua João Pio Duarte (P6) encontra-se obstruída devido ao acúmulo de resíduos, tais como, galhos e vegetação carregados pelo escoamento em períodos de cheias (Foto 11 e 12). Para solucionar este problema propõe-se o uso de BMP's não-estruturais, ou medidas preventivas apresentadas pela LOSRC (1994), as quais indicam a

prática de manutenção, por meio da limpeza dos canais, valas, reservatórios de captação, estacionamentos e ruas.

Quanto à ocupação da zona de proteção legal constata-se que a margem direita dos Módulos 1 e 2 encontra-se com maior grau de degradação, como pode ser observado também na Tabela abaixo (Tabela 16), o qual apresenta a incidência de edificações na faixa de preservação do curso d'água.

Tabela 16 -Taxa de ocupação na zona de proteção legal do curso d'água – TRECHO 2.

DISTÂNCIA DA MARGEM	ÁREA EDIFICADA (%)			
	MÓDULO 1		MÓDULO 2	
	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.
D₁₀	0	0	0	0
D₂₀	0	24	7	24
D₃₀	21	53	53	47

No entanto, como pode ser analisado na Figura 27 este trecho apresenta uma área não edificada considerável e de fácil acesso devido à presença de vias públicas que levam até o curso d'água. Este atributo adicionado às características de ocupação do local (residências unifamiliares, condomínios residências e comércio) torna viável a proposta de implantação de parques públicos nestas áreas como medida preventiva da degradação do curso d'água.

A implantação deste tipo de medida é prevista nas diretrizes da paisagem de Cambridgeshire (Cambridgeshire Landscape Guidelines), a qual pressupõe uma mudança na maneira de reconsiderar o rio, isto é, se antes era tratado apenas como local de transporte da água, agora poderá retomar suas características enquanto corredores ecológicos. Os parques ao longo dos rios possuem caráter de conservação do uso do solo e das regiões marginais e também, contribuem para a recuperação da vegetação ciliar, por meio do replantio de espécies nativas. Além disso, segundo Ruppenthal, Nin & Rodrigues (2007) favorecem a manutenção da fauna e da flora, por intermédio das *trocas transversais* entre o rio e seu entorno.

A forma de ocupação é uma questão a ser observada na escolha de locais para a implantação de parques públicos. Neste caso a demanda por locais de lazer e contemplação da natureza por parte da população que reside e trabalha no local fará com que este equipamento público não caia em desuso, descaracterizando sua função e tornando-se local para violência.

Situação esta que poderia ocorrer se fosse implantado um parque em locais de difícil acesso ou com baixo índice demográfico.

A soma dos impactos demonstra que a margem esquerda do Módulo 2 seguido da margem direita do Módulo 1 são as regiões do trecho 2 que apresentam maior grau de degradação, ou seja, existem mais fatores responsáveis pelos impactos ali incidentes.



Figura 27 - Fotografia aérea TRECHO 2 (subdividido em 2 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 17 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO2.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO:2		<i>Data:14/04/2008.</i>
Comprimento: 360m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Nos últimos 115m (depois da ponte da Rua João Pio Duarte) começam a aparecer algumas espécies de vegetação nativa.	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto14)
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	As espécies existentes são gramíneas e capim. (Foto 20)	Presença de espécies de gramíneas, capim e vegetação arbustiva (vegetação mais alta que na margem esquerda). (Foto 7, 13)
2. EROSÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Apresenta pequenos pontos de erosão.	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 8)
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Apresenta pontos de acúmulo de sedimento, principalmente próximo a ponte da rua João Pio Duarte.	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Não há presença de pontos com obstrução.	Apresenta vegetação e galhos de árvore causando a obstrução.
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	A seção transversal encontra-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	O curso d'água encontra-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	A ponte da Rua João Pio Duarte, apresenta pilares nos quais acumulam-se resíduos sólidos, galhos e vegetação, responsáveis pela obstrução. Além disso, apresenta-se um pouco assoreada devido ao acúmulo de material fino. (Foto 11,12)	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Presença de lixo doméstico (garrafas, sacolas e potes plásticos). (Foto 23)	Não identificado nos pontos de observação.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Pouca quantidade. Composto por objetos de madeira e plástico.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Existe tubulação de drenagem e lançamento de efluentes da estação de tratamento de esgoto. (Foto 10, 19)	Não identificado nos pontos de observação
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Pouca incidência de residências unifamiliares. (Foto 9)	Residências e um estabelecimento comercial (Bar e restaurante).
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Via pública com pavimentação em lajota. (Foto 9, 22) Estação de tratamento de esgoto – CASAN. (Foto 24)	Presença de vias públicas.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	Ok. Neste trecho o zoneamento indica AVL (Área verde de lazer) e AMC (Área mista central).	Situação idêntica à margem esquerda.
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não. A APP não apresenta os 30m indicados para cursos d'água com menos de 10m de largura.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	<p>- Medida Emergencial de Limpeza – depois dos alagamentos ocorridos no mês de fevereiro, todos os córregos da Bacia do Itacorubi passaram por processo de limpeza, visando à prevenção de novas cheias.</p> <p>- A AMJA (Assoc. de Moradores do Jardim Albatroz) é responsável pelas seguintes ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mutirão de limpeza do rio – da Rua João Pio Duarte até o Poço; - Neste trecho a AMJA possui uma ação permanente de limpeza e reflorestamento da vegetação nativa; - Ação junto à CASAN para monitoramento diário de entrada e saída de efluentes da estação de tratamento de esgoto e troca dos filtros; - Projeto de lei junto à câmara de vereadores, buscando modificar o Plano Diretor (001/97) o qual viabiliza a construção de edifícios de 10 pavimentos na região, para residências unifamiliares. (Foto 21) 	<p>Situação idêntica à margem esquerda;</p> <p>- AMOJER (Assoc. de Moradores do Jardim Germânia), zela pela limpeza das margens e terrenos baldios na zona de proteção legal.</p>

10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR

- Deslocando-se em caminho à montante pode ser observado o aumento da mata nativa, ou seja, vegetação de porte maior e em maior densidade. Adjacente a este fato encontram-se pontos de depósito de resíduos sólidos em meio à vegetação evidenciando a necessidade de medidas de fiscalização e manutenção destas áreas;

- Visando contribuir para a manutenção ou melhoria da qualidade da água, salienta-se a importância quanto ao monitoramento do efluente que é lançado pela Estação de Tratamento de Esgoto no curso d'água.

MARGEM DIREITA – TRECHO 2


Foto 7 – Substituição da vegetação nativa por arbustos e capim. Via pública na zona de proteção legal. Data: 14/03/2008.



Foto 8 – Erosão da margem. Data: 14/03/2008.



Foto 13 – Vegetação arbustiva e capim na margem. Data: 26/03/2008.



Foto 14 – Presença de pouca vegetação nativa remanescente. Data: 26/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 2


Foto 9 – Remoção da vegetação ciliar e edificações públicas e privadas na zona de proteção legal. Data: 14/03/2008



Foto 10 - Lançamento de efluentes (água pluvial) – tubulação de drenagem. Data: 14/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 2 (continuação)


Foto 19 – Lançamento de efluentes e tubulação assoreada e obstruída. Data: 26/03/2008.



Foto 20 – Vegetação da margem composta por gramíneas e vegetação rasteira. Data 26/03/2008.



Foto 21 – Projeto de revitalização da margem. Plantio de mudas com pitangueira, palmeira, ingá-feijão e baguaçu. Data: 26/03/2008.



Foto 22- Via pública ocupa parte da zona de proteção legal. Data: 26/03/2008.



Foto 23 – Depósito de resíduos sólidos domésticos na margem do rio. Data: 26/03/2008.



Foto 24 – Estação de tratamento de esgoto. Data: 26/03/2008.

TRECHO 2 - SEÇÃO TRANSVERSAL - PONTE NA RUA JOÃO PIO DUARTE


Foto 11 - Seção transversal ponte na Rua João Pio Duarte. Data: 14/03/2008.



Foto 12 - Obstrução da seção transversal devido ao acúmulo de material fino e pedregulhos. Data: 14/03/2008.

Quadro 3 - Quadro de avaliação da degradação ambiental - TRECHO 2.

PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	TRECHO 2											
	MÓDULO1						MÓDULO2					
	DIR			ESQ			DIR			ESQ		
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	2			2			1			1		
P2 - Lançamento de efluentes	2			2			0			2		
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	0			0			0			1		
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0			0			0			1		
P5 - Retificação da seção Transversal	0			0			0			0		
P6 - Construções de pontes e Travessias	0			0			1			1		
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	0	2	3	0	0	2	0	2	3	0	1	3
GRAU DE DEGRADAÇÃO	9			6			7			10		

5.3 Resultados e Discussões - Trecho 3

Este trecho localiza-se na *zona de transferência* do curso d'água e como nos dois trechos anteriores apresenta-se urbanizado com predomínio de edificações residenciais. No entanto a margem direita é utilizada como “pasto” para a criação de gado.

Esta utilização do solo demonstra os conflitos com relação ao uso do solo e a legislação municipal, sendo que as áreas delimitadas pelo zoneamento como AMC (Área Mista Central) e ACI (Área Comunitária Institucional) não são obedecidos. A respeito da legislação federal o trecho também não atende as especificações.

Sobre a situação física da calha de escoamento pode ser observado por meio dos registros fotográficos deste trecho (Foto 15, 16 e 28) que este começa a apresentar uma característica mais natural, com pedras de variadas granulometrias e vegetação nativa nas margens. Verifica-se também o aumento da ocorrência de obstruções e assoreamento devido à presença de galhos e resíduos da própria vegetação, os quais são carregados de trechos à montante nas épocas de cheias (Foto 26).

Em todo o trecho 3 há incidência de vegetação exótica e mata nativa remanescente (P1) (Foto 25). Aponta-se também a presença de alguns pontos isolados de despejo de efluentes domésticos (P2) (Foto 27).

Quanto aos parâmetros de degradação P3 (depósito de resíduos sólido nas margens) e a P4 (retificação da seção transversal) não foram notados nos pontos de acesso na investigação *in loco*, demonstrando fragilidade nos resultados nos valores apresentados.

Em se tratando da presença de edificações na zona de proteção legal (P7) observa-se que o Módulo 2, em ambas as margens, apresenta a maior taxa de ocupação (Tabela 18). Porém, este trecho possui maior disponibilidade de espaço do que o trecho 2, sendo uma área potencial para a implantação de medidas preventivas de conservação, antes que estas áreas venham a ser ocupadas.

Tabela 18 - Taxa de ocupação na zona de proteção legal do curso d'água – TRECHO 3.

DISTÂNCIA DA MARGEM	ÁREA EDIFICADA (%)			
	MÓDULO 1		MÓDULO 2	
	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.
D₁₀	5,5	17	21	12
D₂₀	0	0	30	26
D₃₀	10	0	70	42

Da soma de todos os parâmetros o Módulo 2 tem o maior grau de degradação do trecho nas duas margens. Resultado que coincide com a região mais ocupada, ou seja, quanto maior a urbanização, maior o grau de degradação existente.

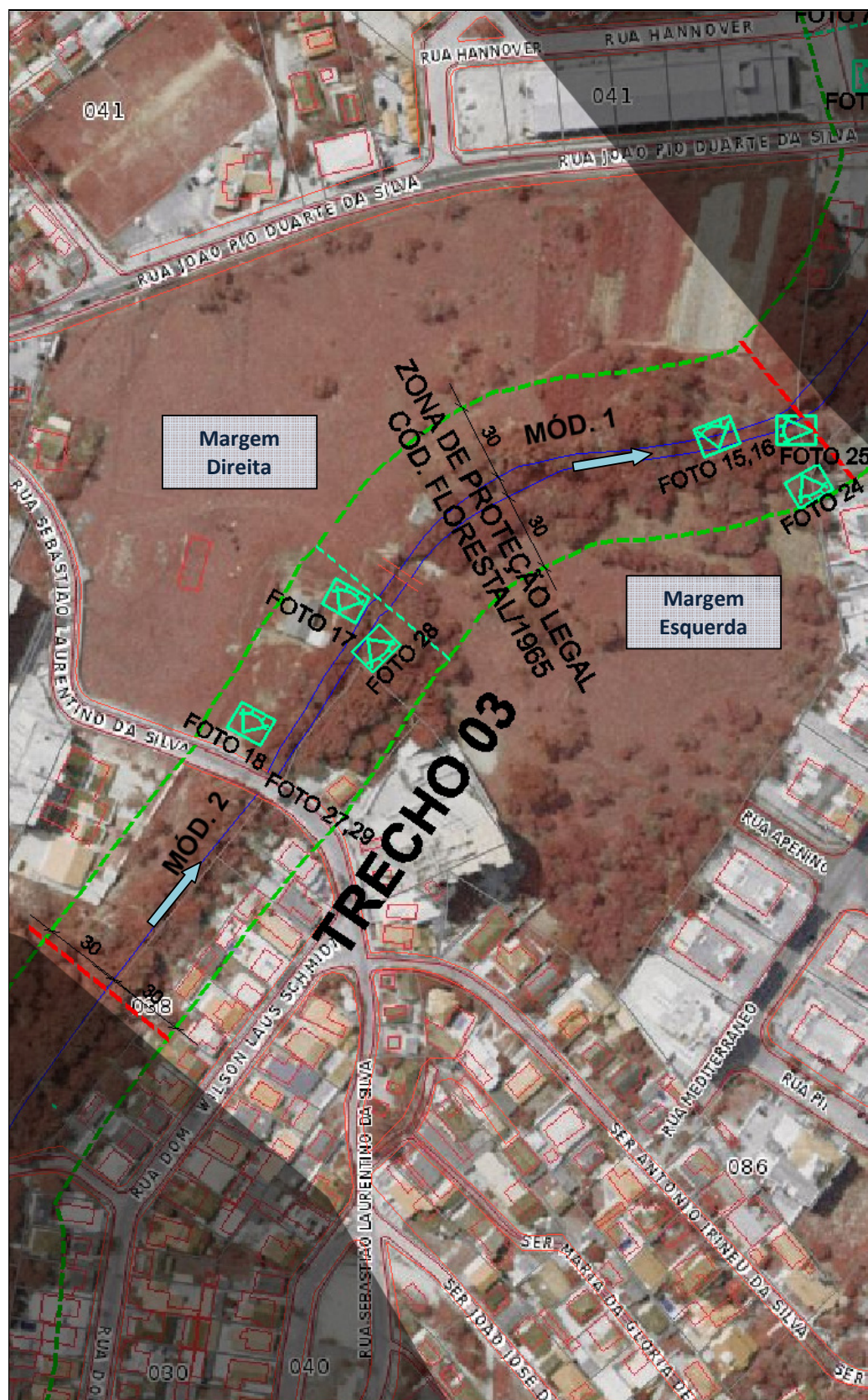


Figura 28 - Fotografia aérea TRECHO 3 (subdividido em 2 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 19 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO3.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 3		<i>Data: 26/03/2008</i>
Comprimento: 360m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Existe uma pequena quantidade de mata nativa, no entanto predomina as espécies exóticas. (Foto 25)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 15, 17)
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Vegetação arbustiva e capim.	Situação idêntica à margem esquerda.
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Não foram encontrados pontos de erosão no dia da visita a campo.	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Apresenta alguns pontos de assoreamento devido ao acúmulo de sedimento	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Há obstrução devido à presença de galhos, vegetação e pedregulhos. (Foto 26)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 15, 16)
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	O leito do curso d'água encontra-se em estado natural	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	O leito do curso d'água encontra-se em estado natural	Situação idêntica à margem esquerda
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Ponte na Rua Sebastião Laurentino da Silva. A seção encontra-se assoreada com material fino e obstruída com galhos e resíduos sólidos. (Foto 29)	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não identificado nos pontos observados.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Galhos carregados pela chuva, resíduos de construção (concreto, tijolos), resíduos plásticos, etc.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Efluentes domésticos e de águas pluviais. Neste trecho foram identificados quatro pontos. (Foto 27, 28)	Lançamento de efluentes domésticos.
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Edificações residenciais	Em alguns pontos isolados no trecho. Edificações residenciais
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Não há presença de edificações públicas.	Situação idêntica à margem esquerda.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	AMC*-5 em todo o trecho. No entanto existe propriedade com criação de animais (galinhas e coelhos). ACI (Área comunitário institucional) não está de acordo.	AMC*-5 em todo o trecho. No entanto praticamente toda a extensão do trecho é uma fazenda utilizada como pasto para o gado. (Foto 18) ACI - ok
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	O trecho não encontra-se em acordo com a lei.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	Ações promovidas pela AMJA (Assoc. de Moradores do Jardim Albatroz). – detalhadas no trecho anterior.	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
- Gradativamente o rio adquire aspecto mais natural, apresentando um processo natural de aumento da obstrução da seção transversal devido ao acúmulo de restos de vegetação e pedregulhos. A degradação do curso d'água como resultado de processos naturais, sem a intervenção humana, também merece atenção. Pelo fato deste trecho encontrar-se em área urbana é necessária a implantação de medidas de manutenção e limpeza visando diminuir os problemas de inundação que podem ser causados nesta região.		

MARGEM DIREITA – TRECHO 3



Foto 15 – Aumento da diversidade de vegetação nativa e da presença de pedregulhos no leito do curso d'água. Data: 26/03/2008.



Foto 16 - Obstrução do escoamento devido a presença de galhos de árvores carregados pelas chuvas. Data: 26/03/2008.



Foto 17 – Faixa estreita de mata ciliar. Data: 26/03/2008.



Foto 18 – Criação de gado na zona de proteção legal. Data: 26/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 3



Foto 25 – Aumento na diversidade da vegetação nativa. Data: 26/03/2008.



Foto 26 – Obstrução do escoamento por galhos e material sólido. Data: 26/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 3 (continuação)

Foto 27 - Lançamento de efluentes (forte mau cheiro) no curso d'água. Data: 26/03/2008.



Foto 28- Acumulo de pedregulho nas margens. Data: 26/03/2008.



Foto 29 – Seção transversal – Rua Sebastião Laurentino da Silva. Data: 26/03/2008.

Quadro 4 - Quadro de avaliação da degradação ambiental - TRECHO 3.

PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	TRECHO 3											
	MÓDULO1						MÓDULO2					
	DIR			ESQ			DIR			ESQ		
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1			1			1			1		
P2 - Lançamento de efluentes	2			2			2			2		
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1			1			1			1		
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0			0			0			0		
P5 - Retificação da seção transversal	0			0			0			0		
P6 - Construções de pontes e travessias	0			0			1			1		
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	2	0	0	1	0	0	2	2	3	2	3	3
GRAU DE DEGRADAÇÃO	6			5			12			13		

5.4 Resultados e Discussões – Trecho 4

No trecho 4 o relevo começa a apresentar certa declividade, mudando progressivamente as características do curso d'água à medida que se aproxima da nascente, no entanto ainda apresenta peculiaridades da *zona de transferência*. Quanto à utilização do solo há incidência de edificações residenciais em sua maioria e algumas comerciais.

Quanto ao uso do solo, atende parcialmente as especificações do Zoneamento que delimita para a região ARE (Área Residencial Exclusiva), a qual entra novamente em conflito com a legislação federal de proteção aos recursos naturais, pois não foi observada no Plano Diretor.

Neste trecho há presença de vegetação nativa remanescente, sendo que antes da ponte da Rua Manoel Rosa dos Santos a faixa de mata ciliar é mais larga do que no restante. Como

nos trechos à jusante, existe também a presença de pontos de lançamento de esgoto doméstico, como pode ser observado nas Fotos 31 e 32.

Observou-se na visita a campo depósitos de resíduos sólidos na margem direita, provenientes da construção civil como pode ser visto na Foto 30. Existe construção de uma ponte neste trecho, a qual é sustentada por pilares que reduzem a seção de escoamento, contribuindo para a ocorrência de inundações em épocas de cheia (Foto 33).

Em se tratando da ocupação do solo, as duas margens encontram-se edificadas na zona de proteção legal, tendo maior incidência na distância D_{30} , como pode ser visto também no Tabela 20. Principalmente após a ponte, o acesso ao curso d'água é restrito, pois localiza-se em meio de quadra onde os lotes estão todos edificados.

Tabela 20 - Taxa de ocupação na zona de proteção legal do curso d'água – TRECHO 4.

DISTÂNCIA DA MARGEM	ÁREA	
	MÓDULO 1	
	Esq.	Dir.
D₁₀	10	10
D₂₀	57	10
D₃₀	90	53

Pode ser verificado através da fotografia aérea do trecho (Figura 29) que os lotes possuem as edificações junto à rua, espaço verde nos fundos e o muro em cima do rio. A medida de revitalização proposta para esta situação seria a substituição destes muros, os quais são de alvenaria, concreto ou pedra, por telas, possibilitando assim a recuperação da fauna e da flora por meio das relações de troca na *dimensão transversal* (rio-margem) conforme apresentado por Ruppenthal, Nin & Rodrigues (2007).

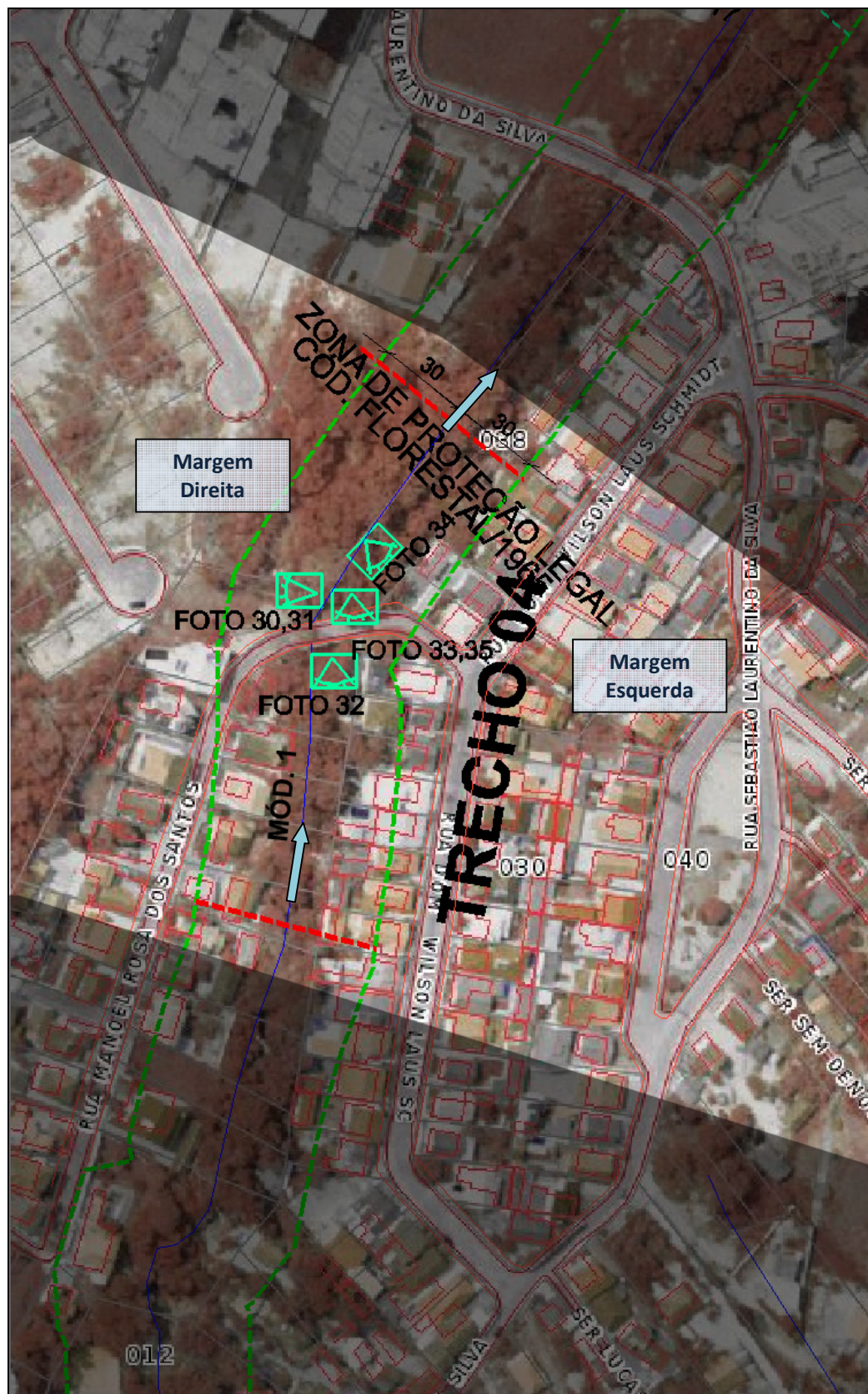


Figura 29 - Fotografia aérea TRECHO 4 (subdivido em 1 módulo). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 21 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO4.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 4		<i>Data: 26/03/2008</i>
Comprimento: 180m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Há presença de vegetação nativa em uma faixa de mais ou menos 10m da margem.	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Há presença de vegetação exótica juntamente com a nativa. (Foto 34)	Situação idêntica à margem esquerda.
2. EROSÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Não apresenta pontos de erosão nos locais observados.	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Não apresenta quantidade de sedimento significativa.	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Existem alguns pontos de obstrução devido ao carregamento de pedregulhos, galhos de árvore e vegetação.	Situação idêntica à margem esquerda.
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	O leito e as margens do curso d'água encontram-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	O leito e as margens do curso d'água encontram-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Na Rua Manoel Rosa dos Santos, onde apresenta pontos de obstrução com o acúmulo de galhos e material sólido ao redor dos pilares. (Foto 33)	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não identificado nos pontos de observação.	Encontram-se resíduos da construção civil. (Foto 30)
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Somente resíduos naturais carregados pelas águas (galhos e capim).	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Ponto de lançamento de efluente doméstico. (Foto 32)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 31)
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Sim. Residências unifamiliares. (Foto 35)	Situação idêntica à margem esquerda.
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Não há presença de edificações públicas.	Situação idêntica à margem esquerda.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	O zoneamento indica ARE (Área residencial exclusiva). OK	Situação idêntica à margem esquerda.
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não atende a legislação.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	- Mutirão de limpeza do rio – da Rua João Pio Duarte até o Poço promovido pela AMJA; - Ação Emergencial de limpeza dos córregos da bacia do Itacorubi.	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
<p>- A presença de edificações na zona de proteção legal deste trecho é mais densa do que nos Módulos 1 e 2 do trecho anterior. Isto indica que a ocupação urbana vai além das regiões baixas da bacia, ocupando cada vez mais áreas de declividade mais elevada;</p> <p>- Identificou-se maiores possibilidades de preservação da mata na faixa de 10m da margem do rio.</p>		

MARGEM DIREITA – TRECHO 4

Foto 30 – Depósito de resíduos da construção civil na margem. Data: 26/03/2008.



Foto 31 – Lançamento de efluentes no curso d'água. Data: 26/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 4

Foto 32 - Construção de muro na margem do rio e lançamento de efluentes domésticos. Data: 26/03/2008.



Foto 33 – Acumulo de resíduos sólidos e pedregulho ao redor do pilar da ponte na Rua Manoel Rosa dos Santos. Data: 26/03/2008.

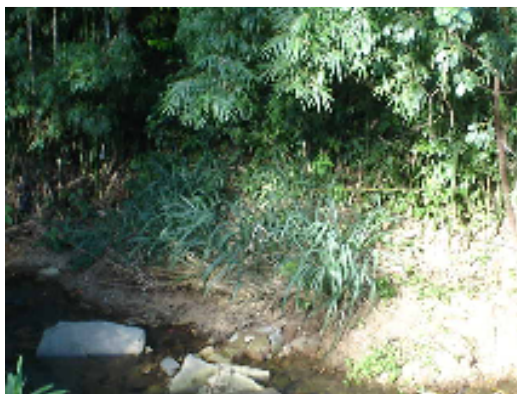


Foto 34 – Presença de vegetação exótica como o bambu. Data: 26/03/2008.



Foto 35 - Propriedade com criação de aves na zona de proteção legal do curso d'água. 26/03/2008.

Quadro 5 - Quadro de avaliação da degradação ambiental - TRECHO 4.

PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL (P)	TRECHO 4					
	MÓDULO 1					
	ESQ			DIR		
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1			1		
P2 - Lançamento de efluentes	2			2		
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1			1		
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0			1		
P5 - Retificação da seção transversal	0			0		
P6 - Construções de pontes e travessias	1			1		
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10	20	30	10	20	30
	1	3	3	1	1	3
GRAU DE DEGRADAÇÃO	12			11		

5.5 Resultados e Discussões - Trecho 5

O trecho 5 apresenta ainda as edificações residenciais como a principal forma de utilização do solo e encontra-se na zona de transferência do curso d'água. Nesta região quase não há incidência de comércio e serviços públicos, mas sim o aumento da presença da vegetação nativa nas regiões de morro.

A aplicação da legislação encontra-se de acordo com a lei municipal, mas em desacordo com a lei federal, já que a faixa de preservação marginal encontra-se intensamente edificada.

Com relação às condições do escoamento, este trecho encontra-se problemático, pois se observa o acúmulo de sedimentos causando assoreamento e a obstrução ao fluxo em função da presença de galhos, pedregulhos e resíduos da construção civil, como pode ser visto nas Fotos 37, 39 e 41.

A mata ciliar foi parcialmente removida, ocorrendo à presença de vegetação exótica. No entanto mais à montante nota-se que a vegetação possui porte mais elevado e encontra-se em maior densidade (Foto 36).

Igualmente aos demais trechos já analisados, há a incidência de pontos de lançamento de efluentes domésticos como demonstrado na Foto 40. Deste modo, se mantém a proposta apresentada anteriormente de remoção destas conexões visando à melhoria da qualidade da água.

O depósito de resíduos nas margens e a presença da ponte (Foto 44) onde há acúmulo de sedimentos agravam os problemas relacionados à obstrução do escoamento, como por exemplo, as inundações. A esse respeito, medidas de manutenção e limpeza do curso d'água colaboram para a mitigação deste impacto.

A zona de proteção legal possui alta taxa de edificação, como pode-se constatar na Tabela 22 abaixo, onde somente a margem direita do Módulo 2 apresenta maior área não edificada. Devido ao fato de apresentar características semelhantes ao trecho anterior, pode-se adotar a mesma medida de substituição dos muros por tela.

Tabela 22- Taxa de ocupação na zona de proteção legal do curso d'água – TRECHO 5.

DISTÂNCIA DA MARGEM	ÁREA EDIFICADA (%)			
	MÓDULO 1		MÓDULO 2	
	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.
D₁₀	15	15	30	12
D₂₀	49	70	90	9
D₃₀	100	90	100	3

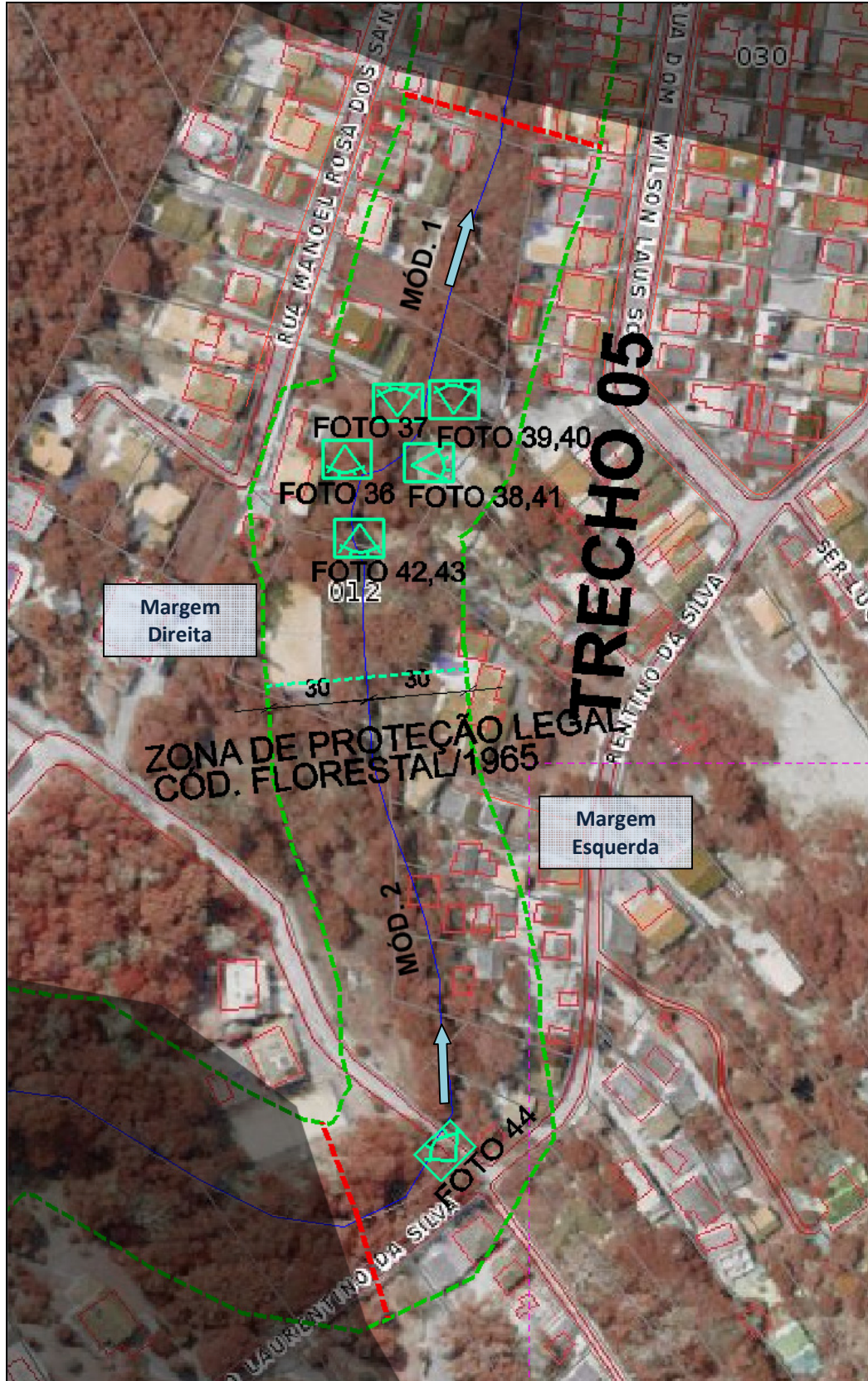


Figura 30 - Fotografia aérea TRECHO 5 (subdividido em 2 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 23 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO5.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO:5		<i>Data:28/03/2008.</i>
Comprimento: 360m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Há presença de vegetação nativa na faixa de 10m da margem.	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Presença também de espécies rasteiras e cipós.	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 36)
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Não há sinais de erosão nos locais de observação.	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Existência de alguns pontos isolados de acúmulo de sedimento. (Foto 39)	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Obstrução devido à presença de galhos, pedregulhos e resíduos sólidos (construção civil). (Foto 41)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 37)
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	As margens e o leito do curso d'água encontram-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	As margens e o leito do curso d'água encontram-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Existe uma ponte que dá acesso a um Condomínio Residencial Fechado. Obstrução pelo acúmulo de pedregulhos. (Foto 44)	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Acúmulo de galhos e pedregulhos na margem.	Na margem há presença de resíduos da construção civil.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Apresenta o mesmo material encontrado nas margens (galhos e resíduos da construção).	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Efluentes domésticos. (Foto 40)	Efluentes domésticos.
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Presença de edificações residenciais. (Foto 38)	Situação idêntica à margem esquerda.
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Não há presença de edificações públicas.	Situação idêntica à margem esquerda.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	O zoneamento indica ARE (Área residencial exclusiva).	Situação idêntica à margem esquerda.
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não atende.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	- Mutirão de limpeza do rio – da Rua João Pio Duarte até o Poço promovido pela AMJA; - Ação Emergencial de limpeza dos córregos da bacia do Itacorubi	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
- Neste trecho observou-se o contraste entre uma paisagem preservada e outra degradada a poucos metros de distância uma da outra. Disto consegue-se solidificar a importância em conservar o ambiente natural do curso d'água para a qualidade de vida humana, a qual é decorrência da harmonia entre o homem e a natureza.		

MARGEM DIREITA – TRECHO 5

Foto 36 - Presença de pedras maiores na margem e diversidade de vegetação. Data: 26/03/2008.



Foto 37 – Obstrução ao escoamento devido ao acúmulo natural de pedregulhos carregados pelas enxurradas. Data: 26/03/2008.

MARGEM ESQUERDA – TRECHO 5

Foto 38 – Edificação privada na margem. Data: 26/03/2008.

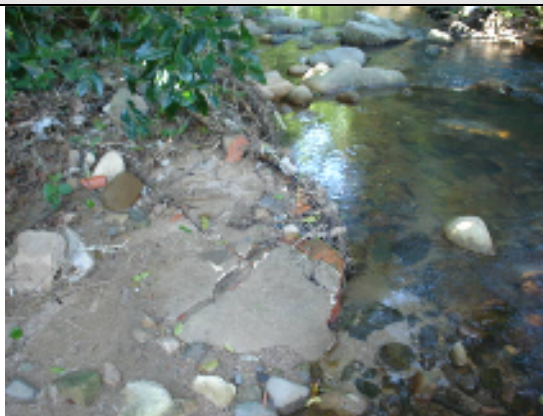


Foto 39 – Assoreamento e obstrução da seção transversal devido ao acúmulo de sedimentos e resíduos da construção (tijolos e concreto). Data: 26/03/2008.



Foto 40 – Lançamento de efluentes domésticos no curso d'água. Data: 26/03/2008.



Foto 41 - Obstrução do escoamento devido ao acúmulo de material sólido (galhos e vegetação) na margem. Data: 26/03/2008.

SEÇÃO TRANSVERSAL – TRECHO 5

Foto 42 e Foto 43 – Duas vistas do curso d'água entram em contraste com o lançamento de efluentes domésticos apresentado na Fotografia 40 a menos de 30m de distância. Data: 26/03/2008.



Foto 44 – Ponte – Entrada para condomínio fechado. Data: 26/03/2008.

Quadro 6- Quadro de avaliação da degradação ambiental – TRECHO 5.

PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL (P)	TRECHO 5											
	MÓDULO1						MÓDULO2					
	DIR			ESQ			DIR			ESQ		
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1			1			1			1		
P2 - Lançamento de efluentes	2			2			2			2		
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1			1			1			1		
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	1			1			1			1		
P5 - Retificação da seção transversal	0			0			0			0		
P6 - Construções de pontes e travessias	0			0			1			1		
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	2	3	3	2	3	3	2	1	1	3	3	3
GRAU DE DEGRADAÇÃO	13			13			10			15		

5.6 Resultados e Discussões - Trecho 6

O trecho 6 localiza-se em uma região de passagem da *zona de transferência* para a *zona de produção*, pois gradativamente surgem características desta nova zona apresentadas por Schwarzbald (2000), tais como, o fluxo mais rápido escavando o leito e arrastando fragmentos de rocha e quedas de água mais frequentes.

Análise do trecho 6 encontra várias fragilidades nos resultados, uma vez que devido à impossibilidade de acesso ao curso d'água, foi realizada basicamente através dos mapas, carta topográfica e fotografias aéreas. Deste modo, não foi possível o preenchimento do Quadro de Degradação, já que pelos meios de estudo disponíveis, seria possível somente o preenchimento dos itens P1 e P7.

A respeito de P1 observou-se a presença de mata nativa em praticamente todo o trecho, com exceção de alguns pontos isolados. Com relação à ocupação da zona de proteção

legal do curso d'água verifica-se no quadro abaixo que a maior concentração de edificações encontra-se nas margens esquerda e direita do Módulo 1.

Tabela 24 - Taxa de ocupação na zona de proteção legal do curso d'água – TRECHO 6.

DISTÂNCIA DA MARGEM	ÁREA EDIFICADA (%)							
	MÓDULO 1		MÓDULO 2		MÓDULO 3		MÓDULO 4	
	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.
D₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0
D₂₀	14	20	13	0	0	0	0	0
D₃₀	15	20	13	10	0	0	0	0

Este trecho encontra-se em conformidade com a legislação municipal, a qual delimita esta área como ARE e APL (Área de Preservação com Uso Limitado).

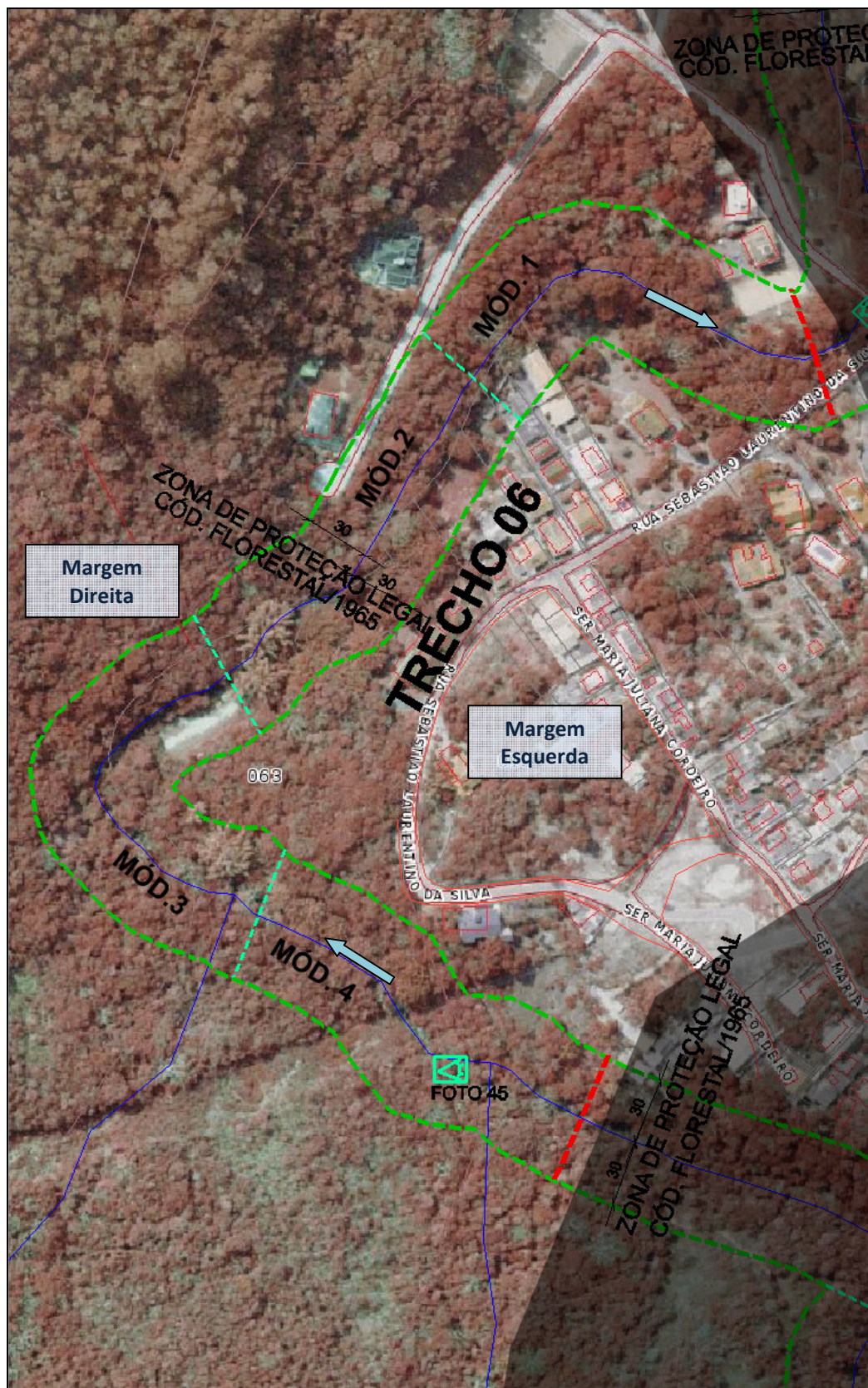


Figura 31 - Fotografia aérea TRECHO 6 (subdividido em 4 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 25 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO 6.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 6		<i>Data:</i> 26/03/2008
Comprimento: 720m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Mata nativa em quase todo o trecho exceto algumas áreas onde houve remoção.	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Não foi identificado.	Situação idêntica à margem esquerda.
2. EROSÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Não foram identificados sinais de erosão nos pontos observados.	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Não nos pontos de observação.	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Obstrução devido a acúmulo de galhos e vegetação.	Situação idêntica à margem esquerda.
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	O curso d'água encontra-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	O curso d'água encontra-se em estado natural.	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Não.	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não verificou-se presença de resíduos nas margens .	Situação idêntica à margem esquerda.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Não verificou-se presença de material sólido no leito do curso d'água.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Não nos pontos de observação.	Situação idêntica à margem esquerda.
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Pequena quantidade de edificações residenciais.	Situação idêntica à margem esquerda.
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Não há edificações públicas. Há tubulação de captação de água da CASAN. (Foto 45)	Situação idêntica à margem esquerda.
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	APL (Área de preservação com uso limitado).	ARE (Área residencial exclusiva).
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Na maior parte do trecho atende, com exceção de alguns pontos.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	- Mutirão de limpeza do rio – da Rua João Pio Duarte até o Poção promovido pela AMJA; - Ação Emergencial de limpeza dos córregos da bacia do Itacorubi	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
- Mesmo esta sendo uma região com altitude bem elevada a ocupação urbana apresenta tendência de expansão pela zona de proteção legal do curso d'água. Ressalva-se a necessidade da aplicação de medidas de intervenção, como por exemplo, a fiscalização quanto à aplicação da legislação vigente.		

TRECHO 6

Foto 45 – Tubulação de captação de água da CASAN.
Data: 26/03/2008.

5.7 Resultados e Discussões - Trecho 7

O trecho 7 pode ser todo percorrido devido à presença de uma trilha que leva até o Poço do Córrego Grande, local onde é captada água para o abastecimento público. Além disso, é utilizado também como local de lazer para população, uma vez que apresenta uma bela paisagem com cachoeira e ótimo local para banho (Foto 46).

A cobertura vegetal é constituída por vegetação nativa em todo o trecho (Foto 47 e 48). Nesta situação os 30m delimitados pelo Código Florestal são obedecidos, mas entram em conflito com o Zoneamento que delimita a área com APL (Área Verde de Uso Limitado).

Quanto ao escoamento, ocorrem obstruções naturais devido à queda e árvores e carregamento de galhos (Foto 49). O assoreamento e a erosão também ocorrem de forma natural, ou seja, a degradação não é de origem antrópica.

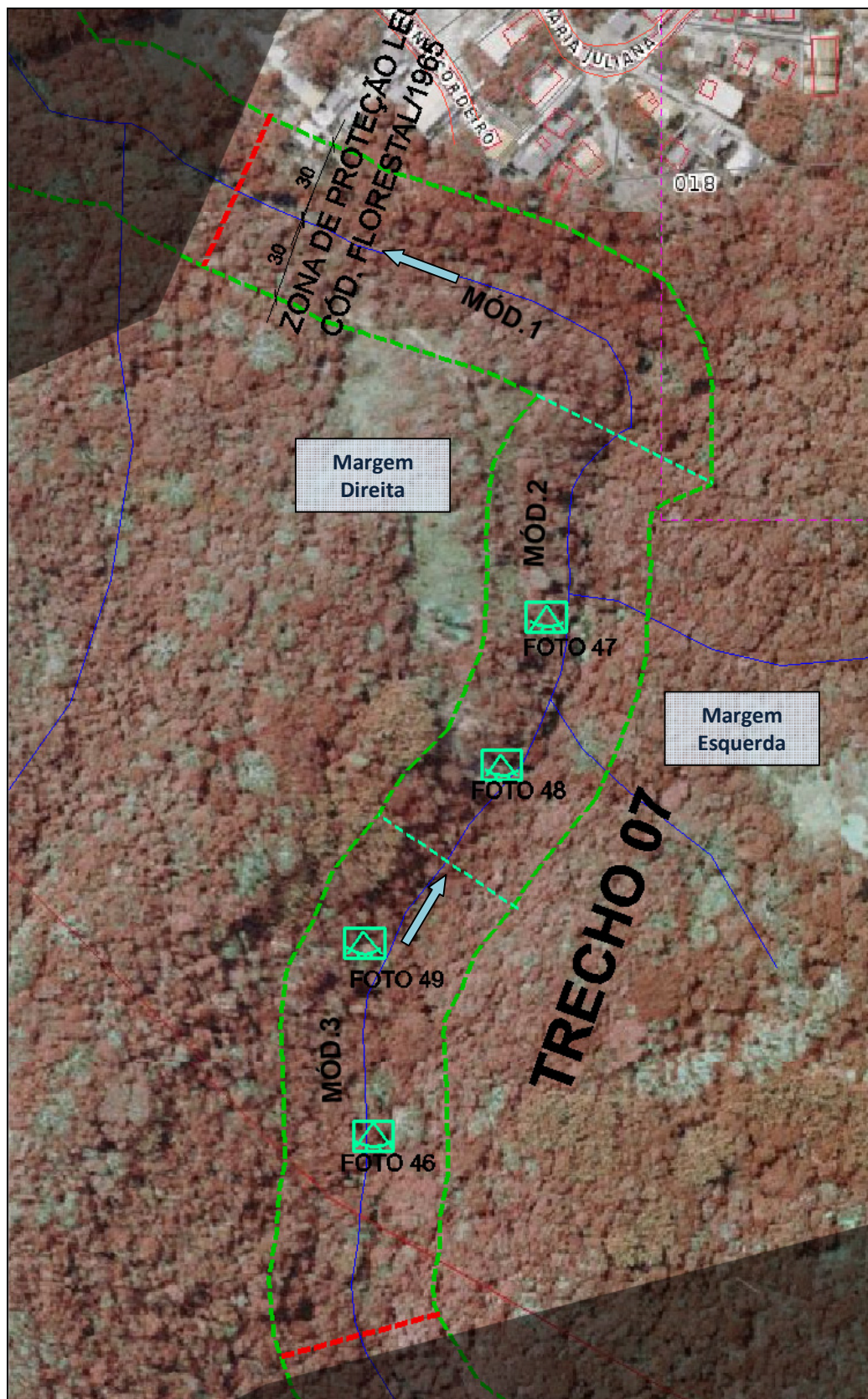


Figura 32 - Fotografia aérea TRECHO 7 (subdividido em 3 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

Tabela 26 - Ficha de caracterização da degradação ambiental - FCDA - TRECHO 7.

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 7		<i>Data:</i> 26/03/2008.
Comprimento: 540m		
Classificação: Estado Natural		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. REMOÇÃO DA MATA CILIAR		
1.1 Descrições da cobertura vegetal na zona de proteção legal. Verificar a presença de mata ciliar remanescente e em que proporções.	Este trecho já encontra-se mata ombrófila densa. Apresentando poucos pontos de remoção da vegetação. (Foto 47)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 48)
1.2 Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Não houve substituição.	Situação idêntica à margem esquerda.
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1 Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Apresenta alguns pontos de erosão natural devido às fortes enxurradas.	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1 Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Em alguns pontos acúmulo natural de sedimento.	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1 Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Obstruções devido à queda de árvores, galhos e material orgânico. (Foto 49)	Situação idêntica à margem esquerda. (Foto 49)
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1 Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	Estado natural,	Situação idêntica à margem esquerda.
5.2 Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	Estado natural	Situação idêntica à margem esquerda.
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Não há presença de pontes.	

7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não visível nos pontos de observação.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Material orgânico formado por galhos e restos da vegetação.	Situação idêntica à margem esquerda.
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Não visível nos pontos de observação.	Situação idêntica à margem esquerda.
8. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA		
8.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Não há presença de edificações privadas.	Situação idêntica à margem esquerda.
8.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infra-estrutura viária ou equipamentos públicos).	Não há presença de edificações públicas.	Ponto de captação de água da CASAN para abastecimento público. (Foto 46)
8.3 Identificar se o uso do solo atende a Legislação Municipal incidente (Lei de Uso e Ocupação do solo nº001/2007).	O zoneamento indica APL (Área de preservação limitada).	Situação idêntica à margem esquerda.
8.4 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Atende os 30m de mata ciliar indicados.	Situação idêntica à margem esquerda.
9. PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
9.1 Listar as ações ou medida relacionada à conservação, preservação, manutenção ou revitalização do curso d'água incidentes no trecho analisado.	- Mutirão de limpeza do rio – da Rua João Pio Duarte até o Poço promovido pela AMJA;	Situação idêntica à margem esquerda.
10. IMPRESSÃO DO PESQUISADOR		
- Observam-se as diferenças entre as características da mata nativa e da vegetação exótica dos primeiros trechos. Nesta situação, em que o trecho não é urbanizado, a obstrução ao escoamento devido ao acúmulo de restos de vegetação, não é considerado um fator de degradação, pois, contribui para a diminuição da vazão que escoou pelo leito do rio, minimizando as inundações a jusante.		

TRECHO 7

Foto 46 – Poção do Córrego Grande – Rio em seu estado natural (Ponto de captação de água da CASAN). Data: 26/03/2008.

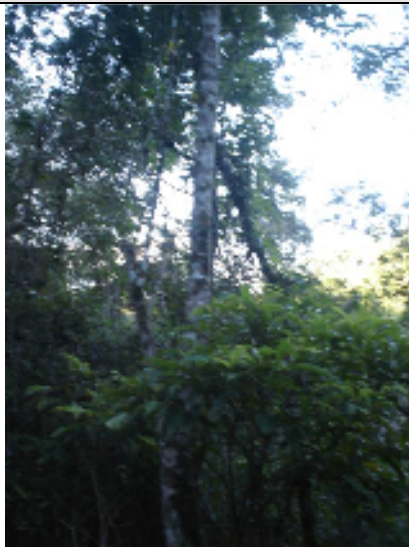


Foto 47 – Mata ciliar preservada (presença de árvores de grande porte). Data: 26/03/2008.



Foto 48 – Vegetação nativa. Data: 26/03/2008.



Foto 49 – Obstrução natural do curso d'água devido à queda e árvores e carregamento de galhos. Data: 26/03/2008.

Quadro 7- Quadro de avaliação da degradação ambiental - TRECHO 7.

PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL (P)	TRECHO 7														
	MÓDULO1			MÓDULO2			MÓDULO3								
	DIR			ESQ			DIR			ESQ					
P1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	0			0			0			0					
P2 - Lançamento de efluentes	0			0			0			0					
P3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1			1			1			1					
P4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0			0			0			0					
P5 - Retificação da seção transversal	0			0			0			0					
P6 - Construções de pontes e travessias	0			0			0			0					
P7 - Presença de edificações na zona de proteção do curso d'água	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DEDEGRADAÇÃO	2			2			2			2					

5.8 Resultados e Discussões - Trecho 8

O trecho 8 localiza-se dentro de APP (Área de Preservação Permanente), pois encontra-se em topo de morro. Deste modo este trecho também não pode ser vistoriado devido à falta de acesso. O final do trecho 8 é a nascente do Rio Córrego Grande, a qual faz parte do parque municipal do Maciço da Costeira, criado em 1965.

Na Figura 33 – Fotografia aérea do trecho 8 – observa-se a presença de várias clareiras (cor verde claro), ou seja, o desmatamento da mata nativa em regiões de topo de morro evidenciando o não cumprimento da legislação ambiental vigente.

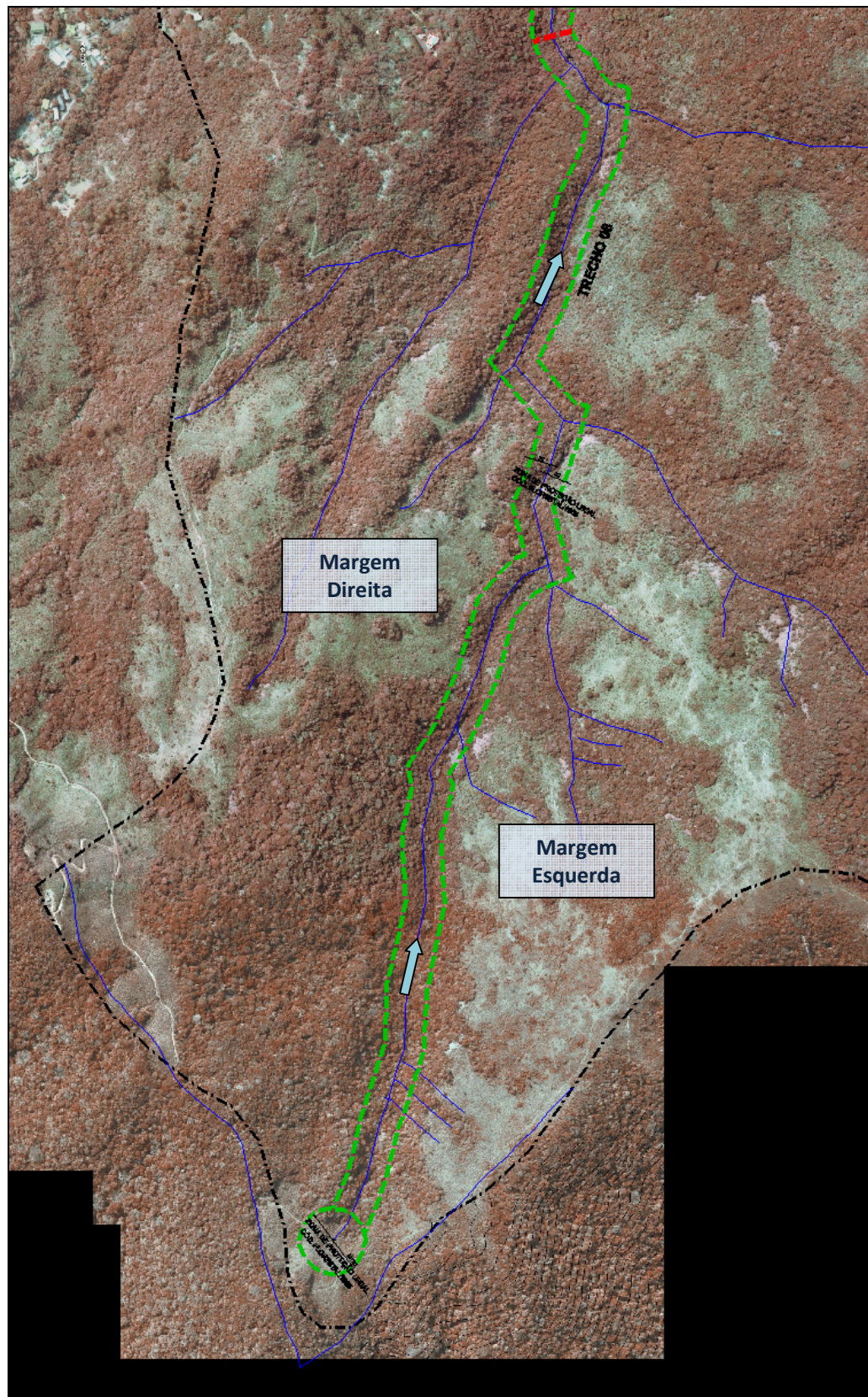


Figura 33 - Fotografia aérea trecho 8 (dividida em 10,7 módulos). Fonte: IPUF, 2008.

5.9 Discussão Geral

Depois de avaliar e discutir os trechos separadamente, para obter uma visão global acerca da situação de degradação ambiental do curso d'água, torna-se necessário sua avaliação conjunta. O resumo dos resultados obtidos está apresentado na Tabela 27 e na Tabela 28 a seguir.

Primeiramente, na Tabela 27 apresenta o resultado dos sete parâmetros de avaliação da degradação ambiental do curso d'água. Neste primeiro momento o grau de degradação devido à taxa de ocupação (P7) é analisado de acordo com a porcentagem de ocupação do módulo. Posteriormente, na Tabela 28, é representado o resumo da ocupação da zona de proteção legal do Córrego Grande em cada uma das subdivisões D_{10} , D_{20} e D_{30} , o qual será igualmente estudado e discutido.

Tabela 27 - Resumo da Degradação Ambiental incidente no rio Córrego Grande.

PARÂMETRO DE DEGRADAÇÃO	TRECHOS																													
	1				2				3		4		5		6		7			8										
	M1		M2		M3		M4		M1		M2		M1		M1		M2				M1		M2		M3					
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E		
P1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P2	0	0	2	2	2	2	0	0	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
P3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
P6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P7*	0	3	3	2	3	0	3	0	3	1	2	2	1	1	3	3	2	3	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1		
TOTAL	4	7	9	8	9	6	7	4	7	5	4	8	5	5	8	8	7	9	8	8	7	9			2	2	2	2	2	2

Legenda:

M - Módulo

D - Direita

E - Esquerda

*- Os valores de P7 são referentes à área ocupada do módulo na sua respectiva margem.

Tabela 28 - Grau de impacto da Ocupação na Zona de Proteção Legal do rio Córrego Grande.

OCUPAÇÃO DA ZONA DE PROTEÇÃO LEGAL	TRECHOS																											
	1				2				3		4		5		6				7		8							
	M1		M2		M3		M4		M1		M2		M1		M1		M2		M1		M2		M3		M4			
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
D ₁₀	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	1	2	2	1	1	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0
D ₂₀	0	0	1	1	3	0	3	0	2	0	2	1	0	0	2	3	3	1	3	3	1	3	2	2	0	2	0	0
D ₃₀	0	3	3	3	3	0	3	0	3	2	3	3	0	0	3	3	3	2	3	3	1	3	2	2	1	2	0	0

MATA
NNATI
VA

MATA
NNATI
VA

P1 – Degradação e/ou remoção da mata ciliar

A presença do valor “2” em todos os Módulos do trecho 1 e no Módulo 1 do trecho 2 indica que esta região apresenta a situação mais crítica no que diz respeito à remoção da vegetação ciliar. Este valor indica que esta vegetação foi totalmente removida e existe somente presença de vegetação exótica de menor porte. Este resultado converge com o fato de esta ser a região mais urbanizada da sub-bacia do Córrego.

Nos trechos subsequentes até o Módulo 2 do trecho 6 apresentam grau “1” de degradação nas duas margens, isto é, a mata ciliar foi parcialmente removida e combinada com a vegetação exótica. O restante do curso d’água até sua nascente apresenta vegetação nativa.

A necessidade de minimizar o estado de degradação da mata ciliar é urgente, visto que de acordo com Lima (2002) o ecossistema ciliar é resultado das interações complexas entre fatores, tais como, a hidrologia, a geomorfologia, os solos e o clima. Estes fatores são responsáveis pela manutenção dos recursos hídricos e necessitam de integridade física para desempenhar seu papel no que se refere ao controle do escoamento, qualidade da água e da biodiversidade.

As medidas de revitalização destinadas a minimizar os efeitos da degradação da vegetação ciliar variam entre os trechos de acordo com a disponibilidade física para sua implantação, bem como o acesso ao curso d’água. Desta forma, pode ser proposto o uso das seguintes práticas de BMP’s não-estruturais:

- Recuperação da vegetação ciliar por meio do replantio de espécies nativas;
- Implantação de parques públicos visando o convívio social e o lazer em trechos de fácil acesso do curso d’água e que tenham demanda para utilização deste equipamento não o deixando cair em esquecimento;
- Substituição de muros de concreto, alvenaria e pedra que se encontram em cima da margem do rio por limites físicos “permeáveis”, como por exemplo, grades, telas e muros vazados. Assim, contribuem para a recuperação da fauna e da flora por facilitar as inter-relações de *trocias transversais* entre o rio e sua margem.

- Plantio de vegetação nativa em propriedades construídas próximo aos rios;
- Delimitação da zona de proteção legal do curso d'água de forma visível, por meio de sinalização com uso de placas, ou se possível, com delimitação física.

A LOSRC (1994) classifica as medidas propostas como “*medidas preventivas*” por meio do planejamento do uso do solo e de técnicas de manejo. Optou-se pelo uso destas em detrimento às medidas de controle, visto que apresentam uma relação custo/benefício muito melhor. E, segundo afirma Tucci (2005), a atuação preventiva reduz os custos das soluções dos problemas relacionados à água.

P2 – Lançamento de efluentes

Como pode ser observando no Quadro 27 até o trecho 5 a presença de pontos de lançamento de efluentes domésticos no curso d'água é constante. No trecho 6 este parâmetro não pode ser observado devido à falta de acesso ao rio e o no trecho 7 e 8 não apresenta lançamento de efluentes, pois se localiza em local de morro com mata nativa. É importante destacar que a análise deste parâmetro segue a pontuação apresentada na Tabela 13 e não é acumulativa ao longo do curso d'água, mas sim individual para cada trecho visando à comparação entre eles.

De acordo com Findlay & Taylor (2006) a qualidade da água é fator limitante da diversidade do sistema ecológico do rio e a variável mais característica da saúde do curso d'água. Sua degradação é responsável por problemas que assolam a população, tais como, problemas estéticos, condições sépticas, maus odores e doenças de veiculação hídrica.

Assim, propõe-se como medida de intervenção ambiental para minimizar os impactos gerados pelo lançamento de efluentes sobre a qualidade das águas urbanas, a remoção de conexões clandestinas de efluentes domésticos. E também, para melhorar a precisão da avaliação, é indicado o uso de traçadores para identificar a natureza e a origem do lançamento de esgoto.

Este tipo de medida faz parte das práticas de BMP's não-estruturais, ou seja, é uma medida preventiva de melhoria da qualidade da água. Devido à similaridade do grau deste fator nos trechos observados esta medida é indicada para todo o curso d'água.

P3 – Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água e P6 – Construção de pontes e travessias

Estes dois parâmetros serão tratados juntamente, pois ambos são responsáveis pela obstrução da calha de escoamento. Como pode ser observado no Quadro 26 o valor “1” está presente em praticamente todo o curso d'água, valor este que representa a presença de resíduos sólidos de pequena dimensão que podem ser removidos manualmente. No entanto, nos trechos a montante (trechos 6, 7 e 8) onde há presença de mata nativa e a região não é urbanizada necessitando de limpeza e manutenção, a obstrução não é considerada como fator de degradação de origem antrópica, pois, faz parte de um processo natural da dinâmica do ecossistema.

As pontes estão presentes do trecho 2 ao 5 e observa-se que todas elas possuem a seção transversal obstruída pelo acúmulo de resíduos sólidos, galhos e restos de vegetação em torno dos pilares. Uma vez que P3 e P6 contribuem para o aumento da ocorrência de inundações, torna-se necessário implantar medidas de manutenção, como a limpeza periódica do curso d'água como forma de evitar futuros problemas em virtude da grande quantidade de resíduos no leito menor do curso d'água.

Outra proposta, desta vez de caráter corretivo e que requer maiores custos, seria a substituição destas pontes por outras mais adequadas à passagem das águas, ou seja, com vãos maiores, sem a colocação de pilares que possam comprometer o escoamento.

P4 – Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água

A presença de depósitos de resíduos sólidos nas margens do Córrego Grande não se apresentou muito relevante com relação a outros fatores de degradação. Na margem esquerda do Módulo 2 do trecho 2 foi verificada a presença de pequena quantidade de resíduos domésticos. Na margem esquerda do trecho 4 e no trecho 5 observou-se a presença de resíduos da construção civil.

A medida de revitalização indicada neste caso apresenta caráter preventivo e destina-se a reduzir o impacto dos resíduos sólidos sobre toda a bacia hidrográfica, além do curso d'água propriamente dito. Dentro das práticas de BMP's não estruturais, as propostas são:

- Implantação de programas de educação ambiental junto às escolas, bem como às associações de moradores, AMOJER e AMJA, as quais já possuem ações relacionadas à recuperação e proteção do Córrego Grande;
- Aprimoramento da coleta domiciliar de resíduos sólidos, convencional e seletiva, incluindo-se a ampliação da cobertura.
- Aumento na frequência da coleta de resíduos especiais como entulhos (pneus, eletrodomésticos e mobílias em desuso) e resíduos da construção civil;
- Limpeza periódica das vias públicas;
- Regulamentação e fiscalização quanto ao depósito de materiais de construção civil em vias públicas durante o processo construtivo, visando impedir o carreamento para o sistema de microdrenagem.

P7 – Presença de edificações na zona de proteção legal do curso d'água

Pode ser observada na Tabela 27 que a margem direita do Córrego Grande encontra-se com maior taxa de ocupação do que a margem esquerda. Isto se verifica pela presença do valor “3” o qual indica que a porcentagem de área edificada no módulo maior que 25%.

Para obter uma avaliação mais detalhada acerca da ocupação do solo na zona de proteção legal a faixa de 30m foi subdividida em três (D_{10} , D_{20} e D_{30}) e os resultados estão apresentados na Tabela 28. Nele verifica-se que D_{30} é a faixa que se encontra com maior taxa de ocupação, visto que na maioria dos módulos a incidência do valor “3”.

A faixa D_{10} tem a menor taxa de ocupação, pois o valor máximo “3” aparece somente no trecho 1 (Módulo 3 e 4, margem direita) e no trecho 5 (Módulo 2, margem esquerda). Neste caso em que as edificações encontram-se na margem do curso d'água a aplicação de medidas de revitalização apresenta caráter corretivo, como por exemplo, a remoção das edificações. Estas medidas mais severas dependem de custo mais elevado para sua realização. No entanto, entende-se que à medida que as construções se distanciam da margem do rio pode-se optar por medidas preventivas e conseqüentemente de menor custo.

Para o rio Córrego Grande em todos os locais ao longo da zona de proteção legal do curso d'água com altas taxas de ocupação propõe-se o uso de práticas do WSUD para contribuir com a redução do escoamento e melhoria da qualidade da água, entre elas estão:

- Uso de valas nos jardins e estacionamentos para tratamento das águas de chuva, as quais diminuem os poluentes brutos e melhoram a qualidade da água que chega aos corpos hídricos;
- Reciclagem da água com o uso de plantas e posterior armazenamento e utilização para irrigação;
- Coleta da água de chuva escoada nos telhados, armazenamento em tanques e posterior utilização para irrigação, lavagem de calçadas e carros, entre outros.

Do somatório de todos os parâmetros de degradação observou-se que no trecho 1, 4 e 5 apresentam o maior grau de degradação. São nestes trechos que ocorrem também os maiores valores com relação à taxa de ocupação do solo, isto é, quanto maior for a ocupação maior será a incidência de outros fatores de degradação. Desta forma, conclui-se que a degradação ambiental dos cursos d'água está diretamente relacionada com as formas de uso e ocupação do solo.

As medidas de revitalização propostas para o rio Córrego Grande nesta pesquisa são de caráter preventivo e de baixo impacto, visto o seu melhor custo/benefício em relação às medidas de controle, bem com a redução dos impactos causados no meio para sua implantação. Os usos destas medidas atendem a afirmação feita por Findlay & Taylor (2006) de que tão importante quanto à **conservação** de áreas completamente livres de contaminação ou próximo disto é a **revitalização** das áreas degradadas, buscando a estabilização dos impactos.

Desta forma os requisitos necessários para a implantação de tais medidas de revitalização podem ser considerados para todo o curso d'água, pois dizem respeito às questões políticas, sociais e institucionais. Se a proposta apresentasse a implantação de medidas de controle ou estruturais seria viável discutir os requisitos para cada situação em particular, pois envolveria questões, tais como, custo de implantação elevado, fontes de financiamento, avaliação de impactos ambientais gerados pela implantação da medida sobre a bacia hidrográfica, entre outros.

Entre os requisitos indispensáveis para o sucesso da aplicação das medidas propostas estão:

Educação Ambiental – Desempenha o papel de desenvolvimento de uma cultura de preservação do meio ambiente e conscientização dos moradores sobre a importância do rio para sua qualidade de vida. Os programas de educação precisam ser implantados em associações comunitárias, escolas e nos próprios órgãos públicos, pois como relatam Saunders & Rezende (2003) para que a revitalização dos cursos d'água traga melhorias para a população e para o ambiente, é necessária a cooperação de vários atores da sociedade.

Envolvimento do poder público municipal, estadual e federal – Necessita-se de parceria fortalecida entre a comunidade e o poder público nas questões relacionadas à preservação do meio ambiente. Além disso, de acordo com Tucci (2005) é de extrema relevância que os órgãos públicos busquem soluções de forma a integrar a drenagem urbana, os resíduos sólidos e o esgotamento sanitário, pois todos estes fatores estão relacionados com a questão das águas no meio urbano.

Fiscalização – Como foi descrito no referencial teórico desta pesquisa, existe uma variedade de instrumentos legais, tanto na esfera municipal, como na estadual e federal, que dispõe sobre a preservação do meio ambiente, da qualidade da água e do uso do solo. No entanto, por falta de fiscalização e punição dos infratores do meio ambiente, muitas vezes estas leis não são cumpridas.

6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa obteve como produto principal a caracterização da degradação ambiental do rio Córrego. A metodologia utilizada é composta pela Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) e pelo Quadro de Avaliação da Degradação e seu uso demonstrou ser um eficiente instrumento para caracterizar a degradação dos rios no meio urbano. Para alcançar resultados mais precisos, recomenda-se que seu preenchimento se realize por intermédio de estudo minucioso e detalhado das ferramentas disponíveis (mapas topográficos, fotografias aéreas, registros em jornais), bem como a cautela na obtenção dos dados na visita a campo.

O Quadro de Degradação Ambiental se apresentou como uma importante ferramenta para a identificação de medidas de revitalização plausíveis para o curso d'água estudado. Da sua análise identifica-se qual é a forma de degradação mais expressiva e em que trecho e margem do curso d'água ela se localiza. Deste modo é possível reconhecer o grau e natureza da medida de intervenção a ser adotada, isto é, se será de prevenção, conservação, manutenção, mitigação ou recuperação.

A aplicação da metodologia ao estudo de caso apresentou as seguintes conclusões:

- Os resultados obtidos quanto à situação de degradação ambiental do rio Córrego Grande apresentaram algumas fragilidades. Pois, devido à falta de acesso a toda extensão do curso d'água os valores dos fatores de degradação observados, como por exemplo, lançamento de efluentes, presença de erosão, obstruções ao escoamento e assoreamento não puderam ser integralmente identificados.
- Decorrente da aplicação do método ao estudo, juntamente com bibliografia estudada, entende-se que o ecossistema dos cursos d'água é um ambiente de diversidade e complexidade. Assim, concluiu-se que para avaliá-lo quanto à sua integridade física, é necessário também uma equipe “complexa”, isto é, interdisciplinar. Desta maneira, tanto para o preenchimento da Ficha de Caracterização da Degradação ambiental quanto para a determinação da pontuação utilizada no Quadro de Avaliação da

Degradação recomenda-se a consulta a profissionais, tais como, biólogos, geólogos, geógrafos, engenheiro civil, engenheiro sanitário, engenheiro ambiental, administradores públicos.

- As áreas de maior incidência de ocupação urbana na zona de proteção legal do curso d'água foram às mesmas que apresentaram maiores índices de resíduos sólidos nas margens e leito, lançamento de efluentes e degradação da mata ciliar. Esta situação afirma o conflito existente entre o uso do solo na zona de proteção legal do curso d'água e a degradação ambiental sobre o mesmo.

A escolha por medidas preventivas em detrimento às corretivas se justifica pela necessidade de preservar as áreas que ainda não foram degradadas, e também causar menor impacto no meio ambiente e redução dos custos de implantação. Assim, com a avaliação da intensidade de degradação de cada um dos sete parâmetros apresentados no Quadro de Avaliação da Degradação indica-se para rio Córrego Grande, as seguintes medidas de revitalização:

- A recuperação da vegetação ciliar por meio do replantio de espécies nativas (Floresta Ombrófila Densa);
- Implantação de parques públicos visando o convívio social e o lazer em trechos de fácil acesso do curso d'água e que tenham demanda para utilização deste equipamento não o deixando cair no esquecimento;
- Substituição de muros de concreto, alvenaria e pedra que se encontram em cima da margem do rio, por cercas de tela, grade ou muros vazados, possibilitando a recuperação da fauna e da flora por meio das inter-relações entre o rio e seu entorno;
- Remoção de conexões clandestinas de efluentes domésticos, bem como a utilização de traçadores para a determinação de sua origem e natureza;
- Implantação de programas de educação ambiental junto às escolas, bem como às associações de moradores AMOJER e AMJA.

Como já foi proposto na discussão dos resultados, o sucesso da implantação das medidas de revitalização propostas depende dos seguintes requisitos: educação ambiental; envolvimento da comunidade local e do poder público municipal, estadual e federal; fiscalização quanto à aplicação das legislações referentes à proteção dos recursos naturais, uso do solo e recursos hídricos, entre outros.

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam ser utilizados inicialmente como subsídios de análise para projetos de revitalização a serem possivelmente implantados no rio Córrego Grande, pois, acredita-se que seja possível manter a faixa de preservação permanente indicada pelo Código Florestal, utilizando-a de maneira compatível com as necessidades urbanas, sem deixar que o rio perca sua essência enquanto parte da paisagem. Para isso, torna-se imprescindível que a gestão das águas urbanas se realize de maneira sustentável, tendo como base os fundamentos de conservação, preservação e recuperação apresentadas nesta pesquisa.

7. RECOMENDAÇÕES

Visando a melhoria dos resultados, bem como complementar esta pesquisa, recomenda-se para trabalhos futuros:

- A “remoção da vegetação” foi utilizada como indicador somente no sentido de qualificar o problema. Deste modo, seria aconselhável em trabalho futuro, estabelecer o preenchimento da quantidade e dimensão a superfície afetada.
- No preenchimento do item 1.2 FCDA sobre as características da vegetação incidente, sentiu-se a falta de um profissional da área para o reconhecimento das espécies;
- O item 7 da FCDA referente à poluição do leito do curso d’água relaciona somente a incidência e a natureza do efluente ou resíduo sólido. Recomenda-se a inserção de itens a respeito da qualidade da água no trecho analisado;
- Foram encontradas limitações quanto à pontuação utilizada no preenchimento do Quadro de Avaliação da Degradação o que resultou em uma pontuação baseada na percepção do observador. Desta forma, sugere-se a utilização de metodologias de determinação de indicadores juntamente com consultoria a profissionais especializados buscando pontuar os parâmetros de avaliação de forma quantitativa.
- Ponderar os parâmetros de degradação utilizados no Quadro de Avaliação da Degradação, pois cada um deles apresenta um peso diferente no que se refere à agressividade causada no meio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINDER, Walter. **Rios e Córregos – Preservar - Conservar – Renaturalizar. A Recuperação dos Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental.** Projeto PLANÁGUA. Rio de Janeiro: 1998.

BENIGNO, Edson. SAUNDERS, Cláudio. WASSERMAN, Julio C. **Estudo dos Efeitos da Revitalização no Regime Hídrico do Baixo Curso do Rio São João.** Departamento de Análise Geoambiental e PGCA – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007. <<http://www.uff.br/remadsuff/BibVirtual/Sao%20Joao%202002.pdf>>. Acesso em 11 de novembro de 2007.

BOHEMEN, Hein v. **Infrastructure, ecology and art.** Landscape and Urban Planning. n.59,p. 187-201, January, 2002.

BRASIL. Decreto Federal n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Institui o Código de águas.

BRASIL. Lei n. 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 4 de 18 de setembro de 1985.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 302 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do seu entorno.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente –APP.

BRASIL. Lei n.10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana dá outras providências.

CADERNOS MANUELZÃO. v.1, jun.2006. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2006.

CAMBRIDGESHIRE COUNTY COUNCIL. **Cambridgeshire Landscape Guidelines**. Disponível em: <<http://www.cambridgeshire.gov.uk/NR/rdonlyres/8BDAF28F-D980-409C-AF4E-DDA9C3B47631/0/cambsl3rivers.pdf>>, 2008.

CARUSO Jr Francisco. Mapa geológico da ilha de Santa Catarina - Escala 1: 100.000. Texto explicativo e mapa. Notas Técnicas, 6: 1-28, 1993.

CECÍLIO, Roberto A.; REIS, Edvaldo F. Manejo de Bacias Hidrográficas. Apostila Didática ERU-03977. Alegre: UFES, 2006.

CLEWELL, Andre; RIEGER John; MUNRO, John. **Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects**. A Society for Ecological Restoration Publication, June 24, 2000.

CLEWELL, André; ARONSON, James; WINTERHALDER, Keith. **The SER Primer on Ecological Restoration**. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group, April, 2002.

COSTA, Helder. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral**. SEMAD, PROJETO PLANÁGUA. Rio de Janeiro, 2001.

CUNHA. Sandra B. GUERRA, Antônio J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 294p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices**. Washington, 1999.

FERNANDES, Carlos. **Microdrenagem – um estudo inicial**. Campina Grande: DEC/CCT/UFPB, 2002. Disponível em: <www.dec.ufcg.edu.br/saneamento>. Acesso em: 3 abril 2007.

FINDLAY, Sophia J.; TAYLOR, Mark P. **Why rehabilitate urban river systems?**. Department of Physical Geography, Mcquarie University, NSW 2109, Australian, 2006.

FLORIANÓPOLIS. Lei n.001/97 de 18 de fevereiro de 2007. Dispões sobre o zoneamento, o uso e ocupação do solo no distrito sede de Florianópolis e dá outras providências.

HANAZAKI, **Natalia. Ecologia e Sistemas**. Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas. Florianópolis: UFSC/ENS, 2006.

IPIUF. **Atlas do município de Florianópolis**. Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis, 2004.

KAGEYAMA, Paulo Y. **Restauração da Mata Ciliar – Manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias**. Projeto PLANÁGUA. Rio de Janeiro: Semads, 2002.

LAND-OF-SKY REGIONAL COUNCIL - (LOSRC). **Stormwater Management in NC: A Guide For Local Officials**. Asheville, 1994.

LEZY-BRUNO, Louise; OLIVEIRA, Yara. **A experiência francesa em gestão de águas: práticas voltadas para a valorização dos recursos hídricos e da paisagem**. APP URBANA – SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O TRATAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO PARCELAMENTO DO SOLO. São Paulo, 2007.

LIMA, Walter P. **Aspectos hidrológicos da recuperação de zonas ripárias degradadas**. V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SOBRADE. Belo Horizonte, 2002.

LLOYD, Sara D. **Water Sensitive Urban Desing in the Australian Context**. SYNTHESIS FOR A CONFERENCE. Melbourne, Australian, 2001. (Technical Report 01/7).

MARTINS, Sérgio R. **Desenvolvimento Sustentável: desenvolvendo a sustentabilidade**. Texto base para os Núcleos de Educação Ambiental da Agenda 21 de Pelotas. Pelotas: PPGEA/UFPel, 2004.

MOND, Hermann A. B. O Bairro Córrego Grande: Uma a análise espacial e o processo do Plano Diretor Participativo de Florianópolis. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Geografia, Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie; BAPTISTA, Márcio. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2005.

NASCIMENTO, Nilo O.; HELLER, Léo. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e o saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p.36-48, janeiro/março, 2005.

NEA (NÚCLEO DE ETUDOS DA ÁGUA). Pesquisas realizadas pelo LABDREN (Laboratório de Drenagem) ENS/CTC/UFSC, desde 1996 a 2002, na área de hidrologia urbana. Equipe coordenada Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo, formada por Graduandos do CTC, Prof. Visitante, Mestrando. CD-ROM . V. 1. Florianópolis, SC, 2002.

NETTO, Oscar M. C.; TUCCI, Carlos E.M.; SADALLA, Domingos. **A Questão da Drenagem Urbana no Brasil: Elementos para Formulação de uma Política Nacional de Drenagem Urbana**. Programa de Modernização do Setor do Saneamento. MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2003.

ORTH, Dora. Curso de Gestão Urbana. Apostila Didática. Florianópolis: ECV/UFSC, 2006.

PERES, R. B.; MENDIONDO, E. M. **Desenvolvimento de Cenários de Recuperação como Instrumento ao Planejamento Ambiental e Urbano - Bases conceituais e Experiências Práticas** In. SEMINÁRIO NEUR/CEAM, 2004, Brasília, DF A questão Ambiental e Urbana: Experiências e Perspectivas, Brasília NEUR/CEAM, UnB, 2004.

PHILIPPI, Arlindo J. MAGLIO, Ivan C. COIMBRA, José A. A. FRANCO, Roberto M. **Municípios e Meio Ambiente – Perspectivas para a Municipalização da Gestão Ambiental no Brasil**. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.

POMPÊO, César A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos/ ABRH**, Porto Alegre, v.5, n.1, p. 15-23, 2000.

PROJETO MANUELZÃO. Suplemento Informativo sobre Meta 2010. Belo Horizonte: UFMG, 2006. Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br/folder_atuacao/folder_meta>.

RUPPENTHAL, Eduardo L.; NIN, Cecília S. RODRIGUES, Gilberto G. A Mata Ciliar/Cursos d'água é um Ecossistema Único?. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v.5, p. 525-527, julho, 2007.

SANCHES, Patrícia M. **O papel dos rios na cidade contemporânea: dimensão social e ecológica**. APP URBANA – SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O TRATAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO PARCELAMENTO DO SOLO. São Paulo, 2007.

SANEPAR. **Água, direito humano e bem público**. Diretoria do Meio Ambiente e Ação Social. Unidade de Serviço e Educação Sócio-Ambiental. Curitiba, 2004.

SANTA CATARINA. Decreto n. 14.250 de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental.

SANTOS, Humberto. **Suplemento Informativo Sobre a Meta 2010**. Projeto Manuelzão. UFMG. Belo Horizonte, 2006. <http://.manuelzao.ufmg.br/folder_atuacao/folder_meta> Acesso em 3 de outubro de 2007.

SANTOS, Rozely F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

SAUNDERS, Cláudio A. B. REZENDE, Vera L. F. M. **Diretrizes para a revitalização do rio Aldeia Velha, no município de Silva Jardim – RJ**. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/167-H03.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2007.

SCHWARZBOLD, Albano. O que é um rio?. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, RS, n.21, Gestão das Águas, 57-68, julho/dezembro, 2000.

SELLES, Ignez M. **Revitalização de Rios – Orientação Técnica**. Projeto PLANÁGUA. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

SERVILHA, Elson R.; RUTKOWSKI, Emilia W.; DAMANTOVA, Graziella C.; FREIRIA, Rafael C. **Conflitos na proteção legal das Áreas de Preservação Permanentes Urbanas**. I SEMINÁRIO DO LABORATÓRIO FLUXOS. Campinas: FEC – Unicamp, 2006.

SOUZA, Vladimir C.B. **Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle da geração do escoamento superficial**. Tese (Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TUCCI, Carlos E. M. **Água Doce**. Rio Grande do Sul: IPH/UFRGS, 1997.

TUCCI, Carlos E. M. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Saneamento para todos**. Brasília: Ministério das cidades, 2005.

TUCCI, Carlos E. M.; MONTENEGRO, Marcos H. **SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Gestão do Território e Manejo Integrado das Águas Urbanas.** Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

TÜRCK, Carlos A. J.; GRASSO, Mirella G. **Drenagem Urbana – Menos alagamentos, mais qualidade de vida.** NÚCLEO DE DRENAGEM URBANA ASSAMAE. Porto Alegre, 1998.

VIEIRA, Sálvio J. **Transdisciplinaridade aplicada à Gestão Ambiental de Unidade de Conservação. Estudo de Caso: Manguezal do Itacorubi, Florianópolis/SC. Sul do Brasil.** Tese, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1995.

YIN, Robert K. **Case Study Research - Design and Methods.** Sage Publications Inc., USA, 1989.