

**AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE CURSOS D'ÁGUA:
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO WUNDERWALD, POMERODE/SC**

Mayra Trierveiler

Orientador: Prof. Dr. César Augusto Pompêo

2014/1



**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE CURSOS D'ÁGUA:
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO WUNDERWALD,
POMERODE/SC**

Mayra Trierveiler

**Trabalho apresentado à Universidade Federal
de Santa Catarina para Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental.**

**Orientador
Professor Doutor César Augusto Pompêo**

**FLORIANÓPOLIS- SC
JULHO/2014**

Trierveiler, Mayra

Avaliação da integridade de cursos d'água: Bacia
Hidrográfica do Ribeirão Wunderwald, Pomerode/SC.

Mayra Trierveiler – Florianópolis, 2014

174f

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Título em inglês: Integrity assessment of watercourses: Wa-
tershed of the Ribeirão Wunderwal, Pomerode/SC.

1. Urbanização. 2. Degradação de cursos d'água. 3. Protocolo
de Avaliação Rápida. 4. Revitalização de rios urbanos.

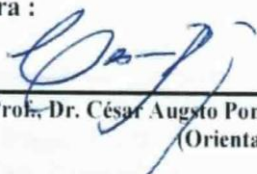
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE CURSOS D'ÁGUA:
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO WUNDERWALD,
POMERODE/SC

MAYRA TRIERVEILER

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para Conclusão do
Curso em Graduação em Engenharia Sanitária
e Ambiental – TCC II

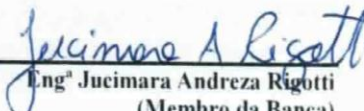
Banca Examinadora :



Prof.º, Dr. César Augusto Pompêo
(Orientador)



Prof.ª, Dr.ª Nádia Bernardi Bonumá
(Membro da Banca)



Eng.ª Jucimara Andreza Rigotti
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS - SC
JULHO/2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, pelo incentivo, apoio e amor em todas as fases da minha vida. Por todos os conselhos, ensinamentos e valores. Agradeço, em especial ao meu pai, que participou de todas as saídas de campo e entrevistas deste trabalho, permitindo e contribuindo para a sua realização.

Ao meu orientador, professor César Augusto Pompêo, pela sua dedicação, paciência e incentivo. Agradeço todos os conhecimentos compartilhados, a atenção e orientação durante este trabalho.

Aos amigos de faculdade, pela companhia nas inúmeras horas de estudo madrugada adentro, pelo companheirismo e amizade.

Ao Eng^o Florestal Adilson Luiz Nicoletti, pela disponibilidade, auxílio e paciência em sanar todas as minhas dúvidas e questionamentos quanto à utilização das ferramentas do *software* ArcGIS.

À Prefeitura Municipal e à Defesa Civil do município de Pomerode, que forneceram informações e materiais essenciais para a elaboração deste trabalho.

E a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha formação e desta conquista.

RESUMO

Os cursos d'água são submetidos a intensos impactos ambientais devido às ações antrópicas durante o processo de urbanização. Eles se encontram fortemente degradados, tendo sido modelados de acordo com o interesse econômico e político das áreas urbanas. Para reverter essa situação, há uma crescente necessidade de soluções alternativas para o restabelecimento das funções ecológicas, hidrológicas e sociais dos cursos d'água, reintegrando-os à paisagem urbana. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a integridade do Ribeirão Wunderwald, localizado no município de Pomerode/SC, por meio de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), visando à proposição de medidas de revitalização diretamente sobre o curso d'água e, de forma distribuída, na bacia hidrográfica. A bacia do Ribeirão Wunderwald está em processo de urbanização, apresentando diferentes formas de ocupação. Cerca de 60 % do Ribeirão Wunderwald está inserido no perímetro urbano, na área de jusante. A aplicação do PAR é baseada em observação, coleta e análise de parâmetros que exprimem a integridade do curso d'água. Para a sua aplicação, o ribeirão em estudo foi dividido em 17 trechos com características similares. Com o resultado do protocolo, foram propostas medidas de revitalização, baseadas em quatro tipos de casos de potencial de recuperação. A metodologia apresentou resultados coerentes com a realidade da condição de degradação do ribeirão verificada nas visitas em campo. A integridade do curso d'água na área urbana já consolidada é menor em relação à área em processo de urbanização e à área rural. Os índices de integridade variaram de 51 % a 98 %, enquadrando os trechos nos casos de recuperação 1 e 2. Com o estudo, espera-se contribuir com o fornecimento de subsídio técnico aos gestores municipais quanto à criação de projetos de recuperação dos rios da cidade, e, ainda, de forma mais ampla, de políticas públicas e a inclusão de novas exigências relacionadas à drenagem urbana na elaboração do Plano Diretor.

Palavras-chave: urbanização; degradação de cursos d'água; protocolo de avaliação rápida; revitalização de rios urbanos.

ABSTRACT

Watercourses have been subjected to intense environmental impacts due to human activities during the process of urbanization. They have been heavily degraded, having been modeled according to the economic and political interest in urban areas. To revert this situation, there is a growing need for alternative solutions for restoring the ecological, hydrological and social functions of watercourses, reintegrating them into the urban landscape. In this context, the present assignment aims to analyse the integrity of Ribeirão Wunderwald, located in the municipality of Pomerode/SC, through a Rapid Assessment Protocol (RAP) in order to propose measures to revitalize directly the water way and in the watershed as well. The Ribeirão Wunderwald watershed is under urbanization process, presenting different forms of occupation. About 60% of Ribeirão Wunderwald is inserted in urban areas, upon downstream areas. The application of RAP is based on observation, collection and analysis of parameters that express the integrity of the watercourse. For its implementation, the stream under study was divided into 17 sections with similar characteristics. With the outcome protocol, revitalization measures were proposed, based on four types of cases of potential recovery. The methodology presented consistent results with the reality of the condition of the stream degradation, verified in field visits. The integrity of the watercourse, in the already consolidated urban area is smaller, concerning the urbanization process and rural area. The integrity indices ranged from 51% to 98%, framing the spaces of recovery in cases 1 and 2. With the study it is expected to contribute to provide technical subsidy to municipal managers to establish projects to restore the rivers of city, and also more broadly, public policies and the inclusion of new requirements related to urban drainage in developing the Master Plan.

Keywords: urbanization; watercourses degradation; rapid assessment protocol; urban stream restoration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho esquemático das trocas multidirecionais presentes no ecossistema fluvial.	8
Figura 2: Impactos da urbanização.....	12
Figura 3: Analogia entre as variáveis para diagnosticar a saúde humana e a integridade ambiental de um rio	16
Figura 4: Características do balanço hídrico numa bacia urbana.	17
Figura 5: Diagrama esquemático mostrando a diferença entre restauração, reabilitação e remediação.	21
Figura 6: Fluxograma da metodologia.	25
Figura 7: Localização da Bacia do Rio do Teste.....	26
Figura 8: Bacia do Rio do Teste.....	27
Figura 9: Sub-bacias e afluentes do Rio do Teste.	30
Figura 10: Mapa da colonização.....	53
Figura 11: Evolução do espaço urbano.....	54
Figura 12: Perímetro urbano de Pomerode.....	54
Figura 13: Mapa de macrozoneamento de Pomerode.....	56
Figura 14: Bacia do Ribeirão Wunderwald.	62
Figura 15: Perfil de declividade do Ribeirão Wunderwald.	62
Figura 16: Hidrografia da bacia do Ribeirão Wunderwald.	63
Figura 17: Macrozoneamento da Bacia do Ribeirão Wunderwald.....	65
Figura 18: Divisão dos trechos do Ribeirão Wunderwald.....	66
Figura 19: Perfil do Ribeirão Wunderwald com a divisão dos trechos.	67
Figura 20: Trecho 1	71
Figura 21: Proximidade da via pública ao leito do ribeirão.....	72
Figura 22: Presença de ponte.....	72
Figura 23: Vegetação nativa nas proximidades da foz.	72
Figura 24: Ausência de vegetação ciliar.....	72
Figura 25: Ausência de vegetação ciliar e presença de moradia próxima à margem.	72
Figura 26: Ausência de vegetação ciliar.....	72
Figura 27: Presença de sedimentos obstruindo o fluxo.	73
Figura 28: Presença de excesso de sedimentos na margem.....	73
Figura 29: Presença de entulhos na margem.	73
Figura 30: Retirada de água por bombeamento.....	73
Figura 31: Trecho 2.	75
Figura 32: Presença de vegetação nativa.....	76
Figura 33: Presença de mata ciliar nas margens e acúmulo de sedimentos no leito.....	76
Figura 34: Presença de acúmulo de sedimentos no leito.	76

Figura 35: Erosão na margem.	76
Figura 36: Erosão na margem.	76
Figura 37: Presença de residência próxima ao leito.	76
Figura 38: Trecho 3.....	78
Figura 39: Vegetação ciliar (margem esquerda) e revestimento de concreto (margem direita).....	79
Figura 40: Presença de moradia na margem direita.	79
Figura 41: Erosão na margem e acúmulo de sedimentos na margem. ...	79
Figura 42: Acúmulo de sedimentos.....	79
Figura 43: Trecho 4.....	81
Figura 44: Presença de vegetação ciliar na parte inicial do trecho.....	82
Figura 45: Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante nas margens).....	82
Figura 46: Acúmulo de sedimentos no fundo do leito.	82
Figura 47: Presença de sedimentos no leito.	82
Figura 48: Verificação do leito assoreado ($\pm 1,5\text{m}$ de sedimentos no fundo).....	82
Figura 49: Lançamento de esgoto na tubulação de água pluvial.....	82
Figura 50: Lançamento de esgoto na tubulação de água pluvial.....	83
Figura 51: Ponto de lançamento de efluentes.....	83
Figura 52: Trecho 5.....	85
Figura 53: Ausência de vegetação ciliar e presença de sedimentos na margem.	86
Figura 54: Presença de capim-elefante nas margens e eucaliptos na margem direita.	86
Figura 55: Acúmulo de sedimento no fundo do leito e ausência de vegetação ciliar.	86
Figura 56: Presença de travessia.	86
Figura 57: Trecho 6.....	88
Figura 58: Presença de capim-elefante nas margens.....	89
Figura 59: Presença de capim-elefante nas margens.....	89
Figura 60: Residências nas proximidades do leito e margem retificada.	89
Figura 61: Acúmulo de sedimentos nas margens.....	89
Figura 62: Acúmulo de sedimentos nas margens.....	89
Figura 63: Acúmulo de sedimentos no meio do leito.....	89
Figura 64: Ponto de erosão na margem com acúmulo de sedimentos no leito.	90
Figura 65: Ponto de erosão na margem e acúmulo de sedimentos na margem.	90
Figura 66: Erosão na margem.	90

Figura 67: Utilização de pedregulhos para contenção da margem.	90
Figura 68: Lançamento de efluentes.....	90
Figura 69: Lançamento de efluente em conjunto com a tubulação de águas pluviais.	90
Figura 70: Plantações nas proximidades da margem.....	91
Figura 71: Presença de travessia.....	91
Figura 72: Trecho 7.	93
Figura 73: Ausência de vegetação ciliar e presença de residências na margem.....	94
Figura 74: Erosão na margem.....	94
Figura 75: Acúmulo de sedimentos na margem.	94
Figura 76: Ponto de lançamento de esgoto.....	94
Figura 77: Trecho 8.	96
Figura 78: Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante). 97	
Figura 79: Retirada do capim da margem e evidência de retificação da margem.....	97
Figura 80: Ausência de vegetação ciliar.....	97
Figura 81: Erosão na margem.....	97
Figura 82: Erosão na margem.....	97
Figura 83: Acúmulo de sedimentos na margem.	97
Figura 84: Trecho 9.	99
Figura 85: Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante)100	
Figura 86: Presença de mata nativa mais afastada do leito e capim-elefante nas margens próximas.....	100
Figura 87: Trecho com presença de mata nativa na margem esquerda.	100
Figura 88: Erosão na margem.....	100
Figura 89: Erosão na margem.....	100
Figura 90: Acúmulo de sedimentos na margem.	100
Figura 91: Obstrução do leito por acúmulo de sedimentos.	101
Figura 92: Ponte estrangulando a seção transversal do ribeirão.....	101
Figura 93: Trecho 10.	103
Figura 94: Ausência de vegetação ciliar e presença de residência próxima do leito.....	104
Figura 95: Pedras contendo a margem sem vegetação e acúmulo de sedimentos.	104
Figura 96: Contenção da margem por pedras.....	104
Figura 97: Erosão na margem.....	104
Figura 98: Presença de capim-elefante nas margens.	104
Figura 99: Leito pedregoso, próximo à via pública.	104
Figura 100: Acúmulo de sedimentos na margem.	105

Figura 101: Trecho com vegetação natural nas margens.	105
Figura 102: Represa construída no leito.....	105
Figura 103: Retirada de água por bombeamento.	105
Figura 104: Residência próxima do leito, ausência de vegetação	105
Figura 105: Residência próxima do leito, capim-elefante na margem.	105
Figura 106: Trecho 11.....	107
Figura 107: Ausência de vegetação ciliar.	108
Figura 108: Acúmulo de sedimentos no leito e erosão na margem.....	108
Figura 109: Erosão na margem.	108
Figura 110: Acúmulo de sedimentos no leito e na margem.	108
Figura 111: Erosão na margem	108
Figura 112: Acúmulo de sedimentos na margem.....	108
Figura 113: Trecho preservado, com vegetação nativa.....	109
Figura 114: Pastagens.	109
Figura 115: Presença de gado.	109
Figura 116: Retirada de água por bombeamento.	109
Figura 117: Trecho 12.....	111
Figura 118: Ausência de vegetação ciliar, presença de gado na margem e de residência próxima do leito.	112
Figura 119: Ausência de vegetação ciliar, presença de residência próxima do leito.	112
Figura 120: Ausência de vegetação ciliar, presença de residência próxima do leito.	112
Figura 121: Travessia por meio de tubulação.	112
Figura 122: Trecho 13.....	114
Figura 123: Característica da vegetação presente no trecho.	115
Figura 124: Leito natural com presença de vegetação ciliar.	115
Figura 125: Remoção da vegetação na margem esquerda para abertura da estrada.	115
Figura 126: Pouca vegetação na margem esquerda devido à proximidade da estrada.	115
Figura 127: Ponto de erosão na margem.....	115
Figura 128: Contenção da margem.	115
Figura 129: Trecho 14.....	117
Figura 130: Ausência de vegetação nas margens.....	118
Figura 131: Predomínio de pastagem, margens degradadas pelo pisoteamento de gado.....	118
Figura 132: Seção transversal modificada.	118
Figura 133: Proximidade da via pública e do leito.....	118
Figura 134: Presença de residências próximas ao leito.....	118
Figura 135: Travessia por meio de tubulação.	118

Figura 136: Trecho 15.	120
Figura 137: Característica da vegetação presente nas margens.	121
Figura 138: Canalização do leito para abertura de estrada.	121
Figura 139: Vista da estrada aberta onde um trecho do leito foi canalizado.	121
Figura 140: Presença de pastagens na parte final do trecho.	121
Figura 141: Presença de gado na parte final do trecho.	121
Figura 142: Travessia por meio de tubulação no ponto final do trecho.	121
Figura 143: Trecho 16.	123
Figura 144: Ausência de vegetação ciliar.	124
Figura 145: Erosão na margem.	124
Figura 146: Lago formado pelo desvio de água do ribeirão.	124
Figura 147: Lago por onde passa o ribeirão.	124
Figura 148: Presença de vegetação no trecho final.	124
Figura 149: Canalização do ribeirão sob a estrada.	124
Figura 150: Trecho 17.	126
Figura 151: Pastagens com a presença de gado.	127
Figura 152: Residência rural.	127
Figura 153: Presença de lago logo após a nascente.	127
Figura 154: Presença de mata no entorno da nascente.	127
Figura 155: Resultados do Índice de Integridade para cada trecho do Ribeirão Wunderwald.	130
Figura 156: Casos de revitalização – Margem direita.	132
Figura 157: Casos de revitalização – Margem esquerda.	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de Preservação Permanente (APP) em cursos d'água.	10
Tabela 2 – Sub-bacias de Pomerode.....	29
Tabela 3 – Peso dos Indicadores e Parâmetros.....	45
Tabela 4 – Intervalo de integridade do trecho para cada caso.....	50
Tabela 5 – Macrozoneamento da Bacia do Ribeirão Wunderwald	64
Tabela 6 – Resultados do Índice de Degradação, Índice de Integridade e determinação do Caso de Revitalização para cada trecho.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores e parâmetros de degradação.	34
Quadro 2 – Grau de intensidade dos impactos avaliados.	36
Quadro 3 – Medidas de revitalização.	46
Quadro 4 – Medidas de revitalização para cada caso.	50
Quadro 5 – Entrevistas com moradores da Bacia do Ribeirão Wunderwald.	58
Quadro 6 – Características dos trechos preliminares.	68
Quadro 7 – Resultados do Trecho 1.	74
Quadro 8 – Resultados do Trecho 2.	77
Quadro 9 – Resultados do Trecho 3.	80
Quadro 10 – Resultados do Trecho 4.	84
Quadro 11 – Resultados do Trecho 5.	87
Quadro 12 – Resultados do Trecho 6.	92
Quadro 13 – Resultados do Trecho 7.	95
Quadro 14 – Resultados do Trecho 8.	98
Quadro 15 – Resultados do Trecho 9.	102
Quadro 16 – Resultados do Trecho 10.	106
Quadro 17 – Resultados do Trecho 11.	110
Quadro 18 – Resultados do Trecho 12.	113
Quadro 19 – Resultados do Trecho 13.	116
Quadro 20 – Resultados do Trecho 14.	119
Quadro 21 – Resultados do Trecho 15.	122
Quadro 22 – Resultados do Trecho 16.	125
Quadro 23 – Resultados do Trecho 17.	128
Quadro 24 – Principais medidas de revitalização.	135

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. JUSTIFICATIVA	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1. COMPONENTES DE UM SISTEMA FLUVIAL	7
4.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	9
4.3. A URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA DEGRADAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA.....	10
4.3.1. Retificação da seção transversal, corte de meandros e canalizações.....	13
4.3.2. Remoção ou substituição da mata ciliar	13
4.3.3. Erosão e assoreamento	14
4.3.4. Poluição dos cursos d'água	15
4.4. INTEGRIDADE FÍSICA DE UM CURSO D'ÁGUA	15
4.5. PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA.....	19
4.6. REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS	20
5. METODOLOGIA	23
5.1. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	25
5.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	31
5.3. OBTENÇÃO E PREPARAÇÃO DOS DADOS	31
5.3.1. Divisão preliminar dos trechos dos cursos d'água....	32
5.3.2. Visitas in loco para reconhecimento do local de estudo	32
5.4. APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR)	33
5.5. OBTENÇÃO DO NÍVEL DE INTEGRIDADE DE CADA TRECHO DO CURSO D'ÁGUA	43
5.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE REVITALIZAÇÃO	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6.1. HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO	52
6.2. LEVANTAMENTO DE INTERVENÇÕES NO RIBEIRÃO WUNDERWALD	57

6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA DO RIBEIRÃO WUNDERWALD.....	61
6.4. DELIMITAÇÃO DOS TRECHOS DO RIBEIRÃO WUNDERWALD..	66
6.5. CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO RIBEIRÃO WUNDERWALD.....	70
6.5.1. Considerações iniciais para avaliação	70
6.5.2. Trecho 1	71
6.5.3. Trecho 2	75
6.5.4. Trecho 3	78
6.5.5. Trecho 4	81
6.5.6. Trecho 5	85
6.5.7. Trecho 6	88
6.5.8. Trecho 7	93
6.5.9. Trecho 8	96
6.5.10. Trecho 9	99
6.5.11. Trecho 10	103
6.5.12. Trecho 11	107
6.5.13. Trecho 12	111
6.5.14. Trecho 13	114
6.5.15. Trecho 14	117
6.5.16. Trecho 15	120
6.5.17. Trecho 16	123
6.5.18. Trecho 17	126
6.5.19. Resumo dos resultados da caracterização da degradação e aspectos da bacia.....	129
6.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE REVITALIZAÇÃO.....	131
6.7. MELHORIAS E ADAPTAÇÕES NOS INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SEUS PARÂMETROS	137
7. CONCLUSÕES.....	139
7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
7.2. RECOMENDAÇÕES	141
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização gera grandes alterações na paisagem, modificando o ciclo hidrológico e trazendo diversos impactos significativos, principalmente quando há falta de planejamento. Estes impactos relacionados à água no meio urbano são, principalmente, a contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos por efluentes domésticos, industriais e pluviais e por resíduos sólidos; inundações nas áreas urbanas; ocupação de áreas ribeirinhas com risco de inundações e de morros urbanos sujeitos a deslizamento após período chuvoso (TUCCI *et al.*, 2003a).

De tal modo, os cursos d'água foram submetidos a intensos impactos ambientais devido às ações antrópicas durante o processo de urbanização. Eles se encontram fortemente degradados, tendo sido modelados de acordo com o interesse econômico e político das áreas urbanas.

Os cursos d'água são cada vez menos presentes na paisagem urbana, tendo sofrido fortes modificações na sua estrutura física natural, por ações de remoção da vegetação ciliar, retificações, tamponamentos e canalizações, além da ocupação de áreas de inundação natural e lançamento de efluentes, contribuindo para a deterioração da qualidade das águas fluviais e para a ampliação dos problemas de inundações urbanas (POMPÊO; RIGOTTI; FREITAS FILHO, 2011).

A bacia hidrográfica se apresenta como a unidade mais adequada para avaliação dos impactos causados pela ocupação e uso do solo e pelas ações antrópicas. Ela faz a integração entre os cursos d'água e o ciclo hidrológico, permitindo compreender os ecossistemas fluviais. Visto que os cursos d'água são o resultado dos processos de ocupação que ocorrem em uma bacia hidrográfica e com base no estado atual de degradação dos mesmos, faz-se necessária a adoção de medidas de revitalização.

As medidas de revitalização buscam reintegrar os rios à paisagem urbana, recuperando as suas funções ecológicas, sociais e hidrológicas. Para isso, deve ser realizado um diagnóstico da atual situação do curso d'água.

Muitos estudos e metodologias foram desenvolvidos para avaliar a condição dos rios, com o intuito de propor soluções para o restabelecimento de suas funções. Rosgen (1994) procura apresentar uma ferramenta para representação do estado de um curso d'água por meio de um sistema de medição no qual os tipos de fluxo descrevem o arranjo morfológico das características dos cursos d'água. Brierley & Fryirs (2000)

empregam o conceito de estilos de rios para analisar a condição do rio em uma bacia inteira, visando o estabelecimento da base biofísica para priorizar as estratégias de gestão do rio. Kondolf *et al* (2003) destacam a utilidade de métodos de classificação que, embora não substituam o conhecimento específico de uma situação particular, podem ajudar para uma avaliação global.

Findlay & Taylor (2005) sugerem um protocolo rápido para avaliar a condição de um curso d'água, a fim de fornecer elementos para o estabelecimento de prioridades de investimento. Findlay *et al* (2011) reconhecem que o protocolo tem limitações, sugerem alguns aspectos que merecem modificações e destacam o potencial de aplicação do método em situações diferentes daquelas para as quais foi desenvolvido.

O presente trabalho se utiliza de um protocolo semelhante, em desenvolvimento junto ao Núcleo de Estudos da Água do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Catarina, realizando um estudo de caso na bacia hidrográfica do Ribeirão Wunderwald, na cidade de Pomerode, em Santa Catarina, a fim de avaliar o nível de integridade do curso d'água principal.

O protocolo aplicado é baseado na dissertação de Mestrado de Simone Dalla Costa (2008) e aperfeiçoado pelos Trabalhos de Conclusão de Curso de Maurício David de Freitas (2010), Jucimara Andreza Rigotti (2010) e Camila Yumi Otsuka (2013).

A situação do curso d'água e seu entorno é representada por um índice, baseado em observação, coleta e análise de parâmetros que exprimem sua integridade. Desta forma, busca contemplar a avaliação da condição atual do curso d'água, sugerindo também ações de intervenção diretamente sobre o mesmo e, de forma distribuída, na bacia hidrográfica. Representa, desta forma, uma contribuição à criação de projetos de recuperação de rios, e, ainda, de forma mais ampla, de políticas públicas e a inclusão de novas exigências relacionadas à drenagem urbana na elaboração do Plano Diretor.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a integridade de cursos d'água localizados em área urbana, com a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), visando à proposição de medidas de revitalização.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do Ribeirão Wunderwald;
- Avaliar a degradação do Ribeirão Wunderwald por intermédio de um índice de integridade;
- Propor medidas de revitalização para o Ribeirão Wunderwald;
- Identificar melhorias e adaptações nos indicadores de degradação ambiental e seus parâmetros.

3. JUSTIFICATIVA

A ocupação do território de Pomerode seguiu o modelo ocorrido na região do Vale do Itajaí. Ela caracterizou-se pela divisão da terra em lotes coloniais acompanhando o traçado dos cursos d'água. A ocupação ocorreu ao longo do Rio do Testo e de seus principais afluentes, nas regiões de Pomerode Fundos, Testo Rega, Wunderwald e Testo Alto. Esta forma de divisão foi determinante no desenvolvimento urbano de Pomerode (POMERODE, 2007).

Nos últimos anos, o município vem sofrendo com as enchentes e, segundo a Prefeitura Municipal, a grande maioria de seus cursos d'água encontra-se de uma forma ou de outra comprometida, seja pela ocupação irregular pretérita das Áreas de Preservação Permanente, quase ausência de ligações e tratamento de efluentes domésticos nas sub-bacias contribuintes e ausência ou rareamento de vegetação ciliar. Esta condição agrava-se dentro do perímetro urbano.

Neste sentido, a Prefeitura Municipal, de acordo com a adequação do Plano Diretor realizada em 2007, apresentou como uma das estratégias e políticas na área de Meio Ambiente, a implementação de um Programa de Recuperação da Bacia do Rio do Testo e de seus principais afluentes. Ele visa, por exemplo, avaliar o leito das áreas de enchentes e principais contribuintes para o dimensionamento de atividades de recuperação e implementar a recomposição da mata ciliar com espécies nativas, dentre outros objetivos.

Além do mais, está em processo de elaboração, um projeto de lei disciplinando a ocupação das áreas alagáveis, visando à regulamentação acerca da possibilidade de aterros e outras obras em áreas alagáveis fora de áreas consideradas de preservação permanente.

Desta maneira, aproveitando a iniciativa da Prefeitura Municipal de Pomerode quanto ao planejamento urbano, este trabalho busca trazer importantes contribuições para o município de Pomerode. A metodologia será aplicada na bacia do Ribeirão Wunderwald, a qual está em processo de urbanização, podendo ser expandida para as demais bacias de drenagem do município. Pretende-se com este trabalho, servir de base técnica para a tomada de decisões no que se refere à recuperação da bacia do Rio do Testo e à inclusão de novas exigências relacionadas à drenagem urbana na revisão do Plano Diretor.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. COMPONENTES DE UM SISTEMA FLUVIAL

Segundo Ruppenthal, Nin e Rodrigues (2007), “os cursos d’água são considerados sistemas abertos relacionados aos processos ecológicos da bacia hidrográfica”. Ele é resultado das interações do meio biótico e abiótico, cujas modificações espaciais e temporais se produzem, geralmente, como um processo contínuo (SCHWARZBOLD, 2000).

A compreensão sistêmica dos rios implica no conhecimento de variáveis que atuam nos sistemas fluviais e dos processos envolvidos no ecossistema de rios, considerando três escalas de abrangência: na calha do rio, na planície de inundação, e em uma abordagem mais ampla, na bacia de drenagem (RODRIGUES, 2002).

Os componentes físicos dos cursos d’água compreendem a vegetação das margens, o leito, com suas características de largura e profundidade, poços ou depressões, soleiras, meandros, planícies de inundação ou várzeas. Esses componentes desempenham papéis específicos no ecossistema fluvial, como o transporte de água e de sedimentos, armazenagem ou transbordamento das águas de enchentes, habitats terrestres e aquáticos da fauna e da flora (GORSKI, 2008).

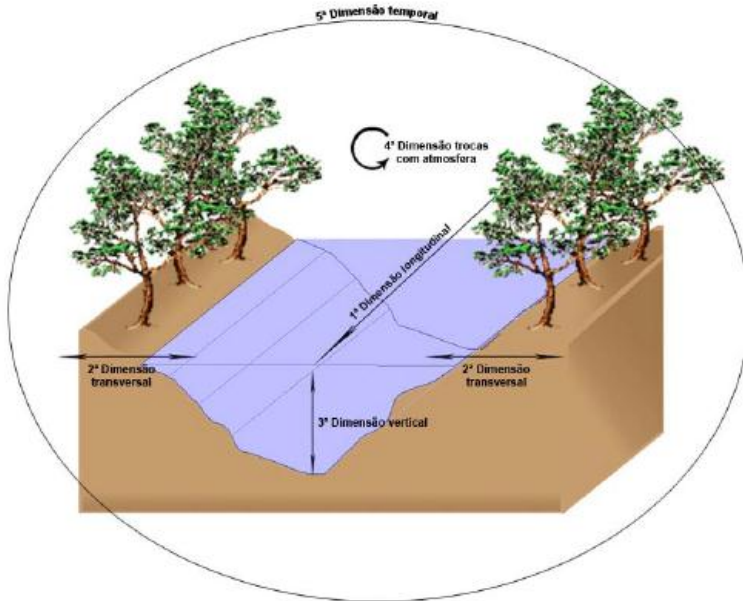
Segundo Elozegi e Sabater (2009), as características geológicas e o clima são os fatores principais para as diferenças encontradas entre os rios de diferentes biomas e latitudes. Esses fatores influenciam no tipo e densidade de vegetação, formação de solo, declividade da bacia e regime de escoamento, além das diferenças de comunidades biológicas.

A força da água depende diretamente da geomorfologia, modificando o leito por erosão ou acumulação (RODRIGUES, 2002). O clima é responsável pelo regime pluviométrico e, conseqüentemente, pelas características de descarga dos rios ao longo do tempo. Principalmente, a variável precipitação define as condições hidrológicas e ecológicas (SCHWARZBOLD, 2000).

Em resposta à hidrologia, que determina a cinética da água e a distribuição dos substratos e materiais transportados, a estrutura do ecossistema fluvial varia em tamanho e complexidade (ELOSEGI; SABATER, 2009).

Os rios apresentam um ecossistema dinâmico e complexo, caracterizado por trocas multidirecionais em cinco dimensões: longitudinal, transversal, vertical, de trocas do curso d’água com a atmosfera e temporal (Figura 1) (RUPPENTHAL; NIN; RODRIGUES, 2007).

Figura 1 – Desenho esquemático das trocas multidirecionais presentes no ecossistema fluvial.



Fonte: Dalla Costa (2008).

A *dimensão longitudinal*, da nascente à foz, indica a dependência da dinâmica do sistema situado à jusante quanto aos processos físicos, químicos e ecológicos ocorridos a montante. Assim, qualquer alteração feita influencia os demais trechos do rio, à jusante. A *dimensão transversal*, da margem à planície fluvial, mostra que o rio é constituído por um mosaico de habitats, relacionado diretamente à mata ciliar e suas funções ecológicas. A *dimensão vertical* (superfície-fundo) relaciona as trocas de elementos biológicos e dissolvidos pela interação entre as águas superficiais e subterrâneas (RUPPENTHAL; NIN; RODRIGUES, 2007). A *dimensão das trocas do curso d'água com a atmosfera* acontece pela evapotranspiração e pluviometria, responsável pelo fornecimento de substâncias dissolvidas pelas chuvas e trocas gasosas (CO_2 , N_2 , O_2) e responsável por controlar os elementos do balanço hídrico. Por fim, tem-se a *dimensão temporal* que permite compreender os sistemas aquáticos atuais como resultado das alterações climáticas e tectônicas ocorridas no passado (RUPPENTHAL; NIN; RODRIGUES, 2007).

Os sistemas fluviais estão em contínua transformação e a compreensão do seu funcionamento permite avaliar a degradação de cursos d'água, identificando o que é resultado da degradação por ação antrópica e o que é resultado dos próprios processos naturais.

Segundo Schwarzbald (2000) o rio possui três zonas de acordo com os materiais a ele incorporados: zona de produção, zona de transferência e zona de estocagem.

A zona de produção apresenta maior declividade, fluxo rápido, cavando profundamente seu leito e arrastando fragmentos de rochas, ocasionando processos erosivos. A zona de transferência apresenta declividade média, fluxo menor em relação à zona anterior, transporta e deposita sedimentos, dando continuidade ao processo erosivo. E a zona de estocagem ou deposição apresenta baixa declividade, intensa deposição de sedimentos, marcada pelas planícies de inundação (DALLA COSTA, 2008).

A identificação da zonation do rio contribui para a percepção de suas características naturais, contribuindo na proposição de medidas de revitalização mais adequadas que levam em consideração as condições originais do sistema fluvial.

4.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como Novo Código Florestal, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, estabelecendo, dentre outros pontos, normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de Reserva Legal.

Nesta lei, são instituídas as APP, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Para o presente trabalho, é importante destacar as APP, na área urbana e rural, delimitadas pelas faixas marginais de cursos d'água e determinadas de acordo com a largura do rio, medidas a partir da borda da calha do leito regular (Tabela 1).

Tabela 1 – Área de Preservação Permanente (APP) em cursos d'água.

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

Fonte: Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Além do mais, a APP no entorno das nascentes, qualquer que seja sua situação topográfica, deve ter um raio mínimo de 50 metros.

De acordo com o Código Florestal, nas APP não é permitida a intervenção ou supressão da vegetação, somente em caso de utilidade pública, interesse social ou supressão de baixo impacto. O proprietário da área deve manter a vegetação situada em APP, e em caso de supressão, é obrigado a promover recomposição da vegetação.

A vegetação ao longo dos cursos d'água tem papel fundamental para manutenção da qualidade da água, estabilidade das margens, regulação do microclima local, prevenção de inundações e manutenção da biodiversidade (RUPPENTHAL; NIN; RODRIGUES, 2007).

Contudo, com a expansão das cidades, as áreas protegidas ambientalmente são cada vez mais ocupadas. Há diversos fatores que explicam a ocupação em APP, como: a inexistência ou mínima conscientização da população sobre a importância ambiental e da preservação dessas áreas; o desrespeito às leis, devido à falta de sanções ou repreensões significativas que inibam novas intervenções; ou ainda o desconhecimento das leis ambientais (DUARTE, 2003 *apud* PINHEIRO; PROCÓPIO, 2008). Além do mais, a própria ocupação inicial de uma cidade, muitas vezes, se dá nas proximidades dos rios, visto que eles dão suporte ao abastecimento de água potável e à eliminação de efluentes sanitários e industriais (ARAÚJO, 2002).

4.3. A URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA DEGRADAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA

A história da urbanização e os sistemas fluviais estão intimamente ligados, pois é no seu entorno que o homem se instala e continuamente explora os recursos daí advindos (BARELLA *et al.*, 2001 *apud* MINATTI-FERREIRA, 2006).

A ocupação do espaço urbano, sem considerar as características naturais do meio e suas limitações, vem ocasionando impactos significativos nos cursos d'água que cortam as cidades e o seu entorno (RIGHETTO *et al.*, 2009). Estes impactos são decorrentes tanto das alterações dos processos hidrológicos em função da urbanização como de intervenções diretas nos cursos d'água (CARDOSO, 2008).

Os principais efeitos do processo de urbanização são observados pelo aumento do risco de inundações e pela deterioração da qualidade da água dos recursos hídricos. Isto se deve a (TUCCI *et al.*, 2003a):

- Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos por efluentes domésticos, industriais, pluviais e por resíduos sólidos;
- Erosão e sedimentação gerando áreas degradadas;
- Ocupação de áreas ribeirinhas com risco de inundações e de grandes inclinações como morros urbanos sujeitos a deslizamentos após período chuvoso.

Além do mais, a supressão da cobertura vegetal, a impermeabilização das superfícies e a instalação de redes de drenagem artificial, se refletem sobre os processos hidrológicos urbanos, diminuindo a capacidade de infiltração e aumentando o escoamento superficial, de forma a alterar o funcionamento dos sistemas de drenagem (RIGHETTO *et al.*, 2009). Os impactos da urbanização desordenada são apresentados na Figura 2.

Em áreas rurais, a modificação da morfologia fluvial também é observada, com o intuito de aproveitar as terras para agricultura, pecuária e expansão urbana. Vários rios nestas áreas foram retificados e suas extensões diminuíram. Com a perda da cobertura vegetal nas bacias de drenagem, as vazões naturais dos cursos d'água se modificaram, passando a escoar com maior velocidade, aumentando a erosão e os prejuízos aos ecossistemas (SELLES *et al.*, 2001 *apud* CARDOSO, 2008).

Figura 2 – Impactos da urbanização.



Fonte: Riguetto *et al.* (2009).

Nesse sentido, a degradação ambiental dos cursos d'água urbanos está, principalmente, relacionada à impermeabilização das planícies de inundação pela ocupação irregular, à perda da qualidade da água pelo lançamento de efluentes e resíduos sólidos, às obras de canalização, retificação e/ou tamponamento do seu canal; e à remoção da mata ciliar, contribuindo para o processo de erosão e assoreamento (PEREIRA, 2008).

4.3.1. Retificação da seção transversal, corte de meandros e canalizações

A maioria dos cursos d'água urbanos sofre expressivas alterações na forma, estrutura e aparência, tendo muitas vezes seus cursos canalizados e a seção transversal retificada (CARDOSO, 2008).

As intervenções baseadas na canalização, corte de meandros e retificação alteram as funções associadas aos cursos d'água, reduzindo a biodiversidade, estabilidade e qualidade da água, além de provocar mudanças nas condições hidrológicas. Elas promovem o aumento da velocidade de escoamento e dos picos de cheias, que podem causar sérios problemas de inundação (CARDOSO, 2008).

Neste sentido, Costa (2011) salienta que, embora estes tipos de intervenções proporcionem melhorias locais em relação às enchentes, muitas vezes, não resolvem o problema, apenas o transferem para jusante.

As limitações dos sistemas clássicos de drenagem se tornaram evidentes e a adoção de técnicas de intervenção que contemplem a recuperação das características naturais dos cursos d'água e o controle dos leitos de inundação, se mostra como uma alternativa para reintegrar os rios na paisagem urbana (CARDOSO, 2008).

4.3.2. Remoção ou substituição da mata ciliar

A mata ciliar é a vegetação característica das margens dos corpos d'água, apresentando em sua composição espécies típicas, resistentes ou tolerantes ao encharcamento ou excesso de água no solo (KAGEYAMA, 2002).

As principais funções ecológicas e hidrológicas da mata ciliar dentro da bacia hidrográfica são: manutenção da qualidade da água e do microclima, estabilidade dos solos, regularização dos regimes dos rios através dos lençóis freáticos, manutenção da biodiversidade (local de habitat e refúgio da fauna) e redução na ocorrência de inundações (DALLA COSTA, 2008).

Assim, a remoção da mata ciliar implica em alterações nos processos do ciclo hidrológico, gerando menor potencial de armazenamento de água na superfície e subsolo e aumento do volume de escoamento superficial e picos de vazão (LINHARES, 2005).

Além do mais, a degradação da mata ciliar favorece a ocorrência de pontos de erosão, assoreamento, obstrução ao escoamento, desmoro-

namento de taludes, elevando-se a ocorrência de inundações (DALLA COSTA, 2008).

A remoção da vegetação também gera impactos diretos na biodiversidade, visto que ela perde o seu papel de corredor ecológico natural, o qual possibilita o fluxo e habitat de animais, além do fornecimento de alimentos (KAGEYAMA, 2002).

A qualidade da água também fica prejudicada, visto que a mata ciliar é considerada um filtro natural, retendo sedimentos e reduzindo os impactos das fontes de poluição de áreas a montante (KAGEYAMA, 2002).

Outro impacto significativo é a substituição da vegetação nativa por vegetação exótica. A introdução de espécies exóticas, ao impor uma dominância sobre a diversidade biológica nativa, leva à perda da biodiversidade e à modificação dos ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos (ZILLER, 2001 *apud* FREITAS FILHO, 2010).

4.3.3. Erosão e assoreamento

A erosão e o assoreamento são causas da degradação de cursos d'água, mas são, também, consequências da remoção da vegetação ciliar. Segundo Kageyama (2002), a vegetação ciliar tem a capacidade de manter estáveis os solos, minimizando os processos erosivos.

A erosão das margens contribui para o aumento da largura da calha do rio, incremento da carga de fundo dos cursos d'água e provoca destruição progressiva da área marginal, desvalorizando os terrenos ribeirinhos (THORNE e TOVEY, 1981 *apud* CASADO *et al.*, 2002).

Durante o processo de urbanização, o aumento da produção de sedimentos da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpezas de terrenos, construção de ruas, etc. Além do mais, durante o processo de ocupação do solo, ocorre a remoção da cobertura vegetal, movimentação de terra e desestruturação da camada superficial do solo (COLLISCHONN; TUCCI, 1998).

Em bacias rurais, o cultivo de plantações deixa o solo periodicamente exposto, aumentando a produção de sedimentos. A camada superficial do solo tem a estrutura alterada, tornando-se menos resistente à erosão (COLLISCHONN; TUCCI, 1998).

Como consequências da erosão e da produção de sedimentos, tem-se o assoreamento dos cursos d'água, reduzindo a capacidade de escoamento e contribuindo para a ocorrência de inundações, além da contaminação das águas, através do transporte de poluentes agregados aos sedimentos.

4.3.4. Poluição dos cursos d'água

As principais ações antrópicas responsáveis pela degradação da qualidade da água dos cursos d'água urbanos são (TUCCI, 2005a):

- Lançamento de efluentes sanitários e industriais sem tratamento prévio;
- Despejo de águas pluviais contaminadas devido ao transporte de poluentes;
- Disposição inadequada de resíduos sólidos ao longo dos cursos d'água.

Esta situação agrava-se em decorrência da ocupação irregular ao longo das margens dos rios, onde a própria população lança seus efluentes diretamente no curso d'água e, também, o utiliza como um local de descarte de resíduos sólidos (DALLA COSTA, 2008).

A disposição inadequada de resíduos sólidos, além de contaminar os corpos d'água, pode favorecer o assoreamento, a obstrução do fluxo, a ocorrência de enchentes e a proliferação de vetores transmissores de doenças (MUCELIN; BELLINI, 2008).

A grande maioria das cidades brasileiras não possui sistema de tratamento de esgoto e lança seus efluentes na rede pluvial, tendo os cursos d'água como destino final.

Além disso, as chuvas varrem as superfícies das áreas urbanas contaminadas por metais e carreiam diversos resíduos sólidos. Assim, a qualidade da água pluvial encontra-se comprometida, possuindo uma elevada carga de poluentes (TUCCI, 2003b). A qualidade dessas águas depende de vários fatores, como: limpeza urbana e sua frequência, intensidade da precipitação e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana (TUCCI, 2008).

4.4. INTEGRIDADE FÍSICA DE UM CURSO D'ÁGUA

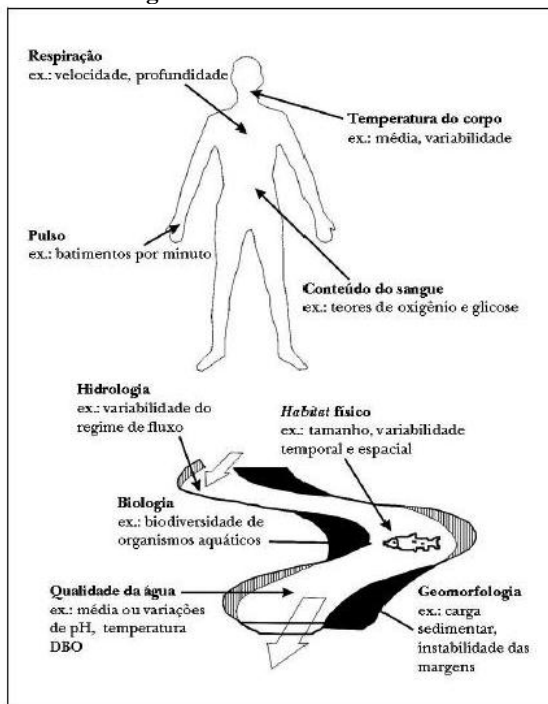
A integridade física de um curso d'água tem sido vista como a escala fundamental para basear a revitalização de rios (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

Segundo Maddock (1999), existe um importante conjunto de variáveis que deve ser considerado no estudo da integridade de cursos d'água. Estas variáveis vão além dos padrões estabelecidos para definição da qualidade da água.

É essencial que os complexos impactos da urbanização sobre as características e processos de um curso d'água sejam totalmente compreendidos. Características que, antes, eram consideradas dispensáveis, hoje formam a base da classificação da integridade de rios urbanos. Elas incluem a hidrologia, a geomorfologia, a qualidade da água e o ecossistema do curso d'água (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

Maddock (1999) estabelece uma analogia entre as variáveis que determinam a “saúde” do rio e a do corpo humano, relacionando os diferentes métodos de avaliação da “saúde” de um rio e os métodos comumente utilizados no diagnóstico da saúde de um paciente (Figura 3).

Figura 3 – Analogia entre as variáveis para diagnosticar a saúde humana e a integridade ambiental de um rio



Fonte: Adaptado de Maddock (1999).

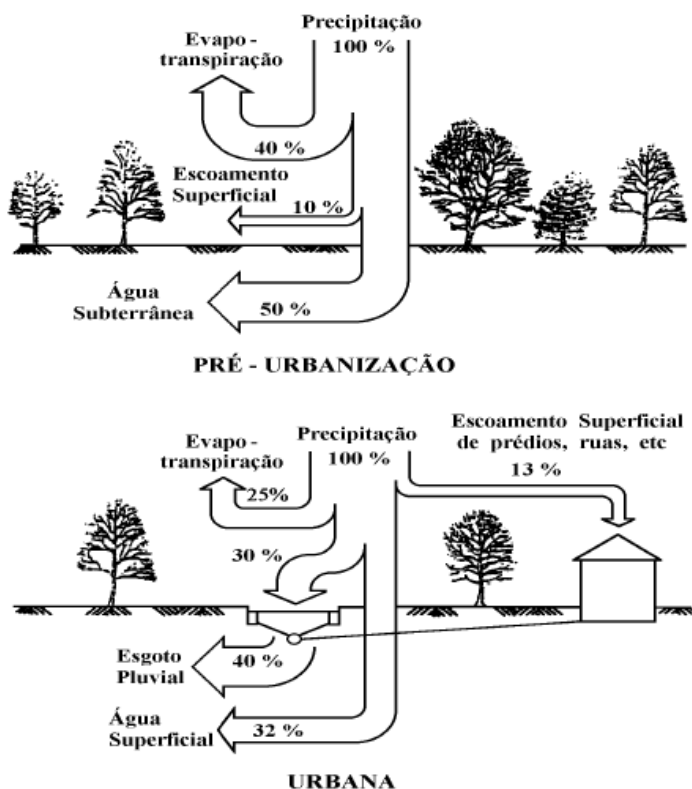
A *hidrologia* é considerada um dos fatores que indica a integridade física dos cursos d'água, pois qualquer alteração no meio físico cau-

sado pela urbanização é sentido diretamente nas variáveis do ciclo hidrológico (DALLA COSTA, 2008).

A impermeabilização das superfícies reduz a infiltração no solo, aumentando o escoamento superficial. As galerias pluviais aumentam a velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo para alcançar os cursos d'água. As vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos (TUCCI, 2005b).

As alterações no ciclo hidrológico em decorrência do processo de urbanização podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 – Características do balanço hídrico numa bacia urbana.



Fonte: OECD (1986) *apud* TUCCI, (2005b).

Além do mais, a substituição da cobertura vegetal por áreas impermeáveis, diminui a evapotranspiração e altera a capacidade de infil-

tração, reduzindo a recarga dos aquíferos e o escoamento subterrâneo (TUCCI, 2005b).

A *geomorfologia* de cursos d'água estabelece relações entre os processos de erosão e deposição resultantes do escoamento da água em canais fluviais e as formas de relevo dele derivadas (FLORENZIANO, 2008 *apud* FONTES, 2010).

Ela fornece informações sobre os fenômenos hidrológicos, declividade, velocidade de drenagem, tipologia e intensidade dos processos erosivos e deposicionais, a distribuição, textura e composição dos solos (SANTOS, 2004 *apud* DALLA COSTA, 2008).

A capacidade de erosão das margens de um rio, o transporte e deposição de sedimentos dependem, entre outros fatores, da vazão e da natureza das correntes fluviais, refletindo em uma condição estável do canal fluvial. Qualquer modificação rompe com esta estabilidade, repercutindo de imediato nas condições de erosão, transporte e deposição até alcançar nova condição de equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1980 e SILVA *et al.*, 2003 *apud* COELHO, 2008).

Nesse sentido, obras de engenharia na bacia hidrográfica, que alteram, por exemplo, a declividade do perfil longitudinal, o volume das águas, a forma da seção transversal, o coeficiente de rugosidade do leito e a viscosidade da água, são elementos que interferem na dinâmica e funcionamento do sistema fluvial (COELHO, 2008; FONTES, 2010).

Além do mais, com o desenvolvimento urbano ocorre um aumento significativo na produção de sedimentos, que traz como consequências a erosão das superfícies gerando fortes áreas degradadas e assoreamento das seções de drenagem (TUCCI, 2005b).

A *qualidade da água* nos cursos d'água urbanos se refere, particularmente, aos poluentes, como os efluentes sanitários, industriais, pluviais e resíduos sólidos.

A qualidade da água, tanto em termos físicos quanto químicos, é um fator limitante da abundância e diversidade do sistema ecológico do rio e também da possibilidade de uso para recreação (PAUL & MEYER, 2001 *apud* FINDLAY; TAYLOR, 2006). Assim, as interferências da urbanização afetam, diretamente, a ecologia do sistema e a possibilidade de lazer para a população.

O *ecossistema do curso d'água* está relacionado com a presença da mata ciliar e suas funções hidrológicas e ecológicas. A sua retirada gera impactos ambientais que vão desde impactos hidrológicos, aumento

da erosão e assoreamento, até a perda da qualidade da água e invasão de espécies vegetais exóticas. Se essas ameaças não forem adequadamente-controladas na fonte, podem causar uma diminuição significativa na integridade ecológica do sistema, com o potencial de se propagar por toda a bacia hidrográfica (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

Os mesmos autores afirmam que a prioridade deve ser a preservação, no entanto, muitas vezes, torna-se difícil preservar uma área que já começou a ser impactada, vizinha a áreas degradadas. Assim, é essencial a conservação das áreas completamente livres de contaminação ou próximas disto, acompanhada da revitalização das áreas degradadas, a fim de garantir a continuidade de corredores ecológicos.

A compreensão dos fatores responsáveis pela integridade de um rio tem grande importância diante da necessidade de se avaliar corretamente as alterações ambientais e seus impactos sobre os recursos hídricos. O monitoramento dos rios com base em métodos de caráter holístico fornece subsídios para uma análise integrada da qualidade dos mesmos (KARR & CHU, 1999 *apud* RODRIGUES, 2008). Assim, segundo Maddock (1999), metodologias estão sendo desenvolvidas a fim de identificar e avaliar cada um destes componentes que influenciam a condição de integridade dos cursos d'água.

4.5. PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Ações voltadas para preservação e recuperação de ecossistemas são antecedidas por uma etapa de diagnóstico ambiental, onde são caracterizadas e avaliadas suas condições e peculiaridades. No caso de ecossistemas fluviais, não só o corpo d'água deve ser caracterizado, mas também o ambiente adjacente, ao longo de seu curso, em virtude da intensa interação entre eles (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006).

Métodos de avaliação que abrangem aspectos de integridade ambiental dos cursos d'água e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos são de grande importância para a caracterização dos ecossistemas fluviais (CALLISTO *et al.*, 2002).

A avaliação da integridade ecológica depende do uso de indicadores ecológicos criteriosamente desenvolvidos para esse fim. O grande desafio é criar indicadores que caracterizem efetivamente o estado de um determinado sistema ecológico, que sejam simples o suficiente para serem aplicados (DALE; BEYELER, 2001).

Nesse sentido, os protocolos de avaliação rápida (PAR) são utilizados para caracterizar os impactos da ação antrópica sobre o curso d'água, levando em consideração uma análise integrada do ecossistema, por meio de uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação por pessoas treinadas (CALLISTO *et al.*, 2002).

A avaliação das condições dos cursos d'água através do PAR é feita por observações *in situ* por meio de parâmetros físicos e biológicos pré-definidos. Assim, o método tem a subjetividade como uma característica intrínseca, uma vez que depende dos conhecimentos que o avaliador possui e da sua capacidade em perceber os fenômenos e as alterações do local avaliado. No entanto, esta subjetividade pode ser amenizada com treinamento do avaliador, realização de cursos de capacitação ou com o acompanhamento parcial e de suporte de avaliadores mais experientes (RODRIGUES, 2008).

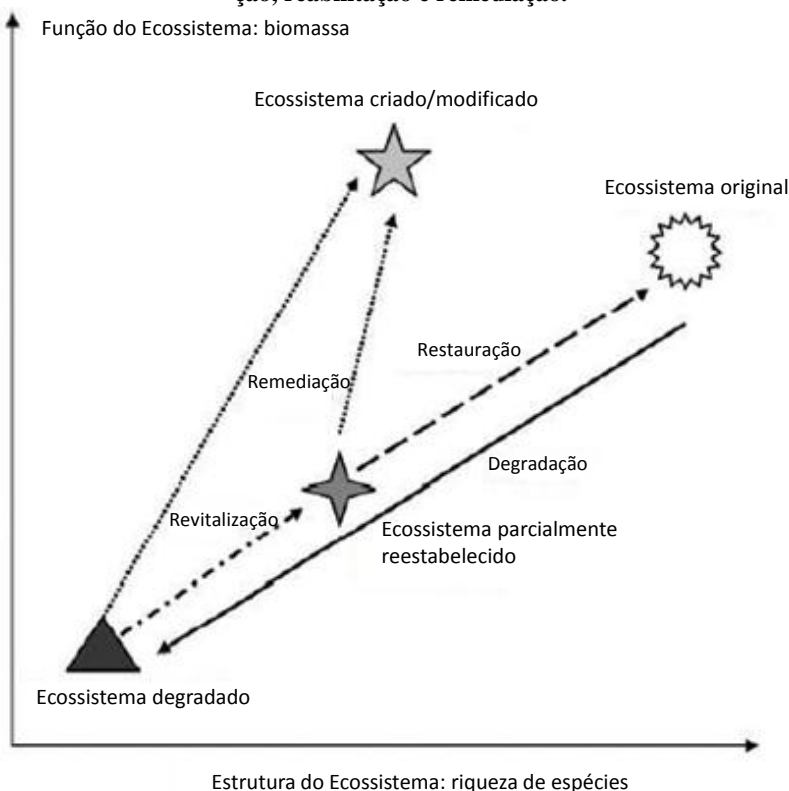
É importante destacar que os protocolos não são inalteráveis. Eles estão sujeitos a complementações e adequações de acordo com as especificidades regionais e locais. Trata-se de um processo de melhoria contínua a fim de viabilizar sua aplicação em diferentes tipologias fluviais e bacias hidrográficas (FERREIRA, 2003 *apud* RODRIGUES, 2008).

4.6. REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS

Inicialmente, faz-se necessária a explanação dos seguintes conceitos utilizados na literatura: restauração, reabilitação, renaturalização, revitalização e remediação.

Segundo Findlay & Taylor (2006), a *restauração* descreve o retorno de um ecossistema natural inteiramente recuperado, ou seja, o retorno completo ao ecossistema original. Já a *reabilitação* descreve uma condição ao longo do mesmo vetor da restauração, onde elementos do sistema biofísico natural são recuperados, mas nem todos. No Brasil, os termos equivalentes de reabilitação são renaturalização e revitalização (DALLA COSTA, 2008). Por fim, a *remediação* significa a melhoria do ambiente em um vetor diferente da restauração ao ecossistema original. Porém, apesar deste processo não resultar em restauração total de um sistema, ele promove a sua melhoria em termos de aumento da função do ecossistema e riqueza de espécies. A distinção entre os termos apresentados é mostrada na Figura 5.

Figura 5 – Diagrama esquemático mostrando a diferença entre restauração, reabilitação e remediação.



Fonte: Adaptado de Findlay e Taylor (2006).

A revitalização de cursos d'água propõe-se a recuperar as funções e a dinâmica natural do sistema, adequando-se às perturbações, principalmente, do meio urbano (GORSKI, 2008). Ela envolve a recuperação das funções e processos de um ecossistema em um habitat degradado. Não necessariamente reestabelece a condição original antes das intervenções, mas envolve o estabelecimento de condições geológicas e hidrológicas estáveis que suportam o ecossistema natural (FIRSWG, 2001).

Os projetos de revitalização de cursos d'água no meio urbano devem ter como alicerce os seguintes princípios (DALLA COSTA, 2008):

- 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.

As diversas propostas de revitalização de cursos d'água utilizam técnicas de engenharia ambiental, visando compatibilizar obras e interesses, tais como: proteção contra enchentes, drenagem, irrigação, recreação e proteção de espécies, minimizando os impactos ambientais nos sistemas fluviais (SELLES *et al.*, 2001 *apud* PEREIRA, 2008).

Além do mais, a fim de avaliar a integridade ecológica de um rio e, em seguida, medidas de intervenção para sua revitalização, a abordagem deve ser baseada na concepção de ecossistema e não apenas da engenharia, considerando a escala da bacia hidrográfica.

5. METODOLOGIA

O presente trabalho faz parte da linha de pesquisa na área de Revitalização de Rios do Núcleo de Estudos da Água, do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Catarina. Ele é baseado na metodologia desenvolvida na dissertação de Mestrado de Simone Dalla Costa (2008) e aperfeiçoada pelos Trabalhos de Conclusão de Curso de Maurício David de Freitas (2010), Jucimara Andreza Rigotti (2010) e Camila Yumi Otsuka (2013).

A dissertação de Mestrado de Simone Dalla Costa, intitulada “Estudo da viabilidade de revitalização de curso d’água em área urbana: estudo de caso no rio Córrego Grande em Florianópolis, Santa Catarina”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental na UFSC, no ano de 2008, tinha como objetivo principal, avaliar as formas de degradação em cursos d’água urbanos, visando à definição de medidas de revitalização do curso d’água em estudo.

O método desenvolvido por Dalla Costa é composto pela Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) e pelo Quadro de Avaliação da Degradação, os quais são embasados, respectivamente, nas metodologias de listagem (check-list) e de matrizes de interação, ambas metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA).

A Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) tem o objetivo de qualificar a situação do curso d’água quanto às formas de degradação devido à ação antrópica, e o Quadro de Avaliação da Degradação tem o objetivo de quantificar o grau de degradação incidente no curso d’água, apresentando-se como uma importante ferramenta para a identificação de medidas de revitalização.

O trabalho de Freitas Filho (2010) veio a complementar o trabalho de Dalla Costa, realizando a definição de indicadores e parâmetros para qualificação e quantificação da degradação de um curso d’água urbano e o grau de importância relativo entre eles, obtidos através da aplicação do Método Delphi. Desta maneira, foi criado um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), que auxilia a caracterizar e avaliar a degradação de um curso d’água urbano.

Por sua vez, o trabalho de Rigotti (2010) introduziu a proposição de medidas de revitalização aos cursos d’água estudados a partir do resultado obtido pela aplicação do protocolo e ampliou a análise da degradação ambiental para a bacia hidrográfica, incluindo aspectos da bacia como parte do estudo da degradação e das propostas de revitalização.

Por fim, o trabalho de Otsuka (2013) aplicou a metodologia de avaliação rápida desenvolvida e aperfeiçoada pelos autores citados anteriormente, em um curso d'água localizado em área urbana, visando à proposição de medidas de revitalização.

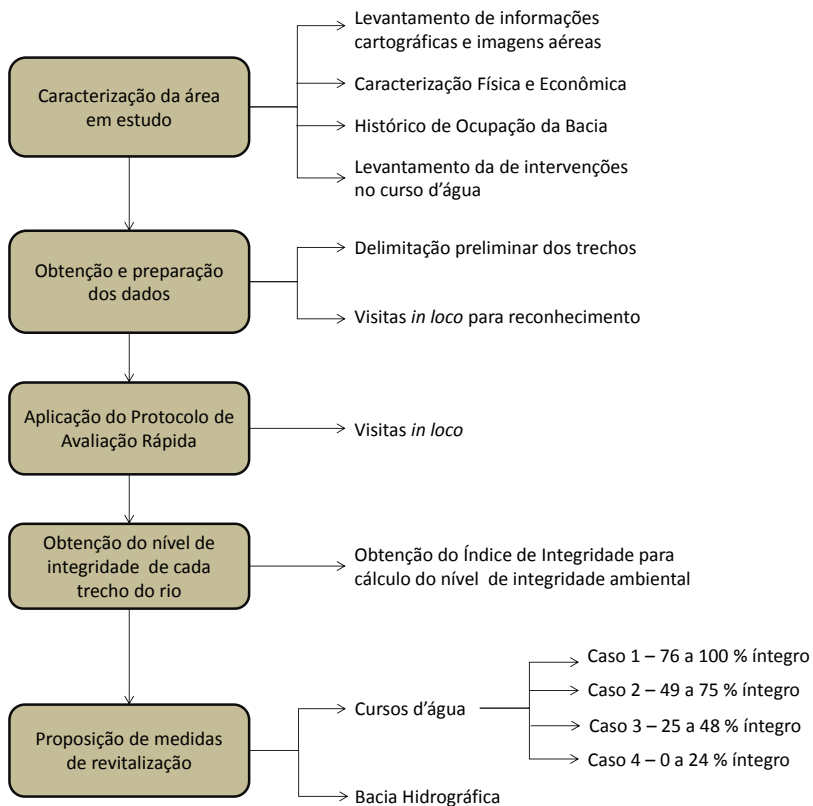
O presente trabalho buscou aplicar a metodologia desenvolvida pelos trabalhos antecedentes, utilizando o PAR no curso d'água Ribeirão Wunderwald, afluente do Rio do Testo, no município de Pomerode. Desta forma, ele buscou contemplar a avaliação da condição atual do curso d'água, sugerindo também ações de intervenção diretamente sobre o mesmo e, de forma distribuída, na bacia hidrográfica.

Assim, o estudo contempla as seguintes atividades desenvolvidas ao longo do trabalho:

1. Realização de levantamentos de dados, como imagens aéreas e informações cartográficas, da Bacia do Rio do Testo, em especial da sub-bacia, objeto de estudo, Bacia do Ribeirão Wunderwald.
2. Divisão preliminar do curso d'água em trechos baseado nas características de ocupação da bacia, presença e tipo de vegetação ciliar e no perfil longitudinal do ribeirão, por intermédio de imagens aéreas e imagens do Street View.
3. Verificação da divisão preliminar dos trechos e reconhecimento do local através de visitas *in loco*.
4. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida no curso d'água.
5. Avaliação da integridade ecológica do curso d'água por intermédio dos resultados do Protocolo de Avaliação Rápida.
6. Proposição de medidas de revitalização para o curso d'água e para a bacia hidrográfica.

Na Figura 6 é apresentado um fluxograma de cada etapa da metodologia.

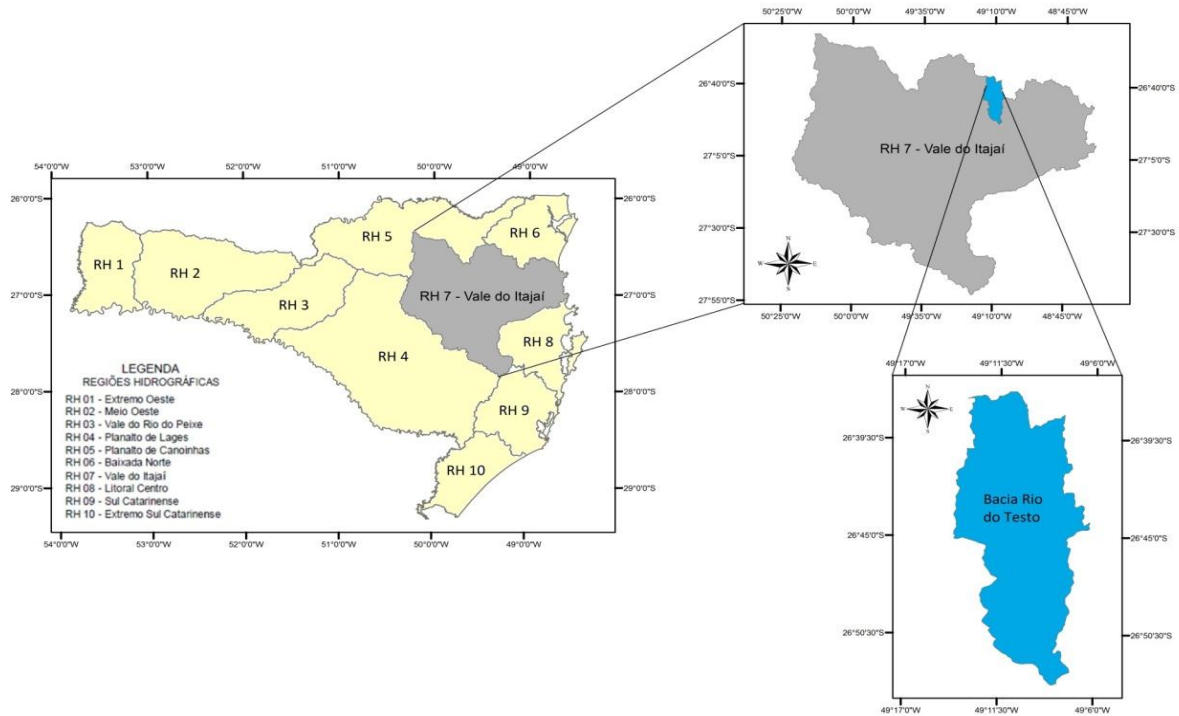
Figura 6 – Fluxograma da metodologia.



Fonte: Adaptado de Otsuka (2013).

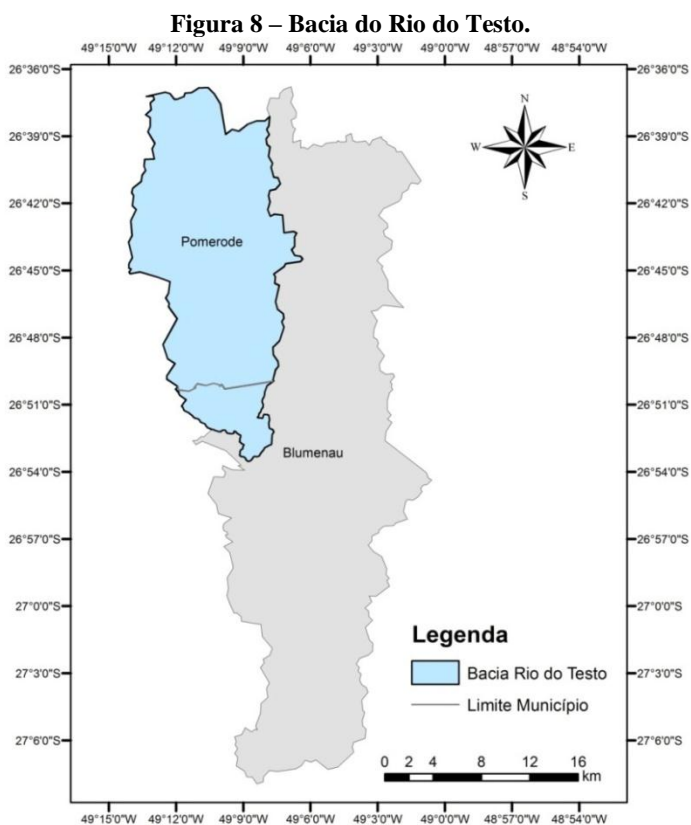
5.1. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo se realiza no município de Pomerode, localizado no norte do estado de Santa Catarina. O município situa-se na Região Hidrográfica RH-7 – Vale do Itajaí e está inserido na Bacia do Rio do Teste (Figura 7).

Figura 7 – Localização da Bacia do Rio do Testo.

Fonte: Própria autora.

A Bacia do Rio do Testo possui área de drenagem, aproximadamente, de 238,3⁽¹⁾ km², cobrindo os municípios de Pomerode e Blumenau (Figura 8). Ela se estende de sua foz no Rio Itajaí-Açu, localizada entre os bairros Passo Manso e Badenfurt em Blumenau, no sentido norte pelo município de Pomerode até o divisor das águas entre o Rio Itajaí-Açu e o Rio Itapocu, na serra entre Pomerode e Jaraguá do Sul. No seu curso inferior, uma área de cerca de 25⁽¹⁾ km² da bacia está inserida no território municipal de Blumenau, abrangendo os bairros Badenfurt, Passo Manso, Testo Salto (integralmente) e Itoupavazinha (SAMA E, 2002).



¹ Valor obtido por meio de dados cartográficos (formato vetorial *shapefile*), manipulados no software ArcGIS 10.

O seu rio principal, o Rio do Testo, apresenta uma extensão de cerca de 51 ⁽²⁾ km, apresentando uma malha de afluentes bastante significativa. Ele percorre longitudinalmente o município de Pomerode, na direção sul, desembocando no Rio Itajaí-Açu, em Blumenau.

Extremamente sinuoso em seu curso, foi sendo retificado ao longo dos anos em alguns trechos. Seu traçado é diversificado apresentando perfil longitudinal bastante irregular no curso superior e rico em meandros no curso inferior (área sujeita a cheias) (POMERODE, 2007).

Considerando, apenas, a área da Bacia do Rio do Testo no município de Pomerode, os afluentes do Rio do Testo, pela margem direita são: ao norte, o Córrego Carolina, na localidade de Carolina; na porção central do Município, o Ribeirão Sandbach ou Areia, na localidade Ribeirão Areia, e o Ribeirão do Salto, com seus afluentes Ribeirão Pomerode Fundos, Saco, Fundos Kanis e Fundos Klaus; e, ao sul, os Ribeirões Clara e Herdt, o Córrego Brüdertal, na localidade de Testo Central, o Ribeirão Souto e o Ribeirão Luebke, na divisa com Blumenau (POMERODE, 2007).

Na margem esquerda, o Rio do Testo recebe os seguintes afluentes: ao norte, o Córrego Domingos e o Córrego Canudos (Ribeirão Gustmann), na localidade de Testo Alto, e o Rio Testo Rega, que por sua vez recebe o Córrego Rega Dois e Córrego Rega Três, na localidade de Testo Rega. Na confluência do Rio do Testo com o Rio Testo Rega, a rodovia SC-416 deixa de seguir o curso do Rio do Testo, para passar a seguir o leito do Rio Testo Rega, na direção de Jaraguá do Sul. Logo a seguir, na porção central do Município, o Rio do Testo recebe o Ribeirão Wunderwald, seu afluente de maior vazão, na localidade de Wunderwald. Já na porção sul do Município, o Rio do Testo recebe os Ribeirões Vale do Selke Pequeno e Vale do Selke Grande, que percorrem a localidade de Vale do Selke. O Ribeirão Vale do Selke Grande, ou simplesmente Ribeirão Vale do Selke, tem seu curso praticamente paralelo ao do Rio do Testo, unindo-se a ele próximo à divisa com Blumenau (POMERODE, 2007).

O município de Pomerode é formado por 12 sub-bacias, cujas áreas distribuem-se conforme apresentado no Tabela 2.

² Valor obtido por meio de dados cartográficos (formato vetorial *shapefile*), manipulados no software ArcGIS 10.

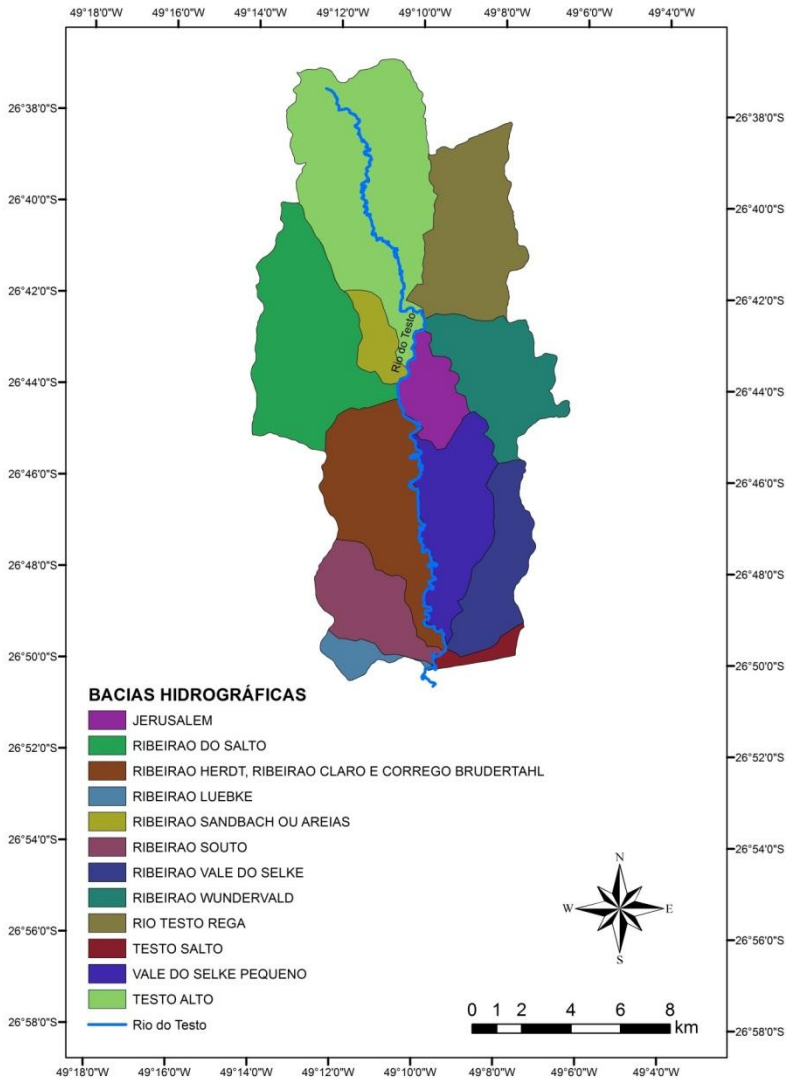
Tabela 2 – Sub-bacias de Pomerode.

SUB-BACIAS	ÁREA (km²)	%
Rio Testo Rega	24,90	11,69
Ribeirão Wunderwald	18,63	8,75
Jerusalém	7,81	3,67
Ribeirão Vale do Selke	13,92	6,54
Vale do Selke Pequeno	19,11	8,97
Testo Salto (área em Pomerode)	2,16	1,01
Testo Alto	46,90	22,02
Ribeirão Areia	5,03	2,36
Ribeirão do Salto	32,59	15,30
Ribeirão Herdt, Ribeirão Clara e Córrego Brudertahl	25,39	11,92
Ribeirão Souto	13,41	6,30
Ribeirão Luebke (área em Pomerode)	3,13	1,47
TOTAL	212,98	100

Fonte: Adaptado de Pomerode (2007).

A Figura 9 apresenta as sub-bacias de Pomerode e o Rio do Testo, curso d'água principal.

Figura 9 – Sub-bacias e afluentes do Rio do Testo.



Fonte: Própria autora.

Dentro da Bacia do Rio do Testo, a área em estudo é a Bacia do Ribeirão Wunderwald. Ela foi selecionada por apresentar o afluente do Rio do Testo de maior vazão (POMERODE 2007) e, assim, maior con-

tribuição para a ocorrência de inundações após a sua desembocadura no Rio do Testo, na área central do município.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Esta etapa consistiu na caracterização da área em estudo, dando destaque para o histórico de ocupação da bacia, levantamento de intervenções no curso d'água, com auxílio de entrevistas aos moradores, e caracterização física da bacia de drenagem em estudo, com a elaboração de mapas para melhor visualização da área.

As características abordadas e seus respectivos parâmetros foram:

- *Morfologia da bacia e hidrografia*: área e o perímetro da bacia, comprimento do curso d'água principal, perfil longitudinal do curso d'água principal, densidade da drenagem, fator de forma, coeficiente de compacidade.
- *Ocupação e uso do solo*: tipos de usos do solo.

Os mapas de caracterização da bacia foram realizados por meio de técnicas de geoprocessamento, com a utilização do software ArcGIS 10 e imagens disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Pomerode.

5.3. OBTENÇÃO E PREPARAÇÃO DOS DADOS

Esta etapa consistiu na preparação dos dados para aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida. Para isto, foi realizada a coleta de dados cartográficos e de imagens aéreas da bacia hidrográfica em estudo. As imagens aéreas foram obtidas através do Google Earth. Os dados cartográficos foram fornecidos no formato vetorial *shapefile* pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento da Cidade, da Prefeitura de Pomerode e pela Defesa Civil do Município. Foram utilizadas duas bases cartográficas: a primeira proveniente do Perfil e Diagnóstico elaborados para adequação do Plano Diretor, em 2007; e, a segunda, do levantamento aerofotogramétrico elaborado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS), em 2012.

A primeira base cartográfica, no sistema de projeção UTM – Universal Transversa de Mercator, Datum SAD 69, contém uma série de temas: geologia, geomorfologia e relevo, hidrografia, bacias hidrográficas, áreas de proteção ambiental, macrozoneamento, etc. A segunda, por sua vez, na escala 1:10.000, na projeção SIRGAS 2000, possui o mape-

amento dos recursos hídricos e da altimetria do Município, contendo os arquivos de hidrografia, MDS, MDT, ortofotos e ortobacias.

A primeira base cartográfica na projeção SAD 69 foi transformada para WGS84. Conforme o IBGE (2012), para novos mapeamentos o sistema SIRGAS2000 deve ser adotado. Trata-se de um sistema geodésico geocêntrico, isto é, adota um referencial que é um ponto calculado computacionalmente no centro da Terra. Diferente do SAD69 que é topocêntrico, isto é, o ponto de origem e orientação está na superfície terrestre.

O sistema geodésico WGS84, criado antes do SIRGAS2000, também possui seu referencial no centro da Terra, ou seja, geocêntrico. O sistema WGS84 já passou por três atualizações, sendo a mais recente adotada a partir de 20 de janeiro de 2002 (IBGE, 2012). Por esta razão, o trabalho foi realizado com WGS84.

A partir destas bases cartográficas e imagens aéreas e com a utilização do software ArcGIS 10 foi realizado o processamento e análise dos dados, possibilitando a elaboração de mapas e figuras que auxiliaram o desenvolvimento deste trabalho.

5.3.1. Divisão preliminar dos trechos dos cursos d'água

Inicialmente, foi feita uma divisão preliminar dos cursos d'água, através de imagens aéreas do Google Earth, em trechos com características similares. Os critérios considerados para a realização dessa divisão foram:

- Perfil longitudinal do curso d'água;
- Ocupação do solo nas adjacências dos rios;
- Presença de vegetação nas margens;
- Presença de pontos relevantes, como ruas e pontes, os quais auxiliaram na identificação dos limites de cada trecho.

5.3.2. Visitas *in loco* para reconhecimento do local de estudo

Após a divisão preliminar dos cursos d'água em trechos, foram realizadas visitas às áreas em estudo para reconhecimento do local, com registros fotográficos, e para verificação e confirmação da divisão preliminar dos trechos.

As visitas no Ribeirão Wunderwald aconteceram nas seguintes datas:

- *Dia 26 de abril de 2014*: foi verificada a dificuldade em percorrer o ribeirão pelas margens nos primeiros trechos devido às residências ali instaladas. Desta forma, o percurso foi realizado de carro pela estrada principal, realizando paradas nas áreas onde o ribeirão se mostrava visível.
- *Dias 09, 17 e 18 de maio de 2014*: foi realizada a confirmação da divisão dos trechos. Ao final das visitas, não houve modificações na divisão preliminar dos trechos, proposta inicialmente.

Os primeiros onze trechos, de jusante-montante, foram percorridos pelo leito do ribeirão. Os seis últimos trechos foram verificados pelas parcelas do ribeirão visíveis pela via pública, visto que o seu percurso é sinuoso e, em alguns casos, estão inseridos em propriedades particulares, dificultando o acesso pelo leito.

5.4. APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR)

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida é realizada através de levantamentos de campo com o objetivo de verificar a situação dos cursos d'água urbanos.

Os parâmetros e indicadores de análise e avaliação da degradação foram, primeiramente, propostos por Dalla Costa (2008). São eles:

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

Posteriormente, o trabalho desenvolvido por Freitas Filho (2010), complementou o trabalho de Dalla Costa (2008), definindo indicadores e parâmetros de qualificação e quantificação do estado de degradação dos cursos d'água urbanos, os quais foram utilizados no presente trabalho. No total, são 17 parâmetros agrupados em 5 indicadores, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores e parâmetros de degradação.

(continua)

INDICADORES	PARÂMETROS
1. Mata ciliar: visa retratar o estado e a formação vegetal presente nas margens dos cursos d'água	1.1 Corte ou remoção da vegetação: retrata a integridade da vegetação nas margens do curso d'água.
	1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas: retrata a formação vegetal existente nas margens do curso d'água.
2. Erosão e assoreamento: visa retratar as condições do leito do curso d'água e seu entorno, quanto à presença de sedimentos e pontos de erosão.	2.1 Processos erosivos visíveis nas margens: demonstra processos de erosão verificados visualmente que colocam em risco a estabilidade das margens do curso d'água.
	2.2 Presença de sedimentos nas margens: representa a magnitude de sedimentos presentes nas margens do curso d'água e em seu entorno.
	2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos: evidencia alterações causadas no leito do curso d'água devido ao acúmulo de sedimentos.
3. Modificação do curso d'água: visa retratar as formas e intensidades das alterações realizadas nas seções e ao longo do curso d'água.	3.1 Retificação da seção transversal: retrata alterações na forma da seção do curso d'água, demonstrando a retificação nos diferentes sentidos do perfil transversal.
	3.2 Mudança de revestimento da seção transversal: retrata modificações realizadas através da observação da natureza dos materiais utilizados no recobrimento dos diferentes sentidos do perfil transversal.
	3.3 Canalização ou tamponamento do trecho: retrata a forma com que o curso d'água está sendo conduzido ao longo do trecho.
	3.4 Corte de meandros: retrata alterações nas sinuosidades do curso d'água.
	3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água: retrata a forma com que a água é removida desse curso, sem causar modificação em sua estrutura, utilizando condutos coletores ou bombeamento.
	3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água: retrata as alterações estruturais desse curso, como desvios, realizadas para a retirada de água.

Quadro 1 – Indicadores e parâmetros de degradação.

(conclusão)

INDICADORES	PARÂMETROS
	3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas: retrata a intensidade com que estas obras obstruem o curso d'água.
4. Poluição: visa retratar a magnitude de poluentes liberados, por diferentes atividades, ao longo do curso d'água.	4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água: retrata a quantidade de resíduos, provenientes de atividades antrópicas, ao longo do curso d'água.
	4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos: retrata a intensidade de despejos de efluentes ao longo do curso d'água.
	4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas: retrata a intensidade com que ocorre o escoamento de águas pluviais no curso d'água.
5. Edificações: visa retratar a natureza e quantidade das diversas formas de construções no entorno do curso d'água.	5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública: retrata a quantidade e natureza das edificações localizadas no entorno do curso d'água.
	5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública – quadras poliesportivas, praças urbanas, vias públicas marginais, terminais de transporte, estações elevatórias de esgotos, sistema de telecomunicações ou de distribuição de energia: retrata a quantidade e natureza dessas estruturas localizadas no entorno do curso d'água.

Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2010).

Para avaliar cada parâmetro quantitativamente, Freitas Filho (2010) atribuiu um grau de intensidade relativo aos impactos estudados, conforme apresentado no Quadro 2. Estes itens, contidos em tabelas, descrevem situações que diminuem a interferência da subjetividade de cada avaliador.

Quadro 2 – Grau de intensidade dos impactos avaliados.

(continua)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO
1.1 Corte ou remoção da mata ciliar	
Mata ciliar preservada (mais de 85%)	0
Presença de até 85% de mata ciliar	1
Presença de 70% a 85% de mata ciliar	2
Presença de 50% a 70% de mata ciliar	3
Presença de 25% a 50% de mata ciliar	4
Ausência ou abaixo de 25% de mata ciliar	5
1.2 Substituição total ou parcial da vegetação natural	
Mais de 70% de vegetação natural	0
Predomínio de vegetação natural (até 70%) com poucos pontos de vegetação exótica (até 30%)	1
Predomínio da vegetação natural (70% a 55%) com poucos pontos de vegetação exótica (30% a 45%)	2
Aproximadamente a mesma área de mata ciliar e de vegetação exótica (55% a 45% ambos)	3
Predomínio da vegetação exótica (acima de 70%) sendo a maior parte de pequeno porte	4
Predomínio da vegetação exótica (acima de 70%) sendo a maior parte de grande porte.	5
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	
Ausência de pontos de erosão	0
Os pontos de erosão não comprometem a estabilidade das margens	2
Os pontos de erosão comprometem a estabilidade das margens	4
Trecho totalmente erodido, margens e leito totalmente degradados	5
2.2 Presença de sedimentos nas margens	
Margem com ausência ou quantidade insignificante de sedimentos (contribuição insignificante para o assoreamento do curso d'água)	0
Margem com pouca quantidade de sedimentos (contribui para o assoreamento do curso d'água)	2
Margem com excesso de sedimentos (principal agente responsável pelo assoreamento do curso d'água)	4

Quadro 2 – Grau de intensidade dos impactos avaliados.

(continuação)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO
Margem totalmente ocupada por sedimentos (principal agente responsável pelo assoreamento do curso d'água)	5
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	
Ausência de assoreamento e obstruções do leito	0
Presença de trechos assoreados com pouca obstrução do fluxo d'água	2
Trecho assoreado com grande obstrução do fluxo d'água	4
Trecho extensivamente assoreado com grande interferência do fluxo d'água (assoreamento causado por grandes quantidades de sedimentos, exemplo desmoronamentos)	5
3.1 Retificação da seção transversal	
Seção transversal sem alteração	0
Seção transversal com retificação em um dos lados ou no fundo do curso (apenas uma retificação)	2
Seção transversal com retificação nos dois lados do curso ou no fundo e em um dos lados (duas retificações)	4
Seção transversal totalmente retificada	5
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	
Não ocorreu mudança no revestimento da seção transversal (canal natural)	0
Utilização de revestimento com significantes protuberâncias, em parte da seção transversal (enrocamento, pedra lançada ou gabiões, canais escavados em terra com cobertura de grama e semelhantes)	1
Utilização de revestimento com significantes protuberâncias, em toda a seção transversal (enrocamento, pedra lançada ou gabiões, canais escavados em terra com cobertura de grama e semelhantes)	2
Utilização de revestimento liso em parte da seção transversal (canais de concreto e materiais com rugosidade semelhante)	4
Utilização de revestimento liso em toda seção transversal (canais de concreto e materiais com rugosidade semelhante)	5

Quadro 2 – Grau de intensidade dos impactos avaliados.

(continuação)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	
Trecho sem canalização	0
Presença de até 25% do trecho canalizado	2
Presença de 25% a 50% do trecho canalizado	3
Presença de mais de 50% do trecho canalizado	5
3.4 Corte de meandros	
Trecho sem alterações dos meandros	0
Presença de até 25% do trecho com alteração nas sinuosidades do perfil longitudinal do curso d'água	2
Presença de 25% a 50% do trecho com alteração nas sinuosidades do perfil longitudinal do curso d'água	3
Presença de mais de 50% do trecho com alteração nas sinuosidades do perfil longitudinal do curso d'água	5
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	
Não foram verificados sistemas de retirada d'água	0
Ocorre a remoção de água, por algum sistema de coleta	3
Ocorre a remoção de água, por um ou diversos sistemas de coletas, causando grande impacto na vazão do curso d'água	5
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	
Não foram verificados desvios no curso d'água	0
Ocorre desvio no curso d'água, para utilização em alguma atividade (agricultura, indústria, etc.)	5
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	
Não existem obras	0
Não ocorre estrangulamento da seção transversal	1
Ocorre estrangulamento da seção transversal	3
Ocorre estrangulamento da seção transversal e acúmulo de sedimentos	5
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	
Ausência ou quantidade insignificante de resíduos	0
Resíduos sólidos com pequenas dimensões, com possibilidade de remoção manual (sacolas, embalagens, garrafas pet e dimensões semelhantes)	1

Quadro 2 – Grau de intensidade dos impactos avaliados.

(conclusão)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO
Resíduos sólidos com grandes dimensões, sendo necessário o uso de maquinário para remoção (mobiliários, eletrodomésticos, pneus e dimensões semelhantes)	3
Resíduos diversos contaminados (lixo doméstico com possibilidade de produção de chorume, embalagens com produtos químicos, entre outros)	5
4.2 Lançamentos de efluentes, conexões de esgotos	
Não foram verificados pontos de lançamento em todo o curso d'água	0
Presenças de pontos pontuais de lançamentos de efluentes domésticos, com pequena vazão em relação ao curso d'água	3
Presença de diversos pontos de lançamento; pontos com vazões consideráveis em relação ao curso d'água; atividades comerciais; atividades industriais com lançamento de efluentes no corpo receptor	5
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	
Não foi visualizado despejo de esgoto em conjunto com a água pluvial	0
Fica evidente o lançamento de efluentes doméstico em conjunto com a água pluvial	5
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	
Ausência de impermeabilização	0
Até 10% de impermeabilização	1
De 10% a 25% de impermeabilização do trecho	2
De 25% a 50% de impermeabilização do trecho	3
De 50% a 75% de impermeabilização do trecho	4
Mais de 75% de impermeabilização do trecho	5
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	
Ausência de impermeabilização	0
Até 10% de impermeabilização	1
De 10% a 25% de impermeabilização do trecho	2
De 25% a 50% de impermeabilização do trecho	3
De 50% a 75% de impermeabilização do trecho	4
Mais de 75% de impermeabilização do trecho	5

Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2010).

No presente estudo, para mensuração e avaliação dos parâmetros citados acima no Quadro 2, foram considerados aspectos importantes adaptados de Freitas Filho (2010), descritos abaixo.

1.1 Corte ou remoção da vegetação natural

O parâmetro é obtido por meio da análise de imagens aéreas, utilizando-se ferramentas computacionais a fim de se obter a área total protegida pelo Novo Código Florestal e a área de vegetação restante. A porcentagem de vegetação restante em relação à área protegida é calculada a partir da seguinte equação:

$$A_m = \frac{A_p}{A_t} \times 100$$

Onde:

A_m = porcentagem de vegetação na área de proteção legal;

A_t = área total de proteção legal;

A_p = área de vegetação na faixa da zona de proteção legal.

1.2 Substituição total ou parcial da vegetação natural

O parâmetro é obtido por meio de observações em campo da cobertura vegetal, comparando as suas características com a cobertura vegetal preservada de áreas próximas, identificando a existência de espécies exóticas plantadas inadequadamente.

Como suporte de análise, podem-se utilizar imagens aéreas atuais, de forma a visualizar a ocorrência de pontos de vegetação exótica; e imagens aéreas antigas, com o intuito de comparar com a condição atual.

2.1 Processos erosivos visíveis nas margens

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual dos pontos de erosão e do comprometimento da estabilidade das margens devido a eles.

2.2 Presença de sedimentos nas margens

Os dados são obtidos, em campo, por meio de análise visual, verificando-se a presença de sedimentos e avaliando-se a magnitude desses sedimentos no próprio curso d'água.

2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos

Os dados são obtidos, em campo, por meio de análise visual, verificando as modificações causadas pelo assoreamento no curso d'água e a ocorrência de obstruções do fluxo de água causadas pelo acúmulo de sedimentos.

3.1 Retificação da seção transversal

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual das modificações realizadas na seção transversal do rio, verificando a ocorrência de retificação nela.

3.2 Mudança de revestimento da seção transversal

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual, observando o tipo de revestimento utilizado na seção transversal do curso d'água, levando-se em conta sua rugosidade.

3.3 Canalização ou tamponamento do trecho

Este parâmetro é obtido por meio de observações em campo e análise de imagens aéreas, verificando o comprimento do curso d'água que foi tamponado ou canalizado. A porcentagem desse trecho é obtida através da seguinte equação:

$$Lct = \frac{L \text{ canalizado}}{Lt} \times 100$$

Onde:

Lct = porcentagem do trecho canalizado;

Lt = comprimento total do curso d'água;

Lcanalizado = comprimento do trecho canalizado.

3.4 Corte de meandros

O parâmetro é obtido em campo, verificando se os meandros do curso d'água sofreram alguma forma de interferência nas suas sinuosidades. Para isso, pode-se compará-los com outros trechos sem interferência ou com fotos antigas. A porcentagem do trecho com alteração nas suas sinuosidades em relação ao trecho total é obtida através da seguinte equação:

$$Lm = \frac{Lret}{Lt} \times 100$$

Onde:

L_m = porcentagem do trecho com modificação nos meandros;

L_t = comprimento total do curso d'água;

L_{ret} = comprimento do trecho onde ocorreu interferência dos meandros.

3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual, verificando a ocorrência de alguma forma de retirada de água por bombeamento, condutos coletores ou outras formas, sem a modificação do curso d'água.

3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água

Neste parâmetro é verificada, em campo, a ocorrência de alguma forma de retirada de água com alteração estrutural do curso d'água, como desvios.

3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual, verificando a intensidade com que obras estruturais, como pontes e travessias, reduzem a seção e obstruem o fluxo do curso d'água.

4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água

O parâmetro é obtido em campo, observando-se a presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito do curso d'água, averiguando a quantidade, suas características e dimensões.

4.2 Lançamento de efluentes e conexões de esgotos

O parâmetro é obtido, em campo, por meio de análise visual de pontos de lançamentos ao longo do curso d'água, analisando se a vazão de efluente despejado é significativa em relação à vazão do curso d'água.

4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas

O parâmetro é obtido, em campo, por meio da análise visual do aspecto das águas, identificando em pontos de lançamento de água pluvial a existência de conexões irregulares de esgoto.

5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública

Este parâmetro é obtido por meio de observações em campo e análise de imagens aéreas, verificando a natureza das estruturas e a porcentagem de área impermeabilizada por edificações, respectivamente. A porcentagem da área impermeabilizada por edificações é dada pela seguinte equação:

$$Ait = \frac{Ai}{At} \times 100$$

Onde:

Ait = porcentagem da área impermeabilizada no trecho;

At = área total na faixa de proteção legal;

Ai = área impermeabilizada na faixa de proteção legal.

5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública

Este parâmetro é obtido de forma semelhante ao item anterior, verificando a presença desses elementos de infraestrutura pública, contabilizando a porcentagem de área impermeabilizada por eles.

5.5. OBTENÇÃO DO NÍVEL DE INTEGRIDADE DE CADA TRECHÔ DO CURSO D'ÁGUA

De acordo com Freitas Filho (2010), a fim de avaliar a pertinência dos indicadores e parâmetros propostos e estabelecer pesos para cada parâmetro foi aplicado o Método Delphi, por meio da aplicação de questionários com especialistas da área de Meio Ambiente. Primeiramente, foi realizada uma pré-avaliação entre alguns participantes do Congresso Iberoamericano e do Caribe sobre Restauração Ecológica para avaliar se os indicadores propostos estavam adequados e para estabelecer pesos referentes à importância do impacto de cada indicador e parâmetro, de forma que a soma de todos os pesos fosse igual a 100.

Posterior a esta prévia avaliação, deu-se início, de fato, à aplicação das etapas que constituem o Método Delphi. Ele foi realizado em 3 etapas, através de questionário individual aos participantes, com a finalidade de ponderar os indicadores e parâmetros propostos.

Na primeira etapa, os participantes deram suas respostas com base em fatores que, individualmente, consideraram importantes. Na segunda etapa, estas respostas foram consolidadas, pois os participantes tiveram a oportunidade de alterar suas respostas prévias, com base nas

respostas provenientes da primeira etapa, justificando qualquer alteração feita. Para a finalização do método, foi realizada a terceira etapa, em que os participantes tiveram a última chance de rever e alterar suas respostas a partir do conhecimento dos dados da etapa anterior.

Os resultados obtidos são apresentados no Tabela 3, os quais foram utilizados no presente trabalho. Eles foram submetidos a medidas estatísticas, como média aritmética, mediana e desvio padrão. Para que os parâmetros não ficassem desproporcionais, estabeleceu-se um Fator de Ajuste, conforme a seguinte equação:

$$\text{Fator de Ajuste} = \frac{N^{\circ} \text{ de parâmetros do indicador}}{N^{\circ} \text{ total de parâmetros (} = 17 \text{)}}$$

A partir do Fator de Ajuste de cada parâmetro, estabeleceu-se o Peso Ajustado a cada parâmetro, conforme a equação a seguir.

$$\begin{aligned} \text{Peso Ajustado} \\ = \text{Fator de Ajuste} \times \text{Peso do Parâmetro} \times \text{Peso do Indicador} \end{aligned}$$

Onde:

Peso do Parâmetro = média do parâmetro obtido na última etapa do Método Delphi

Peso do Indicador = média do indicador obtido na última etapa do Método Delphi

Posteriormente, é obtido o Peso Final para cada parâmetro, conforme a equação a seguir.

$$\text{Peso Final} = \text{Peso Ajustado} \times \text{Valor do Impacto}$$

Onde:

Valor do Impacto = valor atribuído a cada parâmetro pelo avaliador a partir da aplicação do PAR, conforme o Quadro 2 apresentando anteriormente.

Em seguida, é determinado o índice de degradação (ID) de cada trecho do curso d'água estudado, conforme a equação a seguir:

$$ID_{\text{trecho}} = \Sigma \text{Peso Final de todos os parâmetros}$$

Os valores de ID podem variar de 0 a 9360, indicando 0 % e 100 % de degradação, respectivamente. Visto que se deseja utilizar o termo integridade, faz-se uma inversão dos valores, onde o valor de ID igual a zero equivale a 100 % de integridade e o ID igual a 9360, 0 % de integridade (Otsuka, 2013).

Tabela 3 – Peso dos Indicadores e Parâmetros.

(continua)

PARÂMETROS	Média (Peso)	Fator de Ajuste	Peso do Indicador	Peso Ajustado
1.1 Corte ou remoção da vegetação	72,9	0,12	22,4	192,11
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	27,1	0,12		71,42
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	37,4	0,18	15,3	100,98
2.2 Presença de sedimentos nas margens	24,8	0,18		66,96
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	37,7	0,18		101,79
3.1 Retificação da seção transversal	14,8	0,41	15,6	95,07
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	15,9	0,41		102,13
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	21,3	0,41		136,82
3.4 Corte de meandros	14,3	0,41		91,86
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	7,5	0,41		48,18
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	15,7	0,41		100,85
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	10,6	0,41		68,09

Tabela 3 – Peso dos Indicadores e Parâmetros.

(conclusão)

PARÂMETROS	Média (Peso)	Fator de Ajuste	Peso do Indicador	Peso Ajustado
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	36,2	0,18		157,79
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	43,8	0,18	24,7	190,92
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	20	0,18		87,18
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	77,1	0,12	22,1	200,46
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	22,9	0,12		59,54

Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2010).

5.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE REVITALIZAÇÃO

A proposição de medidas de revitalização foi baseada no índice de integridade obtido em cada trecho dos cursos d'água em estudo. No Quadro 3, são apresentadas as ações de revitalização descritas por Riggotti (2010), a qual realizou uma abordagem mais genérica de ações de revitalização das levantadas no trabalho de Henrique Neto (2010).

Quadro 3 – Medidas de revitalização.

(continua)

IMPACTO	AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Recomposição da mata ciliar
	Implantação de corredores verdes
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Restauração da mata ciliar
	Implantação de corredores verdes
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Recomposição da mata ciliar
	Implantação de espalhador de nível nos aportes artificiais ao curso d'água – promoção de descarga uniforme sobre o plano inclinado (margem) e em baixa velocidade

Quadro 3 – Medidas de revitalização.

(continuação)

IMPACTO	AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Fixação das margens com uso de gabiões ou enrocamento
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nativa nas margens
	Implantação de sistemas de decantação e/ou filtração nas redes de drenagem preliminarmente ao lançamento no curso d'água (caixas de areia)
	Implantação de programa de varrição sistemática de vias públicas, limpeza e desobstrução de sistemas de drenagem
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Dragagem periódica
	Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nas margens
	Implantação de programa de varrição sistemática de vias públicas, limpeza e desobstrução de sistemas de drenagem
3.1 Retificação da seção transversal	Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito quando possível e desejável
	Recomposição da mata ciliar – para ajudar a estabilização das margens
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito quando possível e desejável
	Configuração da seção transversal com uso de gabiões
3.3 Canalização ou tampoamento do trecho	Reabertura das seções transversais
	Criação de zonas de amortecimento (alargamento para criação de retenções em locais definidos) para reconfiguração natural de meandros
3.4 Corte de meandros	Recuperação de meandros
	Criação de zonas de amortecimento (alargamento para criação de retenções em locais definidos) para reconfiguração natural de meandros
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água – condutos coletores ou bombeamento	Identificação e eliminação das ligações para retirada de água do curso d'água – necessária avaliação do impacto da retirada sobre a descarga natural
	Implantação de programa de abastecimento de água da bacia

Quadro 3 – Medidas de revitalização.

(conclusão)

IMPACTO	AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água - desvios	Reconstituição da interferência
	Programa de fiscalização e educação ambiental junto às escolas e comunidade
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Ampliação de área de abrangência e frequência na coleta de resíduos sólidos domésticos
	Implantação de coleta de resíduos de grande porte
	Implantação de sistemas de demarcação e sinalização de áreas de mata ciliar
	Programa de educação ambiental junto às escolas e comunidade
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Instalação de interceptores de esgotos
	Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial
	Reestruturação das conexões provenientes de sistemas de drenagem
	Construção de sistemas de esgotos para as áreas ocupadas que estejam próximas ao curso d'água
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial
	Reestruturação das conexões provenientes de sistemas de drenagem
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Desapropriação e remoção
	Implantação de jardins com vegetação nativa
	Uso de pavimentos permeáveis
	Definição de muros e cercas com permeabilidade para flora e fauna em perímetros limítrofes ao curso d'água
	Estabelecimento de impostos progressivos para área impermeabilizada da superfície
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Remoção dos edifícios
	Implantação de jardins com vegetação nativa
	Uso de pavimentos permeáveis
	Criação de áreas de infiltração para águas de chuva
	Definição de muros e cercas com permeabilidade para flora e fauna em perímetros limítrofes ao curso d'água
	Implantação de sistemas de tratamento de águas de chuva provenientes de estacionamentos e vias interna

Fonte: Adaptado de Henrique Neto (2010).

Com o intuito de revitalizar os cursos d'água, Rigotti (2010) propôs a divisão dos trechos com maior e menor potencial de recuperação, de acordo com o índice de degradação obtido. As características de cada caso são apresentadas a seguir.

i. Trecho com ID < 4680: Maior Potencial de Recuperação

- **Caso 1:** apresenta o leito próximo ao natural, presença de vegetação nativa ou exótica de pequeno porte. Os principais impactos relacionados a este caso são a mata ciliar e erosão e assoreamento.
- **Caso 2:** curso d'água alterado, com seção e traçado retificado. Os principais impactos são os de erosão e assoreamento e modificação do curso d'água (retificação na seção e no traçado, mudança do revestimento da seção).

ii. Trecho com ID \geq 4680: Menor Potencial de Recuperação

- **Caso 3:** curso d'água canalizado ou tamponado e/ou identificação de lançamentos de esgotos domésticos e efluentes. Caracteriza-se pela ocorrência de alterações severas no curso d'água. Os principais impactos relacionados a este caso são modificação do curso d'água e poluição.
- **Caso 4:** canalização ou tamponamento com edificação na margem ou leito; e/ou lançamento de esgotos domésticos e efluentes. Caracteriza-se pela ocorrência de alterações no curso d'água e, ainda, pela presença de edificações no leito ou na área de preservação legal. Os principais impactos relacionados são modificação do curso d'água, poluição e edificações.

Neste sentido, Otsuka (2013) propôs uma avaliação mais aprofundada entre a relação do grau de integridade do curso d'água com as características e impactos relevantes a cada caso de recuperação apresentado. Para isto, estimou o valor máximo de ID para cada caso e, conseqüentemente, do grau de integridade, considerando a pontuação máxima para os impactos sugeridos nos casos apresentados. Os resultados

obtidos, os quais foram utilizados no presente trabalho, são apresentados no Tabela 4.

Tabela 4 – Intervalo de integridade do trecho para cada caso.

Casos de potencial de recuperação	Integridade
Caso 1	76% a 100%
Caso 2	49% a 75%
Caso 3	25% a 48%
Caso 4	0% a 24%

Fonte: Otsuka (2013).

Desta maneira, as medidas de revitalização propostas para cada caso foram as levantadas por Rigotti (2010), apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Medidas de revitalização para cada caso.

(continua)

CASO 1
Recomposição da mata ciliar, acompanhada por um especialista da área para identificação das espécies e indicação das medidas que devem ser empregadas para o caso estudado.
Acompanhamento da recuperação natural do leito – durante o processo de restabelecimento da vegetação marginal é necessário acompanhar, medir e avaliar a evolução do processo, incluindo análises do retorno da vida aquática ao curso d'água.
CASO 2
Medidas de revitalização do caso 1, se necessário.
Intervenções relacionadas à bioengenharia – utilização de processos e materiais menos impactantes ao curso d'água e que possam fazer parte do processo de recuperação dos meandros, da seção transversal e estabilização das margens
CASO 3
Medidas de revitalização do caso 2, se necessário
Retirada da canalização – reabrir as seções transversais e restaurar o revestimento do curso d'água
Criação de zonas de amortecimento – para reconfiguração natural do traçado
Identificação das retiradas de água, se necessário remover as ligações para evitar danos ecológicos ao curso d'água
Restituir a alteração provocada pela retirada com modificação estrutural – nos casos dos desvios que modificam a estrutura do curso d'água é necessário identificá-lo e recuperar os danos
Retirada dos resíduos sólidos do curso d'água – limpeza do curso d'água e destinação correta do material

Quadro 4 – Medidas de revitalização para cada caso.

(conclusão)

CASO 3
Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial – fiscalizar as ligações de esgoto e de água pluvial para que funcionem separadamente
CASO 4
Medidas de revitalização do caso 3, se necessário
Desapropriação e remoção – edificações públicas ou privadas que estejam irregulares devem ser removidas e remanejadas
Adaptações no terreno da edificação - em parceria com os moradores, se não for possível a desapropriação: implantar jardins com vegetação nativa, diminuir a área impermeabilizada e utilizar cercas que permitam permeabilidade de flora e fauna

Fonte: Adaptado de Rigotti (2010).

Em seu trabalho, Rigotti (2010) apresenta, ainda, medidas gerais de revitalização que envolvem a bacia hidrográfica, independente da situação do curso d'água. São eles:

- Parques lineares e corredores verdes;
- Limpeza pública e desobstrução de sistemas de drenagem;
- Saneamento básico associado à educação sanitária e ambiental;
- Programas de fiscalização e educação sanitária e ambiental;
- Políticas públicas para estabelecer impostos progressivos para área impermeabilizada da superfície;
- Favorecimento dos processos do ciclo hidrológico.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO

A ocupação do território de Pomerode seguiu o modelo ocorrido na região do Vale do Itajaí. Ela caracterizou-se pela demarcação dos lotes coloniais, em faixas estreitas e compridas, paralelas entre si e perpendiculares aos cursos d'água, de forma a viabilizar a colônia agrícola. Assim, as famílias de imigrantes recebiam um lote com acesso à água, necessária para o plantio e consumo. Esse modelo de ocupação foi determinante no desenvolvimento urbano das cidades do Vale do Itajaí (FRANK; SEVEGNANI, 2009).

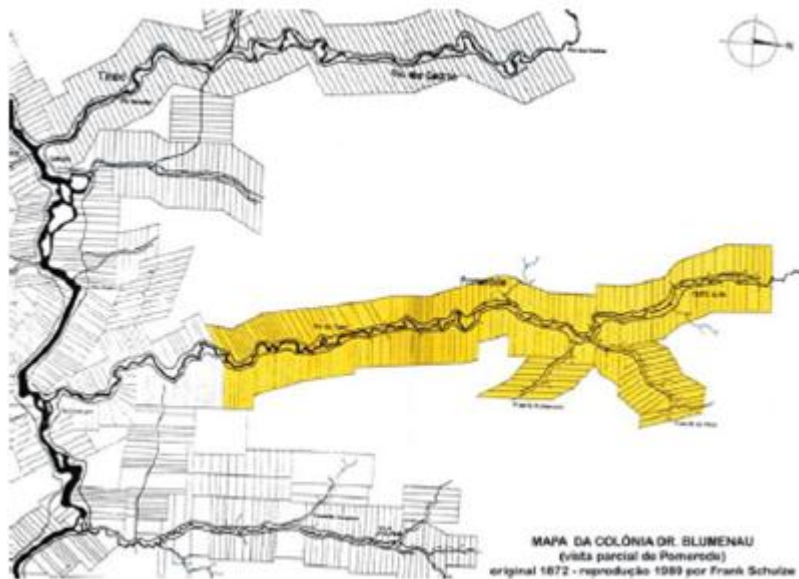
A área ao longo do Rio do Testo, onde hoje se localiza Pomerode, fazia parte da Colônia Blumenau, a qual era uma colônia particular de imigrantes alemães, fundada em 1850, com finalidade agrícola. A ocupação dos primeiros lotes coloniais ao longo do Rio do Testo iniciou em 1861, onze anos após a fundação da Colônia Blumenau (POMERODE, 2007).

O nome Pomerode está ligado à origem de seus fundadores, imigrantes da Pomerânia (Pommernland), região norte da Alemanha. Os primeiros imigrantes se estabeleceram ao longo do Rio do Testo pelo sistema de minifúndios (pequenas propriedades rurais), onde cultivavam arroz, fumo, batata, mandioca, cana de açúcar, milho e feijão. Havia, também, a criação de gado leiteiro e suíno, cujas matrizes vieram da Europa (ZIMMER, 2014).

Nos cinco primeiros anos de colônia, a margem esquerda do Rio do Testo foi mais ocupada. Posteriormente, a ocupação das duas margens tornou-se equilibrada. Devido à unificação da Alemanha, em 1868, registrou-se a maior leva de imigrantes. Em 1870, a emigração foi interrompida por causa da Guerra Franco-Prussiana e, em 1880, os últimos lotes foram ocupados, ao longo dos principais afluentes do Rio do Testo, nas regiões de Pomerode Fundos, Testo Rega, Wunderwald e Testo Alto (POMERODE, 2007).

A divisão da terra em lotes coloniais acompanhando o traçado dos cursos d'água pode ser visualizada na Figura 10. Esta forma de divisão condicionou a estrutura fundiária de Pomerode de tal forma que, até hoje, está presente na malha urbana (POMERODE, 2007).

Figura 10 – Mapa da colonização.

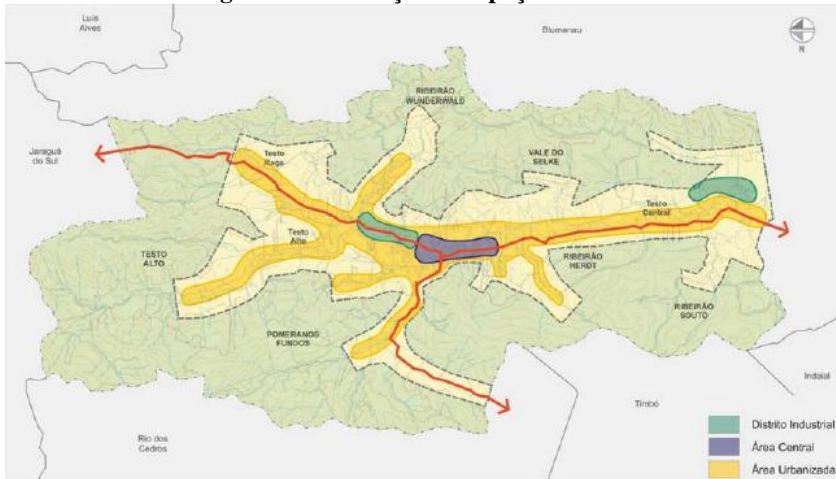


Fonte: Pomerode (2007).

A grande colônia agrícola que colonizava o Vale do Itajaí foi, aos poucos, formando pequenos núcleos urbanos, com igrejas, escolas, sociedade de atiradores (FRANK; SEVEGNANI, 2009). Este aspecto também influenciou a forma de ocupação do solo. A partir destes núcleos, a ocupação urbana se desenvolvia linearmente (POMERODE, 2007)

A ocupação urbana de Pomerode desenvolveu-se ao longo do eixo norte-sul, que liga Blumenau a Jaraguá do Sul, paralelo ao Rio do Testo (Figura 11). Neste eixo, é possível perceber a saturação de algumas vias devido o tráfego de passagem e o trânsito local, além dos impactos gerados pelo processo de industrialização (POMERODE, 2007).

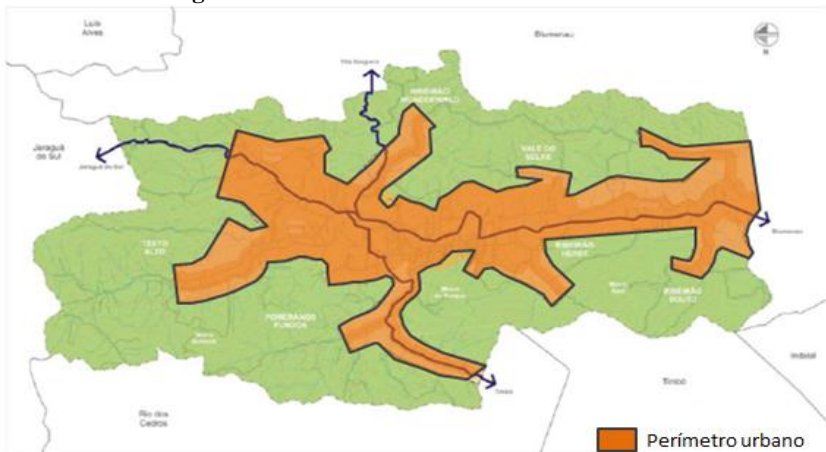
Figura 11 – Evolução do espaço urbano.



Fonte: Pomerode (2007).

A zona urbana de Pomerode soma 76,5 km² e ocupa cerca de 35% do território municipal. A área urbana se apresenta nitidamente ao longo do Rio do Testo. O perímetro urbano pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Perímetro urbano de Pomerode.



Fonte: Pomerode (2007).

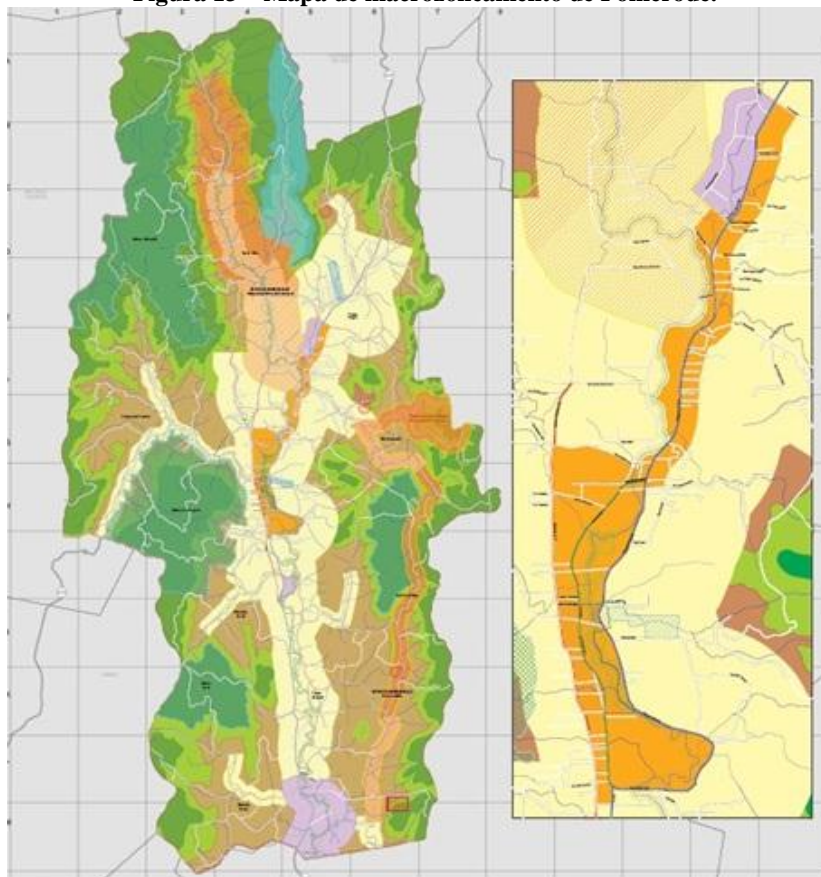
O Plano Diretor, Lei Complementar nº 162, de 12 de dezembro de 2008, no Título I, Capítulo I, estabelece o macrozoneamento do município de Pomerode, conforme as características sócioespaciais do município, com a finalidade de definir diretrizes para a ação do poder público no território municipal, de forma a atender os princípios, objetivos gerais, políticas e estratégias do código urbanístico, bem como servir de suporte às normas de uso, ocupação e parcelamento do solo.

De acordo com o Art. 19, o macrozoneamento de Pomerode divide-se em:

- I - Macrozona Rural de Proteção Ambiental - MRPA;
- II - Macrozona Rural de Ocupação Orientada 1 - MRO1;
- III - Macrozona Rural de Ocupação Orientada 2 - MRO2;
- IV - Macrozona Urbana de Consolidação - MUCON;
- V - Macrozona Urbana de Qualificação - MUQ;
- VI - Macrozona Urbana de Indústrias e Serviços - MUIS;
- VII - Zona Especial de Conservação Ambiental - ZECA;
- VIII - Zona Especial de Interesse Social - ZEIS;
- IX - Setor de Preservação do Manancial - SEPREM;
- X - Setor do Centro Histórico - SEHIS;
- XI - Setor de Parques Urbanos - SEPU;
- XII - Setor de Preservação do Conjunto Paisagístico e Cultural - SEPREC;
- XIII - Setor de Mineração - SEMIN;
- XIV - Setor de Interesse Turístico - SIT;
- XV - Eixo de Animação - EA;
- XVI - Eixo Urbano 1 - EU1;
- XVII - Eixo Urbano 2 - EU2;
- XVIII - Eixo de Serviços - ES

Na Figura 13 é possível observar o mapa de macrozoneamento segundo o Plano Diretor do Município, que determina a ocupação e uso do solo atual e dos próximos anos.

Figura 13 – Mapa de macrozoneamento de Pomerode.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------|--|--|
| — Eixo de Animação | Setor de Interesse Turístico | Macrozona Rural de Proteção Ambiental |
| — Eixo de Serviços | Setor de Conservação Ambiental | Macrozona Rural de Ocupação Orientada 1 |
| — Eixo Urbano 1 | Setor de Preservação do Manancial | Macrozona Rural de Ocupação Orientada 2 |
| — Eixo Urbano 2 | Setor de Preservação do Conjunto Paisagístico e Cultural 1 | Macrozona Urbana de Consolidação |
| | Setor de Preservação do Conjunto Paisagístico e Cultural 2 | Macrozona Urbana de Qualificação |
| | Setor de Parques Urbanos | Macrozona Urbana de Indústria e Serviços |
| | Setor do Centro Histórico | |
| | Setor de Mineração | |
| | APP Rio do Teste (30m) | |

Fonte: Lei Complementar nº 162, de 12 de dezembro de 2008 (anexo I).

6.2. LEVANTAMENTO DE INTERVENÇÕES NO RIBEIRÃO WUNDERWALD

Não há nenhum registro histórico de intervenções realizadas no Ribeirão Wunderwald. Porém, segundo informações da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento da Cidade, não foi realizada nenhuma modificação no traçado natural do Ribeirão. São realizadas, apenas, intervenções para o seu desassoreamento, principalmente após a ocorrência de chuvas intensas.

Além do mais, foi possível verificar por imagens do Google Earth de 2003 (imagens mais antigas disponíveis) e de 2014 que não houve, de fato, alteração no seu traçado.

Por fim, foram realizadas seis entrevistas com os moradores da região. A seleção dos entrevistados se deu a partir da localização de sua residência ao longo do ribeirão, a fim de obter informações de trechos com características diferentes entre si. Os trechos selecionados foram: 2, 4, 6, 10, 14 e 16.

Na entrevista, foram contempladas as seguintes questões:

- 1) Há quanto tempo você mora no local?
- 2) Qual o sistema de tratamento de efluentes sanitários da residência?
- 3) Houve retirada de mata ciliar ao longo do ribeirão? Se sim, houve alguma iniciativa de recomposição desta mata?
- 4) Você tem conhecimento da realização de intervenções no traçado natural do ribeirão e/ou de retificação na seção transversal?
- 5) Você tem conhecimento da realização de intervenções no sentido de desassorear o ribeirão?
- 6) Você observa a presença de resíduos sólidos no leito e nas margens?
- 7) Você utiliza água do ribeirão para alguma finalidade? Qual?
- 8) Você utiliza o ribeirão como local de descanso e lazer? Se não, por quê?
- 9) Há histórico de ocorrência de inundações na região?

As informações obtidas a partir das entrevistas são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Entrevistas com moradores da Bacia do Ribeirão Wunderwald.

(continua)

TRECHO 2
1) Mora há 57 anos no bairro Wunderwald, sendo que seus pais e avós já residiam no local. Assim, possui amplo conhecimento sobre a bacia.
2) A residência possui o sistema composto por tanque séptico e filtro anaeróbico com destino final para um curso d'água afluente do Ribeirão Wunderwald. Contudo, relatou que, em certos dias, esse curso d'água já apresenta um odor característico de esgoto e a presença de espumas. Assim, é um indicativo de ligações clandestinas de esgotos domésticos.
3) Até 1980, o trecho não possuía mata ciliar na margem direita (sentido jusante-montante), sendo marcado pelas plantações de arroz, milho e aipim. Posteriormente, com o fim das plantações, houve o plantio de algumas árvores e recuperação natural da mata.
4) Houve uma mudança no traçado do curso d'água na região da foz, tendo sido o leito desviado para construção de uma barragem para uso em uma serraria, há 150 anos atrás. O restante do curso não foi alterado. Em relação à retificação da margem, uma pequena parcela, à montante de sua residência, foi revestida por concreto. Percebeu-se um aumento da velocidade do fluxo a partir dessa modificação.
5) Houve intervenções no sentido de desassorear o ribeirão, mas em, apenas, alguns trechos em específico.
6) Relatou que há presença de resíduos sólidos de todos os tipos no leito e nas margens, desde sacolas plásticas, garrafas PET à tijolos, concreto e restos de animais.
7) Não utiliza água do ribeirão.
8) Algumas vezes, utiliza o ribeirão como área de lazer. Mas relatou que há 30 anos era comum a atividade da pesca no local, quando a profundidade do ribeirão era maior. Hoje, em apenas alguns locais ainda é possível pescar.
9) A ocorrência de enchentes se dá, apenas, em casos de chuvas muito intensas. Não é frequente.
TRECHO 4
1) Mora há 10 anos no local.
2) A residência possui sistema composto por tanque séptico e filtro anaeróbico, com destino final na rede de drenagem. Mas relatou que possivelmente as residências mais antigas não possuam nenhum tipo de tratamento de esgotos sanitários.
3) Desde que mora no local, a característica é a ausência de vegetação ciliar. Contudo, reparou que há mais vegetação no entorno da bacia, possivelmente pela diminuição das pastagens. Não tem conhecimento de iniciativas de recomposição da mata.

Quadro 5 – Entrevistas com moradores da Bacia do Ribeirão Wunderwald.
(continuação)

TRECHO 4
4) Não tem conhecimento sobre modificações no traçado do curso d'água e/ou em sua seção transversal. Durante o tempo em que mora na região, ele possui o mesmo traçado.
5) Foi realizada intervenção no sentido de desassorear o leito.
6) Relatou que não observa a presença de resíduos sólidos, porém não mora próximo às margens, não tendo muito acesso ao ribeirão.
7) Não utiliza a água do ribeirão.
8) Não utiliza o ribeirão como área de lazer.
9) Não é frequente a ocorrência de enchentes, apenas em casos de chuvas intensas, como foi o caso das enchentes de 2008.
TRECHO 6
1) Mora há 20 anos no local.
2) A residência possui o sistema composto por tanque séptico e filtro anaeróbio com destino final para o Ribeirão Wunderwald.
3) Desde que mora no local, a vegetação predominante é o capim-elefante. Realizou o plantio de algumas árvores nativas, mas não tem conhecimento de nenhuma iniciativa no sentido de recompor a mata ciliar.
4) Ocorreram algumas alterações no traçado do curso d'água, mas não foram realizadas por ações antrópicas, mas pelo próprio curso da água.
5) Desde que mora no local, foram realizadas três ações para desassorear o ribeirão.
6) Relatou que há presença de resíduos sólidos de todos os tipos no leito e nas margens, desde sacolas plásticas, garrafas PET, latas de tinta e estofados. Eles são observados, principalmente, após fortes chuvas que carregam esses resíduos pelo leito.
7) Não utiliza a água do ribeirão.
8) Não utiliza o ribeirão como área de lazer. Mas relatou que antigamente a profundidade do ribeirão era maior, sendo possível pescar.
9) Apenas a enchente de 2011 atingiu a sua residência.
TRECHO 10
1) Na atual residência, está há apenas 1 ano, mas já morava no bairro há mais tempo.
2) A residência possui o sistema composto por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro.
3) Na área de sua propriedade, preserva-se a mata existente, mas observa que, principalmente, em trechos mais a jusante, onde ocorreu expansão urbana, ela foi retirada. E não tem conhecimento de iniciativas de recomposição da mata.
4) Não tem conhecimento sobre modificações no traçado do curso d'água e/ou em sua seção transversal.

Quadro 5 – Entrevistas com moradores da Bacia do Ribeirão Wunderwald.
(continuação)

TRECHO 10
5) Na região onde mora, não houve intervenções para o desassoreamento. O leito é pedregoso.
6) Não observa a presença de resíduos sólidos no leito e nas margens.
7) Não utiliza a água do ribeirão Wunderwald. Contudo, há duas nascentes em seu terreno, sendo uma utilizada para consumo humano e outra represada para formação de uma lagoa, seguindo, posteriormente, para o ribeirão.
8) Principalmente no verão, utiliza o ribeirão como área de lazer, para se refrescar. Relatou que outras pessoas não residentes do bairro, também assim o fazem.
9) Nesta região, não há ocorrência de enchentes, salvo as enchentes de 2008, onde se verificou o nível da água acima da ponte, mas ainda assim não atingiram as residências.
TRECHO 14
1) Mora há 23 anos no local.
2) A residência possui sistema composto por tanque séptico e filtro anaeróbico com destino final para o Ribeirão Wunderwald. Relatou, ainda, que as casas mais antigas não possuem sistema de tratamento de esgotos, havendo o lançamento direto para o curso d'água.
3) Desde que mora no local, o predomínio é de pastagens, sem a presença de mata ciliar.
4) Relatou que houve uma pequena alteração no traçado original do ribeirão, em um trecho de, aproximadamente, 15 m, com o intuito de afastar o leito da via pública, pois se verificava o transbordamento da água com a ocorrência de chuvas intensas, dificultando a passagem.
5) Na região onde mora, não houve intervenções para o desassoreamento.
6) Não observa a presença de resíduos sólidos no leito e nas margens.
7) Não utiliza a água do ribeirão.
8) Principalmente no verão, utiliza o ribeirão como área de lazer, para se refrescar.
9) Não há ocorrência de enchentes nesta área.
TRECHO 16
1) Mora há 21 anos no local.
2) A residência possui sistema composto por tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro.
3) Desde que mora no local, o predomínio é de pastagens e ausência de mata ciliar. Inclusive relatou que algumas áreas onde não há mais pastagens, a mata tem se recuperado.

Quadro 5 – Entrevistas com moradores da Bacia do Ribeirão Wunderwald.
(conclusão)

TRECHO 16
4) Não tem conhecimento sobre modificações no traçado do curso d'água e/ou em sua seção transversal. Durante o tempo em que mora na região, ele possui o mesmo traçado.
5) Na região onde mora, não houve intervenções para o desassoreamento.
6) Não observa a presença de resíduos sólidos no leito e nas margens.
7) Não utiliza a água do ribeirão. Contudo, há uma nascente em seu terreno, cuja água é utilizada para consumo humano. Não há sistema de abastecimento público de água nesta localidade.
8) Principalmente no verão, utiliza o ribeirão como área de lazer, para se refrescar.
9) Não há ocorrência de enchentes nesta área.

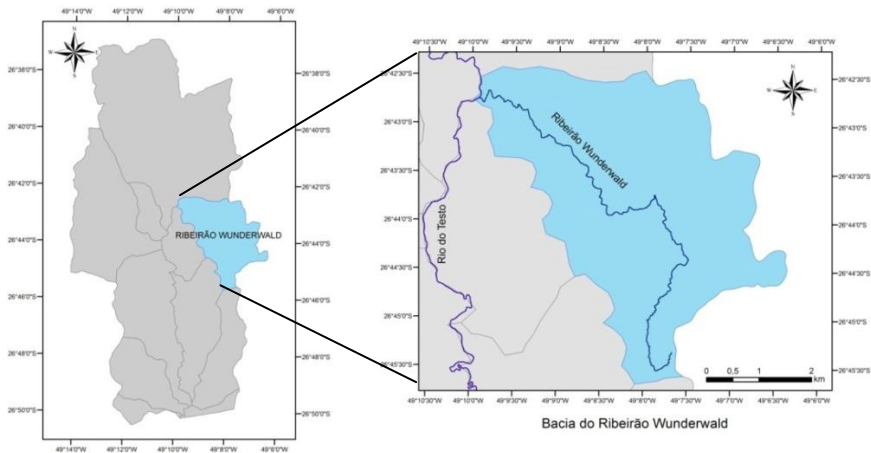
De maneira geral, com as informações obtidas pelas entrevistas, verificou-se que:

- O traçado do curso d'água se manteve inalterado mesmo com a expansão urbana dos últimos anos.
- Em alguns trechos, foi realizado o processo de desassoreamento do leito.
- A mata ciliar foi removida, seja para abertura de terrenos para construção na área urbana, seja para plantações e pastagens na área rural.
- A presença de resíduos sólidos é constatada nos trechos de área urbana.
- Há possíveis ligações diretas de esgotos sanitários, sem tratamento, no ribeirão, mas a maioria das residências possui sistema individual de tratamento de esgoto.
- Em alguns pontos do ribeirão, a montante da área urbana, ele é utilizado como área de lazer, principalmente no verão.
- A ocorrência de enchentes se dá, apenas, em casos de chuvas muito intensas, como a ocorrida em 2008.

6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA DO RIBEIRÃO WUNDERWALD

A bacia do Ribeirão Wunderwald possui área de, aproximadamente, 19 km² e perímetro de 22,9 km. O curso d'água principal, Ribeirão Wunderwald, possui comprimento de 10,75 km, desembocando no Rio do Testo (Figura 14).

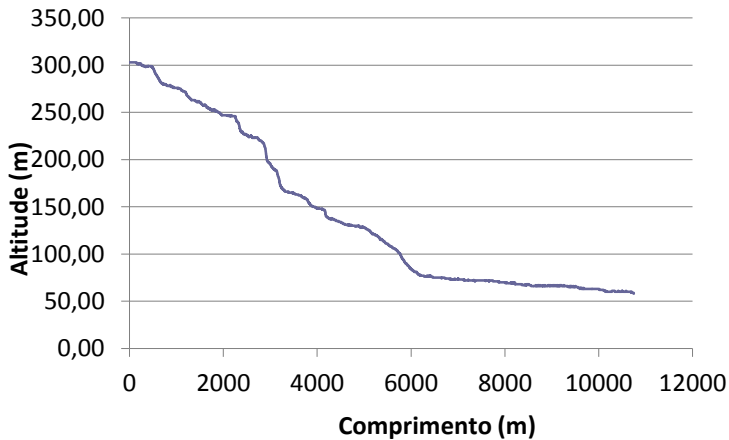
Figura 14 – Bacia do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

O perfil de declividade do Ribeirão Wunderwald é apresentado na Figura 15. Como pode se observar, a altitude varia em, aproximadamente, 250 m.

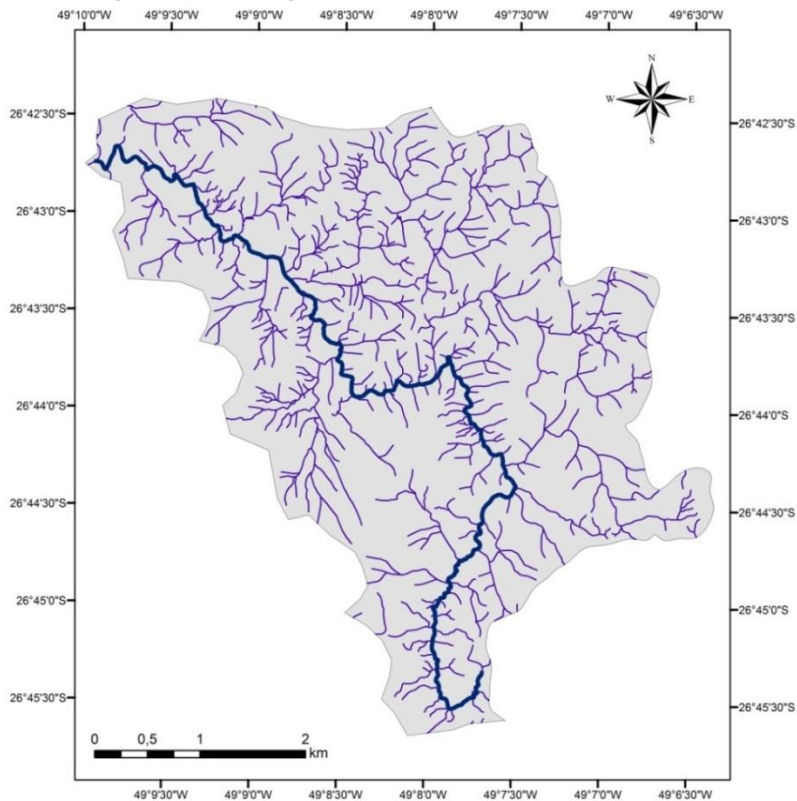
Figura 15 – Perfil de declividade do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

A hidrografia da bacia do Ribeirão Wunderwald é apresentada na Figura 16. A densidade de drenagem da bacia é $0,007174 \text{ m/m}^2$ ou $7,17 \text{ km/km}^2$, na escala 1:10.000.

Figura 16 – Hidrografia da bacia do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

Em relação à forma da bacia do Ribeirão Wunderwald, o coeficiente de compacidade⁽³⁾ é 1,49 e o fator de forma⁽⁴⁾ 0,16.

³ *Coefficiente de compacidade (Kc)*: relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia. O Kc é sempre um valor > 1 . Quanto menor o Kc (mais próximo da unidade), mais circular é a bacia e maior a tendência de haver picos de enchente.

⁴ *Fator de forma*: relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Quanto maior o valor do fator de forma, maior a potencialidade de ocorrência de picos de enchentes elevados.

Quanto ao uso e ocupação do solo, a bacia do Ribeirão Wunderwald apresenta característica predominantemente, rural; limitando em, aproximadamente, 20 % a área para ocupação urbana. São identificadas quatro zonas distintas: Macrozona Rural de Proteção Ambiental, Macrozona Rural de Ocupação Orientada 1, Macrozona Rural de Ocupação Orientada 2 e Macrozona Urbana de Qualificação, as quais são descritas a seguir.

A *Macrozona Rural de Proteção Ambiental* é caracterizada pelas áreas de preservação permanente na zona rural (topos de morros, unidades de conservação, nascentes e áreas inundáveis); áreas remanescentes significativos de ecossistemas existentes; áreas importantes para preservação da paisagem existente; e áreas relevantes para a preservação de mananciais de abastecimento de água potável da cidade.

A *Macrozona Rural de Ocupação Orientada 1* é caracterizada pelas áreas de relevante importância ambiental para a preservação da paisagem existente, mas passíveis de ocupação por atividades de baixo impacto; e pelas faixas de amortecimento localizadas no entorno da Macrozona Rural de Proteção Ambiental, conservando o entorno das áreas de proteção permanente.

A *Macrozona Rural de Ocupação Orientada 2* é caracterizada pelas áreas localizadas fora do perímetro urbano, com uso predominante voltado às atividades relacionadas com a agricultura, pecuária e silvicultura.

A *Macrozona Urbana de Qualificação* é caracterizada pela maior parte da área localizada no perímetro urbano, marcada pela ocupação humana menos densa e diversificada que a presente na Macrozona de Consolidação.

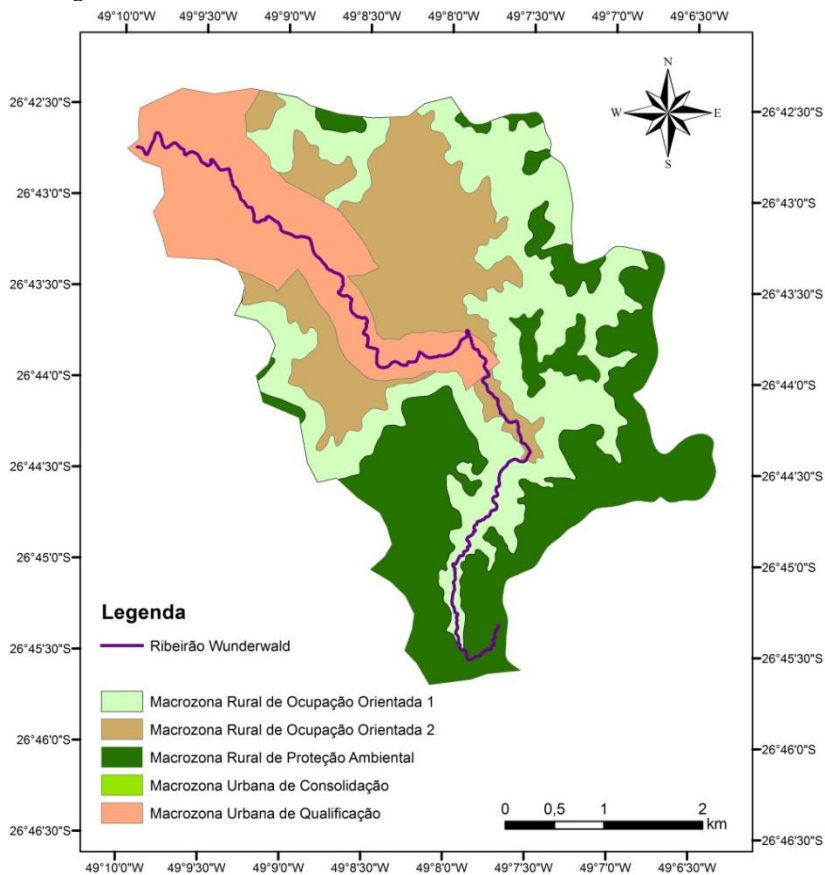
O macrozoneamento na Bacia do Ribeirão Wunderwald pode ser observado na Tabela 5 e Figura 17.

Tabela 5 – Macrozoneamento da Bacia do Ribeirão Wunderwald

Tipo de Ocupação	Área (km²)	%
Macrozona Rural de Proteção Ambiental	5,47	29%
Macrozona Rural de Ocupação Orientada 1	5,86	31%
Macrozona Rural de Ocupação Orientada 2	3,98	21%
Macrozona Urbana de Qualificação	3,64	19%
TOTAL	18,96	100%

Apesar da bacia em estudo apresentar características predominantemente rurais (52 % da área), cerca de 60% do Ribeirão Wunderwald está inserido no perímetro urbano, na área de jusante (Figura 17). Além do mais, cursos d'água na área rural podem ser tão degradados quanto na área urbana, porém com maior potencial de recuperação.

Figura 17 – Macrozoneamento da Bacia do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

6.4. DELIMITAÇÃO DOS TRECHOS DO RIBEIRÃO WUNDERWALD

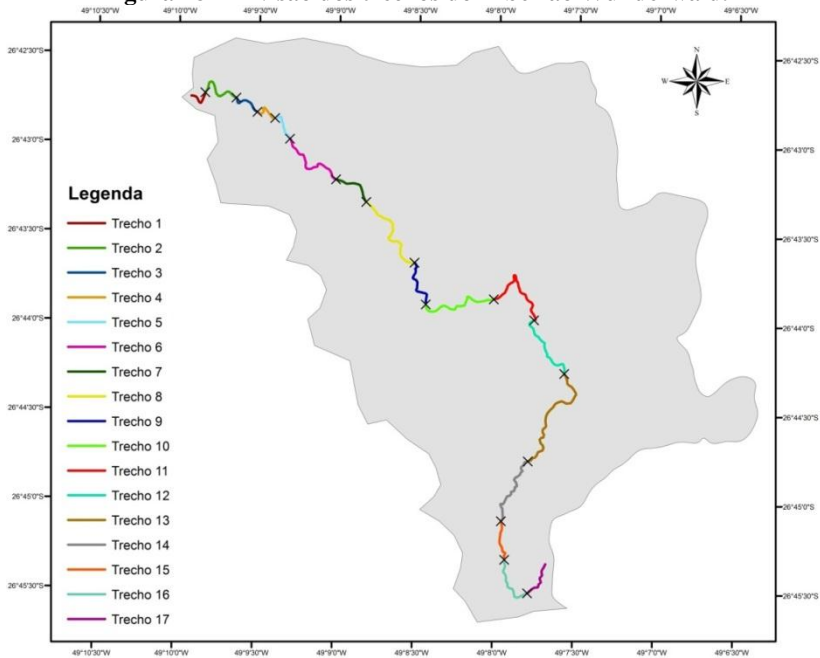
A delimitação dos trechos do Ribeirão Wunderwald foi realizada, primeiramente, pelas imagens do Google Earth, e aprimoradas, por meio do reconhecimento do local através das visitas em campo.

A divisão final pode ser observada na Figura 18 e Figura 19. Foram definidos 17 trechos com características semelhantes, baseado nas características de ocupação da bacia, presença e tipo de vegetação ciliar e no perfil longitudinal do curso d'água, conforme apresentado na metodologia.

Conforme mencionado no item 5.3.2, os primeiros onze trechos, de jusante-montante, foram percorridos pelo leito do ribeirão durante o processo de aplicação do PAR, e os seis últimos trechos foram avaliados pelas parcelas do ribeirão visíveis pela via pública.

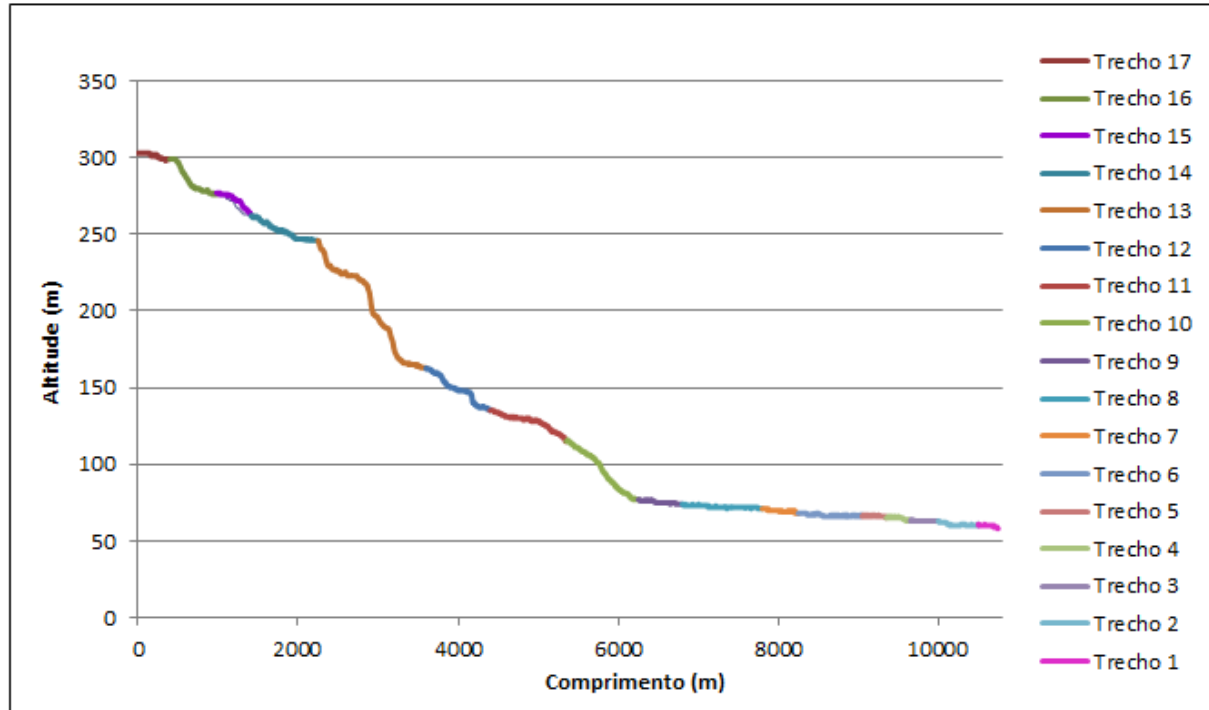
O Quadro 6 traz a descrição de cada trecho e o seu respectivo comprimento.

Figura 18 – Divisão dos trechos do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

Figura 19 – Perfil do Ribeirão Wunderwald com a divisão dos trechos.



Fonte: Própria autora.

Quadro 6 – Características dos trechos preliminares.

(continua)

Trecho	Localização	Características	Comprimento (m)
1	Foz até "ponte - acesso à residência"	Canal natural, presença de pouca de vegetação ciliar, presença de moradias próximas às margens, próximo à via pública, presença de duas pontes	250
2	"Ponte - acesso à residência" até início revestimento de concreto	Canal natural, presença de vegetação ciliar, presença de algumas moradias na margem direita	500
3	Início revestimento de concreto até ponte da Rua Pedro A. da Cunha	Canal natural, presença de vegetação ciliar predominantemente na margem esquerda, presença de moradias na margem direita, presença de uma ponte	350
4	Ponte da Rua Pedro A. da Cunha até o galpão	Canal natural, presença de pouca vegetação ciliar, presença de algumas moradias na margem direita	300
5	Galpão até a ponte da Rua Otto Muller	Canal natural, ausência de vegetação ciliar	300
6	Ponte da Rua Otto Muller até travessia	Canal natural, ausência de vegetação ciliar, presença de moradias na margem direita e algumas na margem esquerda, plantações em ambas as margens, presença de uma travessia	800
7	Travessia até a ponte da Rua Dr. Wunderwald	Canal natural, ausência de vegetação ciliar, presença de indústria na margem direita, plantações em ambas as margens, presença de uma ponte	450
8	Ponte da Rua Dr. Wunderwald até "início da mata"	Canal natural, ausência de vegetação ciliar, pastos e algumas plantações em ambas as margens do rio	1000
9	"início da mata" até a Rua Vasco da Gama (ponte 1)	Canal natural, presença de vegetação ciliar principalmente na margem esquerda, presença de moradias na margem direita, presença de ponte	550

Quadro 6 – Características dos trechos preliminares.

(conclusão)

Trecho	Localização	Características	Comprimento (m)
10	Rua Vasco da Gama (ponte 1) até Rua Vasco da Gama (ponte 2)	Canal natural, presença de vegetação ciliar (em alguns trechos), presença de algumas moradias nas margens, próximo à via pública	900
11	Rua Vasco da Gama (ponte 2) até Rua Vasco da Gama (ponte 3)	Canal natural, presença de pouca vegetação ciliar (em alguns trechos), presença de pastos e plantações e algumas moradias na margem direita do rio, presença de ponte	950
12	Rua Vasco da Gama (ponte 3) até a travessia (acesso à residência)	Canal natural, presença de pouca vegetação ciliar, presença de ponte e algumas moradias na margem direita	800
13	Travessia até a Rua Vasco da Gama (ponte 4)	Canal natural, presença de vegetação ciliar	1350
14	Rua Vasco da Gama (ponte 4) até travessia (acesso à residência)	Canal natural, ausência de vegetação ciliar, presença de algumas moradias, presença de pastos, presença de ponte, próximo à via pública	840
15	Travessia (acesso à residência) até a próxima travessia (acesso à residência)	Canal natural, presença de vegetação ciliar	430
16	Travessia (acesso à residência) até a entrada da Rua Ferdinando Dumke	Canal natural, ausência de vegetação ciliar, presença de pastos e lagoas	580
17	Rua Vasco da Gama (ponte 5) até a nascente	Canal natural, presença de vegetação ciliar no trecho inicial, presença de pastos e lagoas	400

6.5. CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO RIBEIRÃO WUNDERWALD

Os resultados da caracterização da degradação do curso d'água serão apresentados da seguinte maneira:

- 1) Imagem do Google Earth com a delimitação do trecho, considerando a área de APP;
- 2) Descrição das características principais de cada trecho;
- 3) Diagnóstico fotográfico das características apresentadas;
- 4) Apresentação da avaliação quantitativa de cada trecho, por meio dos resultados parciais obtidos por cada parâmetro e do resultado total obtido pelo índice de degradação e índice de integridade do trecho (em porcentagem).

6.5.1. Considerações iniciais para avaliação

O capim-elefante presente nas margens em grande parte do Ribeirão Wunderwald não foi considerado como vegetação ciliar, visto que ele não cumpre a função ecológica de conservação da biodiversidade, com a formação de um corredor ecológico para abrigo e mobilidade da fauna. Ele auxilia, apenas, na proteção contra a erosão das margens. Assim, para os trechos com este tipo de vegetação, no indicador Mata Ciliar, foi adotada a condição mais desfavorável, atribuindo-se a pontuação 5 para os parâmetros 1.1 (Corte ou remoção da mata ciliar) e 1.2 (Substituição total ou parcial da vegetação natural).

Não foi considerada a alteração do traçado original do curso d'água no Trecho 1, conforme foi relatado em uma das entrevistas feitas (descrita no item 5.2), visto que não há possibilidade de reconfiguração do traçado por causa do desenvolvimento da cidade na área. Assim, no indicador Modificação do curso d'água, foi atribuída a pontuação 0 para o parâmetro 3.4 (Corte de meandros). Salienta-se que esta pontuação adotada não influenciou no enquadramento final do trecho dentro dos casos de potencial de recuperação para proposição de medidas de revitalização.

Por fim, percebeu-se uma contradição referente à presença de resíduos sólidos no leito e nas margens nos trechos próximos à foz quanto ao relatado pelos moradores e o verificado *in loco* durante o processo de aplicação do PAR. Os moradores afirmam a existência significativa de resíduos no curso d'água, mas percorrendo-o pelo leito, observou-se uma quantidade inexpressiva. Assim, os trechos foram avaliados con-

forme a verificação *in loco*, porém, posteriormente, foram contempladas ações de intervenção para prevenção e mitigação deste impacto.

6.5.2. Trecho 1

O trecho 1 inicia na foz do Ribeirão Wunderwald, onde desemboca no Rio do Testo, até a ponte que dá acesso à uma residência (sentido jusante-montante) (Figura 20).

Figura 20 – Trecho 1



Fonte: Google Earth.

O trecho é cortado pela via pública que faz a ligação da cidade de Pomerode à Jaraguá do Sul, apresentando uma ponte, a qual não estrangula a seção transversal. Há uma pequena parcela de vegetação nativa nas proximidades da foz e na sua curva, mas, em geral, o trecho não possui vegetação ciliar. Além do mais, observa-se a presença de algumas moradias nas adjacências. O trecho apresenta alguns pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Percebe-se que as margens sofreram modificação, perdendo o aspecto original da seção transversal. Não foi verificado o lançamento de efluentes

e havia resíduos de entulhos na margem direita. Por fim, observou-se um ponto de retirada de água por bombeamento.

Figura 21 – Proximidade da via pública ao leito do ribeirão.



Figura 22 – Presença de ponte.



Figura 23 – Vegetação nativa nas proximidades da foz.



Figura 24 – Ausência de vegetação ciliar.



Figura 25 – Ausência de vegetação ciliar e presença de moradia próxima à margem.



Figura 26 – Ausência de vegetação ciliar.



Figura 27 – Presença de sedimentos obstruindo o fluxo.



Figura 28 – Presença de sedimentos na margem.



Figura 29 – Presença de entulhos na margem.



Figura 30 – Retirada de água por bombeamento.



O Quadro 7 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 1.

Quadro 7 – Resultados do Trecho 1.

TRECHO 1						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Apresenta pequeno trecho com vegetação ciliar	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	No trecho que apresenta vegetação, predomina-se a vegetação nativa. No restante, ela foi substituída por capim-elefante	4	4	71,42	285,68	285,68
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de alguns pontos de erosão	2	2	100,98	201,96	201,96
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com sedimentos	2	2	66,96	133,92	133,92
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito	4	4	101,79	407,16	407,16
3.1 Retificação da seção transversal	As duas margens foram modificadas	4	4	95,07	380,28	380,28
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de grama e de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Há um ponto de retirada de água na margem direita	3	0	48,18	144,54	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não ocorre estrangulamento da seção transversal pela estrutura da ponte	1	1	68,09	68,09	68,09
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Presença de mureta de concreto na margem direita	3	0	157,79	473,37	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foram verificados pontos de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi visualizado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Presença de algumas moradias próximas às margens, principalmente na margem direita	1	1	200,46	200,46	200,46
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próximo ao leito do ribeirão	1	1	59,54	59,54	59,54
				ID	3519,81	2901,9
				Integridade	62%	69%

6.5.3. Trecho 2

O trecho 2 inicia na ponte que dá acesso à uma residência até o início da seção do ribeirão onde verificou-se a margem revestida de concreto (sentido jusante-montante) (Figura 31).

Figura 31 – Trecho 2.



Fonte: Google Earth.

O trecho possui vegetação ciliar, com predominância de mata nativa. Foram verificados pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Observa-se a presença de algumas moradias nas adjacências, contudo não foi verificado o lançamento de efluentes.

Figura 32 – Presença de vegetação nativa.



Figura 33 – Presença de mata ciliar nas margens e acúmulo de sedimentos no leito.



Figura 34 – Presença de acúmulo de sedimentos no leito.



Figura 35 – Erosão na margem.



Figura 36 – Erosão na margem.

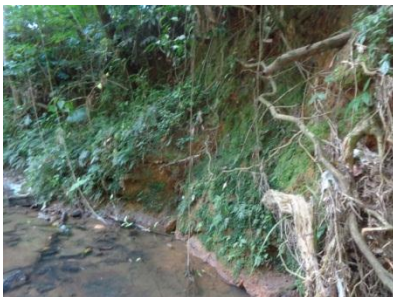


Figura 37 – Presença de residência próxima ao leito.



O Quadro 8 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 2.

Quadro 8 – Resultados do Trecho 2.

TRECHO 2						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Presença de vegetação em ambas as margens	3	2	192,11	576,33	384,22
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Predomínio de vegetação nativa	0	0	71,42	0	0
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão, que comprometem a estabilidade	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito	4	4	101,79	407,16	407,16
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação das margens	0	0	95,07	0	0
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Canal natural, sem mudança de revestimento	0	0	102,13	0	0
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não há	0	0	68,09	0	0
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Quantidade insignificante de resíduos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foram verificados pontos de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi visualizado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Presença de algumas moradias próximas às margens, principalmente na margem direita	1	1	200,46	200,46	200,46
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Não há	0	0	59,54	0	0
				ID	1855,71	1663,60
				Integridade	80%	82%

6.5.4. Trecho 3

O trecho 3 inicia na seção do ribeirão onde verificou-se a margem revestida de concreto até a ponte da Rua Pedro A. da Cunha (sentido jusante-montante) (Figura 38).

Figura 38 – Trecho 3



Fonte: Google Earth.

O trecho apresenta vegetação ciliar, com predominância de mata nativa, na margem esquerda; e moradias, na margem direita. No trecho onde predominam as residências, a margem possui revestimento de concreto. O trecho apresenta pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Foram verificados pontos de lançamento de efluentes. Há uma ponte com estrangulamento da seção e um ponto de retirada de água por bombeamento.

Figura 39 – Vegetação ciliar (margem esquerda) e revestimento de concreto(margem direita)

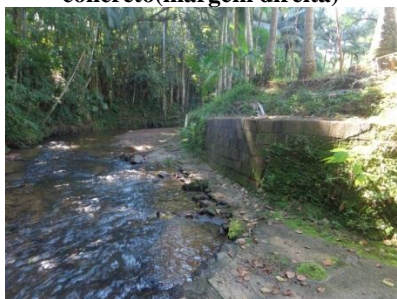


Figura 40 – Presença de moradia na margem direita.



Figura 41 – Erosão na margem e acúmulo de sedimentos na margem.



Figura 42 – Acúmulo de sedimentos.



O Quadro 9 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 3.

Quadro 9 – Resultados do Trecho 3.

TRECHO 3						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	MD: ausência de mata ciliar (presença de algumas árvores); ME: presença de mata ciliar em praticamente todo o trecho.	5	2	192,11	960,55	384,22
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	MD: foi considerada a condição mais desfavorável, visto que houve remoção da vegetação; ME: Predomínio de mata nativa	5	0	71,42	357,10	0
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão, que comprometem a estabilidade	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito	4	4	101,79	407,16	407,16
3.1 Retificação da seção transversal	Apresenta uma retificação da margem direita onde há moradias	2	0	95,07	190,14	0
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Revestimento de concreto em um trecho da margem direita	4	0	102,13	408,52	0
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Há um ponto de retirada de água por caminhão-pipa	3	0	48,18	144,54	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há uma ponte com estrangulamento da seção	3	0	68,09	204,27	0
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Quantidade insignificante de resíduos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Foram verificados pontos de lançamento de esgoto	3	0	190,92	572,76	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi visualizado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Predomínio de moradias na margem direita	2	1	200,46	400,92	200,46
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de uma via pública, cruzando o ribeirão	1	1	59,54	59,54	59,54
				ID	4377,26	1723,14
				Integridade	53%	82%

6.5.5. Trecho 4

O trecho 4 inicia na ponte da Rua Pedro A. da Cunha até o galpão instalado na margem direita do ribeirão (sentido jusante-montante) (Figura 43).

Figura 43 – Trecho 4.



Fonte: Google Earth.

O trecho possui, na sua parte inicial, uma parcela de vegetação ciliar, mas o que predomina é a sua ausência, tendo nas suas margens a presença de capim-elefante. Há residências na margem direita, tendo sido observado o lançamento de efluentes em conjunto com a tubulação de águas pluviais. O trecho apresenta pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens.

Figura 44 – Presença de vegetação ciliar na parte inicial do trecho.



Figura 45 – Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante nas margens).



Figura 46 – Acúmulo de sedimentos no fundo do leito.



Figura 47 – Presença de sedimentos no leito.



Figura 48 – Verificação do leito assoreado ($\pm 1,5\text{m}$ de sedimentos no fundo).



Figura 49 – Lançamento de esgoto na tubulação de água pluvial.



Figura 50 – Lançamento de esgoto na tubulação de água pluvial.



Figura 51 – Ponto de lançamento de efluentes.



O Quadro 10 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 4.

Quadro 10 – Resultados do Trecho 4.

TRECHO 4							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Predomina-se a ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante nas margens). Há um pequeno trecho inicial com mata ciliar	4	5	192,11	768,44	960,55	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	No trecho que apresenta vegetação, predomina-se a vegetação nativa, com algumas árvores exóticas. No restante, ela foi substituída por capim-elefante.	3	4	71,42	214,26	285,68	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão, mas não comprometem a estabilidade	2	2	100,98	201,96	201,96	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com sedimentos	2	2	66,96	133,92	133,92	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito	4	4	101,79	407,16	407,16	
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação das margens	0	0	95,07	0	0	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante, principalmente na margem esquerda	1	2	102,13	102,13	204,26	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não há	0	0	68,09	0	0	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Quantidade insignificante de resíduos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Foram verificados pontos de lançamento de esgoto	3	0	190,92	572,76	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Foi verificado o despejo de esgoto com água pluvial	5	0	87,18	435,9	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Presença de moradias, principalmente na margem direita	2	1	200,46	400,92	200,46	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próxima à área	0	1	59,54	0	59,54	
					ID	3237,45	2453,53
					Integridade	65%	74%

6.5.6. Trecho 5

O trecho 5 inicia no galpão instalado na margem direita do ribeirão até a ponte da Rua Otto Muller (sentido jusante-montante) (Figura 52).

Figura 52 – Trecho 5.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar, sendo marcado pela presença de capim-elefante em ambas as margens, e ainda, eucaliptos na margem direita (mais afastados do leito). Não há residências nas adjacências. Foi verificada grande quantidade de sedimentos no seu leito. O trecho apresenta uma travessia que não causa estrangulamento da seção. Nos locais onde não há o capim-elefante, é possível verificar a retificação da seção transversal.

Figura 53 – Ausência de vegetação ciliar e presença de sedimentos na margem.



Figura 54 – Presença de capim-elefante nas margens e eucaliptos na margem direita.



Figura 55 – Acúmulo de sedimento no fundo do leito e ausência de vegetação ciliar.



Figura 56 – Presença de travessia.



O Quadro 11 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 5.

Quadro 11 – Resultados do Trecho 5.

TRECHO 5							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar. Presença de eucaliptos na margem direita (mais afastado do leito)	4	5	192,11	768,44	960,55	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Predomínio de eucaliptos na margem direita e capim-elefante em ambas as margens.	5	5	71,42	357,1	357,1	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Não foram verificados pontos de erosão	0	0	100,98	0	0	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	2	66,96	267,84	133,92	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito	4	4	101,79	407,16	407,16	
3.1 Retificação da seção transversal	Há evidências de retificação	4	4	95,07	380,28	380,28	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não há	1	1	68,09	68,09	68,09	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Ausência de resíduos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foram verificados pontos de lançamento de esgoto	0	0	190,92	0	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado o despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Não há presença de edificações	0	0	200,46	0	0	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública no ponto final do trecho	1	1	59,54	59,54	59,54	
					ID	2512,71	2570,9
					Integridade	73%	73%

6.5.7. Trecho 6

O trecho 6 inicia na ponte da Rua Otto Muller até a travessia próxima a uma indústria (sentido jusante-montante) (Figura 57).

Figura 57 – Trecho 6.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar, sendo marcado pela presença de capim-elefante em ambas as margens e poucas árvores exóticas. Verifica-se a predominância de residências na margem direita e pontos de lançamento de efluentes isolado e em conjunto com a tubulação de águas pluviais. Na margem esquerda, há a presença de plantações (milho e palmeira real, por exemplo). O trecho apresenta pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Percebe-se que as margens sofreram modificação, perdendo o aspecto original da seção transversal. Possui uma travessia no seu ponto final, que não estrangula a seção.

Figura 58 – Presença de capim-elefante nas margens.

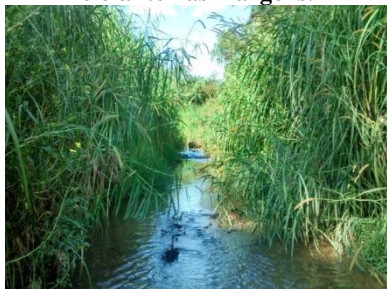


Figura 59 – Presença de capim-elefante nas margens.



Figura 60 – Residências nas proximidades do leito e margem retificada.



Figura 61 – Acúmulo de sedimentos nas margens.



Figura 62 – Acúmulo de sedimentos nas margens.



Figura 63 – Acúmulo de sedimentos no meio do leito.



Figura 64 – Ponto de erosão na margem com acúmulo de sedimentos no leito.



Figura 65 – Ponto de erosão na margem e acúmulo de sedimentos na margem.



Figura 66 – Erosão na margem.



Figura 67 – Utilização de pedregulhos para contenção da margem.



Figura 68 – Lançamento de efluentes.



Figura 69 – Lançamento de efluente em conjunto com a tubulação de águas pluviais.



Figura 70 – Plantações nas proximidades da margem.



Figura 71 – Presença de travessia.



O Quadro 12 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 6.

Quadro 12 – Resultados do Trecho 6.

TRECHO 6						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar (presença apenas de capim-elefante)	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Substituição da vegetação natural por capim-elefante	5	5	71,42	357,1	357,1
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Foram verificados pontos de erosão, que comprometem a estabilidade das margens	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito causado por pequenos desmoronamentos da margem	5	5	101,79	508,95	508,95
3.1 Retificação da seção transversal	Há evidências de retificação das margens	4	4	95,07	380,28	380,28
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Presença de uma ponte que não estrangula a seção transversal	1	1	68,09	68,09	68,09
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Quantidade insignificante de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Foram verificados pontos de lançamento de esgoto	3	0	190,92	572,76	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Foi verificado o despejo de esgoto com água pluvial	5	0	87,18	435,9	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Presença de moradas na margem direita	2	0	200,46	400,92	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próximo à área	1	0	59,54	59,54	0
				ID	4620,11	3150,99
				Integridade	51%	66%

6.5.8. Trecho 7

O trecho 7 inicia na travessia próxima a uma indústria até a ponte da Rua Wunderwald (sentido jusante-montante) (Figura 72).

Figura 72 – Trecho 7.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar, sendo marcado pela presença de capim-elefante em ambas as margens e poucas árvores exóticas. Há duas residências na margem direita e a presença de uma indústria próxima à área. Foi verificado um ponto lançamento de efluentes em conjunto com a tubulação de águas pluviais. Na margem esquerda, há a presença de plantações. O trecho apresenta pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Possui uma ponte no seu ponto final, que não estrangula a seção.

Figura 73 – Ausência de vegetação ciliar e presença de residências na margem.



Figura 74 – Erosão na margem.



Figura 75 – Acúmulo de sedimentos na margem.



Figura 76 – Ponto de lançamento de esgoto.



O Quadro 13 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 7.

Quadro 13 – Resultados do Trecho 7.

TRECHO 7						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar (presença de capim e algumas árvores exóticas)	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Substituição da vegetação natural por capim-elefante	5	5	71,42	357,1	357,1
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão, que comprometem a estabilidade das margens	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito causado por pequenos desmoronamentos da margem	5	5	101,79	508,95	508,95
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação	0	0	95,07	0	0
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Presença de uma ponte que não estrangula a seção transversal	1	1	68,09	68,09	68,09
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificado presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Foi verificado um ponto de o despejo de esgoto com água pluvial	5	0	87,18	435,9	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Presença de duas moradias na margem direita	1	0	200,46	200,46	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próximo à área	1	1	59,54	59,54	59,54
				ID	3466,61	2830,25
				Integridade	63%	70%

6.5.9. Trecho 8

O trecho 8 inicia na ponte da Rua Wunderwald até o ponto onde inicia-se o trecho seguinte com vegetação ciliar (sentido jusante-montante) (Figura 77).

Figura 77 – Trecho 8.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar, sendo marcado pela presença de capim-elefante em ambas as margens. Há algumas plantações no entorno. O trecho apresenta pontos de erosão e grande quantidade de sedimentos no seu leito e margens. Percebe-se que as margens sofreram modificação, perdendo o aspecto original da seção transversal.

Figura 78 – Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante)



Figura 79 – Retirada do capim da margem e evidência de retificação da margem.



Figura 80 – Ausência de vegetação ciliar.



Figura 81 – Erosão na margem.



Figura 82 – Erosão na margem.



Figura 83 – Acúmulo de sedimentos na margem.



O Quadro 14 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 8.

Quadro 14 – Resultados do Trecho 8.

TRECHO 8						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar (presença apenas de capim-elefante)	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Substituição da vegetação natural por capim-elefante	5	5	71,42	357,1	357,1
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão, que comprometem a estabilidade das margens	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Trecho assoreado, com presença de acúmulo de sedimentos no leito causado por pequenos desmoronamentos da margem	5	5	101,79	508,95	508,95
3.1 Retificação da seção transversal	Há evidências de retificação das margens	4	4	95,07	380,28	380,28
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não há	0	0	68,09	0	0
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Não há edificações	0	0	200,46	0	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próximo à área	1	1	59,54	59,54	59,54
				ID	3142,44	3142,44
				Integridade	66%	66%

6.5.10. Trecho 9

O trecho 9 inicia no ponto onde percebe-se o início da presença de vegetação ciliar até a ponte 1 da Rua Vasco da Gama (sentido jusante-montante) (Figura 84).

Figura 84 – Trecho 9.



Fonte: Google Earth.

O trecho possui vegetação ciliar na margem esquerda. Contudo, na maior parte do trecho a mata nativa está mais afastada do leito, tendo o capim-elefante predominante nas margens. Na margem direita, verifica-se a presença de residências. O trecho apresenta pontos de erosão e nestes pontos observa-se grande quantidade de sedimentos no leito e margens. Além do mais, observa-se maior presença de sedimentos no fundo do ribeirão onde há ausência total de vegetação. Possui uma ponte no seu ponto final, que estrangula a seção.

Figura 85 – Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante)



Figura 86 – Presença de mata nativa mais afastada do leito e capim-elefante nas margens próximas.



Figura 87 – Trecho com presença de mata nativa na margem esquerda.



Figura 88 – Erosão na margem.



Figura 89 – Erosão na margem



Figura 90 – Acúmulo de sedimentos na margem.



Figura 91 – Obstrução do leito por acúmulo de sedimentos.



Figura 92 – Ponte estrangulando a seção transversal do ribeirão.



O Quadro 15 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 9.

Quadro 15 – Resultados do Trecho 9.

TRECHO 9						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	MD: Ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante); ME: Presença de vegetação nativa (mais afastada do leito), capim-elefante na parcela próxima ao leito.	5	3	192,11	960,55	576,33
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Substituição da vegetação natural por capim-elefante na margem direita e, em uma parcela, da margem esquerda	5	3	71,42	357,1	214,26
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Foram verificados pontos de erosão, que comprometem a estabilidade das margens	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos, principalmente na margem direita	4	2	66,96	267,84	133,92
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Apresenta trechos assoreados, onde não há vegetação ciliar na margem direita	2	2	101,79	203,58	203,58
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação	0	0	95,07	0	0
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há uma ponte que estrangula a seção	3	3	68,09	204,27	204,27
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificado presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há edificações nas proximidades do trecho na margem direita, mas a maioria respeita a área de preservação permanente	1	0	200,46	200,46	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Não há	0	0	59,54	0	0
				ID	2801,98	1940,54
				Integridade	70%	79%

6.5.11. Trecho 10

O trecho 10 inicia na ponte 1 da Rua Vasco da Gama até a ponte 2 da Rua Vasco da Gama (sentido jusante-montante) (Figura 93).

Figura 93 – Trecho 10.



Fonte: Google Earth.

O trecho se caracteriza, principalmente, pela ausência de vegetação ciliar, apresentando capim-elefante nas suas margens. Contudo, há um trecho de cerca de 200 m que se encontra preservado, com vegetação nativa; e, ainda, o trecho final de cerca de 150 m apresenta vegetação nativa na margem direita. O leito é pedregoso, mas também marcado pela presença de sedimentos, devido aos pontos de erosão nas margens. Foram verificadas algumas residências próximas do leito e dois pontos de retirada de água. Além de uma represa construída de forma a modificar o curso d'água.

Figura 94 – Ausência de vegetação ciliar e presença de residência próxima do leito.



Figura 95 – Pedras contendo a margem sem vegetação e acúmulo de sedimentos.



Figura 96 – Contenção da margem por pedras



Figura 97 – Erosão na margem.



Figura 98 – Presença de capim-elefante nas margens.



Figura 99 – Leito pedregoso, próximo à via pública.



Figura 100 – Acúmulo de sedimentos na margem.



Figura 101 – Trecho com vegetação natural nas margens.



Figura 102 – Represa construída no leito.



Figura 103 – Retirada de água por bombeamento.



Figura 104 – Residência próxima do leito, ausência de vegetação.



Figura 105 – Residência próxima do leito, capim-elefante na margem.



O Quadro 16 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 10.

Quadro 16 – Resultados do Trecho 10.

TRECHO 10							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Predomina-se a ausência de vegetação ciliar (presença de capim-elefante), com trechos de mata nativa nas margens	4	5	192,11	768,44	960,55	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Substituição da vegetação natural por capim-elefante em, praticamente, todo o trecho	4	5	71,42	285,68	357,1	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Foram verificados pontos de erosão, que não comprometem a estabilidade das margens	2	2	100,98	201,96	201,96	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com sedimentos	2	2	66,96	133,92	133,92	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Apresenta trechos assoreados, onde não há vegetação ciliar	2	2	101,79	203,58	203,58	
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação	0	0	95,07	0	0	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Há dois pontos de retirada de água	3	3	48,18	144,54	144,54	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há travessias no trecho, mas não estrangulam a seção	1	1	68,09	68,09	68,09	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificado presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há edificações nas proximidades do trecho	1	1	200,46	200,46	200,46	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública próximo à área	0	2	59,54	0	119,08	
					ID	2210,93	2593,54
					Integridade	76%	72%

6.5.12. Trecho 11

O trecho 11 inicia na ponte 2 da Rua Vasco da Gama até a ponte 3 da Rua Vasco da Gama (sentido jusante-montante) (Figura 106).

Figura 106 – Trecho 11.



Fonte: Google Earth.

O trecho se caracteriza, principalmente, pela ausência de vegetação ciliar, apresentando uma parcela com capim-elefante e outra com grama nas suas margens. Contudo, há um trecho de cerca de 150 m que se encontra preservado, com vegetação nativa e leito pedregoso. Há poucas residências e predominam-se as pastagens. O local possui predominância de características rurais, contudo os impactos são significativos. Foi observada a presença de gado na área e pontos de erosão. Percebe-se que as margens sofreram modificação, perdendo o aspecto original da seção transversal. Possui uma travessia no seu ponto final, que não estrangula a seção.

Figura 107 – Ausência de vegetação ciliar.



Figura 108 – Acúmulo de sedimentos no leito e erosão na margem.



Figura 109 – Erosão na margem.



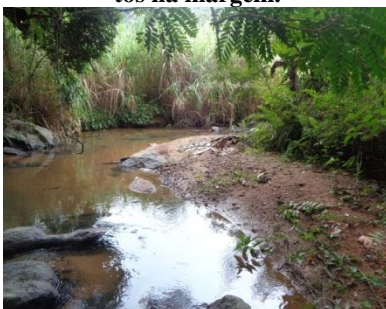
Figura 110 – Acúmulo de sedimentos no leito e na margem.



Figura 111 – Erosão na margem



Figura 112 – Acúmulo de sedimentos na margem.



**Figura 113 – Trecho preservado,
com vegetação nativa.**



Figura 114 – Pastagens.



Figura 115 – Presença de gado.



**Figura 116 – Retirada de água por
bombeamento.**



O Quadro 17 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 11.

Quadro 17 – Resultados do Trecho 11.

TRECHO 11						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar, com um pequeno trecho de mata nativa nas margens	5	4	192,11	960,55	768,44
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Há um trecho de 150 m que apresenta vegetação natural. Uma parcela teve sua vegetação substituída pelo capim-elefante, e ainda, para o restante do trecho foi considerada a condição mais desfavorável, visto que houve remoção total da vegetação	5	4	71,42	357,1	285,68
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Foram verificados pontos de erosão, que comprometem a estabilidade das margens	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Apresenta pontos com excesso de sedimentos	4	4	66,96	267,84	267,84
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Apresenta trechos assoreados, onde não há vegetação ciliar	2	2	101,79	203,58	203,58
3.1 Retificação da seção transversal	Há evidências de retificação	4	4	95,07	380,28	380,28
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de capim-elefante e grama	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Há um ponto de retirada de água para formação de uma lagoa particular	3	3	48,18	144,54	144,54
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há travessia no trecho, mas não estrangulam a seção	1	1	68,09	68,09	68,09
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há algumas residências na margem direita	1	0	200,46	200,46	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública no ponto inicial e final do trecho	1	0	59,54	59,54	0
				ID	3250,16	2726,63
				Integridade	65%	71%

6.5.13. Trecho 12

O trecho 12 inicia na ponte 3 da Rua Vasco da Gama até a travessia (acesso à residência) (sentido jusante-montante) (Figura 117).

Figura 117 – Trecho 12.



Fonte: Google Earth.

O trecho se caracteriza por não apresentar vegetação ciliar nas margens. Na margem direita, verifica-se a presença de residências e algumas plantações, principalmente, milho e aipim. Foi observada a presença de gado na margem e alguns pontos de erosão, devido ao pisoteamento das margens. Possui travessias ao longo do seu percurso, sendo que a travessia no ponto final do trecho, realizada por tubulação, estrangula a seção.

Figura 118 – Ausência de vegetação ciliar, presença de gado na margem e de residência próxima do leito.



Figura 119 – Ausência de vegetação ciliar, presença de residência próxima do leito.



Figura 120 – Ausência de vegetação ciliar, presença de residência próxima do leito.



Figura 121 – Travessia por meio de tubulação.



O Quadro 18 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 12.

Quadro 18 – Resultados do Trecho 12.

TRECHO 12						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Predomina-se a ausência de vegetação ciliar, com alguns pontos com vegetação	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Os pontos que apresentam vegetação são de mata natural. Na parcela que há plantação verifica-se a substituição por capim-elefante. E na parcela onde a criação de gado, não há qualquer tipo de vegetação	4	4	71,42	285,68	285,68
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Há alguns pontos de erosão, mas não comprometem a estabilidade das margens	2	2	100,98	201,96	201,96
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Pouca quantidade de sedimentos	2	2	66,96	133,92	133,92
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Não foi verificado obstrução do leito por acúmulo de sedimentos	0	0	101,79	0	0
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação	0	0	95,07	0	0
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trechos com cobertura de grama e capim-elefante	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há uma travessia por tubulação com estrangulamento da seção	3	3	68,09	204,27	204,27
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há edificações nas proximidades do trecho na margem direita, mas a maioria respeita a área de preservação	1	0	200,46	200,46	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública ao longo do trecho	0	1	59,54	0	59,54
				ID	2191,1	2050,18
				Integridade	77%	78%

6.5.14. Trecho 13

O trecho 13 inicia na travessia (acesso à residência) até a ponte 4 da Rua Vasco da Gama (sentido jusante-montante) (Figura 122).

Figura 122 – Trecho 13.



Fonte: Google Earth.

O trecho apresenta vegetação ciliar na margem direita, e, na margem esquerda, uma parcela da vegetação foi removida para abertura da estrada. É nesta margem que se verifica a presença de pontos de erosão. Mas, em geral, é um trecho preservado, não apresentando interferências da urbanização.

Figura 123 – Característica da vegetação presente no trecho.



Figura 124 – Leito natural com presença de vegetação ciliar.



Figura 125 – Remoção da vegetação na margem esquerda para abertura da estrada.



Figura 126 – Pouca vegetação na margem esquerda devido à proximidade da estrada.

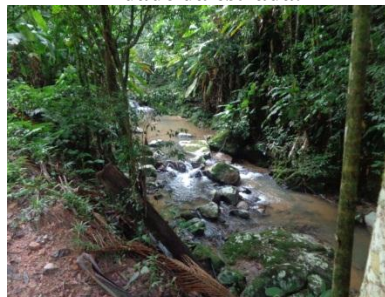


Figura 127 – Ponto de erosão na margem.



Figura 128– Contenção da margem.



O Quadro 19 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 13.

Quadro 19 – Resultados do Trecho 13.

TRECHO 13							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Presença de vegetação ciliar na margem direita e em menor proporção na margem esquerda	0	3	192,11	0	576,33	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Presença de vegetação natural	0	0	71,42	0	0	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão na margem esquerda, que comprometem a estabilidade da margem	0	4	100,98	0	403,92	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Pouca quantidade de sedimentos nas margens	2	2	66,96	133,92	133,92	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Não foi verificado obstrução por acúmulo de sedimentos	0	0	101,79	0	0	
3.1 Retificação da seção transversal	Não há retificação	0	0	95,07	0	0	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Não houve modificação de revestimento	0	0	102,13	0	0	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há uma ponte no ponto final que não estrangula a seção	1	1	68,09	68,09	68,09	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificado presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Não há edificações	0	0	200,46	0	0	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública ao longo do trecho	0	2	59,54	0	119,08	
					ID	202,01	1301,34
					Integridade	98%	86%

6.5.15. Trecho 14

O trecho 14 inicia na ponte 4 da Rua Vasco da Gama até a travessia (acesso à residência) (sentido jusante-montante) (Figura 129).

Figura 129 – Trecho 14.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar nas margens. Há poucas residências e predominam-se as pastagens. O local possui características rurais, contudo os impactos são significativos. Foi observada a presença de gado na margem e muitos pontos de pisoteamento, configurando pontos de erosão e acúmulo de sedimentos. Possui uma travessia no seu ponto final, realizada por tubulação, que estrangula a seção. Percebe-se que as margens sofreram modificação, perdendo o aspecto original da seção transversal. Houve uma pequena alteração no traçado original do ribeirão, em um trecho de, aproximadamente, 15 m, com o intuito de

afastar o leito da via pública, pois se verificava o transbordamento da água com a ocorrência de chuvas intensas, dificultando a passagem.

Figura 130 – Ausência de vegetação nas margens.



Figura 131 – Predomínio de pastagem, margens degradadas pelo pisoteamento de gado.



Figura 132 – Seção transversal modificada.



Figura 133 – Proximidade da via pública e do leito.



Figura 134 – Presença de residências próximas ao leito.

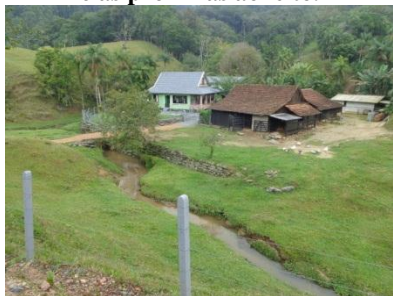


Figura 135 – Travessia por meio de tubulação.



O Quadro 20 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 14.

Quadro 20 – Resultados do Trecho 14.

TRECHO 14						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Foi considerada a condição mais desfavorável, visto que houve remoção da vegetação	5	5	71,42	357,1	357,1
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão na margem esquerda, que comprometem a estabilidade da margem	4	4	100,98	403,92	403,92
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Presença de pontos com sedimentos nas margens	2	2	66,96	133,92	133,92
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Presença de trechos assoreados, mas com pouca obstrução do fluxo	2	2	101,79	203,58	203,58
3.1 Retificação da seção transversal	Há evidências de retificação da seção transversal	4	4	95,07	380,28	380,28
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trecho com cobertura de grama	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, sem canalização	0	0	136,82	0	0
3.4 Corte de meandros	Houve retificação de um trecho de 15 m para afastar o leito da rua, evitando o impedimento da passagem em caso de transbordamento da água devido a chuvas intensas	2	2	91,86	183,72	183,72
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há uma ponte no ponto final que não estrangula a seção	3	3	68,09	204,27	204,27
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há edificações nas proximidades	1	1	200,46	200,46	200,46
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública ao longo do trecho	1	1	59,54	59,54	59,54
				ID	3291,6	3291,6
				Integridade	65%	65%

6.5.16. Trecho 15

O trecho 15 inicia na travessia (acesso à residência) até a próxima travessia (acesso à residência) (sentido jusante-montante) (Figura 136).

Figura 136 – Trecho 15.



Fonte: Google Earth.

O trecho se caracteriza pela presença de vegetação ciliar em ambas as margens, com a retirada de uma parcela da vegetação na margem esquerda para abertura da estrada. Não foi possível ter acesso ao leito do ribeirão, apenas na parte final do trecho, onde a vegetação foi totalmente removida, substituindo-a por pastagem. Verificou-se um trecho canalizado para abertura de uma estrada de acesso para a exploração vegetal da área. No ponto final, há uma travessia de acesso a uma residência, realizada por tubulação, que estrangula a seção. De maneira geral, é um trecho preservado, sem muita interferência humana.

Figura 137 – Característica da vegetação presente nas margens.



Figura 138 – Canalização do leito para abertura de estrada.



Figura 139 – Vista da estrada aberta onde um trecho do leito foi canalizado.



Figura 140 – Presença de pastagens na parte final do trecho.



Figura 141 – Presença de gado na parte final do trecho.

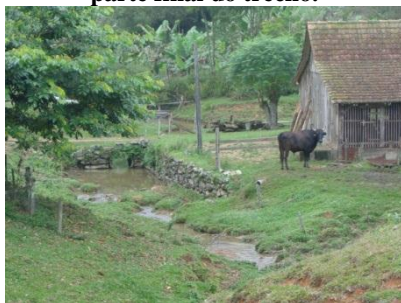


Figura 142 – Travessia por meio de tubulação no ponto final do trecho.



O Quadro 21 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 15.

Quadro 21 – Resultados do Trecho 15.

TRECHO 15							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Presença de vegetação ciliar em ambas as margens, mas uma parcela da margem esquerda foi removida para abertura da estrada. Na parte do trecho final, a vegetação foi removida e substituída por pastagens	3	5	192,11	576,33	960,55	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	O trecho que apresenta vegetação é de mata natural	2	4	71,42	142,84	285,68	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Há pontos de erosão na parte final do trecho, que não comprometem a estabilidade das margens	2	2	100,98	201,96	201,96	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Não foi verificado sedimento nas margens	0	0	66,96	0	0	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Não foi verificado obstrução do leito por acúmulo de sedimentos	0	0	101,79	0	0	
3.1 Retificação da seção transversal	Não há	0	0	95,07	0	0	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trecho final apresenta cobertura de grama	1	1	102,13	102,13	102,13	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, com um pequeno trecho canalizado para abertura de estrada	2	2	136,82	273,64	273,64	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há duas travessias que estrangulam a seção	3	3	68,09	204,27	204,27	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há poucas edificações na margem direita	1	0	200,46	200,46	0	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública ao longo do trecho	0	2	59,54	0	119,08	
					ID	1701,63	2147,31
					Integridade	82%	77%

6.5.17. Trecho 16

O trecho 16 inicia na travessia (acesso à residência) até a entrada da Rua Ferdinando Dumke (sentido jusante-montante) (Figura 143).

Figura 143 – Trecho 16.



Fonte: Google Earth.

O trecho não possui vegetação ciliar nas margens, com exceção de uma pequena parcela no trecho final. Há poucas residências nas proximidades do leito. Há dois lagos, sendo que um é formado por desvio da água do ribeirão. Foi verificado pontos de erosão e presença de sedimentos no fundo do leito. Há duas travessias para acesso a residências que estrangulam a seção e três trechos canalizados por onde passa a via pública.

Figura 144 – Ausência de vegetação ciliar.



Figura 145 – Erosão na margem.



Figura 146 – Lago formado pelo desvio de água do ribeirão.



Figura 147 – Lago por onde passa o ribeirão.



Figura 148 – Presença de vegetação no trecho final.



Figura 149 – Canalização do ribeirão sob a estrada.



O Quadro 22 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 16.

Quadro 22 – Resultados do Trecho 16.

TRECHO 16							
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda	
		Direita	Esquerda				
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Predomina a ausência de vegetação ciliar	5	5	192,11	960,55	960,55	
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Foi considerada a condição mais desfavorável, visto que houve remoção da vegetação	5	5	71,42	357,1	357,1	
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Presença de pontos de erosão na margem, mas em geral, não comprometem a estabilidade da margem	2	2	100,98	201,96	201,96	
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Presença de pontos com sedimentos	2	2	66,96	133,92	133,92	
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Não foi verificado obstrução do leito por acúmulo de sedimentos	0	0	101,79	0	0	
3.1 Retificação da seção transversal	Não há evidências de retificação	0	0	95,07	0	0	
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Alguns trechos com cobertura de grama	2	2	102,13	204,26	204,26	
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	Canal natural, com três pequenos trechos canalizados sob a estrada	0	0	136,82	0	0	
3.4 Corte de meandros	Não há	0	0	91,86	0	0	
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	48,18	0	0	
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Há um ponto de retirada de água	3	3	100,85	302,55	302,55	
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Há travessias que estrangulam a seção	3	3	68,09	204,27	204,27	
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0	
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0	
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0	
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há poucas edificações	1	1	200,46	200,46	200,46	
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Presença de via pública ao longo do trecho	1	1	59,54	59,54	59,54	
					ID	2624,61	2624,61
					Integridade	72%	72%

6.5.18. Trecho 17

O trecho 17 inicia na entrada da Rua Ferdinando Dumke até a nascente do Ribeirão Wunderwald (sentido jusante-montante) (Figura 150).

Figura 150 – Trecho 17.



Fonte: Google Earth.

O trecho não apresenta vegetação ciliar, com exceção do ponto da nascente no final do trecho. Foram construídas 5 lagoas, já a partir da nascente, onde a ligação entre elas é feita por tubulação. Há uma única residência com característica rural e predominam-se as pastagens, onde se observou a presença de gado na margem dos lagos.

Figura 151 – Pastagens com a presença de gado.



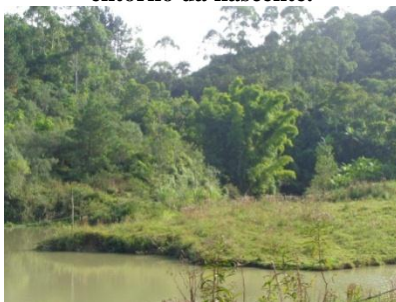
Figura 152 – Residência rural.



Figura 153 – Presença de lago logo após a nascente.



Figura 154 – Presença de mata no entorno da nascente.



O Quadro 23 apresenta os resultados quantitativos do Trecho 17.

Quadro 23 – Resultados do Trecho 17.

TRECHO 17						
Parâmetros	Descrição	Impactos		Peso final	Direita	Esquerda
		Direita	Esquerda			
1.1 Corte ou remoção da vegetação	Ausência de vegetação ciliar, com exceção do entorno da nascente	5	5	192,11	960,55	960,55
1.2 Substituição parcial da vegetação natural por espécies exóticas	Foi considerada a condição mais desfavorável, visto que houve remoção da vegetação	5	5	71,42	357,1	357,1
2.1 Processos erosivos visíveis nas margens	Não foi observado pontos de erosão nas margens	0	0	100,98	0	0
2.2 Presença de sedimentos nas margens	Ausência de sedimentos nas margens	0	0	66,96	0	0
2.3 Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos	Não há obstrução do leito por acúmulo de sedimentos	0	0	101,79	0	0
3.1 Retificação da seção transversal	Foi considerada a condição mais desfavorável, visto que o leito foi modificado para construção das lagoas	5	5	95,07	475,35	475,35
3.2 Mudança de revestimento da seção transversal	Trecho com cobertura de grama	2	2	102,13	204,26	204,26
3.3 Canalização ou tamponamento do trecho	As ligações entre as lagoas é feita por tubulações	2	2	136,82	273,64	273,64
3.4 Corte de meandros	O trecho foi modificado, não sendo possível identificar o traçado inicial	5	5	91,86	459,3	459,3
3.5 Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água	Não há retirada de água. Há represamento.	0	0	48,18	0	0
3.6 Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água	Não há	0	0	100,85	0	0
3.7 Obstruções por pontes e travessias inadequadas	Não há	0	0	68,09	0	0
4.1 Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água	Não foi verificada a presença de resíduos sólidos	0	0	157,79	0	0
4.2 Lançamento de efluentes, conexões de esgotos	Não foi verificado ponto de lançamento de efluentes	0	0	190,92	0	0
4.3 Lançamento de águas pluviais urbanas	Não foi verificado despejo de esgoto com água pluvial	0	0	87,18	0	0
5.1 Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública	Há uma edificação na margem direita	1	0	200,46	200,46	0
5.2 Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública	Não há	0	0	59,54	0	0
				ID	2930,66	2730,2
				Integridade	69%	71%

6.5.19. Resumo dos resultados da caracterização da degradação e aspectos da bacia

A área urbana da Bacia do Ribeirão Wunderwald prevista no Plano Diretor do município, não se encontra, ainda, totalmente ocupada. Em relação aos trechos divididos para aplicação do PAR, o perímetro urbano estende-se até o trecho 11. Atualmente, verifica-se a ocupação urbana até o trecho 6. Desta maneira, no entorno do ribeirão, tem-se, ainda, um comprimento de aproximadamente 4 km a ser ocupado. Até então, esta área apresenta características rurais, predominando as plantações de capim-elefante, milho, aipim e palmeira-real.

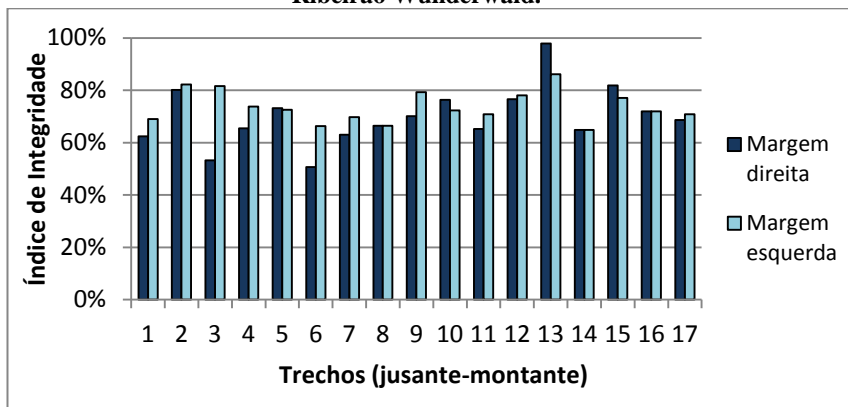
No trecho correspondente à área urbana, o ribeirão não apresenta, de maneira geral, mata ciliar em suas margens, principalmente na margem próxima à via pública paralela ao curso. A degradação é visível, com pontos expressivos de erosão e obstruções do leito por acúmulo de sedimentos. Observa-se quantidade insignificante de resíduos sólidos no leito e margens, e poucas ligações de esgotos sanitários. Contudo, há reclamações por parte dos moradores da área urbana quanto ao aumento de resíduos sólidos no leito e, em certos dias, odor característico de esgoto nos tributários e curso d'água principal.

Na área rural, predominam-se as pastagens, com a criação de gado e o seu livre acesso à água, o que resulta no pisoteamento das margens, configurando pontos de erosão e contribuindo para o assoreamento do leito.

Uma vez que a bacia estudada está em estágio intermediário de urbanização, existe a possibilidade de adoção de técnicas de urbanização de baixo impacto e medidas que busquem manter os processos do ciclo hidrológico e revitalizar os trechos já degradados.

A seguir, é apresentado o resumo dos resultados da avaliação quantitativa por meio do Índice de Integridade para cada trecho do Ribeirão Wunderwald, na forma gráfica (Figura 155).

Figura 155 – Resultados do Índice de Integridade para cada trecho do Ribeirão Wunderwald.



Fonte: Própria autora.

É possível observar que a degradação se mostra mais presente onde a área urbana está mais consolidada (trechos de 1 a 6). No entanto, verifica-se que na área rural, em trechos a montante da área urbana, os impactos também se fazem presentes, principalmente devido à remoção da vegetação ciliar e o predomínio de pastagens e plantações próximas do leito do curso d'água. Além do mais, observa-se que a margem direita se apresenta mais degradada em relação à margem esquerda, o que é explicado pela localização da via pública que favoreceu o processo de urbanização na margem direita do ribeirão.

Entre os trechos situados na área urbana, foi possível verificar que os trechos 1, 3, 4 e 6, que possuem maior concentração populacional na margem direita, são os que apresentam menor índice de integridade. Nestes trechos, os impactos devido à urbanização são mais evidentes, como a remoção da mata ciliar, erosão e acúmulo de sedimentos, impermeabilização da superfície devido à ocupação urbana, alterações na seção transversal do canal e lançamento de efluentes.

De maneira geral, os trechos que apresentaram valores próximos de integridade, se mostraram equivalentes em termos de impactos causadores da degradação. Para exemplificar, pode-se citar os trechos 3 e 6 (margem direita), com os índices de 53 % e 51% respectivamente, cujos principais impactos são a remoção da mata ciliar e suas consequências no processo erosivo e de assoreamento, a impermeabilização do solo e o lançamento de efluentes. Outro exemplo são os trechos 10 e 12 (margem direita), com os índices de 76 % e 77 % respectivamente, cujos princi-

tais impactos são remoção da mata ciliar e suas consequências no processo erosivo e de assoreamento, e a impermeabilização do solo.

Contudo, quando se compara os trechos 4 e 8 (margem direita), o primeiro com ocupação urbana e o segundo não, apesar de apresentarem valores de integridade próximos (65% e 66%, respectivamente), nota-se a presença de alguns impactos distintos, relacionados aos indicadores de poluição e impermeabilização da superfície.

6.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE REVITALIZAÇÃO

A proposição das medidas de revitalização para cada trecho do ribeirão é baseada nos quatro casos de potencial de recuperação em que se enquadraram. A Tabela 6, Figura 156 e Figura 157 apresentam a classificação de cada trecho, de acordo com os Índices de Integridade obtidos anteriormente.

Tabela 6 – Resultados do Índice de Degradação, Índice de Integridade e determinação do Caso de Revitalização para cada trecho.

(continua)

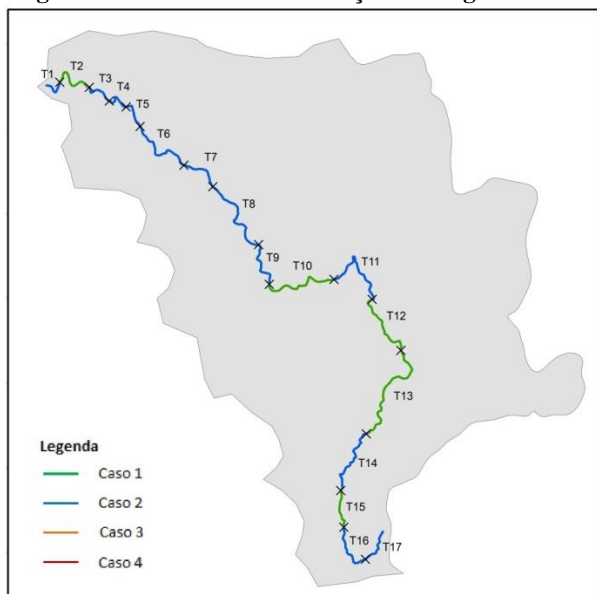
Trecho	Índice de Degradação		Índice de Integridade		Caso de revitalização	
	MD	ME	MD	ME	MD	ME
1	3519,81	2901,90	62%	69%	Caso 2	Caso 2
2	1855,71	1663,60	80%	82%	Caso 1	Caso 1
3	4377,26	1723,14	53%	82%	Caso 2	Caso 1
4	3237,45	2453,53	65%	74%	Caso 2	Caso 2
5	2512,71	2570,90	73%	73%	Caso 2	Caso 2
6	4620,11	3150,99	51%	66%	Caso 2	Caso 2
7	3466,61	2830,25	63%	70%	Caso 2	Caso 2
8	3142,44	3142,44	66%	66%	Caso 2	Caso 2
9	2801,98	1940,54	70%	79%	Caso 2	Caso 1
10	2210,93	2593,54	76%	72%	Caso 1	Caso 2
11	3250,16	2726,63	65%	71%	Caso 2	Caso 2
12	2191,10	2050,18	77%	78%	Caso 1	Caso 1
13	202,01	1301,34	98%	86%	Caso 1	Caso 1
14	3291,6	3291,6	67%	67%	Caso 2	Caso 2

Tabela 6 – Resultados do Índice de Degradação, Índice de Integridade e determinação do Caso de Revitalização para cada trecho.

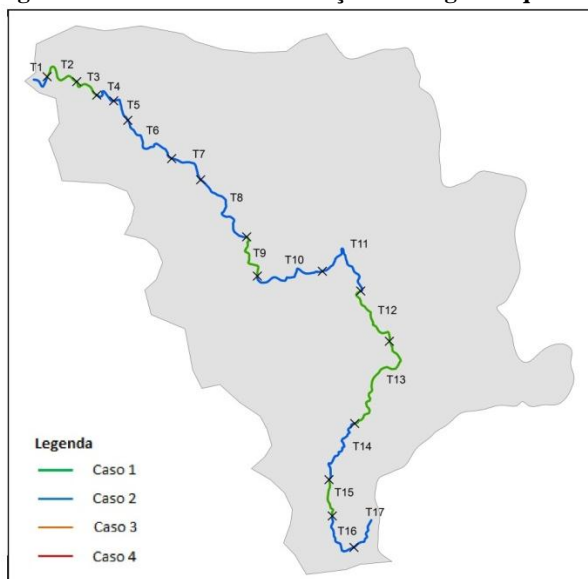
(conclusão)

Trecho	Índice de Degradação		Índice de Integridade		Caso de revitalização	
	MD	ME	MD	ME	MD	ME
15	1701,63	2147,31	82%	77%	Caso 1	Caso 1
16	2624,61	2624,61	72%	72%	Caso 2	Caso 2
17	2930,66	2730,20	69%	71%	Caso 2	Caso 2

Figura 156– Casos de revitalização – Margem direita.



Fonte: Própria autora.

Figura 157– Casos de revitalização – Margem esquerda.

Fonte: Própria autora.

Como se pode observar, os valores finais para os Índices de Integridade em todos os trechos situam o Ribeirão Wunderwald nas classes de recuperação 1 e 2. O caso 1 se caracteriza por apresentar o leito próximo ao natural, presença de vegetação nativa ou exótica de pequeno porte. Os principais impactos relacionados a este caso são a mata ciliar, erosão e assoreamento. Já o caso 2 apresenta curso d'água alterado, com seção e traçado retificado. Os principais impactos são os de erosão e assoreamento e modificação do curso d'água (retificação na seção e no traçado, mudança do revestimento da seção).

Desta maneira, as medidas de revitalização se baseiam na recomposição da mata ciliar, acompanhada por um especialista da área para identificação das espécies e acompanhamento da recuperação natural do leito. Além de intervenções no curso d'água, visando o processo de recuperação da seção transversal e estabilização das margens. Além destas medidas de natureza corretiva, não podem ser esquecidas medidas permanentes preventivas, como a sinalização, a fiscalização, a manutenção e as restrições à ocupação estabelecidas na lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como novo Código Florestal.

Outras medidas referem-se ao controle distribuído na bacia hidrográfica, relacionado à forma de tratamento e disposição de esgotos

domésticos, a concepção e estrutura das redes de galerias pluviais, a produção e arraste de sedimentos por águas de chuva, as relações entre a drenagem natural e o sistema viário. Além da possibilidade de criação de parques lineares e corredores verdes, implantação de programas de educação sanitária e ambiental para a sociedade e de técnicas de favorecimento dos processos do ciclo hidrológico, como a criação de áreas de infiltração em toda a bacia, com maior ênfase nas partes altas.

A classificação dos trechos se mostrou coerente com as características dos trechos estudados, mas deve ser apenas uma indicação inicial, sendo necessário analisar os impactos de cada trecho mais detalhadamente. Os trechos 3, 4, 6 e 7 se enquadraram no caso 2, mas possuem pontos de lançamento de efluentes, cujas medidas de revitalização estão relacionadas no caso 3. Além do mais, ainda sobre os trechos 4 e 7, os impactos mais significativos estão relacionados à ausência de mata ciliar, ocorrência de erosão e assoreamento e presença de poluição, não caracterizando trechos alterados devido à seção e traçado retificados, como indica o caso 2.

Os trechos de 1 a 6 apresentam moradias nas adjacências, porém a área impermeabilizada em relação à área de preservação legal não é tão expressiva. Desta forma, o enquadramento destes trechos nos casos 1 ou 2 não contempla medidas de revitalização voltadas para a presença de edificações nas proximidades, as quais são relacionadas no caso 4. Porém, a implantação dessas medidas seria interessante para diminuir os impactos já gerados.

O Quadro 24 apresenta a proposição de medidas de revitalização para cada trecho, de acordo com os impactos levantados por meio do PAR.

Quadro 24 – Principais medidas de revitalização.

(continua)

Trecho	Mata ciliar	Erosão e assoreamento	Modificação do curso d'água	Poluição	Edificações	
1	Recomposição da mata ciliar	Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nativa nas margens / Dragagem periódica / Implantação de programa de varrição sistemática de vias públicas, limpeza e desobstrução de sistemas de drenagem		Implantação de coleta de resíduos de grande porte	Implantação de jardins com vegetação nativa / Uso de pavimentos permeáveis	
2						Programa de educação ambiental junto às escolas e comunidade
3			Reconfiguração da seção transversal	Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial / Programa de educação ambiental junto às escolas e comunidade		
4						
5						
6			Reconfiguração da seção transversal	Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial		Implantação de jardins com vegetação nativa
7	Recomposição da mata ciliar			Programa de educação ambiental junto às escolas e comunidade		Uso de pavimentos permeáveis
8			Reconfiguração da seção transversal	Identificação e eliminação das ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial		Uso de pavimentos permeáveis
9			Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito na travessia			Implantação de jardins com vegetação nativa / Uso de pavimentos permeáveis
10			Reconfiguração da seção transversal e do leito			Uso de pavimentos permeáveis / Definição de muros e cercas com permeabilidade para flora e fauna em perímetros limítrofes ao curso d'água
11						
12			Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito na travessia			
13			Fixação das margens com uso de gabões ou enrocamento			

Quadro 24 – Principais medidas de revitalização (continuação).**(conclusão)**

Trecho	Mata ciliar	Erosão e assoreamento	Modificação do curso d'água	Poluição	Edificações
14	Recomposição da mata ciliar	Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nativa nas margens	Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito, inclusive na travessia		Uso de pavimentos permeáveis / Definição de muros e cercas com permeabilidade para flora e fauna em perímetros limítrofes ao curso d'água
15		Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nativa nas margens no trecho final	Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito na travessia		
16		Plantio de vegetação herbácea e arbustiva nativa nas margens	Alargamento e reconfiguração da seção transversal e do leito na travessia		Implantação de jardins com vegetação nativa
17	Recomposição da mata ciliar				Uso de pavimentos permeáveis
					Definição de muros e cercas com permeabilidade para flora e fauna em perímetros limítrofes ao curso d'água

A realização destas medidas por parte do Poder Público Municipal envolve custos, relacionados, por exemplo, com a compra de mudas para plantio, de materiais para estabilização das margens, a contratação de profissionais para execução e acompanhamento dos serviços e a diminuição das áreas de plantio e de pastagem em terrenos particulares, além do ônus administrativo.

No entanto, são significativos os benefícios econômicos e sociais, ou seja, ambientais, advindos da manutenção do curso d'água como local de passeio, descanso, contato com a natureza, representando um recurso natural permanente e proporcionando maior qualidade de vida.

6.7. MELHORIAS E ADAPTAÇÕES NOS INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SEUS PARÂMETROS

Os indicadores e seus parâmetros contemplam os diversos impactos causados pelas atividades humanas. Contudo, a partir da aplicação do PAR foi possível identificar melhorias na avaliação de alguns parâmetros.

Primeiramente, o indicador Erosão e Assoreamento e seus parâmetros 2.2 e 2.3 sobre a presença de sedimentos nas margens e obstruções do leito por acúmulo de sedimentos respectivamente, não levam em consideração a zonação (zona de produção, de transferência e de depósito) do curso d'água para o estabelecimento dos graus de impacto de cada parâmetro. A metodologia não contempla a análise da geomorfologia fluvial e da sua dinâmica natural.

Desta forma, características naturais do sistema fluvial podem ser avaliadas como consequências de intervenção humana, prejudicando a caracterização da degradação do corpo d'água. Assim, deve-se refletir sobre a alteração da pontuação do grau de impacto de acordo com a zona do curso d'água, atribuindo-se pesos diferentes para cada uma de forma a considerar as características naturais do sistema fluvial.

O parâmetro 4.3 sobre o lançamento de águas pluviais urbanas do indicador Poluição aborda, apenas, o seu lançamento em conjunto com efluentes domésticos, desconsiderando as águas pluviais contribuintes da bacia de drenagem, que ao percorrer as áreas urbanas adquirem uma elevada carga de poluentes, contribuindo para a poluição do curso d'água. A magnitude deste impacto pode ser obtida pela área da bacia drenada a cada conexão de drenagem, obtida com o auxílio do mapa da rede de drenagem implantada e do mapa topográfico da área em estudo.

No presente trabalho, não foi realizada esta alteração, pois, apenas, uma pequena parcela apresenta rede de drenagem implantada. Con-

tudo, para bacias muito urbanizadas, esta alteração se torna possível de ser quantificada.

Por fim, referente ao parâmetro 1.2 sobre a substituição total ou parcial da vegetação natural do indicador Mata Ciliar, sentiu-se a necessidade de se ter o conhecimento específico para reconhecimento das espécies ou até mesmo a presença de um profissional da área.

7. CONCLUSÕES

7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protocolo para avaliar a condição de cursos d'água é de fácil e rápida aplicação. A avaliação por meio dos parâmetros estabelecidos relacionados ao grau de impacto se mostra eficaz para o estabelecimento da condição de integridade de um curso d'água em áreas urbanas ou em processo de urbanização.

A aplicação do PAR apresentou resultados coerentes com a realidade da condição de degradação do ribeirão verificada nas visitas em campo. Os parâmetros analisados contemplaram os elementos de degradação existentes no ribeirão. Foi possível diferenciar as condições ambientais de trechos minimamente perturbados de trechos com maior alteração causada pelas atividades humanas.

Como se esperava, a integridade do curso d'água na área urbana já consolidada é menor em relação à área em processo de urbanização e à área rural. Contudo, os impactos na área rural são significativos e intervenções de revitalização são essenciais, considerando que as alterações realizadas nesta área refletem nas características do curso d'água à jusante.

O protocolo reúne resultados quantitativos e qualitativos, os quais são de grande importância para a melhor caracterização e compreensão da situação da bacia estudada. A eliminação da parte subjetiva pode resultar em soluções simplistas que não solucionam o problema. Assim como, uma abordagem limitada ao curso d'água e suas margens, sem considerar a bacia hidrográfica, pode resultar em análises incorretas dos impactos e em propostas de revitalização ineficientes.

Desta maneira, para a implantação de medidas de revitalização, deve-se levar em consideração a bacia hidrográfica como um todo, considerando o ribeirão e sua área de drenagem, ainda que a aplicação do protocolo seja feita por divisão de trechos do curso d'água com características similares e a avaliação seja feita em cada trecho separadamente.

Houve dificuldade para avaliação dos parâmetros do indicador Erosão e Assoreamento, visto que a metodologia não leva em consideração a zonação do curso d'água para o estabelecimento dos graus de impacto de cada parâmetro. Assim, procurou-se atribuir uma pontuação que representasse da melhor maneira a condição ambiental do curso d'água, sem desconsiderar suas características naturais.

Um problema encontrado no desenvolvimento do trabalho foi a falta de registros sobre a história de ocupação da bacia e, principalmen-

te, das possíveis modificações realizadas no curso d'água. Essas informações foram obtidas por meio de entrevistas aos moradores. Elas foram essenciais para se ter um conhecimento histórico prévio e para verificar como eles enxergam o rio que se tem hoje e sua relação com o mesmo. Esse tipo de levantamento tem grande relevância para a caracterização da degradação do curso d'água, pois permite identificar os locais críticos da bacia, auxiliando na proposição de medidas de revitalização.

Outro problema encontrado foi aplicar o PAR nos últimos trechos, devido à dificuldade em percorrê-los integralmente pelo leito. Esse fator influenciou na pontuação atribuída a cada parâmetro. Verifica-se, aqui, a importância da preparação do pesquisador para observar e analisar os aspectos da bacia que podem ser determinantes para a ocorrência de impactos ao curso d'água.

A proposição de medidas de revitalização de acordo com o enquadramento nos diferentes casos de potencial de recuperação se mostrou, de maneira geral, coerente para a bacia estudada, mas não pode ser determinante na tomada de decisões. Faz-se necessária uma análise mais apurada com base nos impactos levantados, para agir de maneira preventiva, antecipando-se ao problema, como é o caso dos pontos de lançamento de efluentes verificados na área urbana, cujas ações de revitalização não estão contempladas no caso enquadrado.

A forma de aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida permite que ele seja utilizado por pessoas não qualificadas na área, mas que venham a passar por um treinamento adequado. Desta forma, além de se destinar ao planejamento e tomada de decisão, o protocolo pode contribuir para um processo mais amplo de educação ambiental e participação social, abrindo espaço para uma mudança de olhar: o rio deixa de se transformar num passivo ambiental para recuperar seu papel de recurso ambiental, instrumento de valorização local e qualidade de vida, tanto ao habitante do município quanto para incentivo ao turismo.

7.2. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que o PAR seja aplicado em cursos d'água que possuam impactos distintos dos levantados no Ribeirão Wunderwald. Desta maneira, será possível verificar a necessidade de possíveis adaptações, melhorias e refinamentos no protocolo. Neste sentido, a caracterização de diferentes cursos d'água urbanos permitiria identificar os casos mais comuns, auxiliando no aprimoramento da classificação dos casos de potencial de recuperação para proposição de medidas de revitalização.

Para os próximos trabalhos, recomenda-se a realização de entrevistas com maior número de moradores da região e, se possível, a participação da população na própria aplicação do PAR, pois além da obtenção de informações relevantes, é um primeiro contato para apresentação do trabalho que será desenvolvido e uma oportunidade de obter maior participação social na etapa de caracterização da degradação e, principalmente, na proposição e implantação de medidas de revitalização.

Recomenda-se, ainda, o aprimoramento da metodologia em relação à análise da geomorfologia fluvial. Ela fornece informações essenciais sobre o regime de escoamento, intensidade dos processos erosivos e deposicionais do curso d'água. No protocolo, por exemplo, avalia-se o excesso de sedimentos como resultado das intervenções antrópicas na bacia, sem considerar a dinâmica natural do sistema fluvial e seus impactos.

Além disso, recomenda-se o aperfeiçoamento do quadro de medidas de revitalização, uma vez que algumas medidas relacionadas são passíveis de crítica sob o ponto de vista geomorfológico e ecossistêmico, pois desconsideram seus efeitos sobre a dinâmica natural do sistema fluvial. Cita-se, como exemplo, a dragagem periódica e a fixação das margens com uso de gabiões e enrocamento. Ademais, novos estudos e projetos foram desenvolvidos na área de revitalização de rios nos últimos anos, que podem contribuir para o aprimoramento da proposição de medidas de revitalização.

Por fim, recomenda-se realizar a delimitação dos trechos do curso d'água em comprimentos que sejam múltiplos de uma medida, chamada de módulo. Desta maneira, o fato de os trechos apresentarem a mesma extensão linear favorece a futura comparação e definição de custos com a implantação de medidas de revitalização.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. M. V. G. **As Áreas de Preservação Permanente e a Questão Urbana**. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2002. 12 p.

BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n^{os} 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n^{os} 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n^o 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 14 maio de 2014.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. River Styles, a geomorphic approach to catchment characterisation: implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia. **Environmental Management**. 25(6): p. 661–679. 2000.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol. Bras.** 14(1): p. 91-98. 2002.

CARDOSO, A. S. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos d'água em áreas urbanas**. 2008. 197 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Curso de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. 1998. Drenagem urbana e Controle de Erosão. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSÃO, 1998, Presidente Prudente, São Paulo.

CASADO, A. P. B. et al. Evolução do processo erosivo na margem direita do Rio São Francisco (perímetro irrigado Cotinguiba/Pindoba – SE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26(1): p. 231-239. 2002.

COELHO, A. L. N. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Revista Online Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.9, n. 26, p. 16-32, jun. 2008.

COSTA, H. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral**. Projeto PLANÁGUA. Rio de Janeiro, SEMADS 2001.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, 1: p.3-10. 2001.

DALLA COSTA, S. **Estudo da viabilidade de revitalização de curso d'água em área urbana**: estudo de caso no rio Córrego Grande em Florianópolis, Santa Catarina. 2008. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ELOSEGI, A.; SABATER, S. El rio como ecosistema. In: ELOSEGI, A.; SABATER, S. **Concepto y técnicas en ecología fluvial**. [s. L]: Fundación BBVA, 2009. Cap 2, p. 23-37.

FINDLAY, S.; TAYLOR, M.; DAVIES, P.; FLETCHER, A. Development and application of a rapid assessment tool for urban stream networks. **Water and Environment Journal**, 25(2), p. 2–12. 2011.

FINDLAY, S.J.; TAYLOR, M.P. Application and Assessment of a Rapid Riparian Creek Assessment Tool in Ku-Ring-Gai Council, Sydney. In: URBAN RIVER REHABILITATION CONFERENCE, 2005, Dresden, Germany.

FINDLAY, S.J.; TAYLOR, M.P. Why rehabilitate urban river systems? **Area**, 38(3), p. 312–325, september, 2006.

FIRSWG. **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices**. Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG), 637p. 2001.

FONTES, A. L. **Geomorfologia fluvial e hidrografia**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010. 27 p.

FRANK, B.; SEVEGNANI, L. **O desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. 198 p.

FREITAS FILHO, M. D. **Indicadores de degradação de cursos d'água em áreas urbanas**. 125p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GORSKI, M. C. B. **Rios e Cidades: Ruptura e Reconciliação**. 2008. 243 f. Dissertação (Mestrado Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzi, São Paulo, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Geodésicos**. Sistema Geodésico Brasileiro – SGB. Estações GPS, maio de 2012.

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

KONDOLF, G. M., MONTGOMERY, D.R., PIE´GAY, H. e SCHMITT, L. (2003). Geomorphic classification of rivers and streams. In: Tools in Fluvial Geomorphology, edited by G. M. Kondolf and H. Pie´gay, pp.171– 204, John Wiley, Hoboken, N. J.

LINHARES, C. A. **Influência do desflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na Bacia do Rio Ji-Paraná/RO**. 216 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacionais de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2005.

MADDOCK, I. **The importance of physical habitat assessment for evaluating river health**. Freshwater Biology, 1999.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos Físicos. **Revista Brasileira Saúde e Ambiente**, n. 1, p. 39-47, jun. 2006.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): p.111-124, jun. 2008.

OTSUKA, C.Y. **Aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida no Córrego Água Espreada, São Paulo/SP**. 148p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

PEREIRA, I. L. V. **Estudos de revitalização de cursos d'água – trecho experimental no rio das velhas**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Curso de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PINHEIRO; A. C. D; PROCÓPIO, J. B. Áreas urbanas de preservação permanente ocupadas irregularmente. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 83-103, set/dez. 2008.

POMERODE. **Adequação do Plano Diretor Municipal de Pomerode - SC**. v. 1, 322 p., jun. 2007.

POMERODE. Lei complementar nº 162 de 12 de dezembro de 2008. Institui o Código Urbanístico, que define princípios, políticas, estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal e para o cumprimento da Função Social da Cidade e da Propriedade no Município de Pomerode, também denominado Plano Diretor, bem como estabelece as normas de parcelamento, uso e ocupação do solo, o sistema viário e providências complementares. Disponível em: <<http://www.pomerode.sc.gov.br/downloads/imprensa/PlanoDiretor/LC16208.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2014.

POMPÊO, C.A.; RIGOTTI, J.A.; FREITAS FILHO, M.D. Urban Stream Condition Assessment. In: 12nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 2011, Porto Alegre/Brazil, p. 10-15.

RIGHETTO, A.M.; MOREIRA, L.F.F.; SALES, T.E.A. Manejo de águas pluviais urbanas. In: Righetto, A.M. (coordenador). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009, 396 p.

RIGOTTI, J.A. **Estudo da degradação em cursos d'água: bacia hidrográfica do futuro campus da UFSC, Joinville.** 264p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

RODRIGUES, L. M. **Alterações espaciais e temporais de características limnológicas resultantes da transformação rio-reservatório na área do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, RS, Brasil.** 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres.** 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Departamento de Geologia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

ROSGEN, D. L., (1994). A classification of natural rivers. **Catena**, 22(2): p. 169-199, Elsevier Publications, Amsterdam.

RUPPENTHAL, E. L.; NIN, C. S.; RODRIGUES, G. G. A. Mata Ciliar/Curso d'água é um Ecossistema Único?. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p. 525-527, jul. 2007.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE). **Sistema de Esgoto Sanitário da Cidade de Blumenau, Santa Catarina, Brasil.** v.2: Estudo do Corpo Receptor. 2002. 58 p.

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio?. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, RS, n.21, Gestão das Águas, p. 57-68, jul/dez, 2000.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul.** 1 ed. Porto Alegre:ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003a. 156 p.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana.** In: Ciência e Cultura: temas e tendências. Gestão das águas. Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, n. 4, 36-37, 2003b.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global WaterPartnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005a.

TUCCI, C. E. M.. **Gestão das Inundações Urbanas**. Porto Alegre, Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005b.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Estudos avançados 22 (63). 16p. 2008.

ZIMMER, R. **História de Pomerode**. Disponível em: <<http://www.vemrapomerode.com.br/turismo/a-cidade/pagina/historia-de-pomerode>>. Acesso em: 15 maio 2014.