

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,**  
**MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA**  
**AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE**  
**INTERVENÇÃO EM CURSOS DE ÁGUA EM**  
**ÁREAS URBANAS**

**Adriana Sales Cardoso**

**Belo Horizonte**

**2008**

**Adriana Sales Cardoso**

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA  
AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO  
EM CURSOS DE ÁGUA EM ÁREAS URBANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Hidrologia urbana e drenagem

Orientador: Prof. Márcio Benedito Baptista

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2008

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais e ao meu irmão,  
pelo constante incentivo, apoio e  
confiança.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por me mostrarem a importância e o valor do estudo e por me apoiarem incondicionalmente. Ao meu irmão querido pelo constante incentivo.

Ao professor Márcio Baptista, muito mais que um orientador. Obrigada pela oportunidade, disponibilidade, dedicação, entusiasmo e conhecimentos compartilhados.

Aos professores do mestrado pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, em especial à Iara.

A todos aqueles que dedicaram um pouco do seu tempo para contribuírem com esta pesquisa: José Roberto Champs (SUDECAP), Jomar Amaral (Prefeitura de Betim) e aos entrevistados.

Ao Núcleo Executivo do Parque Tecnológico de Belo Horizonte (NEPAQ), à Praxis Projetos e Consultoria Ltda e à Planex Consultoria de Planejamento e Execução pelos documentos cedidos.

Aos amigos e colegas pela cumplicidade e apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## RESUMO

As alternativas tradicionais de intervenção em cursos de água, geralmente baseadas na sua canalização e retificação, não têm se mostrado satisfatórias, estando associadas a diversos tipos de impacto, principalmente em áreas de ocupação urbana.

A adoção de novas abordagens para tratar a questão, ambientalmente mais integradas, desponta como solução alternativa de intervenção. Diante desse quadro, ressalta-se a importância da escolha do sistema de drenagem a ser implantado e do tratamento a ser dado aos cursos de água.

A presente pesquisa insere-se exatamente no contexto do processo decisório citado, visando o apoio a técnicos e gestores nas tomadas de decisão concernentes à questão. Ela fundamenta-se na premissa de que a mudança da abordagem tradicional de isolamento e supressão das águas superficiais da paisagem das cidades contribui para a minimização dos impactos negativos da urbanização sobre o meio ambiente e a população.

A metodologia proposta, destinada à avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água, baseia-se em uma avaliação qualitativa de impactos - com base em indicadores que integram aspectos hidrológicos, hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais - e apresenta-se estruturada em quatro fases distintas. A primeira delas volta-se para a **delimitação e diagnóstico** do trecho do curso de água a sofrer intervenção. A segunda fase corresponde à **identificação de alternativas** de intervenção, baseada no diagnóstico previamente realizado e nos objetivos da intervenção. A **avaliação das alternativas**, correspondente à terceira fase, será resultado da pontuação de impactos de cada indicador multiplicada pelo seu respectivo peso. Finalmente, na última fase, a **comparação entre as alternativas** será possível através da realização de uma análise de desempenho das soluções propostas, com base em análise multicritério.

De forma a aplicar e validar a metodologia proposta foram realizados três estudos de caso na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Brasil, tendo sido avaliadas e comparadas várias alternativas de intervenção para cada um dos casos. A metodologia se mostrou coerente e de fácil aplicação, podendo vir a constituir uma ferramenta útil de auxílio à decisão na fase preliminar de análise de projetos.

## ABSTRACT

The traditional alternatives of intervention in water courses, usually based on their canalization and straightening, have not been satisfactory, leading to innumerable impacts, mainly in urban areas.

The adoption of new approaches, environmentally more integrated, turn out to be an alternative solution of intervention. This way, the selection of drainage systems to be implemented and treatments water courses should undergo are extremely important issues.

The present research is placed exactly in the context of the decision process mentioned, aiming to help decision-makers in their choice of project solutions. It considers that the traditional tendency of isolation and suppression of surface waters from urban landscapes contributes to diminish the negative impacts of urbanization on the environment and the population.

The proposed methodology, focused on the evaluation of alternatives of intervention in water courses, is based on a qualitative evaluation of impacts - through the use of indicators that integrate hydrologic, hydraulic, environmental, sanitary and social aspects – and is structured in four specific phases. The first one is related to the *delimitation and diagnosis* of the section of the water course to suffer intervention. The second one corresponds to the *identification of alternatives* of intervention, based on the diagnosis previously made and on the objectives of intervention. The *evaluation of alternatives*, related to the third phase, will be the result of the impact punctuation of each indicator multiplied for its respective weight. Finally, in the last phase, a *comparison among alternatives* will be possible through a performance analysis of the proposed solutions, based on multicriteria analysis.

In order to apply and validate the proposed methodology, three case studies were done in Belo Horizonte Metropolitan Region, Brazil, and several alternatives of intervention were evaluated and compared for each case. The methodology has demonstrated to be coherent and of easy appliance, and can be a helpful decision making tool in a preliminary phase of projects analysis.

# SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras</b> .....	x
<b>Lista de Tabelas</b> .....	xii
<b>Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos</b> .....	xiv
<b>1 Introdução</b> .....	1
<b>2 Justificativa</b> .....	3
<b>3 Objetivos e Etapas Metodológicas</b> .....	5
<b>4 Revisão da Literatura</b> .....	6
4.1 Introdução.....	6
4.2 O Processo de Urbanização e os seus Impactos na Bacia .....	6
4.2.1 <i>Enchentes urbanas</i> .....	10
4.2.2 <i>Ocupação das margens de fundos de vale</i> .....	12
4.3 A canalização de Cursos de Água .....	13
4.3.1 <i>Aspectos históricos sobre a drenagem urbana e intervenções em cursos de água</i> .....	13
4.3.2 <i>Contraposição entre canalização e preservação</i> .....	14
4.4 A Recuperação de Cursos de Água .....	17
4.4.1 <i>Aspectos gerais</i> .....	17
4.4.2 <i>Objetivos de intervenção</i> .....	18
4.4.3 <i>Alternativas de intervenção em cursos de água</i> .....	20
4.4.4 <i>Técnicas de intervenção em cursos de água</i> .....	24
Plantio de vegetação e técnicas associadas.....	25
Gabiões .....	28
Enrocamento.....	29
4.5 Comparação entre Alternativas de Intervenção.....	32
4.5.1 <i>Ciclo de tomada de decisão</i> .....	32
4.5.2 <i>Conceitos relativos a indicadores</i> .....	36
4.5.3 <i>Metodologia de análise multicritério</i> .....	37
4.6 Considerações finais .....	39

<b>5</b>	<b>Proposição de Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água</b> .....	40
5.1	Introdução .....	40
5.2	Metodologia Proposta .....	41
5.3	Proposição de Indicadores de Impacto .....	44
5.3.1	<i>Impactos no curso de água</i> .....	45
5.3.2	<i>Impactos hidrológicos/ hidráulicos</i> .....	46
5.3.3	<i>Impactos ambientais</i> .....	47
5.3.4	<i>Impactos sanitários</i> .....	50
5.3.5	<i>Impactos sociais</i> .....	51
5.4	Integração dos Indicadores .....	53
5.4.1	<i>Análise de importância</i> .....	53
5.4.2	<i>Participantes do processo decisório</i> .....	54
5.4.3	<i>Ponderação dos indicadores</i> .....	56
5.5	Considerações finais .....	57
<b>6</b>	<b>Aplicação da Metodologia Proposta a Estudos de Caso</b> .....	59
6.1	Parque Tecnológico (Belo Horizonte/ MG – Brasil) .....	60
6.1.1	<i>Introdução</i> .....	60
6.1.2	<i>Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas</i> .....	63
6.1.3	<i>Avaliação da alternativa desejável</i> .....	64
6.1.4	<i>Avaliação da alternativa adotada</i> .....	67
6.1.5	<i>Avaliação da alternativa hipotética</i> .....	70
6.1.6	<i>Avaliação global das alternativas</i> .....	72
6.2	Córrego Baleares (Belo Horizonte/ MG – Brasil) .....	74
6.2.1	<i>Introdução</i> .....	74
6.2.2	<i>Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas</i> .....	76
6.2.3	<i>Avaliação da alternativa desejável</i> .....	81
6.2.4	<i>Avaliação da alternativa 01</i> .....	86
6.2.5	<i>Avaliação da alternativa 02</i> .....	91
6.2.6	<i>Avaliação da alternativa 03 (adotada)</i> .....	92

6.2.7	<i>Avaliação da alternativa hipotética</i>	98
6.2.8	<i>Avaliação global das alternativas</i>	101
6.3	<b>Córrego Bom Retiro (Betim/ MG – Brasil)</b>	103
6.3.1	<i>Introdução</i>	103
6.3.2	<i>Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas</i>	104
6.3.3	<i>Avaliação da alternativa desejável</i>	106
6.3.4	<i>Avaliação da alternativa 01</i>	107
6.3.5	<i>Avaliação da alternativa 02 (adotada)</i>	108
6.3.6	<i>Avaliação da alternativa 03</i>	108
6.3.7	<i>Avaliação global das alternativas</i>	109
6.4	<b>Considerações finais</b>	111
<b>7</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	112
7.1	<b>Introdução</b>	112
7.2	<b>Avaliação dos Resultados</b>	113
7.2.1	<i>Córrego Mergulhão</i>	113
7.2.2	<i>Córrego Baleares</i>	115
7.2.3	<i>Córrego Bom Retiro</i>	120
7.3	<b>Considerações finais</b>	122
<b>8</b>	<b>Conclusões e Perspectivas</b>	123
<b>9</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	128
	<b>Apêndice 01</b>	132
	<b>Apêndice 02</b>	135
	<b>Apêndice 03</b>	137
	<b>Apêndice 04 – Córrego Mergulhão</b>	138
	<b>Apêndice 05 – Córrego Baleares</b>	146
	<b>Apêndice 06 – Córrego Bom Retiro</b>	173

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Relação entre superfícies pavimentadas e escoamento superficial.....	7
Figura 4.2 – Impactos da urbanização em uma bacia hidrográfica .....	9
Figura 4.3 – Desenho esquemático de plantio de brotos junto às margens .....	25
Figura 4.4 – Proteção de margens depois do crescimento de brotos.....	26
Figura 4.5 – Desenho esquemático de estabilização de margens por meio de faxinas	26
Figura 4.6 – Proteção de margens com instalação de faxinas de salgueiro.....	27
Figura 4.7 – Terramesh (tela vegetal) utilizada para a contenção de taludes no córrego Balears - Belo Horizonte/ MG .....	27
Figura 4.8 – Proteção das margens com pedras e troncos de árvores .....	28
Figura 4.9 – Gabiões utilizados para a contenção de encostas do córrego Mergulhão	29
Figura 4.10 – Enrocamento utilizado para revestimento do leito e das margens do córrego Mergulhão – Belo Horizonte/ MG .....	30
Figura 4.11 – Ciclo de tomada de decisão.....	33
Figura 4.12 – Processo de Auxílio à decisão e níveis de problema.....	35
Figura 5.1 – Etapas metodológicas a serem seguidas para avaliação de alternativas ..	41
Figura 5.2 – Categorias de impacto e respectivos indicadores.....	44
Figura 6.1 – Vista da bacia onde se localiza o Parque Tecnológico .....	60
Figura 6.2 – Planta de zoneamento do Parque Tecnológico.....	62
Figura 6.3 – Vista aérea da área do empreendimento.....	62
Figura 6.4 – Alternativa desejável (córrego Mergulhão) .....	64
Figura 6.5 – Alternativa adotada (córrego Mergulhão).....	67
Figura 6.6 – Alternativa hipotética (córrego Mergulhão).....	70
Figura 6.7 – Município de Belo Horizonte e divisão de bacias.....	74
Figura 6.8 – Sub-bacia do córrego da avenida Balears.....	75
Figura 6.9 – Bacia do córrego do Vilarinho e córrego da Avenida Balears .....	75
Figura 6.10 – Área de estudo do córrego da Avenida Balears .....	77
Figura 6.11 – Diagnóstico da condição de diversos trechos do córrego da Avenida Balears antes da intervenção.....	78
Figura 6.12 – Trecho canalizado entre a Avenida Vilarinho e a Rua Guernica .....	79
Figura 6.13 – Trecho entre as Ruas Guernica e Bucareste.....	80
Figura 6.14 – Trecho entre as Ruas Bucareste e Cracóvia .....	81

Figura 6.15 – Alternativa de intervenção 01 (córrego Baleares).....	86
Figura 6.16 – Trecho 01 – proposta de intervenção .....	87
Figura 6.17 – Alternativa de intervenção 02 (córrego Baleares).....	91
Figura 6.18 – Alternativa de intervenção 03 (córrego Baleares).....	93
Figura 6.19 – Proposta de reconfiguração e tratamento do leito e das margens de uma seção do córrego Baleares .....	94
Figura 6.20 – Condição do trecho 02 do córrego Baleares em abril de 2008 .....	94
Figura 6.21 – Condição do trecho 02 do córrego Baleares em abril de 2008 .....	95
Figura 6.22 – Tratamento paisagístico proposto para parte do trecho 03.....	96
Figura 6.23 – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 .....	97
Figura 6.24 – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 .....	97
Figura 6.25 – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 .....	98
Figura 6.26 – Trecho canalizado do córrego da Avenida José Inácio Filho (córrego Bom Retiro).....	103
Figura 6.27 – Trecho canalizado do córrego Bom Retiro (de montante para jusante). 104	
Figura 6.28 – Trecho em leito natural do córrego Bom Retiro .....	105
Figura 6.29 – Trecho em leito natural do córrego Bom Retiro .....	105
Figura 6.30 – Alternativa de intervenção desejável (córrego Bom Retiro).....	107
Figura 6.31 – Alternativa de intervenção 01 (córrego Bom Retiro).....	107
Figura 6.32 – Alternativa de intervenção adotada (córrego Bom Retiro) .....	108
Figura 6.33 – Alternativa de intervenção 03 (córrego Bom Retiro).....	108

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Técnicas de proteção das margens de cursos de água e características...	31
Tabela 5.1 – Quadro de avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens.....	46
Tabela 5.2 – Quadro para avaliação de impacto paisagístico.....	49
Tabela 5.3 – Quadro para avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer.....	52
Tabela 5.4 – Peso e coeficiente de variação (CV) dos indicadores de impacto .....	57
Tabela 6.1 – Análise de impactos da alternativa de intervenção desejável (córrego Mergulhão) .....	65
Tabela 6.2 – Análise de impactos da alternativa adotada (córrego Mergulhão) .....	68
Tabela 6.3 – Análise de impactos da alternativa hipotética (córrego Mergulhão) .....	71
Tabela 6.4 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Mergulhão).....	73
Tabela 6.5 – Análise de impactos da alternativa desejável (trecho 02 - córrego Baleares) .....	82
Tabela 6.6 – Análise de impactos da alternativa desejável (trecho 03 – córrego Baleares).....	84
Tabela 6.7 – Análise de impactos da alternativa 01 (trecho 03 – córrego Baleares)....	89
Tabela 6.8 – Análise de impactos da alternativa hipotética (trechos 02/ 03 – córrego Baleares).....	99
Tabela 6.9 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Baleares).....	102
Tabela 6.10 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Bom Retiro).....	110
Tabela 7.1 – Peso dos indicadores de acordo com as visões tecnicista e ambientalista.....	113
Tabela 7.2 – Avaliação das alternativas de intervenção para o córrego Mergulhão ....	114
Tabela 7.3 – Avaliação global das alternativas de intervenção para o córrego Baleares .....	116
Tabela 7.4 – Avaliação das alternativas de intervenção para o trecho 02 do córrego Baleares .....	117
Tabela 7.5 – Avaliação das alternativas de intervenção para o trecho 03 do córrego Baleares .....	117

Tabela 7.6 – Avaliação dos custos das alternativas de intervenção propostas para o córrego Baleares .....	119
Tabela 7.7 – Avaliação das alternativas de intervenção para o córrego Bom Retiro ...	120

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANA – Agência Nacional de Águas

CV – Coeficiente de variação

DRENURBS – Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural da Cidade de Belo Horizonte

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FCTH – USP – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Universidade de São Paulo

FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente

FISRWG – *Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group*

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INSA de Lyon – *Institut National des Sciences Appliquées de Lyon*

NEPAQ – Núcleo Executivo do Parque Tecnológico de Belo Horizonte

PDDBH – Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte

SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFScar – Universidade Federal de São Carlos

UnB – Universidade de Brasília

UNESP – Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista de Ilha Solteira

USP – Universidade de São Paulo

# 1 INTRODUÇÃO

O processo de produção e ocupação do espaço urbano, freqüentemente efetuado de forma acelerada e desordenada, acarreta diversas modificações nas condições naturais do meio, como a interferência no ciclo hidrológico e a gradativa poluição das águas. Os cursos de água, que desempenham importante papel no desenvolvimento das cidades e na construção de paisagens, vêm sofrendo fortes impactos, decorrentes tanto das alterações de processos em função da urbanização como também de intervenções diretas.

Com efeito, as alternativas de intervenção em cursos de água usualmente adotadas em áreas urbanas - baseadas na sua canalização e retificação - com vistas à contenção de inundações e estruturação do sistema viário, não têm se mostrado satisfatórias, tanto do ponto de vista hidrológico como do ponto de vista ambiental, com a potencialização dos impactos negativos da urbanização.

Dentro desse contexto, esta pesquisa fundamenta-se na premissa da conveniência de recuperação e manutenção das condições naturais dos cursos de água em áreas urbanas, considerando que a mudança da abordagem tradicional de isolamento e supressão das águas superficiais da paisagem das cidades contribui para a minimização dos impactos negativos da urbanização sobre o meio ambiente e a população.

De forma a validar ou não a premissa, torna-se importante dispor de uma metodologia capaz de efetuar a avaliação e comparação entre possíveis alternativas de intervenção em cursos de água urbanos. Nesse sentido, é proposta uma sistemática de análise, baseada na construção de indicadores de impacto (no curso de água, hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais), que busca subsidiar profissionais e gestores nos processos de tomadas de decisão concernentes à escolha de soluções.

Cabe ressaltar que as avaliações a serem realizadas visam o estudo de trechos de cursos de água e de suas áreas ribeirinhas, não considerando a bacia como unidade de estudo (dada a complexidade dos levantamentos e análises necessários para uma avaliação mais abrangente e global). Diante desse quadro, a metodologia proposta foi aplicada a três estudos de caso na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Brasil, tendo sido avaliadas e comparadas várias alternativas de intervenção para cada um dos casos em questão.

O presente documento encontra-se estruturado em oito capítulos, sendo esta Introdução o primeiro deles. O Capítulo 2 apresenta a justificativa para a elaboração do trabalho e o Capítulo 3, os objetivos e etapas metodológicas adotadas no desenvolvimento do estudo. A revisão bibliográfica, que aborda questões como os impactos da urbanização sobre os cursos de água, propostas de intervenção em rios e córregos e indicadores, é apresentada no Capítulo 4. No Capítulo 5 é apresentada a sistemática de análise proposta por esta pesquisa e, no Capítulo 6, são apresentados os três estudos de caso realizados com vistas à aplicação da metodologia. No Capítulo 7, referente aos resultados e discussão, é realizada uma análise de sensibilidade e robustez dos indicadores propostos. As conclusões e recomendações encontram-se no Capítulo 8. Por fim, são listadas as referências bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa.

## 2 JUSTIFICATIVA

Os cursos de água vêm desempenhando, ao longo da história, papel determinante no assentamento de populações e estabelecimento de cidades. A disponibilidade de água para consumo, higiene e evacuação de dejetos, assim como os benefícios promovidos aos setores de comunicação, comércio e transporte são fatores que favorecem a ocupação das áreas próximas a esses recursos.

Em áreas urbanas, os rios configuram-se como estruturas de fundamental importância na construção da paisagem das cidades. Representam não apenas valores ambientais, mas também culturais e estéticos que se materializam por meio de suas inserções paisagísticas, usos e apropriações.

No entanto, o processo acelerado e desordenado de produção e ocupação do espaço urbano tem acarretado diversas modificações nas condições ambientais do meio, como a interferência no ciclo hidrológico e a poluição das águas. Nesse sentido, as alterações nas condições naturais de infiltração, aliadas à canalização de rios e córregos, reduzem substancialmente o tempo de concentração das bacias hidrográficas, aumentando de forma considerável os volumes escoados e potencializando os fenômenos de enchentes.

Diante desse quadro, a escolha do sistema de drenagem a ser implantado e do tratamento a ser dado aos cursos de água assumem papel de extrema importância no que tange os efeitos da urbanização, podendo tanto neutralizá-los quanto ampliá-los (BAPTISTA *et al*, 2005).

Atualmente, a degradação dos cursos de água e os seus respectivos impactos negativos sobre a população e o meio ambiente têm despertado o reconhecimento da importância de se preservar os sistemas naturais remanescentes e recuperar os ambientes degradados. Assim, novas abordagens para tratar a questão, ambientalmente mais integradas, estão sendo gradativamente mais utilizadas.

De acordo com Rohde *et al* (2006), desde que os impactos negativos da canalização de rios se tornaram aparentes, inúmeros projetos de recuperação foram implantados em países como a Holanda, Suíça, Grã-Bretanha e Dinamarca. Também nos Estados Unidos, o número de projetos de recuperação tem aumentado exponencialmente na última década (WOHL *et al*, 2005).

Entretanto, para que se efetive uma mudança de paradigma, faz-se necessária uma ferramenta voltada para o diagnóstico de cursos de água e avaliação de alternativas de intervenção, de forma que distintas soluções de projeto possam ser avaliadas e comparadas. Nesse sentido, com vistas a subsidiar a escolha de alternativas, esta pesquisa propõe uma sistemática de análise baseada na construção de indicadores de impacto, conforme será visto nos capítulos 5 e 6.

Paralelamente, diversos são os métodos de análise multicritério existentes atualmente, permitindo a integração dos diferentes aspectos concernentes à questão – ambientais, hidrológico/hidráulicos, sanitários, sociais, etc. – e possibilitando uma abordagem mais abrangente e robusta para avaliação de alternativas.

Dessa forma, a aplicação da abordagem multicriterial na análise proposta permitirá a configuração de um sistema de auxílio à decisão em que profissionais e gestores poderão avaliar e escolher alternativas contemplando aspectos que extrapolam a simples solução de problemas hidráulicos e sanitários.

## **3 OBJETIVOS E ETAPAS METODOLÓGICAS**

### **3.1 *Objetivo Geral***

De acordo com as considerações previamente apresentadas, o objetivo geral desta pesquisa é o desenvolvimento de uma metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas, com base em indicadores que integrem aspectos hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais.

### **3.2 *Objetivos Específicos***

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Desenvolver uma metodologia para diagnóstico das condições de cursos de água e suas áreas ribeirinhas;
- Propor indicadores de impacto para avaliação de alternativas de intervenção;
- Definir método de agregação de indicadores com vistas a permitir a avaliação de alternativas;
- Validar a metodologia proposta por meio de realização de estudos de caso.

### **3.3 *Etapas Metodológicas***

Para a consecução dos objetivos apresentados, foram realizadas as seguintes etapas metodológicas, conforme será descrito detalhadamente ao longo deste documento:

- Revisão bibliográfica com base nos temas relacionados aos impactos da urbanização sobre os cursos de água e o ciclo hidrológico, propostas e projetos de intervenção em rios e córregos, revitalização de cursos de água, indicadores, ciclo de tomada de decisão e metodologia de análise multicritério;
- Proposição de indicadores de impacto considerados pertinentes para avaliação de alternativas de intervenção;
- Submissão dos indicadores a profissionais atuantes na área, com vistas à sua consolidação;
- Definição de metodologia para agregação dos indicadores;
- Aplicação da metodologia proposta a três estudos de caso;
- Realização de análise de sensibilidade e robustez dos indicadores propostos;
- Análise dos resultados obtidos.

## **4 REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1 Introdução**

A revisão de literatura realizada neste capítulo buscou abordar as diversas questões relacionadas aos cursos de água em áreas urbanas, discutindo a importância desses recursos no assentamento de populações, estabelecimento de cidades e estruturação de paisagens, assim como os principais impactos que esses meios vêm sofrendo em função da sua recorrente canalização e do processo de urbanização.

Diante desse quadro, são levantadas questões relacionadas à recuperação de rios e córregos como alternativa às soluções convencionais de intervenção, geralmente baseadas na canalização e retificação de canais. São apresentadas algumas soluções de projeto adotadas por diversos países e embasadas nessa nova filosofia, além de algumas técnicas de engenharia ambiental voltadas para a recuperação de cursos de água.

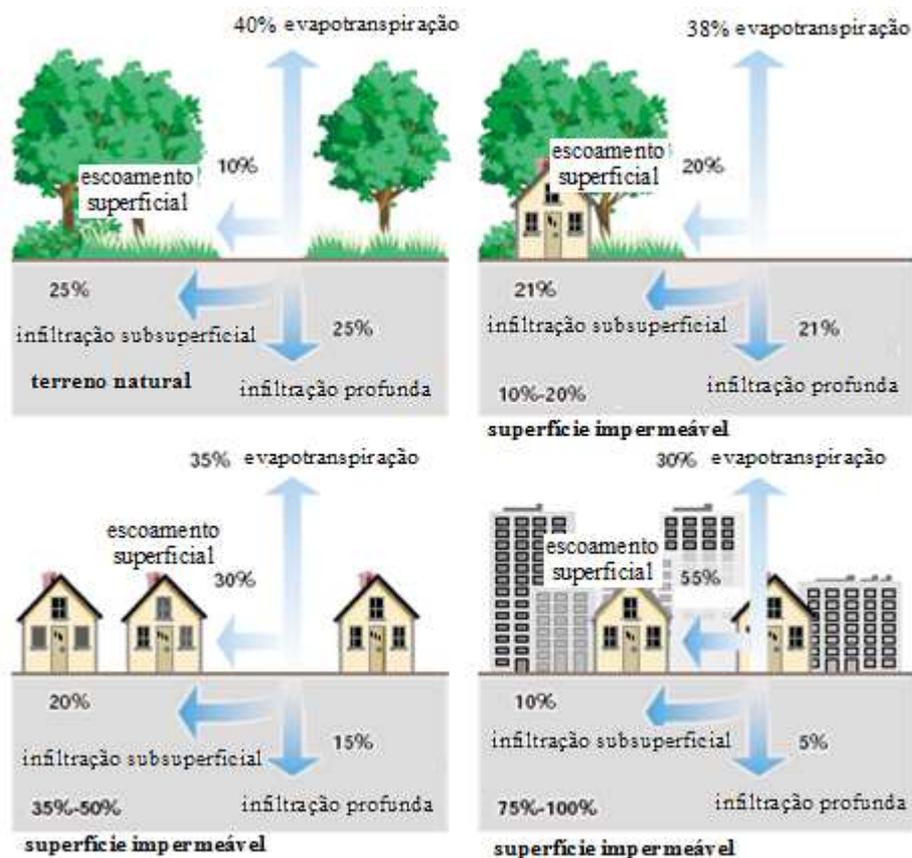
Finalmente, são apresentados e discutidos temas relacionados à seleção de alternativas de projeto, como indicadores, metodologia de análise multicritério e ciclo de tomada de decisão.

### **4.2 O Processo de Urbanização e os seus Impactos na Bacia**

Em áreas urbanas, os cursos de água, que desempenham importante papel no desenvolvimento das cidades e na construção de paisagens, vêm sofrendo fortes impactos, decorrentes tanto das alterações de processos em função da urbanização como também de intervenções diretas.

A interferência no ciclo hidrológico (Figura 4.1) – devida à supressão da cobertura vegetal e impermeabilização dos solos - e a gradativa poluição das águas são conseqüências intimamente relacionadas a esse processo de produção e ocupação do espaço, freqüentemente efetuado de forma acelerada e desordenada.

Nesse sentido, observa-se que o aumento do volume de água escoado e da sua velocidade - conseqüências da redução da interceptação, da evapotranspiração, do armazenamento superficial e da infiltração das águas pluviais - antecipa os picos de cheia e potencializa os fenômenos de enchente.



**Figura 4.1** – Relação entre superfícies pavimentadas e escoamento superficial (Adaptado de FISRWG, 2001).

No tocante às intervenções diretas, observa-se que a maioria dos rios e córregos, ao atravessar o tecido urbano, sofre drásticas alterações de forma, estrutura e aparência, tendo muitas vezes seus cursos retificados e leitos e margens cobertos em concreto.

Quando associados aos sistemas clássicos de drenagem ora mencionados, os efeitos da urbanização, além de aumentar a magnitude dos picos de cheia, levam à freqüente ocorrência de crises de funcionamento, o que resulta em problemas de inundação e seus respectivos impactos sociais e econômicos.

No caso brasileiro, Tucci (2002 e 2003) ressalta que a tendência de urbanização das cidades, baseada em aspectos como expansão irregular, pouca obediência à regulamentação urbana e projetos de drenagem inadequados (canalizações), tem provocado impactos ambientais e sociais significativos.

Ainda, uma vez que a expansão de muitas cidades do país ocorreu em um cenário de escassez de recursos financeiros públicos para investimento em infra-estrutura básica, muitos rios e córregos se tornaram destino de esgoto e lixo, ou seja, meios receptores da poluição urbana (BELO HORIZONTE, 2001).

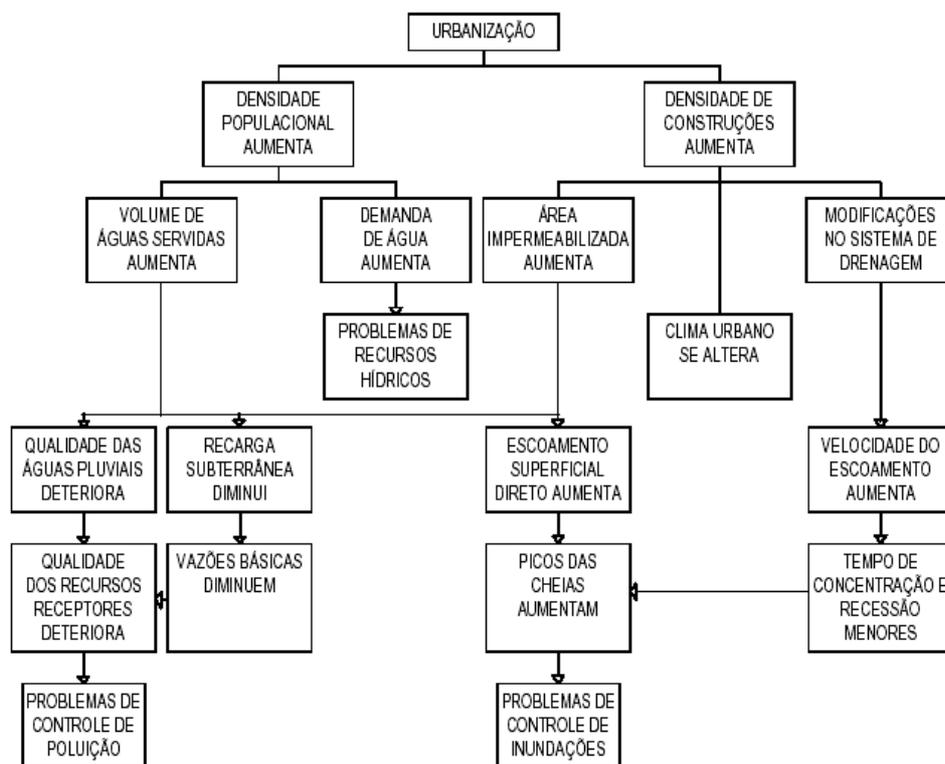
Observa-se, portanto, que o processo não planejado de expansão urbana, caracterizado pela ocupação de áreas inadequadas como leitos de rios e várzeas de inundação, cria situações de risco e acarreta graves conseqüências para o meio ambiente e para a população. Também a ocupação irregular sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano representa um dos graves problemas desse processo desordenado de crescimento das cidades, chegando até mesmo a comprometer a sua sustentabilidade hídrica.

De maneira geral, pode-se dizer que, à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos ambientais:

- *Alterações no ciclo hidrológico*: aumento das vazões máximas e da sua freqüência, conseqüência do aumento da velocidade de escoamento através de condutos e canais e devido à impermeabilização de superfícies;
- *Aumento da produção de resíduos sólidos e sedimentos*: devido à ausência de proteção das superfícies e à produção de lixo. Como conseqüências observam-se o assoreamento de rios, lagos e reservatórios de detenção, a diminuição das seções das canalizações de drenagem, a proliferação de vetores e o transporte de poluentes químicos e orgânicos agregados ao sedimento, que podem contaminar as águas escoadas;
- *Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea*: em áreas urbanas, a lavagem das ruas, o transporte de materiais sólidos (sedimentos e lixo) e o lançamento de esgoto doméstico, industrial e pluvial nos cursos de água podem causar os seguintes impactos nesses meios: assoreamento, eutrofização, contaminação por substâncias tóxicas, presença de organismos patogênicos, depleção da concentração de oxigênio dissolvido e degradação estética do ambiente aquático. No caso das águas subterrâneas, sua contaminação é devida às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial, aos aterros sanitários, às fossas sépticas e aos vazamentos de água contaminada (por carga orgânica, substâncias tóxicas e metais) das redes de drenagem pluvial;

- *Aumento da temperatura*: devido ao aumento da absorção da radiação solar pelas superfícies impermeáveis e o conseqüente aumento da emissão de radiação térmica de volta para o ambiente;
- *Alteração da qualidade das águas pluviais escoadas*: as águas pluviais urbanas apresentam uma estreita relação com a dinâmica de ocupação do território e com os diversos setores do saneamento, como a drenagem urbana, o manejo dos resíduos (sólidos e industriais) e o esgotamento sanitário. Dependem, portanto, da limpeza urbana e sua freqüência, da intensidade da precipitação e sua distribuição temporal/ espacial e do uso da área urbana.

A Figura 4.2, extraída de Porto *et al* (1993) *apud* Fendrich e Malucelli (2000), ilustra as inter-relações entre os diversos processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica como conseqüência da urbanização.



**Figura 4.2** – Impactos da urbanização em uma bacia hidrográfica (Fonte: Porto *et al*, 1993).

Como pode ser observado, o aumento da densidade populacional e das construções na área da bacia desencadeia uma série de processos que culminam com problemas relacionados ao

controle da poluição e de inundações. Ressalta-se, portanto, conforme considerações de Chernicharo e Costa (1995), que além da execução de obras de drenagem pluvial, cabe à administração municipal um rigoroso controle sobre o uso do solo e sobre os diversos empreendimentos e obras que se realizam no território das cidades (loteamentos, escavações, terraplanagens, entre outros), de forma a se combater os possíveis efeitos danosos dessas intervenções sobre o meio ambiente e a população.

#### **4.2.1 Enchentes urbanas**

Dentre os diversos impactos causados pelo processo de urbanização nas bacias hidrográficas, as enchentes urbanas se destacam pela magnitude dos riscos (ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública) que podem oferecer à população.

De maneira geral, as enchentes são fenômenos naturais e de ocorrência periódica, decorrentes de chuvas de elevada magnitude. Resultam da incapacidade de transporte de rios, riachos e galerias pluviais, levando ao extravasamento da água do seu leito natural.

Segundo Tucci (2003), as inundações ribeirinhas - eventos de ocorrência natural e aleatória em função de processos climáticos locais e regionais - têm sido registradas junto com a história do desenvolvimento da humanidade. Ao contrário, as inundações decorrentes da urbanização se tornaram mais frequentes a partir do século XX.

Em áreas urbanas, os seguintes fatores destacam-se como possíveis causas das enchentes (POMPÊO, 2000):

- Chuvas intensas de largo período de retorno;
- Mudanças no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas;
- A própria urbanização.

As enchentes causadas pela urbanização, segundo Pompêo (2000) e autores como Oliveira (1998) e Porto *et al* (1993) *apud* FENDRICH E MALUCELLI, 2000, seriam conseqüência de:

- Excessivo parcelamento do solo e impermeabilização de grandes superfícies;

- Ocupação urbana indevida das margens dos fundos de vale e de áreas ribeirinhas como várzeas, áreas de inundação freqüente e zonas alagadiças;
- Obstrução de canalizações e assoreamento de vales por detritos (como os resíduos sólidos urbanos) e sedimentos (como os de mineração);
- Obras de drenagem inadequadas;
- Retificação, aprofundamentos, desvios e canalização de córregos;
- Construção de barramentos artificiais e obstáculos em relação aos terrenos adjacentes, alterando o escoamento das águas superficiais;
- Desmatamento e substituição da cobertura vegetal.

As principais conseqüências das inundações em áreas urbanas são de ordem econômica e social, podendo atingir áreas de ocupação residencial, comercial, industrial, de lazer, vias e acessos públicos, dentre outras.

Com relação aos impactos das enchentes sobre a população, Tucci (2002) classifica os seguintes como os mais importantes:

- Perdas materiais e humanas;
- Interrupção das atividades econômicas das áreas inundadas;
- Contaminação por doenças de veiculação hídrica (cólera, leptospirose, etc.);
- Contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamento, dentre outros.

A prevenção de todos os problemas mencionados, no entanto, não é incentivada pelas políticas municipais. Um dos aspectos relacionados a esse fato corresponde à declaração de situação de calamidade pública quando ocorre um evento de inundação, sendo que a prefeitura recebe recursos a fundo perdido, não havendo necessidade de realização de concorrência pública para gastar a verba recebida.

Tucci *et al* (2003) estimam que o Brasil tenha gastos anuais superiores a US\$1 bilhão para remediação de situações provocadas por enchentes. Entretanto, Baptista e Nascimento (1996) estimam que esse valor seja superior a US\$2 bilhões, o que demonstra que apesar das incertezas e diferenças entre os valores propostos, a sua magnitude é considerável.

Ainda no caso brasileiro, Nascimento *et al* (2007) desenvolveram uma metodologia para avaliação de danos causados por inundações através da construção de curvas que relacionam profundidade de submersão com danos. Essa abordagem permite uma estimativa dos reais danos decorrentes desse tipo de evento para diferentes classes socioeconômicas e tipologias de uso das construções no Brasil.

No caso americano, Maidment (1992, *apud* BAPTISTA e NASCIMENTO, 1996) estimou um investimento de US\$4 bilhões em trabalhos relacionados à drenagem superficial e US\$3 bilhões para cobrir os danos causados pelas enchentes, no ano de 1978. Na Austrália, os referidos gastos perfizeram um total de US\$3 bilhões, em 1998 (BAPTISTA e NASCIMENTO, 1996).

Nesse cenário, visto a falta de sustentabilidade financeira de se continuar adotando propostas de intervenção baseadas na canalização de cursos de água, faz-se necessária a valorização dos mecanismos naturais de escoamento nas bacias hidrográficas.

#### **4.2.2 Ocupação das margens de fundos de vale**

A ocupação urbana dos fundos de vale merece destaque pelos impactos que causa sobre o meio ambiente e, conseqüentemente, sobre a população que ali reside ou desenvolve suas atividades, estando diretamente relacionada à supressão da cobertura vegetal e à impermeabilização dos solos.

No tocante à vegetação, observa-se que a sua eliminação ou redução diminuem a resistência das margens, resultando em uma aceleração da erosão do canal e seu conseqüente alargamento, mudando a dinâmica dos cursos de água e contribuindo para condições de desequilíbrio e instabilidade (RILEY, 1998). O aumento da temperatura da água, da deposição de sedimentos, da turbidez e dos níveis de nutrientes são outras conseqüências associadas a esse tipo de intervenção.

Para Hale e Adams (2007), um outro impacto negativo associado à ocupação de zonas de inundação está no fato de que essas áreas representam uma grande importância ecológica, visto que apresentam um dos mais diversificados habitats da Terra, com um vasto número de espécies animais e vegetais. Ainda, observam o importante papel que os leitos naturais de

inundação desempenham no ciclo de nutrientes, na fertilização do solo inundado e na promoção de áreas para recreação.

Dessa forma, além dos impactos sociais negativos decorrentes das enchentes associadas à ocupação inadequada dos fundos de vale, observam-se profundas modificações dos meios físico e biológico, com conseqüentes impactos para o curso de água e suas áreas naturais de inundação.

### **4.3 A Canalização de Cursos de Água**

#### **4.3.1 Aspectos históricos sobre a drenagem urbana e intervenções em cursos de água**

As cidades e os cursos de água sempre mantiveram uma estreita relação ao longo da história da humanidade. A facilidade de suprimento para consumo, higiene das populações e evacuação de dejetos, além dos benefícios promovidos às atividades agrícolas e artesanais e aos setores de comunicação, comércio e transporte foram fatores que favoreceram a aglomeração de povoados e cidades às margens desses recursos (CASTRO *et al*, 2004).

No entanto, ao longo dos séculos, inúmeras intervenções antrópicas têm provocado graves impactos nos ecossistemas aquáticos, ameaçando muitas de suas funções e valores ambientais, sociais, econômicos e culturais. O estreitamento da largura de rios para o desenvolvimento da agricultura e para a expansão de terras urbanas (REICHERT *et al*, 2007), assim como o desmatamento, são apenas alguns exemplos que podem ser citados.

Historicamente, os preceitos higienistas, surgidos no século XIX, desencadeiam um processo de canalização e retificação dos cursos de água em áreas urbanas, buscando-se o controle de enchentes e de doenças de veiculação hídrica através da rápida evacuação das águas pluviais e servidas (BAPTISTA *et al*, 2005).

A partir da década de 1960, no entanto, observa-se nos países desenvolvidos uma proposta de mudança da gestão da drenagem urbana embasada no enfoque sanitário-higienista para um enfoque ambiental, visto os conflitos da urbanização sobre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos e as limitações dos sistemas de drenagem tradicionais. Dessa forma, admitem-se soluções alternativas e complementares à rápida evacuação das águas pluviais,

como obras de retenção e amortecimento de cheias, reservatórios de detenção e preservação de cursos de água (SILVEIRA, 2002).

Segundo Castro *et al* (2004), desde que as limitações dos sistemas clássicos de drenagem se tornaram evidentes, o meio técnico vem direcionando suas pesquisas em drenagem urbana para o desenvolvimento de técnicas alternativas ou compensatórias, que visam neutralizar os efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, com ganhos ambientais e sociais relacionados.

Muitos profissionais concluíram que as características naturais dos rios, como vegetação marginal, meandros, leitos de inundação, dentre outras, contribuem positivamente para a estabilidade dos canais, de forma que tais características devem, no mínimo, estar contidas nos projetos de intervenção, devido à importância das funções que elas desempenham (RILEY, 1998).

É possível observar, então, à medida que as municipalidades passam a reconhecer os rios e córregos urbanos não apenas como condutores de esgoto e águas pluviais, atitudes no sentido de incorporação desses meios no processo de planejamento urbano (WADE *et al*, 1998 A).

#### **4.3.2 Contraposição entre canalização e preservação**

Em função da necessidade de desenvolvimento urbano e prevenção contra inundações, muitos rios e córregos tiveram seus cursos canalizados. Neste cenário se enquadra o caso brasileiro, onde predominam as intervenções em fundos de vale caracterizadas pela canalização dos cursos de água em estruturas de concreto. Muitas dessas obras configuram-se como canais fechados, margeados em ambos os lados por interceptores de esgotos sanitários. Sobre os canais são executadas pistas para o trânsito de veículos, o que acaba desconfigurando por completo a paisagem natural. Alternativamente, observa-se a construção de avenidas sanitárias ao longo de canais abertos, mas também executados em estruturas de concreto ou outros materiais.

Os projetos convencionais de canalização alteram a estrutura física do canal (por meio da mudança da sua forma, da alteração ou remoção dos leitos de inundação, da remoção da vegetação, etc.) e, conseqüentemente, alteram as funções a ela associadas (zonas de sombra e

de baixas velocidades, contenção de encostas, alimentação para os organismos aquáticos, etc.), levando a uma redução da biodiversidade, da estabilidade e da qualidade da água do canal, além de consideráveis mudanças nas condições hidrológicas (águas subterrâneas, vazões, etc.) e impactos aos valores estéticos (RILEY, 1998).

Além desses impactos, as alternativas de intervenção baseadas na canalização, retificação e mesmo supressão de cursos de água da paisagem urbana promovem um incremento da velocidade da água e dos picos de cheia, o que pode levar a sérios problemas de inundação. Dessa forma, as inundações decorrentes da incapacidade de operação plena e satisfatória desses sistemas evidenciam que a abordagem clássica da drenagem urbana sofre limitações e que se faz necessária a adoção de novas estratégias de planejamento e gestão capazes de apontar soluções para os problemas do setor.

Nesse sentido, a adoção de tecnologias de intervenção que visem à preservação e à recuperação das condições naturais dos leitos dos cursos de água e o controle do uso das áreas inundáveis é uma alternativa que, além de propiciar benefícios hidrológicos e hidráulicos para a bacia hidrográfica, permite a revalorização e reinserção de rios e córregos como elementos paisagísticos do tecido urbano. Ainda, vale ressaltar como ponto positivo desse tipo de concepção, principalmente em áreas de baixa ocupação, a criação de áreas públicas para lazer e recreação (parques lineares, pistas para ciclistas e pedestres, áreas verdes, entre outras).

Mesmo em áreas densamente ocupadas podem ser realizados estudos que visem à concepção de alternativas que não agridam o ambiente ou a população residente, evitando-se a opção de total enclausuramento dos cursos de água que compõem o sistema de macrodrenagem.

Tais soluções, quando integradas aos sistemas de drenagem já existentes, podem amortecer os picos das vazões de cheia e aumentar o tempo de retenção das águas nos trechos de montante, minimizando os impactos a jusante da bacia.

Na cidade de Sapporo, no Japão, Asakawa *et al* (2004) comentam que muitos cursos de água desapareceram ou foram degradados em função de obras de contenção contra enchentes, sistemas de drenagem e desenvolvimento urbano. A canalização de inúmeros rios foi responsável pela destruição dos seus “corredores naturais” e do acesso do público à água. Em 1981, no entanto, um grave evento de inundação foi responsável pela revisão da legislação

japonesa sobre rios. Em 1997, a manutenção dos mananciais em suas condições naturais e a restauração das suas margens foram reconhecidas como importantes medidas de controle contra inundações.

Nos Estados Unidos, segundo Riley (1998), o Serviço de Conservação de Recursos Naturais e um crescente número de agências locais e estatais de conservação da água e prevenção de enchentes apresentam normas para prevenção da canalização de cursos de água e para o desenvolvimento de projetos e planos que considerem a variável ambiental. Esses projetos devem visar à solução de diferentes problemas, como a redução dos riscos de inundação, o controle da erosão, a gestão das águas pluviais, o aumento das oportunidades de recreação e a proteção e recarga de lençóis subterrâneos, dentre outros.

Nesse sentido, Pompêo (2000) ressalta que o conceito de drenagem urbana deve estar associado à perspectiva de sustentabilidade, onde as ações são baseadas no “reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade”. Conforme o mesmo autor, *“a sustentabilidade aponta à reintegração da água no meio urbano, trabalhando junto ao ciclo hidrológico, observando os aspectos ecológicos, ambientais, paisagísticos e as oportunidades de lazer”*.

Dessa forma, é preciso romper com práticas setorializadas de planejamento, devendo-se promover a interação de aspectos urbanísticos, de drenagem, esgotamento sanitário, limpeza urbana e saúde pública, objetivando-se minorar os impactos hidrológicos e ambientais decorrentes da urbanização, com conseqüentes ganhos para a qualidade de vida da população e para o meio ambiente.

Aliado aos ganhos sanitários e ambientais mencionados, destaca-se o ganho financeiro para a municipalidade, uma vez que a opção pelas intervenções alternativas nos fundos de vale pode reduzir os custos das obras de implantação dos sistemas de drenagem tradicionais.

Portanto, a mudança da tendência tradicional de isolamento e supressão das águas superficiais da paisagem urbana, com conseqüente transferência dos problemas de enchente e poluição para jusante da bacia, deve ser premissa de projetos de intervenção em cursos de água. Também, o planejamento do uso e da ocupação do solo urbano deve considerar as melhores

alternativas de interferência no espaço, de forma a promover a melhoria da qualidade de vida da população e ganhos ambientais.

## **4.4 A Recuperação de Cursos de Água**

### **4.4.1 Aspectos gerais**

A degradação dos cursos de água e os seus respectivos impactos negativos sobre a população e o meio ambiente têm despertado o reconhecimento da importância de se preservar os sistemas naturais remanescentes e recuperar os ambientes degradados.

Atualmente, inúmeros esforços voltados para a recuperação de ambientes aquáticos degradados têm sido observados em diversos países. Segundo Rohde *et al* (2006), desde que os impactos negativos da canalização de rios se tornaram aparentes, muitos projetos foram realizados na Holanda, Suíça, Reino Unido e Dinamarca.

Na Alemanha, Bostelmann *et al* (1998) consideram que a reabilitação de rios e córregos também se tornou um importante tópico, consequência da crescente preocupação da sociedade, "legisladores" e políticos por questões ambientais. Nesse país, foi observado que apenas o tratamento intensivo do esgoto e a purificação da água não eram suficientes para garantir a melhoria da qualidade ambiental dos mananciais, o que veio provar que a ausência das estruturas naturais dos cursos de água era fator limitante para a recuperação ecológica desses ambientes.

Nesse sentido, os projetos de intervenção devem buscar o retorno das condições de equilíbrio dos cursos de água por meio da recuperação de sua estrutura, função e dinâmica. Dessa forma, é possível atingir uma condição de balanço entre os processos de erosão e sedimentação do canal, a melhoria da qualidade da água, a recuperação do habitat de peixes, dentre outros benefícios (RILEY, 1998).

No entanto, a recuperação de um rio ao seu estado original é algo desafiador. Na verdade, o retorno desses recursos a condições pristinas é algo impraticável. Por um lado, porque as condições pré-distúrbio talvez não sejam totalmente conhecidas. Por outro, porque a situação atual talvez não comporte as condições anteriores, como no caso das mudanças hidrológicas resultantes de novas regulamentações sobre o uso do solo na área da bacia (WADE *et al*, 1998

A). Assim, os autores ressaltam que, na maioria dos casos, a recuperação é um processo que pode ser definido como parte de um retorno funcional e/ ou estrutural (em sentido amplo) de um curso de água para uma condição de pré-degradação.

Hickie (1998) corrobora as colocações de Wade *et al* (1998 A), argumentando que a recuperação de rios, principalmente urbanos, para um estado de pré-desenvolvimento, é um objetivo irreal, uma vez que as condições atual e futura de uso do solo devem ser consideradas na elaboração de propostas de intervenção.

A recuperação de rios é um processo complexo que envolve perspectivas de cunho ambiental, sócio-econômico, político e institucional. Isto significa que, além das inúmeras restrições técnicas inerentes a cada projeto, existem conflitos de interesse tanto entre as partes envolvidas no processo de decisão quanto entre as diretamente afetadas pelas propostas de intervenção. Desta forma, além dos fatores de viabilidade técnica e ambiental, os aspectos econômicos, políticos e sociais também devem ser considerados no estabelecimento de metas e identificação de alternativas adequadas para a recuperação de cursos de água.

Por sua vez, a solução dos inúmeros problemas intrínsecos a cada perspectiva mencionada anteriormente é algo bastante complexo. No caso da variável ambiental, problemas como eutrofização, acidificação, poluição difusa e concentrada - resultantes de um crescente número de causas (agricultura, urbanização, indústrias, etc.) - não são de simples solução (JASPERSE, 1998). Ainda complexas são as inter-relações entre animais, plantas, água e sedimentos, além das características geomorfológicas e hidrológicas particulares de cada manancial (WADE *et al*, 1998 A).

#### **4.4.2 Objetivos de intervenção**

As propostas de intervenção em cursos de água irão variar caso a caso, em função dos objetivos que se pretendem alcançar, das especificidades de cada manancial, da sua área de inserção e do envolvimento da população diretamente afetada, assim como das autoridades responsáveis pela realização, viabilização e manutenção do projeto.

Para Verdonschot *et al apud* Jasperse (1998), a reabilitação de rios deveria ter como pressupostos a restauração das suas condições hidrológicas e do fluxo de água subterrânea,

além da manutenção das áreas de infiltração existentes. Para Simons e Boeters (1998), a melhoria do desempenho ecológico do manancial é um importante fator a ser levado em consideração. No caso holandês, a contenção de enchentes e a melhoria das condições dos rios para a navegação são importantes objetivos a serem alcançados.

Nos Estados Unidos, por exemplo, Hale e Adams (2007) mencionam que as intervenções no rio Wisconsin tiveram como objetivos a proteção da beleza cênica e dos recursos naturais do vale, assim como a criação de áreas de recreação. Já na Alemanha, o autor comenta que devido às diversas intervenções antrópicas no rio Elba (como estabilização das margens, construção de contenções, etc.) foi criada uma área de reserva ao longo de 78 km do seu médio curso (*The Middle Elbe Biosphere Reserve*). Tal proposta teve como principais objetivos a proteção da biodiversidade e das funções ecológicas da área, além da promoção do uso sustentável dos recursos naturais. Cabe ressaltar que em ambos os casos foi observado o esforço de conciliação entre os sistemas propostos e os usos humanos.

Outro exemplo interessante é citado por Rijen (1998) e Jasperse (1998) e se refere ao rio Tongelreep, situado, na sua maior parte, em território belga (a outra parte localiza-se na Holanda). Este curso de água sofreu, ao longo dos séculos, graves impactos decorrentes das atividades humanas, como canalização e regularização por meio de barragens. Ainda, o desenvolvimento urbano aliado aos sistemas de drenagem implantados alterou os padrões de descarga e de qualidade da água do manancial.

Em função da situação apresentada, a proposta de intervenção para o Tongelreep buscou, como objetivo principal, o desenvolvimento de processos espontâneos e naturais de erosão e sedimentação, inundação, infiltração e sucessão natural da vegetação. Também, teve como meta alcançar um cenário de mínima influência humana, evitando-se o plantio de árvores e a re-introdução de espécies. Um dos resultados do projeto seria a criação de meandros naturais pela erosão e sedimentação das margens.

Riley (1998) observa que, ao contrário dos projetos convencionais de intervenção em cursos de água - que geralmente visam ao atendimento de um único objetivo (como o controle de inundações, por exemplo) - os projetos de recuperação devem atender objetivos múltiplos, gerando grandes benefícios para a comunidade.

Dentro desse contexto, a atual política de recursos hídricos no Brasil, instituída por meio da Lei 9433/ 1997, vislumbra que a gestão deve proporcionar usos múltiplos das águas e, para isso, a revitalização e a recuperação de rios e córregos torna-se de fundamental importância.

Também no panorama institucional brasileiro, destacam-se iniciativas como o Estatuto da Cidade e o Plano Diretor Participativo, que visam orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana dos municípios levando-se em consideração, dentre outras questões, aquelas relacionadas aos recursos hídricos, como o abastecimento de água e o manejo das águas pluviais. De acordo com o Guia para Elaboração do Plano Diretor Participativo pelos Municípios e Cidadãos (BRASIL, 2005), “*os objetivos dos sistemas de drenagem pluvial devem ser múltiplos, complementares entre si, associando controle das cheias e da poluição difusa, sempre que possível, à criação de áreas verdes e de espaços de lazer e de práticas esportivas*” e “*a proteção ambiental e, em particular, a valorização dos corpos d’água em contexto urbano, devem ser compatibilizadas com os objetivos funcionais da drenagem das águas pluviais bem como com objetivos de redução de riscos à saúde*”. Dessa forma, notam-se importantes inovações de caráter de planejamento e de gestão das águas pluviais no país, que permitem solucionar problemas relacionados a inundações e poluição difusa nos meios receptores, assim como criar alternativas de valorização dos corpos de água em áreas urbanas.

Finalmente, cabe ressaltar que a decisão sobre quais objetivos devem ser alcançados dependerá do grau de reabilitação que se pretende atingir dentro de um determinado período de tempo e do contexto no qual se insere o trecho alvo de intervenção. Para Wade *et al* (1998 A), esta fase de estabelecimento e acordo dos objetivos é a mais importante no processo de tomada de decisão.

#### **4.4.3 Alternativas de intervenção em cursos de água**

A fase de proposição de alternativas de intervenção em cursos de água inicia-se assim que os objetivos a serem alcançados estiverem claramente definidos. Nesta etapa, as possíveis propostas devem ser cuidadosamente estudadas e comparadas, levando-se em consideração os seguintes aspectos, abordados por Wade *et al* (1998 A):

- A maior probabilidade de alcance dos objetivos;

- Os custos de intervenção;
- Os custos de manutenção a longo prazo.

Os autores também ressaltam, além de outras questões, que as propostas devem priorizar a manutenção dos cursos de água na sua condição mais natural possível. Nesse sentido, observa-se a valorização de alternativas que proponham a reintegração de rios e córregos como elementos da paisagem, uma vez que além de possivelmente menos onerosas, são soluções mais satisfatória a longo prazo.

Para Rohde *et al* (2006), uma vez que a recuperação de cursos de água e de suas áreas de inundação não afetam somente o seu estado ecológico, mas também os fatores sócio-econômicos, estes devem ser considerados na identificação das propostas de intervenção mais adequadas. Sob esse ponto de vista, os autores destacam a prevenção contra inundações, a infra-estrutura existente, as oportunidades recreacionais e as atitudes públicas, como os fatores de maior importância na fase de seleção.

No Reino Unido, por exemplo, a integração de metas de conservação ambiental, recreação e proteção contra enchentes é alvo de muitos projetos de intervenção (HICKIE, 1998). Nesse sentido, propostas de criação de parques lineares ao longo de cursos de água têm sido bastante difundidas em muitos países, como Inglaterra (HICKIE, 1998), Holanda (RIJEN, 1998 e JASPERSE, 1998) e Estados Unidos (BISCHOFF, 1995).

Bischoff (1995) reconhece inúmeras vantagens associadas à implantação desses “corredores verdes”, tais como: criação de uma barreira contra a poluição e conseqüente proteção das águas de rios e córregos (uma vez que as plantas têm a capacidade de absorver e agir como um tratamento natural de águas poluídas e com excesso de nutrientes provenientes do escoamento superficial de áreas urbanas e agricultáveis), redução dos riscos de inundação, oportunidades de recreação, educação ambiental, melhoria do microclima, aumento da biodiversidade, amortecimento de ruído, redução da erosão das margens e do assoreamento de trechos a jusante. Segundo Riley (1998), no final dos anos 1970, pesquisadores começam a explorar o potencial da vegetação marginal como alternativa para a melhoria da qualidade da água.

Diversas propostas de intervenção visando à recuperação de cursos de água têm sido adotadas em inúmeras localidades. Para o rio Tongelreep, já comentado anteriormente, a proposta de criação de meandros levou a um aumento do nível do lençol freático e da diversidade de habitats e espécies (JASPERSE, 1998 e RIJEN, 1998).

Também para o rio Dinkel (Holanda e Alemanha), canalizado no seu alto curso com o objetivo de permitir o desenvolvimento urbano, foram propostas a recuperação de meandros e a criação de zonas de amortecimento (para proteção contra poluição), tendo sido necessária a aquisição de terrenos nas áreas adjacentes para a viabilização do projeto (JASPERSE, 1998).

A proposta de desenvolvimento autônomo da natureza, baseado no princípio da autorregulação, é uma outra opção destacada por Rijen (1998). Neste caso, não devem ser estabelecidos metas e objetivos muito restritivos; ao contrário, nesse tipo de proposta os resultados podem ser um tanto incertos. Faz-se necessário, portanto, que as pessoas acreditem nos benefícios futuros advindos de tal processo, como a criação de um ambiente de grande diversidade ecológica.

O autor ainda considera que, no caso de desinteresse da população em custear obras de saneamento e prevenção contra poluição e contaminação de cursos de água, dentre outros programas, esta é uma alternativa economicamente viável, visto que os custos para sua implementação são relativamente baixos. Os gastos ocorrerão na fase inicial de intervenção, quando certas medidas deverão ser adotadas para que o processo possa ser iniciado (por exemplo, o barramento do curso de água ou a introdução de determinadas espécies de animais e vegetais).

As intervenções em cursos de água visando a sua recuperação estrutural e/ ou funcional, no entanto, se deparam com inúmeras dificuldades e restrições, sejam elas de caráter científico, ambiental, social, financeiro e político ou resultantes de sua combinação. Wade *et al* (1998 B) identificaram a impossibilidade de inundação do leito (devido à necessidade de proteção contra enchentes) e a falta de controle sobre as áreas inundáveis (consequência da posse de terras ou da ocupação urbana) como as restrições mais comuns.

Rohde *et al* (2006) também ressaltam a escassez de recursos financeiros e as limitações impostas pelos múltiplos usos do solo nas bacias hidrográficas como restrições às

possibilidades de recuperação de cursos de água. Nesse caso, segundo Rijen (1998), quanto maior a disponibilidade de áreas, maiores as possibilidades de alternativas de projeto.

Ainda, Rohde *et al* (2006) observam deficiências nas atuais medidas de recuperação, uma vez que elas são, na maioria das vezes, baseadas em projetos não inseridos em planos abrangentes, mas de ação reativa e local, como no caso de propostas voltadas apenas para a proteção de áreas contra inundações.

No entanto, algumas iniciativas que buscam incorporar diversas variáveis nas propostas de intervenção em cursos de água merecem destaque, como é o caso do projeto Drenurbs (Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural da Cidade de Belo Horizonte), concebido e em fase de implantação na referida municipalidade. Esse programa, que abrange os cursos de água em leito natural dentro mancha urbana do município - 73 córregos e ribeirões, situados numa área de 177 km<sup>2</sup> e com uma população equivalente a 1.011.000 de habitantes (45% da população total) - se fundamenta em quatro princípios básicos (BELO HORIZONTE, 2001):

- **Gestão solidária:** considera a interdependência entre os diferentes territórios da cidade, suas bacias a montante e a jusante e as pessoas que as habitam e freqüentam. A participação e a cooperação coletiva são consideradas na escolha das soluções de intervenção, de maneira que também a população se responsabilize, juntamente com a municipalidade, pela conservação das estruturas a serem implantadas e pelo funcionamento do sistema;
- **Interação entre o sistema de drenagem e os demais sistemas urbanos:** planejamento da drenagem de forma integrada ao sistema e serviços urbanos, como a coleta de lixo, o esgotamento sanitário, o controle de erosões, o planejamento da ocupação do solo e a estrutura viária;
- **Análise e planejamento do desenvolvimento urbano integrado:** tratamento multidisciplinar dos problemas diagnosticados e consideração de soluções de longo prazo, levando em conta questões como a negociação política e a participação social. As propostas de intervenção que tenham por finalidade a melhoria da qualidade de vida e a garantia da conservação do meio ambiente devem ser priorizadas;

- Fundamentação do planejamento da drenagem urbana considerando as exigências de preservação ambiental juntamente com a real capacidade de investimentos do Município.

Conforme o exposto a respeito do programa, diversos conceitos e critérios devem ser levados em consideração na elaboração e seleção das propostas de intervenção, de forma que múltiplos objetivos possam ser alcançados.

Finalmente, conforme os pressupostos adotados pelo programa Drenurbs, cabe ressaltar a importância e necessidade de direcionar as metas e propostas de recuperação de rios e córregos dentro de um enfoque realista, ou seja, o desenvolvimento dos projetos de intervenção deve considerar a restauração dos processos naturais juntamente com as atuais condições do curso de água e das áreas ribeirinhas, com as reais oportunidades de intervenção e com os aspectos financeiros, econômicos, políticos e sociais.

#### **4.4.4 Técnicas de intervenção em cursos de água**

A remoção da vegetação nativa existente ao longo de cursos de água pode ser considerada uma das principais causas de instabilidade das margens do canal, levando à ocorrência de processos erosivos e à conseqüente concentração de sedimentos, o que pode acarretar em significativas modificações na configuração das seções e forma de rios e córregos.

Nesse sentido, uma das alternativas de intervenção em cursos de água, visando-se a sua renaturalização, se refere ao emprego de técnicas da engenharia ambiental, baseadas na utilização de plantas (vivas ou mortas) juntamente com materiais naturais ou sintéticos para a recomposição da cobertura vegetal, estabilização das margens e controle da erosão. Na Europa, essa tecnologia é bastante empregada, visto a associação de valores estéticos e a importante função ecológica desempenhada pelas plantas.

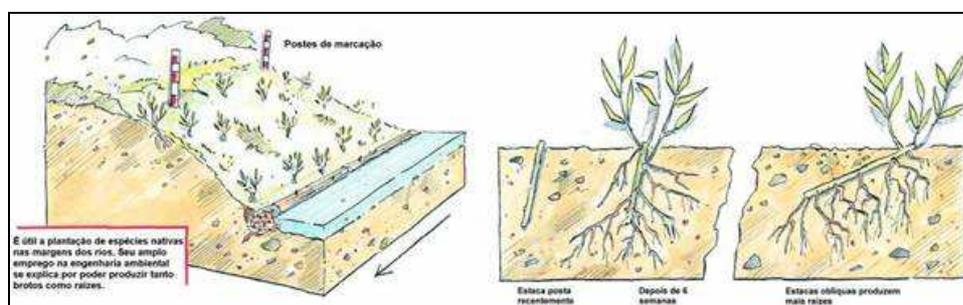
O plantio de galhos de árvores, troncos, ramos e gramíneas constitui-se em uma boa técnica de combate à erosão, uma vez que o desenvolvimento de raízes e o crescimento das plantas promovem uma maior proteção do solo. Na maioria das vezes, esses materiais são provenientes de locais muito próximos aos cursos de água, fator que favorece a redução de custos com transporte e do empreendimento de uma forma geral.

O sucesso das técnicas empregadas pela engenharia ambiental é garantido, portanto, devido à sua fácil aplicabilidade e custos reduzidos, alcançados através do uso racional de materiais simples, como madeira, plantas e pedras.

A seguir serão apresentadas algumas técnicas de recuperação de margens comumente empregadas pela engenharia ambiental - o plantio de vegetação e a utilização de mantas e rochas - de acordo com o manual *Stream Corridor Restoration*, produzido pelo *Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group* (FISRWG), nos EUA. Cabe ressaltar que o sucesso do processo de recuperação será função da escolha adequada da técnica a ser utilizada. Para tanto, deve ser realizada uma análise criteriosa das condições existentes no local, como tipo de solo, vegetação, velocidade da água e disponibilidade de materiais, dentre outras.

- **Plantio de vegetação e técnicas associadas**

Caracteriza-se pelo plantio de brotos ou vegetação que, ao criarem raízes, estabilizam o talude através da consolidação das partículas do solo, prevenindo a perda de finos. É uma técnica de baixo custo e elevado valor estético, uma vez que permite que os cursos de água se apresentem o mais próximo possível do natural (Figuras 4.3 e 4.4).



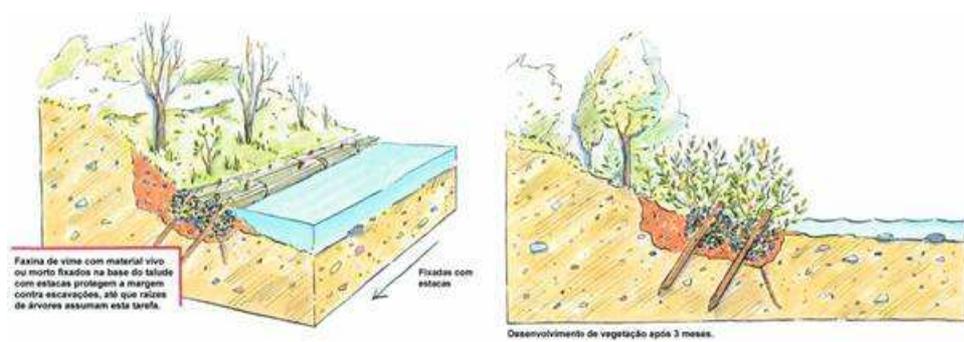
**Figura 4.3** – Desenho esquemático de plantio de brotos junto às margens (Fonte: SELLES, 2001).



**Figura 4.4** – Proteção de margem depois do crescimento de brotos (Fonte: SELLES, 2001).

Entretanto, o emprego de vegetação para o controle de erosões e proteção das margens apresenta algumas limitações, principalmente no tocante à capacidade de suportar baixas velocidades de escoamento e à manutenção. Segundo Pereira (2008), o crescimento desordenado das plantas pode prejudicar o funcionamento hidráulico do canal devido ao aumento da rugosidade, sendo importante atentar para alguns aspectos hidráulicos como a resistência causada ao escoamento e os valores de distribuição de velocidades.

A proteção das margens também pode ser realizada por meio do emprego de faxinas, que são cilindros de vime, piaçava, fibra ou outro tipo de material envolvendo espécies vegetais vivas ou mortas. São fixadas horizontalmente na base do talude com estacas, de forma a proteger a margem contra a erosão, até que raízes se desenvolvam e assumam essa tarefa (Figuras 4.5 e 4.6).



**Figura 4.5** – Desenho esquemático de estabilização de margens por meio de faxinas (Fonte: SELLES, 2001).



**Figura 4.6** – Proteção de margem com instalação de faxinas de salgueiro (Fonte: SELLES, 2001).

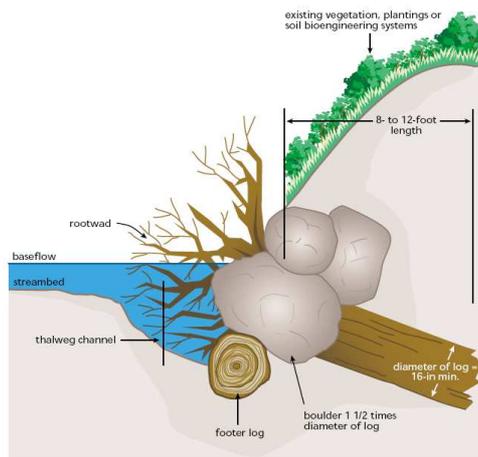
Associadas ao plantio de vegetação, podem ser empregadas telas e mantas, visando-se à reconstrução de margens erodidas. Essa associação de técnicas, quando corretamente empregada, permite uma rápida recuperação da vegetação ripária. As margens assim reforçadas apresentam uma maior resistência aos processos erosivos causados pela força das correntes (Figura 4.7).



**Figura 4.7** – Terramesh (tela vegetal) utilizada para a contenção de taludes no córrego Baleares - Belo Horizonte/ MG (Foto: Rodrigo França).

Também a disposição de um arranjo de rochas ao pé de taludes permite a estabilização das margens. Esta técnica deve ser utilizada onde a base do talude está sendo erodida, de forma a prevenir a remoção de material e permitir o desenvolvimento de vegetação.

Um caso interessante trata da possibilidade de disposição de troncos de árvores com raízes aparentes juntamente com as pedras, observando-se uma redução da velocidade da água e a proteção das margens do canal contra processos erosivos (Figura 4.8).



**Figura 4.8** – Proteção das margens com pedras e troncos de árvores (Fonte: FISRWG, 2001 e SELLES, 2001).

A seguir são apresentadas duas técnicas comumente utilizadas para a proteção das margens de canais com o emprego de pedras: os gabiões e o enrocamento.

- **Gabiões**

Os gabiões se caracterizam como estruturas compostas por grades metálicas preenchidas por rochas, o que as torna altamente permeáveis e drenantes. Em função da sua flexibilidade, a eficiência e a função estrutural apresentadas por essas estruturas não são afetadas nos casos de recalque ou acomodações do terreno (Figura 4.9).



**Figura 4.9** - Gabiões utilizados para a contenção de encostas do córrego Mergulhão, Belo Horizonte/ MG (Foto: Rodrigo França).

Alternativamente, as caixas aramadas podem ser preenchidas por pedras, solo e galhos de árvores “vivos”, com o objetivo de desenvolvimento de raízes e fixação da estrutura à declividade do talude. O emprego dessa prática é recomendável para os casos de margens com elevadas declividades e que sofrem problemas relacionados à escavação da base.

No tocante a essa solução, cabe ainda ressaltar o benefício de integração da estrutura à paisagem local e a possibilidade de desenvolvimento da flora e fauna aquáticas.

- **Enrocamento**

Esta técnica se baseia no revestimento de taludes com pedras de tamanhos variados, visando-se a sua proteção contra a erosão provocada pela água. O enrocamento também pode ser projetado para promover a proteção do fundo de rios e córregos, sendo capaz de resistir ao ataque de ondas e fortes correntes, inclusive com elevados níveis de turbulência (Figura 4.10).



**Figura 4.10** – Enrocamento utilizado para revestimento do leito e das margens do córrego Mergulhão – Belo Horizonte/ MG (Foto: Rodrigo França).

A velocidade das correntes é o fator que geralmente determina o tamanho das rochas a serem utilizadas e, no tocante ao seu formato, as angulares apresentam uma maior resistência à força das correntes. Caso possível, deve ser considerado também o emprego de técnicas de bioengenharia e o plantio de vegetação, visando-se uma maior estabilização das margens.

Conforme considerações de Pereira (2008), os canais revestidos com enrocamentos apresentam um aspecto bem próximo ao natural. Entretanto, em função da possibilidade de retenção de resíduos sólidos e crescimento desordenado da vegetação, deve-se atentar para cuidados especiais quanto à manutenção e integridade do revestimento.

Segundo a mesma autora, essa técnica caracteriza-se como uma das mais versáteis, podendo ser especificada para uma larga faixa de vazões e condições do solo.

A Tabela 4.1 a seguir apresenta, de forma sucinta, as principais características relacionadas às técnicas de proteção de margens previamente mencionadas.

**Tabela 4.1** – Técnicas de proteção das margens de cursos de água e características

<b>Características</b>	<b>Vegetação e técnicas associadas</b>	<b>Gabiões</b>	<b>Enrocamento</b>
Custo de implantação	+	+++	++
Valor estético	+++	+	++
Possibilidade de desenvolvimento da flora e fauna aquáticas	+++	+	++
Possibilidade de uma rápida recuperação da vegetação ripária	+++	+	+
Possibilidade de aplicação em taludes com elevadas declividades	+	++	+
Estabilização de margens	+	+++	++
Flexibilidade e permeabilidade da técnica	+	+	+
Aspecto do curso de água próximo ao natural	+++	+	++
Contribuição para a melhoria da qualidade da água ( <i>wetland</i> )	++	-	+
Facilidade de aplicação	++	+	++
Capacidade de suporte de altas velocidades de escoamento	+	+++	++
Possibilidade de retenção de sólidos	+	+++	++
Possibilidade de crescimento desordenado da vegetação	++	+	+
Necessidade de cuidados especiais no tocante a manutenção	++	+	+

Legenda:

+ pequeno (a)

+++ grande

++ médio (a)

- não se aplica

## **4.5 Comparação entre Alternativas de Intervenção**

### **4.5.1 Ciclo de tomada de decisão**

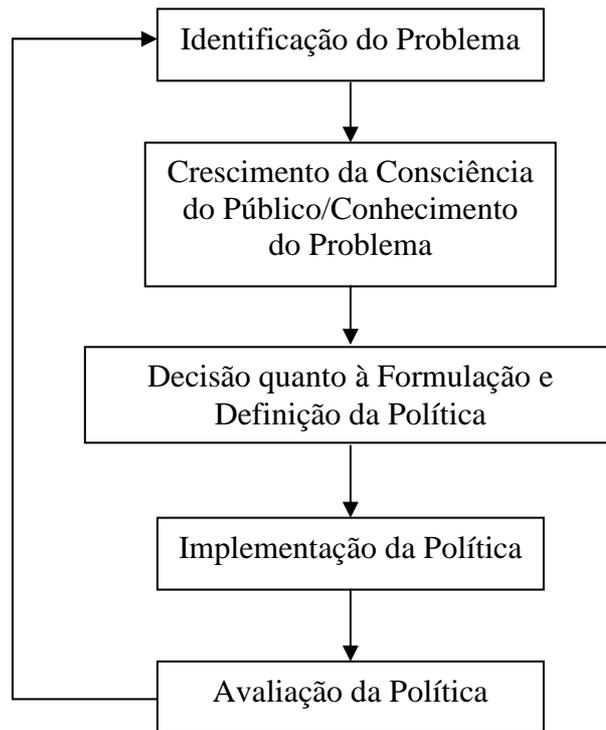
Segundo Porto e Azevedo (2002), a tomada de decisão - atividade de analisar alternativas e escolher uma delas - é um ato extremamente complexo, sempre influenciado por fatores de diversas ordens.

Aliada à grande dificuldade relacionada à incerteza ou aleatoriedade do futuro encontrada em qualquer processo decisório, a possibilidade de que esse processo seja estabelecido em um âmbito de existência de múltiplos aspectos (hidrológico, ambiental, social, econômico, etc.) insere outro tipo de incerteza ao processo de decisão (LANNA, 2002).

Paralelamente, observa-se que a participação de atores dotados de diferentes níveis de informação, interesse e ideologia aumenta ainda mais a complexidade dessa atividade. Dessa forma, as tomadas de decisão a respeito de determinado problema baseiam-se não somente em informações levantadas sobre a questão, mas também em valores humanos, tradições e pontos de vista.

De acordo com Kolsky e Butler (2002), ainda difícil é a associação entre dados concretos e valores abstratos, sendo a utilização de indicadores um meio de reduzir essa distância.

Diante desse quadro, o uso de indicadores apresenta-se como uma ferramenta extremamente interessante, uma vez que desempenha papel relevante em todas as etapas do ciclo de tomada de decisão, conforme ilustrado na Figura 4.11.



**Figura 4.11** – Ciclo de tomada de decisão (Adaptado de MOLDAN e BILHARZ, 1997 *apud* Castro, 2002).

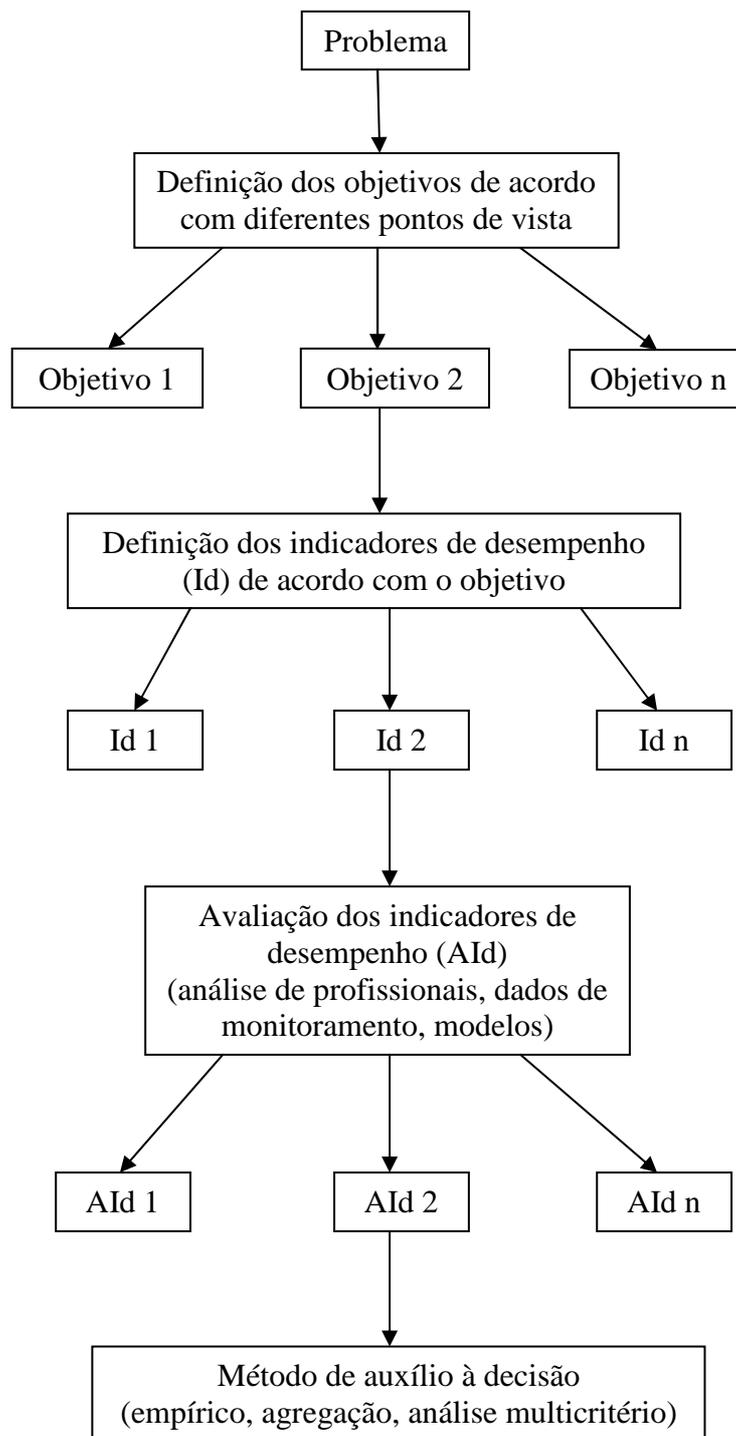
Na fase de Identificação do Problema, a utilização de indicadores ajuda na identificação e percepção do problema a ser resolvido, visto que grande parte dos problemas ambientais ou relacionados aos recursos hídricos não é diretamente observável ou compreensível.

Na segunda fase, a importância dos indicadores está ligada à necessidade de se repassar informações claras à comunidade afetada pelo problema identificado. Na fase seguinte, referente à Formulação e Definição da Política a ser adotada, os indicadores representam importância significativa na seleção de alternativas dentre as diversas soluções apresentadas para o problema. Para o sucesso dessa etapa do processo é fundamental a proposição de indicadores apropriados, simples e claros.

Na fase de Implementação da Política, os indicadores permitem o estudo e a análise do progresso alcançado com a adoção de determinada alternativa em relação a alvos previamente definidos.

Finalmente, na última etapa, os indicadores ajudam a verificar se as medidas formuladas foram realmente adotadas e se os objetivos definidos foram alcançados. Ainda, permitem analisar se o problema inicial foi resolvido e se a situação está sob controle, se as suposições teóricas iniciais estavam corretas e se os sistemas projetados foram realmente eficazes. Nesses casos, os indicadores serão sempre utilizados como base de comparação.

A Figura 4.12, adaptada de Bertrand-Krajewski *et al* (2002), apresenta os passos metodológicos a serem seguidos na etapa de decisão referente à escolha de soluções de projeto. Conforme será visto no Capítulo 5, essa seqüência é praticamente a mesma proposta por esta pesquisa para avaliação e comparação de alternativas de intervenção em cursos de água.



**Figura 4.12** – Processo de auxílio à decisão e níveis de problema (Adaptado de BERTRAND-KRAJEWSKI *et al*, 2002).

#### 4.5.2 Conceitos relativos a indicadores

A metodologia desenvolvida por esta pesquisa para avaliação e comparação entre diferentes alternativas de intervenção em cursos de água baseou-se na proposição de indicadores de impacto como ferramenta de auxílio à decisão.

A principal característica dos indicadores em relação a outras formas de informação é a sua grande relevância em processos de tomada de decisão, uma vez que resumem ou simplificam informações e quantificam dados (MOLDAN e BILHARZ, 1997 *apud* CASTRO, 2002), tornando um determinado fenômeno compreensível por todos.

Ainda, conforme Castro *et al* (2004), os “*indicadores são, atualmente, componentes essenciais em processos de tomada de decisão envolvendo múltiplos critérios, permitindo agregar informações consideradas relevantes pelos decisores e pela comunidade*”.

Dentre as várias funções que podem ser desempenhadas pelos indicadores, as principais estão relacionadas a estudos de condições e tendências e a comparações de situações ou alternativas, possibilitando que os efeitos ou impactos de uma determinada ação possam ser avaliados.

Para Kolsky e Butler (2002), os indicadores, além de descrever condições de desempenho das funções analisadas, também indicam soluções e decisões apropriadas, permitindo a associação entre valores, objetivos e decisões.

No caso do presente trabalho, a utilização de indicadores visa possibilitar a avaliação de impactos decorrentes da adoção de diferentes alternativas de intervenção em cursos de água, de forma que as diversas propostas possam ser comparadas e, a partir de então, seja possível escolher a solução mais adequada.

Apesar da maioria das definições existentes privilegiar o uso de indicadores quantitativos, a proposta desta pesquisa para pontuação dos indicadores de impacto baseia-se na avaliação qualitativa, uma vez que os aspectos a serem avaliados são de difícil quantificação matemática. Ainda, visto que a metodologia proposta volta-se para a fase preliminar de avaliação de alternativas, ou seja, fase de estudos básicos, seria muito difícil a avaliação

precisa de determinados critérios. Além disso, a avaliação demandaria muito mais tempo e custos para sua realização.

Cabe ressaltar, nesse caso, a importância do responsável ou analista no processo de avaliação das soluções de projeto, uma vez que o seu julgamento será o norteador da análise e conseqüente pontuação de cada alternativa. Na inexistência de fórmulas e cálculos matemáticos, o bom senso e discernimento do decisor serão a base de cálculo dos prováveis impactos a serem gerados.

#### **4.5.3 Metodologia de análise multicritério**

A avaliação de alternativas de projeto deve ir além da comparação de critérios técnicos ou econômicos, devendo considerar, também, questões políticas, sociais e ambientais, além de outras relevantes ao processo de decisão.

Considerando-se, dessa forma, que o processo decisório envolve diversos aspectos, a escolha por determinada solução torna-se complexa. Muitas vezes, a melhoria de um determinado aspecto pode resultar na piora de outro, o que gera uma situação de conflito na etapa de decisão.

Apesar da existência de inúmeros métodos para avaliação de alternativas, não há um consenso entre os especialistas sobre quais seriam os mais adequados para cada caso. Por um lado, existem os métodos de análise de critério único, que se baseiam na avaliação de alternativas a partir da comparação de apenas um critério a um valor máximo desejado e, portanto, quanto mais próximo desse valor, melhor é a alternativa.

Ao contrário, as análises multicritério permitem que diversos critérios não mensuráveis na mesma unidade sejam avaliados. Nesse sentido, torna-se interessante a sua adoção para avaliação de alternativas, visto que múltiplos critérios são considerados na análise das soluções.

Dessa forma, dentre os inúmeros métodos de avaliação existentes, as análises multicritério permitem a agregação de diversos aspectos considerados relevantes na comparação de alternativas. Segundo Harada e Cordeiro Netto (1999 *apud* Castro *et al*, 2004), a grande vantagem desses métodos está na possibilidade de quantificação e avaliação de múltiplos

critérios, o que não seria possível nas análises de critério único (custo-efetividade, custo-benefício e risco-benefício, por exemplo).

Nesse tipo de análise, o conceito de otimização adotado pelas análises de critério único apresenta um significado diferente. Aqui, não existe apenas um único ótimo para atendimento a um problema, mas um conjunto ótimo de soluções que atende de formas diferenciadas aos diversos critérios envolvidos na análise. Esse conjunto é conhecido como conjunto Pareto ótimo, onde a melhora de um critério implica, necessariamente, a piora de outro.

No entanto, a necessidade de um vasto número de informações para avaliação de cada alternativa e a subjetividade inerente ao processo apresentam-se como as principais desvantagens desse tipo de análise.

No caso desta pesquisa, em que as variáveis ambiental, sanitária, hidrológica/ hidráulica e social foram consideradas importantes para a avaliação de alternativas de projeto, fez-se imprescindível a utilização da análise multicritério. Cabe ressaltar que, apesar de outros fatores representarem importância significativa na etapa de decisão, como os custos relativos à implantação e manutenção das soluções, apenas aqueles previamente mencionados foram contemplados neste trabalho. Um estudo mais abrangente e completo, considerando-se, inclusive, questões como a percepção da população ou a análise de vocação da área em estudo, devem ser alvo de uma pesquisa mais ampla.

A escolha do método multicritério de agregação utilizado neste trabalho buscou características como simplicidade e facilidade de aplicação. O Método da Ponderação - que permite a agregação de diferentes atributos dentro de uma única função, formando um único valor - foi, portanto, o escolhido.

Nesse sentido, a realização da análise multicritério em questão se deu a partir da ponderação de cada um dos indicadores propostos e sua posterior agregação. Conforme será visto em mais detalhes no Capítulo 5, os indicadores foram submetidos à apreciação de especialistas e as notas atribuídas a cada um deles foram somadas e divididas, de forma a obter-se a média aritmética, sendo possível observar a importância relativa de cada indicador dentro da avaliação global de impactos.

#### **4.6 Considerações finais**

A revisão bibliográfica apresentada neste capítulo apresentou os principais assuntos relacionados aos cursos de água em áreas urbanas, evidenciando os impactos negativos causados pela urbanização sobre esses meios e indicando a necessidade de mudança de paradigma no tocante às alternativas tradicionais de intervenção.

Foram ainda abordados conceitos relacionados a indicadores, análise multicritério e ciclo de tomada de decisão, sendo que no próximo capítulo esses temas serão discutidos dentro do contexto da metodologia proposta por esta pesquisa.

## **5 PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO EM CURSOS DE ÁGUA**

### **5.1 Introdução**

Conforme discutido em capítulos anteriores, a mudança da tendência tradicional de isolamento e supressão das águas superficiais da paisagem das cidades deve ser premissa de projetos de intervenção em rios e córregos, independentemente dos seus objetivos (contenção de enchentes, estruturação do sistema viário, dentre outros).

De forma a permitir uma efetiva mudança de paradigma, observou-se a necessidade de um desenvolvimento metodológico que subsidiasse a escolha de soluções, visto a ausência de uma metodologia para auxílio à decisão que permitisse uma avaliação e comparação entre possíveis alternativas de projeto (existentes ou a serem elaboradas).

Esta pesquisa, portanto, propõe uma metodologia para avaliação de empreendimentos que possibilitará validar ou não a considerada premissa, uma vez que o método proposto para análise das alternativas é neutro e não favorece a escolha de uma ou outra solução. Nesse sentido, o objetivo da metodologia é auxiliar profissionais e gestores nas tomadas de decisão em relação a intervenções em cursos de água, de forma que a solução considerada mais adequada possa ser criteriosamente escolhida dentre as demais.

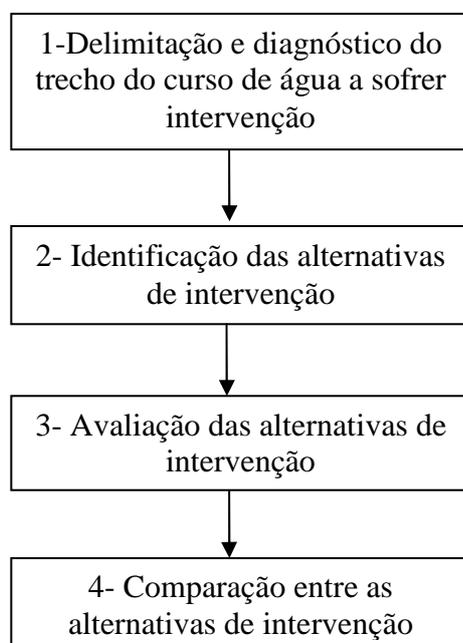
Cabe ressaltar que o termo “decisor”, utilizado muitas vezes ao longo do texto, refere-se ao responsável pela análise do processo de licenciamento do projeto de intervenção ou mesmo ao profissional responsável pela proposição, elaboração e desenvolvimento dos referidos projetos.

Ainda merece destaque o fato de que a pesquisa desenvolvida contempla intervenções em trechos de cursos de água e suas áreas ribeirinhas, não considerando, no entanto, a bacia como unidade de estudo (tendo-se em vista a complexidade dos levantamentos necessários e dos estudos envolvidos, conforme já citado). Dessa forma, a escala de intervenção analisada consiste, de uma maneira geral, de pequenas áreas de intervenção, possivelmente já consolidadas em termos de ocupação urbana e com suas condições naturais previamente alteradas.

A seguir é apresentada a metodologia proposta, estruturada em quatro fases distintas.

## 5.2 Metodologia Proposta

De forma a auxiliar as etapas de decisão sobre as alternativas de intervenção a serem adotadas em rios e córregos urbanos, são propostas as etapas metodológicas apresentadas na Figura 5.1:



**Figura 5.1** – Etapas metodológicas a serem seguidas para avaliação de alternativas.

*- Etapa 1: Delimitação e diagnóstico do trecho do curso de água a sofrer intervenção*

Nesta fase deverá ser definida a extensão do curso de água a sofrer intervenção e realizada a sua divisão em sub-trechos homogêneos. Segundo Simons e Boeters (1998), muito dificilmente será possível realizar o mesmo processo de intervenção para um trecho de um curso de água como um todo, uma vez que sempre existem diferenças e particularidades entre as suas diversas seções. Dessa forma, o ideal é que o trecho seja dividido em sub-trechos com características similares – como uso e ocupação do solo, tipos de revestimentos do canal, topografia, morfologia, dentre outras - para que as propostas de intervenção sejam formuladas de acordo com suas características específicas. A divisão do trecho deverá ser realizada pelo responsável pela análise do processo, de acordo com as características do local e também com os objetivos da intervenção. Sendo assim, um mesmo curso de água poderá ser dividido de maneiras distintas em função do que se pretende alcançar naquele trecho.

No tocante ao diagnóstico, devem ser caracterizadas as condições geomorfológicas, ambientais, sanitárias, hidrológicas/ hidráulicas e de uso e ocupação do solo em que se encontram o curso de água a sofrer intervenção, de forma a auxiliar a avaliação de impactos das alternativas de projeto. Para tanto, propõe-se que sejam identificados alguns itens de fácil percepção visual ou levantados a partir de informações obtidas junto à população local ou em documentos previamente elaborados a respeito da área. Esse diagnóstico baseia-se, portanto, em dados de simples levantamento e acesso, visto o caráter preliminar das análises a serem desenvolvidas na fase de estudos e projetos básicos.

Propõe-se, então, que sejam assinaladas as condições observadas na área objeto de estudo, conforme o que se apresenta nos quadros constantes do Apêndice 01. Resumidamente, os seguintes itens devem ser avaliados em relação ao curso de água e suas áreas ribeirinhas:

- Forma/ sinuosidade;
- Leito e margens (seção);
- Condições de vulnerabilidade e inundações;
- Processos de erosão e assoreamento;
- Diversidade de habitats;
- Áreas verdes adjacentes ao corpo de água;
- Paisagem;
- Proliferação de insetos;
- Áreas e equipamentos urbanos e de lazer;
- Condição das áreas ribeirinhas.

*- Etapa 2: Identificação das alternativas de intervenção*

Com base no diagnóstico realizado e nos objetivos da intervenção será possível a identificação de alternativas realistas para cada sub-trecho do rio ou córrego. Uma alternativa considerada desejável também deverá ser estabelecida, dentro da premissa de buscar-se a manutenção do curso de água nas condições mais naturais possíveis, de forma realista e compatível com as alterações já produzidas na bacia hidrográfica.

### *- Etapa 3: Avaliação das alternativas de intervenção*

A metodologia proposta por esta pesquisa para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água baseia-se na construção de indicadores que visam avaliar, de forma qualitativa, os impactos hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários, sociais e no curso de água, decorrentes de propostas de intervenção. Todos os indicadores propostos, assim como sua avaliação por profissionais – que resultou nos pesos de cada um dos indicadores - serão discutidos em detalhes mais a frente.

No tocante à pontuação das alternativas, a opção por uma avaliação qualitativa de impactos deve-se ao fato de que, além da dificuldade de quantificação matemática de muitos indicadores, a metodologia proposta tem um caráter de avaliação preliminar de impactos. Estudos mais aprofundados deverão ser realizados em etapas subseqüentes, após aprovadas as alternativas de intervenção.

Portanto, propõe-se que a pontuação de cada um dos indicadores esteja compreendida dentro de uma escala composta por cinco níveis: grande piora (-2), pequena piora (-1), indiferente (0), pequena melhora (+1) ou grande melhora (+2). No entanto, os valores arbitrados nem sempre serão números inteiros, ficando a cargo do decisor a valoração que julgar adequada. A pontuação final de cada alternativa corresponderá à soma da avaliação qualitativa de cada indicador multiplicada pelo seu respectivo peso.

### *- Etapa 4: Comparação entre as alternativas de intervenção*

Nesta fase, a comparação entre as alternativas de intervenção será possível por meio da realização de uma análise de desempenho das soluções propostas. As alternativas deverão ser comparadas com a solução considerada desejável para a real condição do curso de água. A situação diagnosticada no local deve ser considerada como referência e base de comparação para as demais alternativas, sendo que, para ela, todos os indicadores receberão pontuação equivalente a zero.

Cabe ressaltar que essa análise visa simplesmente à comparação de alternativas de projeto quanto aos seus diversos impactos no curso de água, não sendo avaliados os custos de

implantação, operação e manutenção das estruturas e equipamentos a serem executados na área de estudo.

Uma comparação mais global entre alternativas, incluindo todos os fatores ora mencionados, deverá ser alvo de uma pesquisa mais abrangente e complexa, em continuidade aos trabalhos aqui desenvolvidos.

### 5.3 Proposição de Indicadores de Impacto

Para a proposição dos indicadores foram definidas, em um primeiro momento, cinco categorias de impacto: no curso de água, hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais. A partir dessa definição foram propostos os indicadores propriamente ditos, pertencentes aos diferentes grupos citados, perfazendo um total de doze.

A proposição das categorias de impacto e dos seus respectivos indicadores foi realizada buscando-se abranger o maior número possível de condições e aspectos impactados quando da intervenção em cursos de água e são os que se apresentam na Figura 5.2 abaixo.

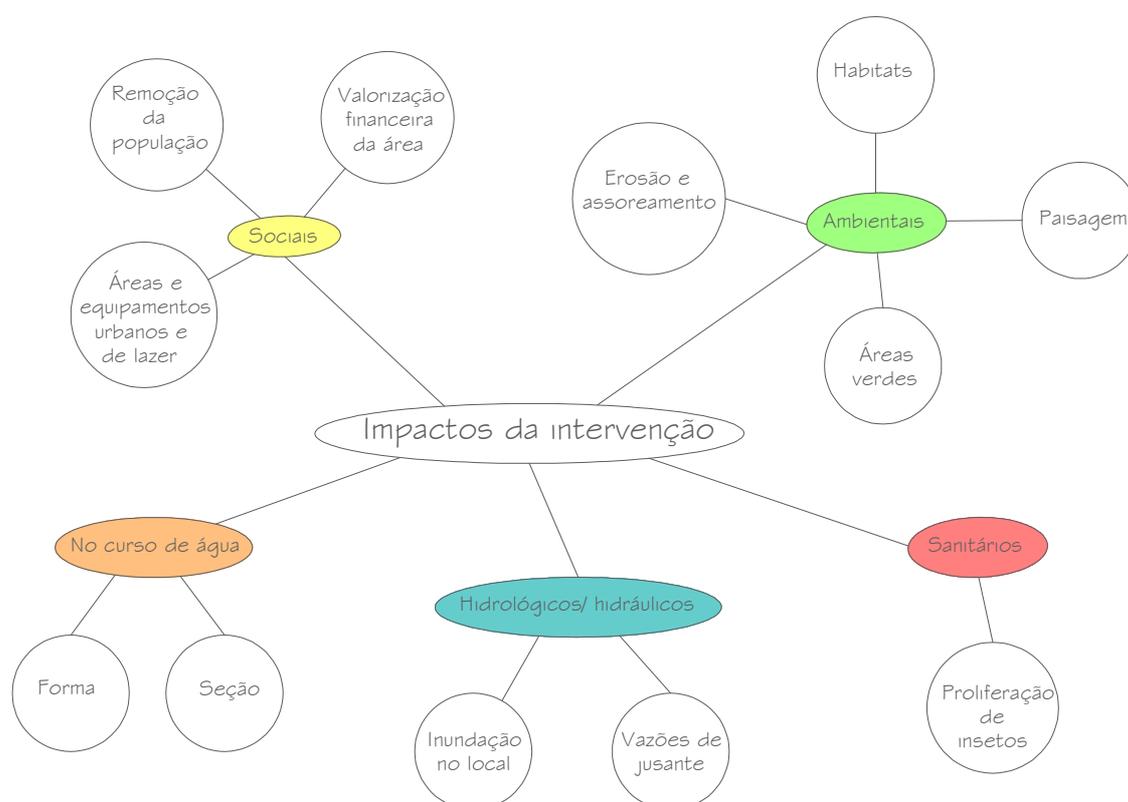


Figura 5.2 – Categorias de impacto e respectivos indicadores.

As categorias de impacto e os indicadores propostos foram definidos com base em revisão de literatura e discussões entre a autora da pesquisa e seu orientador.

Cabe ressaltar que os indicadores de impacto estão estritamente relacionados às intervenções no curso de água, não sendo avaliados os impactos associados a propostas de esgotamento sanitário e coleta de lixo como, por exemplo, a melhoria da qualidade da água. Visto a complexidade de avaliação desses e outros aspectos relacionados à área da bacia, esta pesquisa limitou-se à avaliação dos impactos das intervenções apenas no curso de água. Uma pesquisa mais abrangente deverá contemplar os demais critérios julgados relevantes.

Finalmente, é importante salientar que, com vistas a tornar a análise de impactos menos subjetiva, foram criadas algumas tabelas para a avaliação de determinados indicadores de impacto, conforme será visto adiante. Nos demais casos, na ausência de tabelas, a pontuação deverá ser realizada apenas com base na experiência profissional do decisor.

A seguir são apresentados todos os indicadores de impacto propostos e exposto o que cada um deles pretende avaliar.

### **5.3.1. Impactos no curso de água**

Os indicadores propostos nesta categoria visam avaliar os impactos das alternativas de intervenção sobre a forma e a seção do curso de água.

#### *a) Forma/ sinuosidade (planta)*

No caso da avaliação de impactos sobre a sinuosidade de um rio ou córrego, o decisor deverá comparar a solução de intervenção proposta com a atual condição do curso de água e também com uma condição considerada desejável, de acordo com o diagnóstico da situação existente no local e em função da premissa de preservação e recuperação de cursos de água.

Nesse sentido, a situação desejável para um rio canalizado no centro de uma área urbana será diferente daquela para um canal natural pouco impactado pela urbanização ou mesmo para um rio que corre dentro de uma área de ocupação densa e informal. Dessa forma, para cada tipo de diagnóstico haverá uma alternativa de intervenção desejável, a qual deverá ser definida pelo decisor e comparada com as propostas de intervenção para o local.

*b) Leito e margens (seção)*

Este critério tem como objetivo avaliar a configuração do leito e das margens, assim como os tipos de revestimentos propostos para o canal. Para tanto, assim como no item anterior, devem ser avaliadas as condições existentes no local e realizada uma comparação das alternativas propostas com uma alternativa de intervenção desejável.

A configuração do leito e das margens se refere à condição da seção do canal (natural, artificial, aberta, com paredes e leito revestidos, fechada, etc) e o tipo de revestimento se refere aos materiais empregados na cobertura do leito e das margens.

Na Tabela 5.1 abaixo deverão ser pontuados os impactos decorrentes de uma dada alternativa de intervenção sobre a configuração e o tipo de revestimento de um canal.

**Tabela 5.1-** Quadro de avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens.

<b>Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens</b>	
<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	
Tipo de revestimento	
<b>Média</b>	
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

### **5.3.2 Impactos hidrológicos/ hidráulicos**

Os impactos hidrológicos/ hidráulicos a serem avaliados concernem às condições de inundação no local, assim como aos efeitos da intervenção sobre as vazões de jusante.

*a) Condições de inundação no local*

As condições de inundação em determinado local podem ser ampliadas ou reduzidas em função dos objetivos e técnicas de intervenção empregadas. Cabe ressaltar que o aumento desses eventos não significa que a intervenção esteja causando um impacto negativo no local. Ao contrário, esse aumento pode ser justamente o objetivo da proposta de intervenção.

No caso de controle da drenagem urbana, por exemplo, o aumento das inundações pode significar impactos positivos ou negativos. Se o objetivo for ampliar as áreas permeáveis e permitir que as áreas ribeirinhas sejam inundadas, o impacto será positivo. No entanto, se a intenção for controlar as cheias nas áreas ribeirinhas, de modo a minimizar prejuízos e danos materiais e sociais causados à população, o impacto será negativo.

Há também os casos em que o objetivo da intervenção não é o controle de inundações, mas a alternativa adotada acaba por intervir nesse aspecto. Por exemplo, quando há impermeabilização do solo para a implantação ou ampliação de vias no local, ao mesmo tempo em que a questão viária é resolvida ocorrem mudanças na dinâmica do curso de água e nos eventos de inundação.

Dessa forma, os impactos sobre as condições de inundação em um dado local podem ser muito diversificados e devem ser analisados caso a caso em função dos objetivos da intervenção.

#### *b) Impacto sobre as vazões de jusante*

Alternativas de intervenção que levem a um aumento da velocidade de escoamento e, como consequência, da magnitude dos picos de cheia (pela redução do tempo de trânsito das águas pluviais) serão responsáveis por um aumento das vazões de jusante e, possivelmente, por impactos negativos. Dessa forma, a avaliação deste critério será função da experiência profissional do decisor - que deverá ser capaz de prever a magnitude desses impactos e pontuá-los de acordo com a escala qualitativa proposta (de -2 a +2) – e do uso do solo a jusante da área de intervenção.

### **5.3.3 Impactos ambientais**

Os impactos ambientais a serem analisados dizem respeito a quatro quesitos: processos de erosão e assoreamento, diversidade de habitats, áreas verdes adjacentes ao corpo de água e impacto paisagístico.

#### *a) Processos de erosão e assoreamento*

A adoção de determinadas alternativas de projeto pode causar impactos negativos sobre as condições de erosão e estabilidade das margens no local da intervenção e a jusante. Em outras situações, pode gerar condições favoráveis para que ocorra uma redução ou mesmo eliminação de processos e focos erosivos.

Da mesma forma que o aumento da velocidade da água poderá acarretar em aumento da erosão do leito e das margens, é possível que a recomposição da vegetação marginal minimize esses processos. Assim, cada proposta ou conjunto de medidas poderá ser responsável por diferentes tipos de impacto nas condições de erosão, assoreamento e estabilidade das margens, cabendo ao decisor uma avaliação criteriosa dos possíveis impactos de cada uma das alternativas de intervenção.

#### *b) Diversidade de habitats*

A diversidade de habitats está estritamente relacionada com a sinuosidade do canal e o seu tipo de revestimento, assim como com os tipos de uso e ocupação do solo das áreas ribeirinhas. Esse indicador, portanto, deve ser avaliado de uma forma global, considerando-se os impactos da intervenção tanto no curso de água quanto nas áreas marginais.

#### *c) Áreas verdes adjacentes ao corpo de água*

O alcance dos objetivos de intervenção propostos para uma determinada área é fator que condiciona as alternativas de projeto a serem adotadas no local. Dessa forma, em função do que se pretende atingir, as alternativas propostas podem levar a um aumento ou redução das áreas verdes adjacentes ao corpo de água.

Nesse sentido, o objetivo de uma dada intervenção pode ser justamente o de criar ou ampliar as áreas verdes existentes no local, visando-se uma melhoria da qualidade paisagística. Também, a criação dessas áreas pode visar o controle do uso e da ocupação do solo ou mesmo a proteção do curso de água, uma vez que as áreas verdes adjacentes a esses recursos representam significativa importância no que tange a proteção das margens, o controle de processos de erosão e assoreamento, a qualidade da água e a diversidade de habitats.

Por outro lado, o alcance de determinado objetivo somente poderá ser viável por meio da redução dessas áreas, como pode ser o caso da necessidade de estruturação do sistema viário para implantação ou ampliação de vias no local.

Dessa forma, cada caso deve ser analisado de acordo com os objetivos da intervenção, mas sempre levando-se em consideração que a redução das áreas verdes representa, na grande maioria das vezes, um impacto negativo para o curso de água e para a área de intervenção.

*d) Impacto paisagístico*

O impacto que determinada alternativa de intervenção irá causar na paisagem urbana é difícil de ser quantificado matematicamente. Dessa forma, com vistas a tornar essa avaliação menos subjetiva, foram propostos alguns itens considerados importantes para a análise desse indicador, conforme apresentado na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2 – Quadro para avaliação de impacto paisagístico.**

<b>Avaliação de impacto paisagístico</b>	
<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	
Revitalização e incorporação paisagística do curso de água como elemento do tecido urbano	
Vegetação nativa	
<b>Média</b>	
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

Primeiramente, deve-se avaliar se a alternativa de intervenção em análise recupera ou preserva a área de intervenção. Cabe ressaltar que não apenas as soluções que proponham a recuperação das condições naturais da área acarretarão em impactos positivos. Nesse sentido, mesmo uma proposta de intervenção que não leve em consideração essa premissa pode ser responsável pela recuperação de uma dada área, tendo-se em vista o seu estado de degradação anterior à intervenção.

Outro quesito a ser avaliado diz respeito à integração do curso de água à paisagem, o que visa avaliar se a solução proposta contribui ou não para a inserção de rios e córregos como elementos da paisagem urbana.

Finalmente, propõe-se que também seja avaliada se a vegetação nativa é mantida, recuperada ou substituída, uma vez que ela é parte integrante das condições originais da área de intervenção e, portanto, a sua presença deve ser valorizada.

#### **5.3.4 Impactos sanitários**

A avaliação dos impactos sanitários decorrentes da adoção de alternativas de intervenção está exclusivamente relacionada à possibilidade de proliferação de insetos. Questões relacionadas a doenças de veiculação hídrica devido à qualidade da água, por exemplo, não serão aqui avaliadas, uma vez que se considera que essas questões estão intimamente relacionadas às condições de esgotamento sanitário da área objeto de estudo e não às intervenções em cursos de água.

##### *a) Proliferação de insetos*

O aumento ou a diminuição da possibilidade de proliferação de insetos pode ser consequência direta da adoção de inúmeras alternativas de projeto, considerando-se, obviamente, a qualidade da água do rio ou córrego na área de intervenção.

É possível que determinada proposta crie condições favoráveis para o agravamento do atual quadro observado no local, como no caso da necessidade de criação de uma área inundável ou de uma bacia de retenção para o controle de cheias. Do mesmo modo, a proposta de um sistema ineficaz de drenagem urbana pode levar às mesmas consequências, gerando um impacto negativo maior, visto que a ocorrência de inundações é decorrente de um sistema mal dimensionado, por exemplo.

Ao mesmo tempo, a recuperação de áreas degradadas adjacentes ao corpo de água pode favorecer a diminuição de insetos na área de intervenção. A avaliação desse critério, portanto, irá variar de acordo com cada caso em análise.

Outras alternativas podem levar a uma redução ou mesmo eliminação de focos e áreas favoráveis à proliferação de insetos. Dessa forma, propostas que levem em consideração a questão do lixo, através da adoção de medidas como implantação de lixeiras, placas educativas e atividades de educação ambiental, por exemplo, podem gerar grandes benefícios sanitários para a área objeto de intervenção.

### **5.3.5 Impactos sociais**

Os indicadores relacionados aos impactos sociais visam avaliar se as propostas de intervenção criam ou suprimem áreas e equipamentos urbanos e de lazer, se levam à desapropriação e remoção da população e se promovem ou não a valorização financeira da área.

#### *a) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer*

Os cursos de água e suas áreas ribeirinhas configuram-se como ambientes extremamente atrativos para contemplação e desenvolvimento de diversas atividades (prática de esportes, aulas, passeios, etc), podendo ser utilizados como espaços de lazer e recreação para a comunidade.

Nesse sentido, torna-se de fundamental importância a existência de acessos adequados para que a população possa ter contato com esse meio e fazer uso proveitoso da sua área de entorno.

Propõe-se, portanto, que a avaliação desse tipo de impacto seja realizada através da observância dos aspectos constantes da Tabela 5.3.

**Tabela 5.3** - Quadro para avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer.

<b>Avaliação de impacto na criação de áreas e equipamentos de lazer</b>	
<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	
Ciclovia	
Quadras esportivas	
Playground	
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc.)	
Área verde para uso da população	
Iluminação pública	
<b>Média</b>	
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

*b) Desapropriação, remoção e reassentamento da população*

Muitas vezes, a implantação de determinadas alternativas de projeto somente será viável com a desapropriação, remoção e reassentamento da população do local objeto de intervenção. No caso dessa pesquisa, a adoção de tais medidas é considerada um impacto social negativo, uma vez que a remoção de famílias e seu deslocamento para uma outra área podem romper com inúmeros laços afetivos e de pertencimento ao antigo local de moradia e trabalho. Mesmo que em alguns casos possa ser observada uma melhoria da qualidade de vida da população afetada, observam-se, ainda, inúmeros conflitos gerados na etapa de negociação, que dificilmente ocorre de maneira fácil ou natural.

Em função da área a ser desapropriada e do tipo de ocupação do local (regular ou irregular), o impacto poderá ser classificado como responsável por uma pequena ou grande piora (valores entre 0 e -2) nas condições de vida população a ser removida. Em casos de ocupação regular, o impacto negativo será maior do que em situações de ocupação irregular.

### *c) Valorização financeira da área*

As alternativas de intervenção propostas para determinado trecho de um curso de água provavelmente serão responsáveis por mudanças sobre o valor imobiliário e fundiário da área em estudo e do seu entorno. Nesse sentido, tendo-se em vista a premissa de preservação e recuperação desses recursos como elementos da paisagem urbana, é de se esperar que as intervenções gerem apenas impactos positivos no tocante a esse quesito.

No entanto, dependendo do objetivo da intervenção e das atuais condições existentes no local, é possível que essa situação não venha a ocorrer. Este é o caso, por exemplo, da necessidade de ampliação do sistema viário, que apesar de promover melhorias nas condições de acessibilidade pode piorar as condições de vida da população local, pela geração de ruídos, aumento do tráfego, dentre outros aspectos, implicando na redução do valor fundiário.

## **5.4 Integração dos Indicadores**

A metodologia proposta por esta pesquisa para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água somente se torna relevante através da ponderação dos indicadores por profissionais que atuam na área. Dessa forma, é imprescindível a análise de importância dos indicadores assim como a seleção dos participantes do processo decisório.

A seguir são apresentadas algumas considerações relativas a essas questões e à ponderação de cada um dos indicadores propostos.

### **5.4.1. Análise de importância**

A análise de importância dos indicadores é uma etapa extremamente relevante da metodologia proposta, uma vez que a avaliação final de impactos está diretamente relacionada ao peso atribuído a cada um dos indicadores.

No entanto, segundo Castro (2002), uma grande dificuldade relacionada à atribuição de pesos se deve ao fato de que eles não são grandezas que podem ser sempre determinadas de forma direta e objetiva, através de expressões matemáticas ou experimentações.

Nesse sentido, com vistas à minimização da subjetividade inerente ao processo de ponderação, optou-se, nesta pesquisa, pela elaboração de um formulário onde se sugere aos participantes que arbitrem notas às categorias de impacto e aos indicadores propostos e que, quando somadas, totalizem o valor de 100 pontos (Apêndice 02). A opção por essa abordagem deve-se à sua simplicidade de entendimento e resposta por parte dos entrevistados, assim como à facilidade de interpretação dos resultados obtidos.

Ainda, deve-se ressaltar que quando da comparação entre alternativas de intervenção será possível variar o peso atribuído a cada indicador, ou seja, não só a média final das suas notas poderá ser empregada no cálculo do impacto, mas também uma gama de valores entre suas notas máximas e mínimas, de acordo com a magnitude do impacto da intervenção no quesito avaliado e dos interesses do analista ou decisor. Dessa forma, o decisor poderá variar o peso dos indicadores à luz das especificidades de magnitude e importância do impacto do caso em análise e do seu coeficiente de variação.

Isso quer dizer que é possível avaliar os impactos das alternativas de intervenção sob diferentes focos, ou seja, uma dada solução pode ser avaliada sob a ótica ambientalista, por exemplo, onde os indicadores relacionados à seção canal, áreas verdes e diversidade de habitats, dentre outros, terão um maior peso do que os indicadores relativos à desapropriação e remoção da população ou a criação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer. Por outro lado, uma avaliação tecnicista das alternativas atribuiria um maior peso aos últimos indicadores e diminuiria a importância dos primeiros, de forma que o aumento do valor de determinados critérios compense a diminuição dos demais e a soma final dos pesos continue igual a 100.

Essa possibilidade, portanto, foi adotada nesta pesquisa para avaliação e comparação das alternativas de intervenção contempladas pelos estudos de caso realizados.

#### **5.4.2. Participantes do processo decisório**

A proposta desta pesquisa de se desenvolver uma metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água visa fornecer uma ferramenta de trabalho para atender diversos tipos de grupos que atuam na área da drenagem urbana.

Nesse sentido, para a ponderação dos indicadores, foram selecionados profissionais de órgãos ambientais, universidades e empresas de projeto e consultoria com atuação na área da pesquisa, de forma que pudessem ser obtidas as impressões daqueles que mantêm um contato direto com a realidade do tema pesquisado.

É importante salientar que os órgãos ambientais têm uma importância particular no processo de decisão, uma vez que são essas entidades as responsáveis pelo licenciamento ambiental desse tipo de empreendimento urbano.

Também os projetistas e consultores, responsáveis por estudos de drenagem e intervenções em cursos de água, têm um significativo papel na proposição e avaliação de alternativas de projeto, principalmente quando se considera a premissa de preservação e renaturalização de cursos de água, que exige desses profissionais uma nova postura frente às técnicas tradicionais de intervenção.

Quanto aos pesquisadores, sua atuação está relacionada aos estudos de novas tecnologias e abordagens dentro dos domínios da drenagem urbana, buscando a proposição e o experimento de novas alternativas de intervenção e de sistemas que considerem, na sua concepção, uma abordagem integrada das variáveis ambiental, sanitária e social, além das hidrológicas e hidráulicas.

Nesse sentido, a seleção dos profissionais para a ponderação dos indicadores baseou-se tanto na sua área de atuação quanto na sua experiência no meio em que atua, com o intuito de se obter uma avaliação rica e confiável. Desse modo, a consulta foi realizada junto às prefeituras municipais de Belo Horizonte, São Paulo e Porto Alegre, ao órgão ambiental FEAM, aos órgãos gestores de recursos hídricos IGAM e ANA, às universidades UnB, UFSCar, USP, UFJF, UFMG, UNESP – Ilha Solteira e INSA (Lyon), à Escola Politécnica e FCTH da USP e junto a profissionais autônomos e empresas particulares (Apêndice 03).

Foram enviados via email e entregues pessoalmente (no XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, realizado no período de 25 a 29 de novembro de 2007 na cidade de São Paulo) 21 formulários, sendo obtidas 17 respostas, o que equivale a 81% do total distribuído. A amostra coletada foi considerada significativa para o objetivo pretendido.

Conforme comentado no item anterior, foi desenvolvido um questionário padrão para possibilitar a atribuição de peso às categorias de impacto e de seus respectivos indicadores. Após uma breve contextualização da pesquisa e orientação a respeito do procedimento a ser seguido, foi solicitado aos participantes que preenchessem uma tabela onde, à esquerda, encontravam-se listadas, em colunas específicas, as categorias de impacto e respectivos indicadores. À direita, duas colunas deveriam ser preenchidas com os pesos referentes aos itens das colunas da esquerda. Ou seja, num primeiro momento deveriam ser atribuídos pesos a cada um dos impactos da intervenção de forma que o somatório dos valores inferidos a cada um deles perfizesse um total de 100 pontos. Posteriormente, a cada um dos indicadores correspondentes a cada categoria de impacto deveria ser dada uma pontuação de acordo com a sua relevância dentro da categoria, de maneira que a soma dos pontos de todos os indicadores fosse igual ao peso conferido a sua categoria de impacto.

Ainda, requisitou-se a proposição de novos indicadores ou a eliminação de algum, assim como comentários adicionais a respeito da metodologia proposta.

#### **5.4.3. Ponderação dos indicadores**

As categorias de impacto da intervenção e seus respectivos indicadores e pesos são apresentados na Tabela 5.4, de acordo com o resultado da pesquisa realizada junto aos profissionais.

**Tabela 5.4 – Peso médio e coeficiente de variação (CV) dos indicadores de impacto.**

<b>Impactos da intervenção</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>		<b>CV %</b>
<b>Impactos no curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	17,5	8,00	48
	Leito e margens (seção)		9,50	46
<b>Impactos hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	26	14,50	29
	Impacto sobre as vazões de jusante		11,50	38
<b>Impactos ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	26	9,00	33
	Diversidade de habitats		5,30	56
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água		6,50	30
	Impacto paisagístico		5,20	44
<b>Impactos sanitários</b>	Proliferação de insetos	8	8,00	65
<b>Impactos sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	22,5	9,80	37
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população		8,20	51
	Valorização financeira da área		4,50	47

Como pode ser observado, o coeficiente de variação obtido para cada um dos indicadores propostos apresentou valores elevados. Esse resultado já era de se esperar, visto que os profissionais consultados pertencem a diferentes grupos e, portanto, possuem focos de interesse diferenciados.

### **5.5 Considerações finais**

As etapas metodológicas propostas apresentam-se simples e de fácil aplicação, sendo a etapa de diagnóstico de fundamental importância, uma vez que as propostas a serem formuladas ou já existentes para a área terão como referência e base de comparação as condições locais antes da intervenção.

A proposição de uma alternativa desejável - de acordo com os objetivos da intervenção e condições locais - é também de fundamental importância, uma vez que, juntamente com a situação existente, norteará a avaliação das demais alternativas.

Uma vez que a análise de impactos será realizada de forma qualitativa, destaca-se a capacidade analítica do decisor, que terá papel muito mais atuante do que no caso de uma avaliação quantitativa dos impactos gerados. Dessa forma, sua análise deve ser extremamente criteriosa, inclusive pela possibilidade de variação dos pesos dos indicadores de acordo com a magnitude de cada impacto.

Cabe ressaltar que a comparação entre as alternativas de intervenção aqui tratada será realizada somente através de uma análise de desempenho das soluções propostas, não sendo avaliadas as diversas variáveis econômicas relacionadas.

Conforme previamente comentado, os indicadores propostos procuram avaliar uma ampla gama de impactos associados às obras de intervenção em cursos de água, independentemente dos objetivos da intervenção. Os impactos decorrentes da implantação de sistemas de esgotamento sanitário e demais obras de saneamento não são avaliados por esta pesquisa.

## **6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA A ESTUDOS DE CASO**

Com a finalidade de aplicar a metodologia proposta a casos reais, foram realizados três estudos na Região Metropolitana de Belo Horizonte - dois deles na capital e o outro no município de Betim.

Visando-se o atendimento de diferentes objetivos, os córregos em estudo sofreram intervenções reais por parte das prefeituras municipais, sendo que dois deles (o córrego Baleares e o córrego Bom Retiro) ainda se encontram em fase de execução de obras.

A escolha dos córregos vinculou-se, portanto, à existência de propostas de intervenção para cada um deles, assim como à sua condição de degradação antes da intervenção e à sua inserção no meio urbano, de forma que a amostragem fosse a mais diversificada possível.

Os dois primeiros estudos (córregos Mergulhão e Baleares) contemplam a adoção de intervenções que prevêm a manutenção dos cursos de água em leito natural e o terceiro (córrego Bom Retiro) se refere a uma proposta de canalização e retificação do canal juntamente com a execução de pistas de rolamento.

A seguir são apresentados os três estudos realizados, sendo que para cada um deles foram avaliados os impactos da alternativa adotada assim como os das demais soluções propostas pelas prefeituras. De forma a tornar a análise mais completa, foram também propostas alternativas ideais e hipotéticas para cada um dos casos, conforme será verificado nos itens que se seguem.

## 6.1 Parque Tecnológico (Belo Horizonte/ MG – Brasil)

### 6.1.1 Introdução

O Parque Tecnológico de Belo Horizonte, empreendimento que visa ser pólo na realização de pesquisa e geração de novas tecnologias através da cooperação entre universidades e empresas, será instalado em terreno cedido pela UFMG, localizado próximo ao campus da Pampulha, delimitado pelas avenidas José Vieira de Mendonça e Presidente Carlos Luz e pelo Anel Rodoviário (Figura 6.1).



**Figura 6.1** – Vista da bacia onde se localiza o Parque Tecnológico (Fonte: NEPAQ).

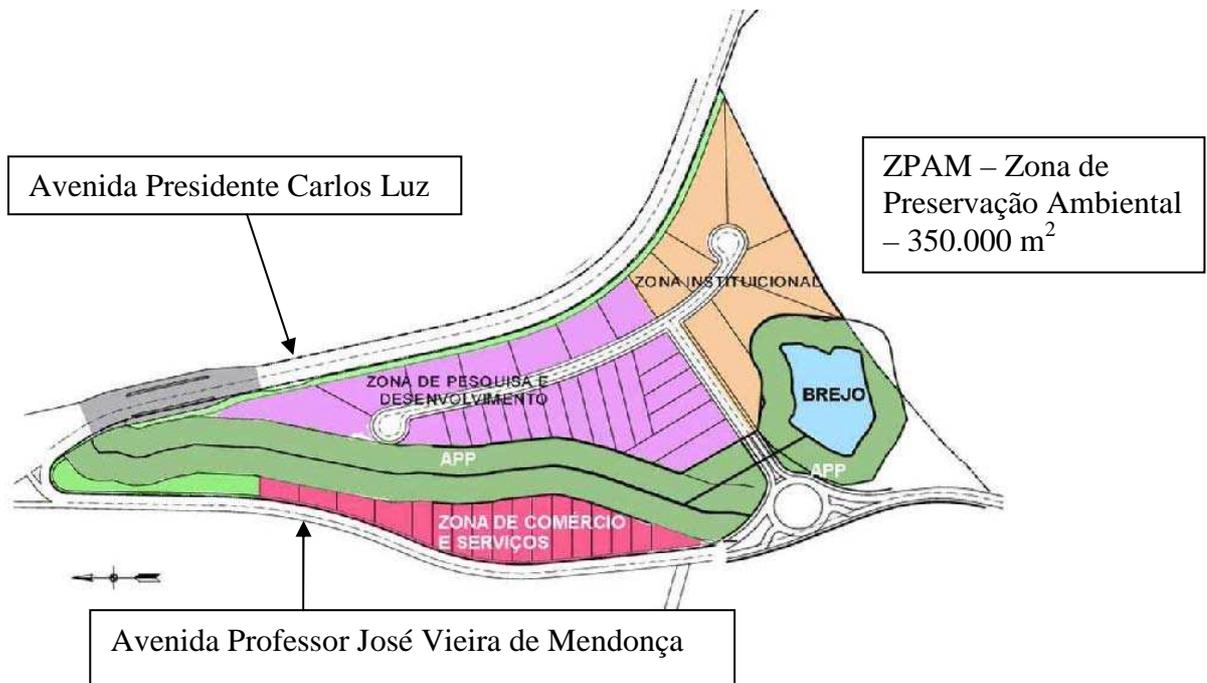
A área cedida para a construção do projeto apresenta cerca de 535 mil metros quadrados, sendo que apenas 35% desse total (cerca de 185 mil metros quadrados) serão destinados a construção dos prédios do empreendimento, visto que o restante do terreno é considerado zona de preservação ambiental.

A construção do projeto proposto para o Parque deverá seguir as diretrizes preconizadas pelo “*Plano Diretor do Parque Tecnológico de Belo Horizonte*” elaborado para a ocupação da área, o qual prevê uma série de medidas destinadas a reduzir os impactos da construção do empreendimento sobre o meio ambiente. As iniciativas incluem, além da execução de programas de recuperação de áreas degradadas, de arborização e de paisagismo, o uso intensivo de técnicas compensatórias de drenagem urbana, tais como reservatórios individuais em cada parcela, adoção de pavimentos permeáveis e princípios de não conexão de áreas impermeáveis. Esses últimos procedimentos permitem considerar para a bacia uma condição de pré-urbanização.

Nesse sentido, foram realizados - pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG - estudos hidrológicos e hidráulicos contemplando diversos cenários de uso do solo, antes e após a intervenção na área, de forma a possibilitar uma análise hidráulica e de riscos associados, tanto na área do empreendimento quanto a jusante.

Os estudos hidráulicos foram desenvolvidos com o intuito de verificar o impacto da implantação do Parque no sistema de macro-drenagem da bacia do córrego Mergulhão e focaram, essencialmente, o tratamento do curso de água no segmento interno ao Parque e o sistema existente a jusante dele, buscando a definição das condições de funcionamento e os níveis de risco.

As Figuras 6.2 e 6.3 a seguir apresentam o zoneamento da área do empreendimento e uma fotografia aérea do local, onde podem ser observadas as vias internas implantadas e a atual configuração do córrego Mergulhão, após a execução do projeto de intervenção.



**Figura 6.2** – Planta de zoneamento do Parque Tecnológico (Fonte: NEPAQ).



**Figura 6.3** – Vista aérea da área do empreendimento (Fonte: NEPAQ).

### **6.1.2 Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas**

Em função da ocupação da bacia onde se encontra, a forma e a seção do trecho em estudo do córrego Mergulhão já não se apresentavam conforme suas condições originais (Apêndice 04), permitindo classificá-lo como medianamente alterado. A seção do canal encontrava-se aberta e seu leito menor revestido por vegetação natural, fatores que contribuíam para a integração do curso de água a paisagem local.

De acordo com o mapa de Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal constante do EIA realizado para a área é possível observar que as áreas adjacentes ao córrego apresentavam uma forração vegetal bastante alterada da original, com predominância de áreas de pastagem e capineira, além da presença de um brejo e de áreas com solo exposto e ocupação antrópica irregular.

Devido à existência de solo exposto e declividades elevadas na área da bacia, assim como de áreas impermeabilizadas por vias e edificações, a calha do canal apresentou-se assoreada, sem, no entanto, serem identificados problemas de erosão ou de inundações com danos na área de intervenção e a jusante.

Nenhum tipo de equipamento urbano ou vias de acesso ao curso de água foram identificados na área objeto de estudo.

Para a avaliação dos impactos das alternativas de intervenção sobre o córrego Mergulhão foi considerado que toda a extensão do trecho em estudo apresentava características homogêneas e, portanto, não houve necessidade de sua subdivisão para se proceder a análise em questão.

Ainda, cabe ressaltar que a área analisada compreende, além do leito menor do córrego, a faixa que se estende por 30 metros para cada lado de suas margens.

As situações em análise consistem da alternativa de intervenção adotada para o local, de uma alternativa de intervenção hipotética e da alternativa de intervenção vislumbrada como desejável, de acordo com a premissa de recuperação e preservação das condições naturais de rios e córregos. A condição anterior à intervenção foi considerada como referência e base de comparação das demais alternativas e, portanto, todos os indicadores de impacto propostos receberam valor nulo para essa condição.

### 6.1.3 Avaliação da alternativa desejável

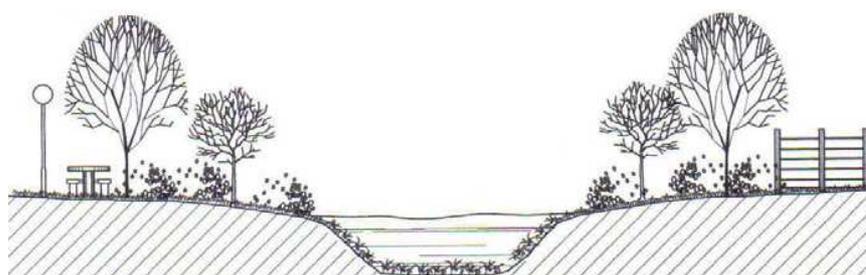
Tendo-se em vista as novas condições de uso e ocupação do solo decorrentes da implantação do Parque e a premissa de preservação das condições naturais de rios e córregos, a alternativa de intervenção desejável seria aquela que adotasse uma postura de mínima intervenção no curso de água natural.

Nesse sentido, as intervenções a serem realizadas deveriam considerar a adequação da forma e da seção do canal unicamente para atender as novas condições de urbanização impostas pela implantação do empreendimento. A calha do córrego deveria permanecer aberta, assim como o leito e as margens cobertos por vegetação, de forma a promover uma maior integração do córrego à paisagem.

Cabe ressaltar que, de acordo com os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados para a área, vislumbrando-se a implantação do Parque, a solução a ser adotada deveria atender uma capacidade de escoamento para as cheias associadas a um Período de Retorno de 2 e 50 anos (para os leitos menor e maior, respectivamente).

Ainda, deveriam ser recuperadas as áreas degradadas às margens do canal, assim como previstos acessos, áreas e equipamentos urbanos e de lazer para uso da população. Também deveria ser considerada a remoção das famílias que, ilegalmente, instalaram-se na área.

A Figura 6.4 abaixo representa uma seção do canal conforme a proposta da alternativa desejável.



**Figura 6.4** – Alternativa desejável (córrego Mergulhão).

A seguir apresentam-se as análises de impacto realizadas para cada um dos indicadores propostos por esta pesquisa (Tabela 6.1).

**Tabela 6.1** – Análise de impactos- alternativa de intervenção desejável (córrego Mergulhão).

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Mínima intervenção no curso de água, de forma a manter o seu aspecto o mais próximo possível do natural e atender, hidraulicamente, às novas condições impostas pela implantação do Parque Tecnológico.	0
	Seção	Conformação da seção do curso de água para atender as novas condições hidrológicas decorrentes da urbanização da área; manutenção do revestimento natural do leito menor; tratamento paisagístico do leito maior com o objetivo de recuperar as áreas degradadas existentes (Apêndice 04).	+0,5
Hidroológico/hidráulico	Vulnerabilidade	Não se prevê a ocorrência de inundações com danos no local.	0
	Vazões de jusante	Não se prevê a aceleração do escoamento das águas e, conseqüentemente, a antecipação dos picos de cheia.	0
Ambiental	Erosão e assoreamento	Desassoreamento da calha do córrego; conformação dos taludes para se evitar o desencadeamento de processos erosivos.	+1
	Habitats	Aumento da diversidade de habitats tanto no curso de água quanto nas suas áreas ribeirinhas, por meio da manutenção da sinuosidade do canal e do emprego de revestimentos adequados no seu leito e margens, assim como recuperação das áreas degradadas.	+1
	Áreas verdes	Recuperação das áreas degradadas às margens do curso de água através do plantio de vegetação adequada para resistir aos eventos de inundação e para proteger o solo contra processos erosivos.	+1

**Tabela 6.1 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Paisagem	Preservação das condições naturais do curso de água; recuperação das suas áreas adjacentes; integração do córrego como elemento natural da paisagem (manutenção de sua seção a céu aberto e do revestimento natural do seu leito e margens); plantio de espécies vegetais nativas, de forma a recuperar parte do caráter original da paisagem local (Apêndice 04).	+1
		Manutenção da condição diagnosticada, em que a presença de insetos está associada a fatores naturais como água e vegetação.	0
Sanitário	Insetos	Criação de faixa de pedestres e trilhas para caminhada, ciclovia, quadras esportivas, playground, mobiliário urbano, área verde para uso da população e iluminação pública.	+2
		Desapropriação e remoção da população residente na área de intervenção, gerando um impacto negativo de pequena magnitude, devido à baixa densidade de ocupação da área e ao seu caráter irregular (invasão).	-0,5
Social	Remoção	É possível que a área de intervenção sofra uma valorização financeira, visto a recuperação das áreas degradadas, a remoção das ocupações irregulares e a criação de áreas e equipamentos de lazer para a população. Cabe ressaltar que a implantação do Parque propriamente dito será fator de grande valorização da área de intervenção.	+1,5

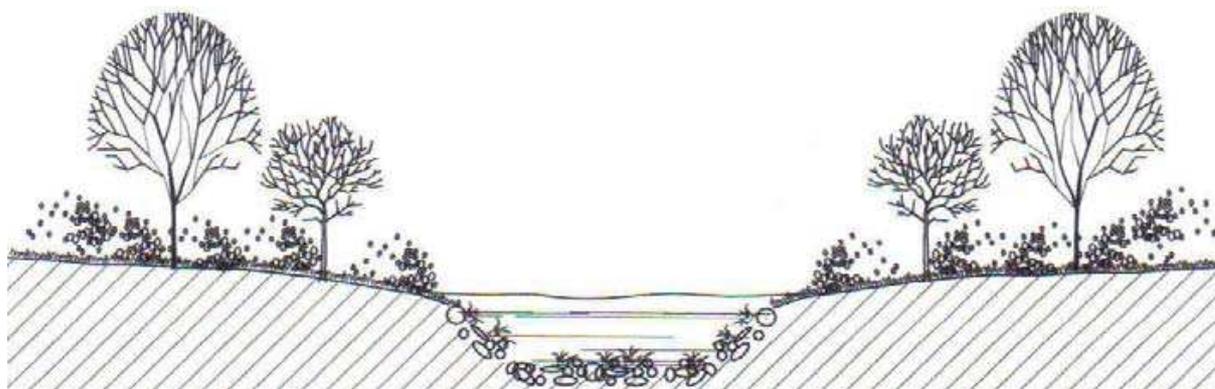
#### 6.1.4 Avaliação da alternativa adotada

A alternativa adotada previu pequenas alterações na sinuosidade e seção da calha do córrego, executadas para atender os resultados dos estudos hidrológicos e hidráulicos realizados em função da criação do Parque Tecnológico.

Ao longo de toda a extensão do curso de água foi proposta a criação de uma área de preservação permanente de 30 metros de largura, assim como o tratamento paisagístico da área através do plantio de vegetação e da recuperação de espécies nativas. Também foi proposta a remoção de toda a população residente no local (Figura 6.5).

No entanto, no que tange o tipo de revestimento empregado no leito menor, observa-se que a cobertura natural existente foi substituída por pedras, criando uma condição artificial em relação à situação anterior.

Observa-se, ainda, que não foi prevista a criação de áreas ou equipamentos urbanos e de lazer para uso da população.



**Figura 6.5** - Alternativa adotada (córrego Mergulhão).

A Tabela 6.2 apresenta a análise de impactos realizada para cada um dos indicadores.

**Tabela 6.2 – Análise de impactos da alternativa adotada (córrego Mergulhão).**

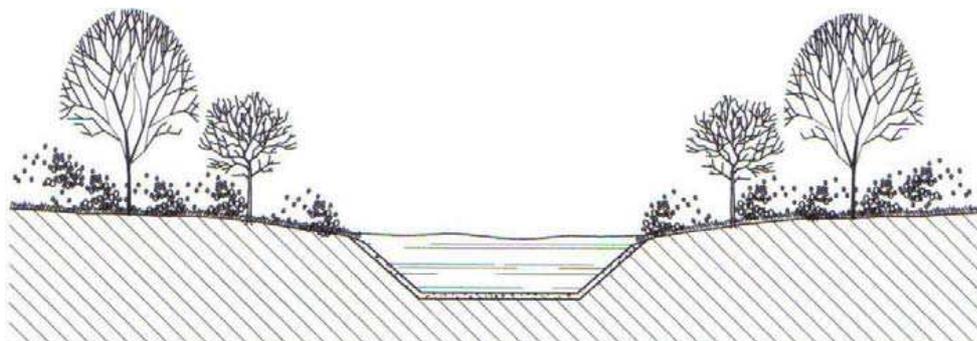
<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa adotada em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Canalização do curso de água, com mínima alteração da condição existente no local.	0
	Seção	Adoção de seção trapezoidal revestida em pedras semi-arrumadas (sem argamassa) no leito menor, dimensionada para um Tempo de Retorno de 2 anos; regularização topográfica com pequena movimentação de terra para uma faixa de 30 metros para cada lado do curso de água, de forma a acomodar as cheias correspondentes a um Tempo de Retorno de 50 anos. Essa área marginal de 60 metros de largura, definida como área <i>non aedificandae</i> , receberá espécies vegetais de porte arbóreo e sub-arbóreo, além de revestimento em grama. Avaliação de impactos conforme o Apêndice 04.	-0,25
Hidroológico / hidráulico	Vulnerabilidade	De acordo com os estudos realizados, o impacto da implantação do Parque Tecnológico na hidrologia da bacia é de pequena magnitude. A partir dos resultados das simulações hidráulicas efetuadas, constata-se que mesmo em condições futuras de ocupação plena da bacia e para as vazões com Tempo de Retorno igual a 50 anos, o curso de água fica contido na faixa de 60 metros de largura. Assim, de forma geral, a solução adotada para o tratamento do fundo de vale do córrego Mergulhão apresenta-se hidraulicamente adequada, não interferindo nas condições de vulnerabilidade e inundações no local.	0
	Vazões de jusante	As simulações hidroológicas e hidráulicas efetuadas permitem discernir que o sistema de drenagem implantado comporta a cheia correspondente ao Tempo de Retorno de 50 anos, nas condições atuais de uso e ocupação do solo da bacia, já se computando a implantação do Parque Tecnológico. Nesse sentido, a implantação do Parque nos moldes previstos no Plano Diretor, com o uso sistemático de técnicas compensatórias, acarreta um impacto hidroológico reduzido na bacia de jusante.	0

**Tabela 6.2 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa adotada em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Erosão	Desassoreamento da calha do córrego.	+1
	Habitats	Aumento da diversidade de habitats terrestres devido à recuperação das áreas degradadas e ao plantio de diversos tipos de espécies vegetais. Diminuição dessa diversidade no curso de água, em função da substituição do revestimento natural do canal por pedras.	+0,75
	Áreas verdes	Criação de uma Área de Preservação Permanente ao longo do curso de água que se estenderá por uma faixa 30 metros para cada lado das margens e receberá tratamento paisagístico com espécies vegetais arbustivas e/ ou arbóreas nativas e revestimento em grama.	+1
Social	Paisagem	Recuperação das áreas degradadas e reintrodução de espécies vegetais nativas; recuperação do curso de água (desassoreamento); integração parcial do córrego como elemento natural da paisagem, visto a substituição do revestimento natural do leito menor por pedras (Apêndice 04).	+0,85
	Insetos	Indiferente.	0
	Equipament	Inexistentes.	0
	Remoção	Idem a alternativa desejável.	-0,5
	Valorização	A área não atinge seu potencial máximo de valorização uma vez que a alternativa adotada não contempla a implantação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer .	+1

### 6.1.5 Avaliação da alternativa hipotética

A alternativa hipotética considera a retificação de todo o trecho do córrego em estudo, assim como o revestimento em concreto do seu leito e margens. Assim como as demais alternativas, são previstas áreas verdes ao longo da calha do canal (Figura 6.6). As demais intervenções são as mesmas propostas pela alternativa adotada (Tabela 6.3).



**Figura 6.6** – Alternativa hipotética (córrego Mergulhão).

**Tabela 6.3** –Análise de impactos da alternativa hipotética (córrego Mergulhão).

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa hipotética em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Retificação do curso de água.	-1,5
	Seção	Seção trapezoidal aberta revestida em concreto (Apêndice 04).	-1,75
Hidrológico/hidráulico	Vulnerabilidade de	As condições de inundação no local não serão afetadas pela adoção da alternativa hipotética, visto que a calha será dimensionada para atender os estudos hidráulicos realizados.	0
	Vazões de jusante	Uma vez que a área de jusante caracteriza-se por uma bacia de detenção para o controle de cheias, o impacto da retificação do canal sobre esse quesito pode ser considerado mínimo.	-0,25
	Erosão	Desassoreamento da calha do córrego.	+1
Ambiental	Habitats	No tocante ao curso de água, a diversidade de habitats irá diminuir em função da retificação e revestimento do canal. No entanto, a recuperação das áreas degradadas marginais irá favorecer a criação e a diversidade de habitats na área de intervenção.	+0,5
	Áreas verdes	Criação de uma faixa de preservação ao longo de toda a extensão da calha do canal.	+1
	Paisagem	Conforme Apêndice 04.	+0,35
	Insetos	Este quesito será positivamente afetado, uma vez que a retificação do canal e o seu revestimento em concreto eliminarão zonas de baixa velocidade e ambientes propícios ao desenvolvimento e reprodução de insetos.	+0,5
Social	Equipamentos	Inexistentes.	0
	Remoção	Idem demais alternativas.	-0,5
	Valorização	Em função da recuperação das áreas degradadas, da criação de áreas verdes e da remoção das ocupações irregulares, o impacto sobre a valorização financeira da área será positivo.	+1

### **6.1.6 Avaliação global das alternativas**

A avaliação global das alternativas de intervenção ora apresentadas pode ser verificada na Tabela 6.4, onde se encontra a pontuação da análise qualitativa de impactos de cada um dos indicadores juntamente com o resultado da sua multiplicação pelo seu respectivo peso.

Como pode ser observado, a pontuação geral da alternativa adotada é positiva e situa-se entre as alternativa desejável e hipotética. Essa avaliação indica que a adoção dessa solução irá gerar impactos positivos na área de intervenção, promovendo uma melhoria das suas condições em relação à situação previamente diagnosticada.

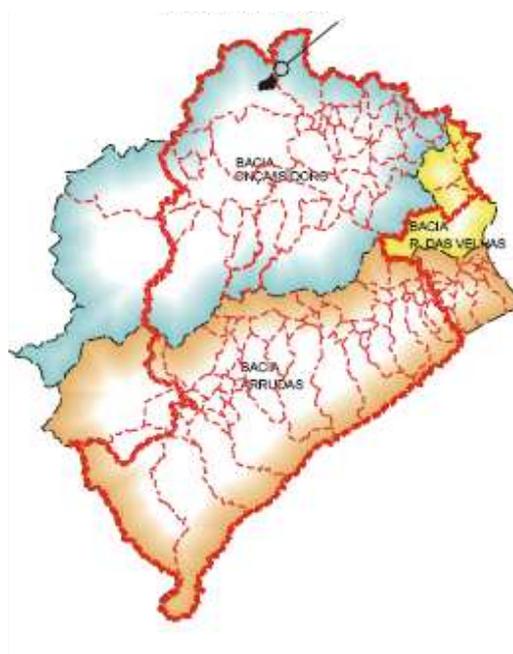
**Tabela 6.4 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Mergulhão).**

Impactos	Indicador	Peso	Alternativa			
			Desejável	Adotada	Hipotética	
No curso de água	Forma/ sinuosidade (planta)	8	0	0	-1,50	-12,00
	Leito e margens (seção)	9,5	+0,50	-0,25	-1,75	-16,63
Hidrológicos/ hidráulicos	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	14,5	0	0	0	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	11,5	0	0	-0,25	-2,88
Ambientais	Processos de erosão e assoreamento	9	+1,00	+1,00	+1,00	+9,00
	Diversidade de habitats	5,3	+1,00	+0,75	+3,98	+2,65
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	6,5	+1,00	+1,00	+6,50	+6,50
	Impacto paisagístico	5,2	+1,00	+0,85	+4,42	+1,82
Sanitários	Proliferação de insetos	8	0	0	+0,5	+4,00
Sociais	Áreas e equipamentos de lazer	9,8	+2,00	0	0	0
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	8,2	-0,50	-0,50	-4,10	-4,10
	Valorização financeira da área	4,5	+1,50	+1,00	+4,50	+4,50
<b>Total</b>			<b>+53,00</b>		<b>+21,92</b>	<b>-7,13</b>

## 6.2 Córrego Baleares (Belo Horizonte/ MG – Brasil)

### 6.2.1 Introdução

O córrego da Avenida Baleares (Figuras 6.7, 6.8 e 6.9), inserido na sub-bacia 4140108 (sub-bacia do córrego da Avenida Baleares), está integralmente situado na região administrativa de Venda Nova. É afluente da margem esquerda do córrego Vilarinho, encontrando-se em sua maior parte em leito natural e apresentando alguns trechos em canal revestido fechado. A montante, observam-se trechos de topografia acidentada e, em praticamente toda a sua extensão (1,37 km), verifica-se a ocupação do fundo de vale.



**Figura 6.7** - Município de Belo Horizonte e divisão de bacias (Fonte: PRÁXIS Projetos e Consultoria Ltda).



Figura 6.8 - Sub-bacia do córrego da avenida Baleares (Fonte: PRÁXIS Projetos e Consultoria Ltda).

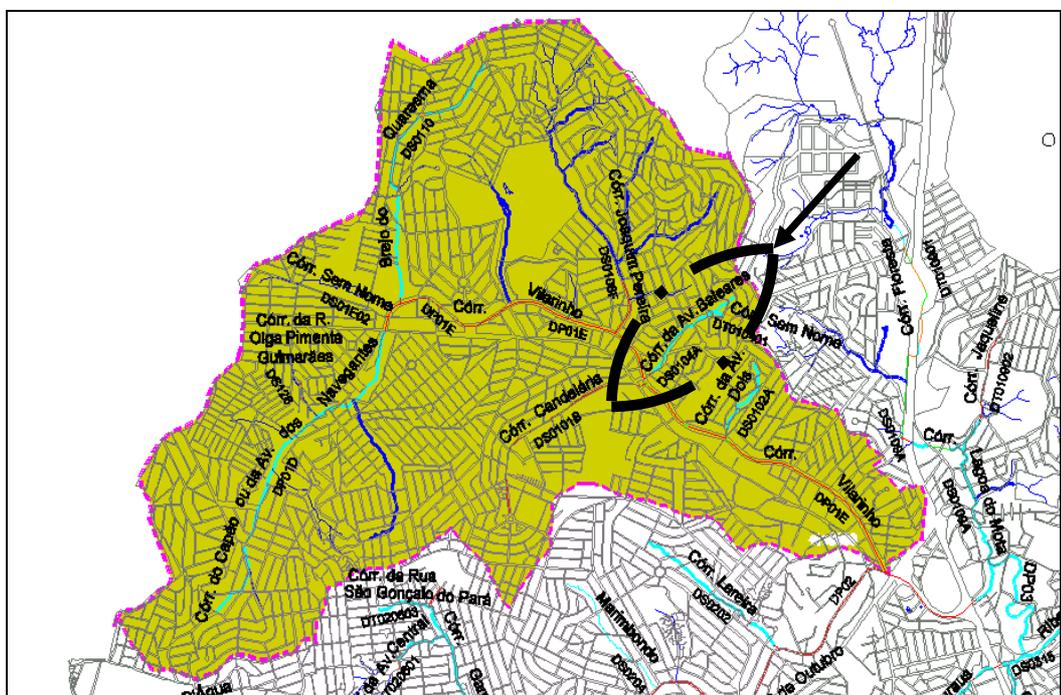


Figura 6.9 – Bacia do córrego do Vilarinho e córrego da Avenida Baleares (Fonte: PRÁXIS Projetos e Consultoria Ltda).

A proposta de intervenção no córrego em estudo é uma iniciativa da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte que, além da resolução das carências de infra-estrutura viária, saneamento, dispositivos de drenagem e equipamentos de lazer observados no local, visa o tratamento do curso de água como elemento da paisagem urbana, de acordo com a premissa do Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte (Drenurbs).

Nesse sentido, foram estudadas pela Prefeitura três alternativas para o tratamento do fundo de vale, levando-se em consideração a compatibilização das soluções de drenagem com as demandas de articulação viária, a complementação da infra-estrutura urbana (implantação de redes coletoras e interceptores de esgotos, pavimentação de vias, recuperação de processos erosivos), a remoção da população ribeirinha assentada na calha do córrego, a renaturalização do curso de água, a recomposição das matas ciliares e a implantação de áreas de uso social.

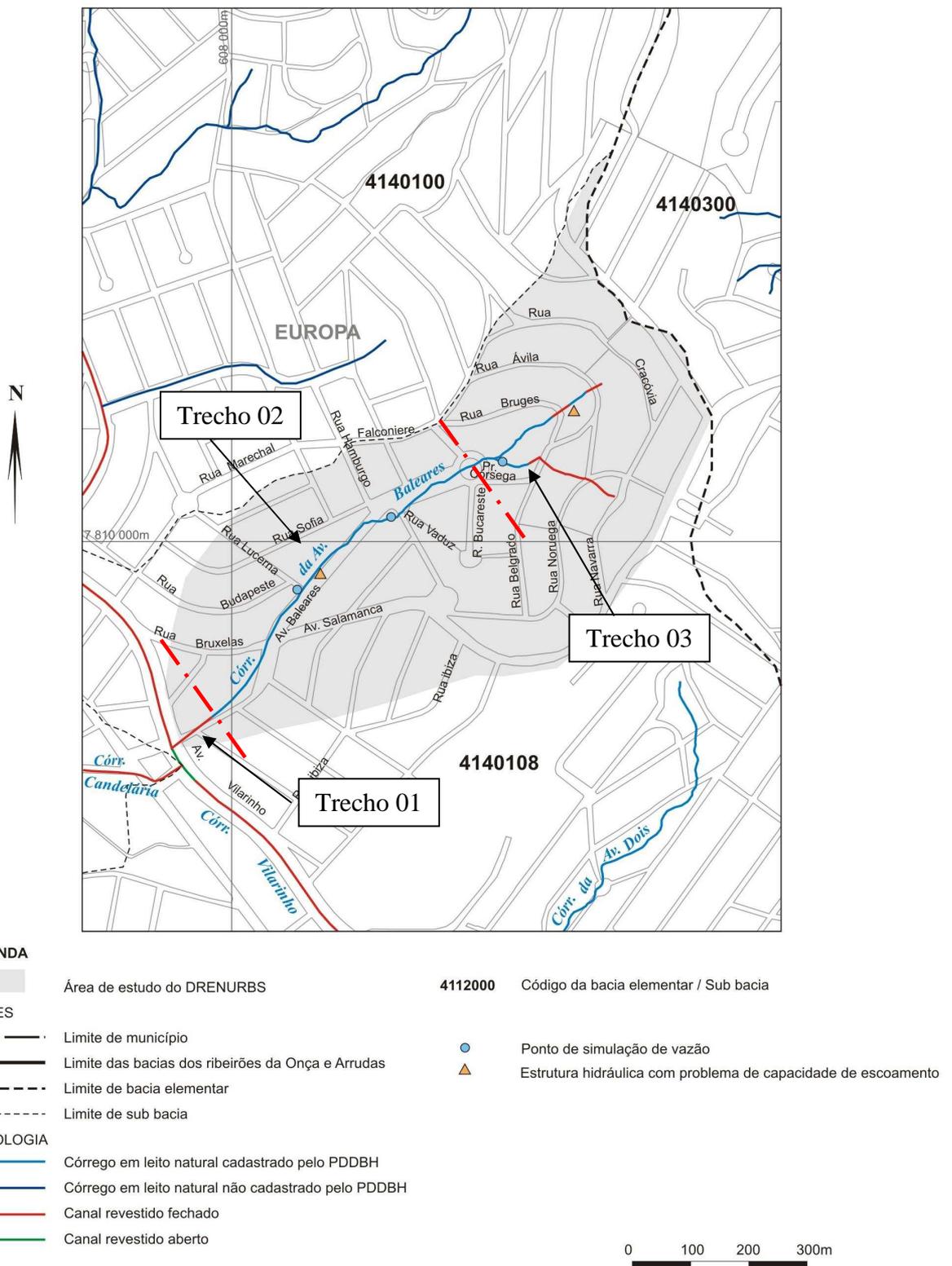
Conforme será visto adiante, a alternativa de intervenção selecionada (alternativa 03) já se encontra em implantação, sendo o término das obras previsto para o ano de 2008.

No tocante as condições hidrológicas e hidráulicas foram realizados, segundo consta no Relatório de Controle Ambiental elaborado para o licenciamento da obra de intervenção, estudos que contemplaram a simulação do sistema de macrodrenagem utilizando-se eventos chuvosos com Período de Retorno de 2 anos para o dimensionamento da calha menor e de 25 anos para a calha maior.

O resultado desses estudos permitiu concluir que o sistema de macrodrenagem suporta as vazões geradas pelo evento chuvoso de 25 anos e, de acordo com informações obtidas junto aos moradores da região, o vale em estudo não apresenta problemas de inundação.

### **6.2.2 Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas**

Para a realização do diagnóstico da situação do córrego da Avenida Baleares optou-se pela sua divisão em três trechos distintos (Figura 6.10), uma vez que a condição do leito e das margens e a ocupação das áreas ribeirinhas não apresentavam-se homogêneas ao longo do canal (Figura 6.11).



**Figura 6.10** – Área de estudo do córrego da Avenida Baleares (Fonte: PRÁXIS Projetos e Consultoria Ltda).



De forma complementar, serão apresentadas a seguir fotos dos três trechos em estudo tiradas quando a alternativa de intervenção selecionada já se encontrava em fase de implantação. As respectivas tabelas de diagnóstico encontram-se no Apêndice 05 deste documento.

*Trecho 01:* entre a Avenida Vilarinho e a Rua Guernica:

Conforme a Figura 6.12, o trecho 01 do córrego Baleares apresenta-se retificado e fechado, não se integrando à paisagem local.



**Figura 6.12** – Trecho canalizado entre a Avenida Vilarinho e a Rua Guernica (Foto: Rodrigo França).

Anteriormente à intervenção, apenas a via na margem esquerda do canal encontrava-se implantada, sendo a outra margem ocupada por edificações unifamiliares de assentamento regular ou não.

Observou-se, ainda, a ausência de vegetação nas áreas adjacentes ao curso de água. Também não foram identificados problemas de inundação no local.

*Trecho 02:* entre as ruas Guernica e Bucareste:

Nesse trecho, o canal apresentava-se em sua maior parte em leito natural, apesar de sua sinuosidade e margens encontrarem-se alteradas. A presença de focos erosivos foi identificada em diversos pontos (Figura 6.13).

Assim como no trecho 01, apenas na margem esquerda do córrego a avenida Baleares encontrava-se aberta, sendo a margem oposta ocupada por edificações. As áreas verdes

adjacentes ao corpo de água constituíam-se, basicamente, de gramíneas e vegetação alterada. Nenhuma área ou equipamento de lazer existia no local.

Também aqui não se identificou problemas de inundações com danos a população.



**Figura 6.13** – Trecho entre as Ruas Guernica e Bucareste (Foto: Rodrigo França).

*Trecho 03:* entre as ruas Bucareste e Cracóvia:

No trecho 03 (Figura 6.14), o córrego Baleares apresentava-se em leito natural em sua maior parte, com exceção para a região das nascentes a jusante da Rua Cracóvia, onde foi construída uma escada dissipadora de energia, e para as travessias das Ruas Ávila e Bruges.

A ocupação desordenada da área por inúmeras edificações irregulares, aliada à alta declividade das margens, é responsável pela presença de inúmeros focos erosivos e pela instabilidade dos taludes.

Em relação à presença de áreas verdes, além de gramíneas e vegetação alterada, foram encontrados remanescentes de vegetação nativa. Contudo, pode-se dizer que a diversidade de habitats não era expressiva.



**Figura 6.14** – Trecho entre as Ruas Bucareste e Cracóvia (Foto: Rodrigo França).

As alternativas em análise que se seguem consistem nas três propostas de intervenção estudadas pela Prefeitura Municipal, em uma proposta hipotética de canalização e naquela considerada desejável para o caso em questão. Cabe ressaltar que todas as cinco alternativas são comparadas com a situação do curso de água diagnosticada no local, ou seja, antes do início das obras de intervenção. Dessa forma, essa condição foi considerada como referência, sendo todos os indicadores de impacto a ela relacionados equivalentes a zero.

### **6.2.3 Avaliação da alternativa desejável**

A proposta de intervenção da alternativa desejável não é a de retornar o curso de água às suas condições originais, nem no que se refere ao tipo de revestimento nem à forma e à seção do córrego, mesmo porque tal iniciativa não seria viável visto que a bacia onde se insere já se encontra em estágio avançado de urbanização. O que se procura, por sua vez, é a revitalização e incorporação desse recurso como elemento da paisagem urbana.

#### *Trecho 01*

Nesse caso, considera-se desejável a manutenção do curso de água conforme as condições diagnosticadas no local, uma vez que a abertura do trecho canalizado não traria benefícios ao local nem integraria o curso de água à paisagem, visto a condição de ocupação das áreas adjacentes. Nesse sentido, todos os indicadores de impacto receberão pontuação equivalente a zero.

**Tabela 6.5**– Análise de impactos da alternativa desejável (trecho 02 - córrego Baleares).

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Manutenção da sinuosidade da calha do córrego.	0
	Seção	Manutenção da seção aberta do curso de água, procedendo-se a uma reconfiguração e revestimento das margens de forma a promover a sua estabilização. Os tipos de revestimento ideais seriam aqueles que dessem ao córrego um aspecto mais próximo possível do natural (Apêndice 05).	+1,5
Hidrológico/hidráulico	Vulnerabilid.	Manutenção do quadro diagnosticado.	0
	Vazões	Não são previstos impactos sobre as vazões de jusante.	0
Ambiental	Erosão e assoreamento	Adequada conformação dos taludes e emprego de revestimentos apropriados (mantas vegetais e pedras, por exemplo) com vistas ao restabelecimento das condições de equilíbrio do curso de água no tocante aos processos de erosão e assoreamento.	+2
	Habitats	Criação de ambientes e condições propícias para a recuperação de espécies aquáticas e para a atração de aves para o local - plantio de vegetação (fonte de abrigo, alimentos e sombra), manutenção da sinuosidade do canal e seu revestimento adequado.	+1,25
	Áreas verdes	Criação de um parque linear ao longo do curso de água. Cabe ressaltar que uma vez que o sistema viário constituído pela Avenida Baleares apresenta-se parcialmente implantado (margem esquerda) e que o parcelamento do solo ao seu longo é regular, torna-se difícil e até mesmo inviável a desapropriação de edificações com vistas ao aumento de áreas verdes. Portanto, as remoções a serem feitas com essa finalidade devem se restringir às edificações construídas entre a calha do córrego e as vias marginais.	+1,25

**Tabela 6.5 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Paisagem	Manutenção do leito natural do canal e reconfiguração das seções; recomposição da cobertura vegetal, utilizando-se espécies nativas dentre as demais a serem especificadas; utilização de revestimentos que proporcionem ao curso de água um aspecto bem próximo ao natural, permitindo uma maior integração desse elemento ao seu entorno; remoção da população residente nas áreas ribeirinhas, entre a calha do córrego e as vias a serem implantadas nas suas margens direita e esquerda (Apêndice 05).	+1,5
		Combate às condições e ambientes propícios ao desenvolvimento dessas espécies, como o desassoreamento do canal e a eliminação de áreas rasas e de zonas de baixa velocidade.	+1
Social	Equipamentos	Uma vez que a largura das faixas marginais ao longo do curso de água é variável e não muito extensa, a implantação de determinados equipamentos não seria viável. Dessa forma, em função da limitação de área apresentada, poderiam ser criadas, às margens da Avenida Baleares, largas calçadas para caminhada e para instalação de bancos e mesas de jogos, assim como uma faixa na pista destinada aos ciclistas (Apêndice 05).	+1,15
		Remoção da população que reside às margens do canal, nos trechos localizados entre o curso de água e as vias existente e projetada, e na faixa onde se prevê a implantação do sistema viário (margem direita do córrego Baleares.	-1,50
	Valorização	Melhoria significativa das condições existentes no local.	+1,5

**Tabela 6.6** – Análise de impactos da alternativa desejável (trecho 03 - córrego Baleares).

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Manutenção de todo o córrego conforme a situação diagnosticada.	0
	Seção	Uma vez que as áreas ribeirinhas deverão ser desocupadas, haverá área suficiente para se proceder a uma recuperação da estabilidade e equilíbrio dos taludes do canal sem que haja necessidade de execução de grandes obras de contenção. Dessa forma, propõe-se que esse tipo de intervenção seja realizada apenas nos trechos de elevada declividade e onde a necessidade de implantação de vias requeira esse tipo de solução (devido ao impacto do tráfego a ser gerado). Nos demais trechos, sempre que possível, propõe-se que seja empregado o revestimento em cobertura vegetal. Ver Apêndice 05.	+1,5
Hidroológico/hidráulico	Vulnerabil.	Idem ao trecho 02.	0
	Vazões	Idem ao trecho 02.	0
	Erosão e assoreamento	Conforme já comentado, os processos de erosão poderão ser combatidos através de trabalhos de movimentação de terra para conformação do terreno, juntamente com o emprego de cobertura vegetal. Em áreas mais críticas, deverão ser estudadas alternativas específicas para a solução do problema.	+2
Ambiental	Habitats	Idem ao trecho 02.	+1,75
	Áreas verdes	Propõe-se que praticamente toda a área circundada pelas ruas Albânia e Bruges seja destinada a implantação de um parque linear. Apenas as edificações localizadas à margem direita da Rua Bruges devem ser mantidas, visto a sua provável condição de ocupação regular e devido ao fato de se encontrarem a mais de 30m do leito do córrego.	+2

**Tabela 6.6 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários sobre a adoção da alternativa desejável em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Paisagem	Recuperação da área através da remoção da população residente no local, do plantio de vegetação de espécies variadas, inclusive nativas, e do emprego de revestimentos que proporcionem ao curso de água e áreas ribeirinhas uma maior integração a paisagem natural (Apêndice 05).	+1,5
	Insetos	Ídem ao trecho 02.	+1
Social	Equipamentos	Implantação de faixas para pedestres/ trilhas para caminhada, ciclovia, quadras esportivas, playground, mobiliário urbano, áreas verdes para uso da população e iluminação pública.	+2
	Remoção	De acordo o zoneamento definido pelas Leis nº 7.166/96 e nº 8.137/00 referentes ao parcelamento, ocupação e uso do solo no município de Belo Horizonte, o trecho 03, além de ser considerado Zona de Adensamento Restrito (ZAR-2) - região onde as condições de infraestrutura e topográficas ou de articulação viária exigem a restrição da ocupação – insere-se em uma Área de Diretrizes Especiais onde existe interesse público na preservação ambiental (ADE de Interesse Ambiental).	-1,5
	Valorizaç.	Dessa forma, uma vez considerada a legislação pertinente e o fato de que a ocupação da maior parte da área trata-se de invasão de área pública, o desejável seria a remoção de praticamente toda a população residente na área de interesse do projeto, principalmente entre as ruas Albânia e Bruges.	+1,5





**Figura 6.16** – Trecho 01- proposta de intervenção (Fonte: CONSERVASOLO Engenharia de Projetos e Consultoria Técnica Ltda).

Como pode ser observado, a proposta da alternativa 01 para intervenção no trecho 01 prevê a manutenção da condição existente no local, ou seja, o córrego continua canalizado e fechado e a avenida Baleares permanece conforme a situação diagnosticada (margem esquerda). A interferência observada se refere à abertura da via na margem oposta que, apesar de gerar desapropriações, não altera as características físicas do canal.

Nesse sentido, todos indicadores de impacto receberam pontuação igual a zero, uma vez que a intervenção proposta mantém todas as características do córrego e as desapropriações e melhorias das condições de circulação estão unicamente relacionadas à implantação do sistema viário.

#### *Trecho 02*

Nesse trecho, observa-se a premissa de manutenção da sinuosidade do córrego de acordo com o observado no local. No entanto, visto a necessidade de compatibilização entre a manutenção da calha natural do córrego e a implantação da via de acesso na sua margem direita, torna-se imprescindível a desapropriação das edificações implantadas no trecho destinado a abertura dessa via. Dessa forma, uma vez que se opta pelo não deslocamento do curso de água, a desapropriação fica intimamente relacionada a esse fator.

No tocante à seção do canal, a proposta de adoção de revestimentos como forração vegetal e pedras apresenta-se adequada para solucionar os problemas de erosão e instabilidade das margens, mantendo o curso de água com um aspecto bem próximo ao natural.

As áreas adjacentes ao corpo de água, entre a calha do córrego e as vias marginais, que se encontram degradadas e apresentando espécies vegetais invasoras, serão recuperadas e tratadas conforme projeto paisagístico específico. A proposta de reintrodução de espécies vegetais nativas contribui para a recuperação das características naturais anteriores a ocupação da bacia.

Em função das condições de ocupação do solo no local da intervenção, observa-se a carência de áreas junto ao curso de água onde poderiam ser criados espaços para uso da população. Nesse sentido, a solução proposta vislumbra apenas a criação de passeios margeando o curso de água, que permitirão aos usuários caminhar ao longo do canal. A avaliação de impactos para esse trecho encontra-se no Apêndice 05.

**Tabela 6.7** – Análise de impactos da alternativa 01 (trecho 03 - córrego Baleares).

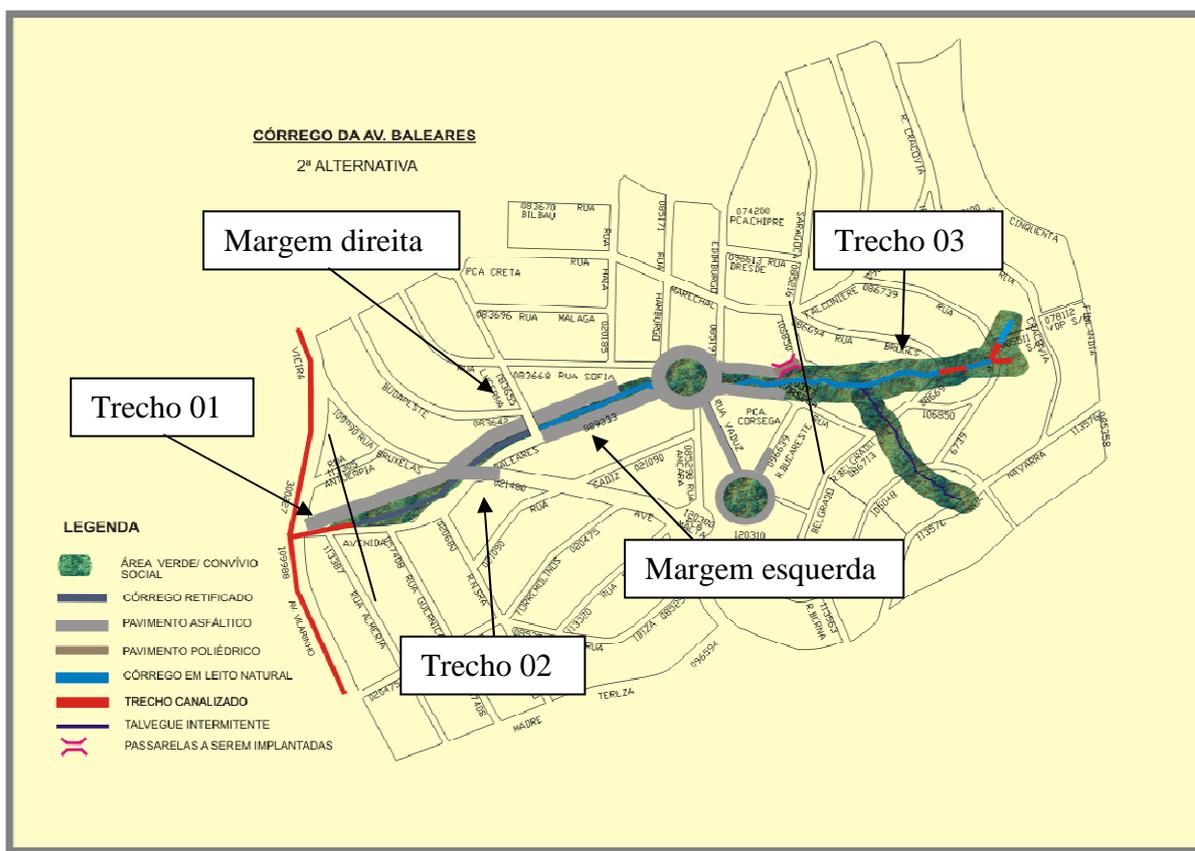
<b>Impacto</b>	<b>Indicad</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa 01 em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Criação de uma bacia de detenção e manutenção do restante do trecho conforme o existente. A criação da bacia vai de encontro ao objetivo de renaturalização do córrego.	-1
	Seção	Criação de uma faixa de preservação permanente de 30 metros de largura ao longo da calha do córrego, o que garantirá área suficiente para uma conformação da calha do canal sem que, provavelmente, haja necessidade de execução de estruturas de contenção. É possível que apenas a movimentação de terra e o revestimento em cobertura vegetal sejam suficientes para promover a estabilização das margens. No entanto, no que tange a criação da bacia de detenção, a intervenção será mais complexa e demandará maiores interferências na calha do curso de água, como é o caso dos trabalhos de corte e aterro que, inevitavelmente, serão muito maiores. Ver Apêndice 05.	+0,25
Hidroológico/hidráulico	Vulnerabilidade	O sistema de macrodrenagem existente no local suporta as vazões geradas por um tempo de retorno de 25 anos, o que dispensa a implantação da bacia de detenção proposta pela alternativa em análise. A sua adoção, no entanto, não gera impactos adversos e, dessa forma, considera-se que a sua implantação seja indiferente no tocante a questão de vulnerabilidade e inundações.	0
	Vazões de jusante	Em função da criação da bacia de detenção, que irá controlar o volume de águas a montante, não serão observados impactos sobre as vazões de jusante no que concerne a antecipação dos picos de cheia.	+0,25
Ambiental	Erosão e assorea.	Eliminação de focos erosivos e tratamento dos taludes laterais, promovendo a sua estabilização e a diminuição das áreas de risco geológico, reduzindo a produção de sedimentos que assoreiam o córrego.	+2

**Tabela 6.7 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa 01 em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Habitats	A diversidade de habitats nesse trecho do curso de água será sensivelmente afetada, principalmente, devido à criação da bacia de detenção - ambiente lântico extremamente propício ao desenvolvimento e reprodução de diversas espécies. Também as faixas de preservação ao longo das margens do córrego aumentarão bastante a diversidade de habitats na área de intervenção.	+2
	Áreas verdes	Criação de uma faixa de preservação permanente ao longo da calha do córrego com 30 metros de largura para cada lado e implantação de vegetação arbórea interligando os remanescentes florestais, em substituição à vegetação herbácea predominante no local.	+1,5
	Paisagem	Remoção das ocupações irregulares; criação da faixa de preservação permanente e plantio de espécies vegetais nativas, dentre outras. A criação da bacia de detenção, apesar de interromper a continuidade do fluxo natural do curso de água, cria um ambiente extremamente agradável, afetando positivamente a paisagem local (Apêndice 05).	+1,65
Sanitário	Insetos	A possibilidade de proliferação de insetos irá aumentar na área de intervenção, uma vez que a água parada da bacia de detenção será foco de atração de insetos, como mosquitos e pernilongos, dentre outros.	-1
	Equipamento	Para esse trecho prevê-se a implantação dos itens avaliados no Apêndice 05.	+1,14
Social	Remoção	Desapropriação de inúmeras edificações implantadas às margens do canal.	-1,25
	Valorização	Prevê-se uma grande valorização da área, principalmente pela remoção da ocupação irregular existente no local, pela implantação da área de preservação ao longo do canal e áreas e equipamentos de lazer.	+1,5

## 6.2.5 Avaliação da alternativa 02

A proposta de intervenção da alternativa 02 consiste em manter as condições diagnosticadas no local para o trecho 01, a implantação de uma malha viária mais completa e o descolamento parcial da calha do córrego para o trecho 02 e a criação de uma faixa de preservação ao longo da calha para o trecho 03 (Figura 6.17).



**Figura 6.17** – Alternativa de intervenção 02 - córrego Baleares (Fonte: SEEBLA).

A análise das alternativas por trechos segue-se abaixo.

### *Trecho 01*

Idem a alternativa 01.

### *Trecho 02*

Sua diferença significativa em relação à alternativa 01 está no fato de que a proposta em estudo apresenta uma malha viária mais completa. Ainda, a calha do córrego é parcialmente

deslocada para a esquerda para implantação da via lateral - com 8,5 metros de largura - na margem direita do curso de água. O restante da calha permanece conforme a sinuosidade natural.

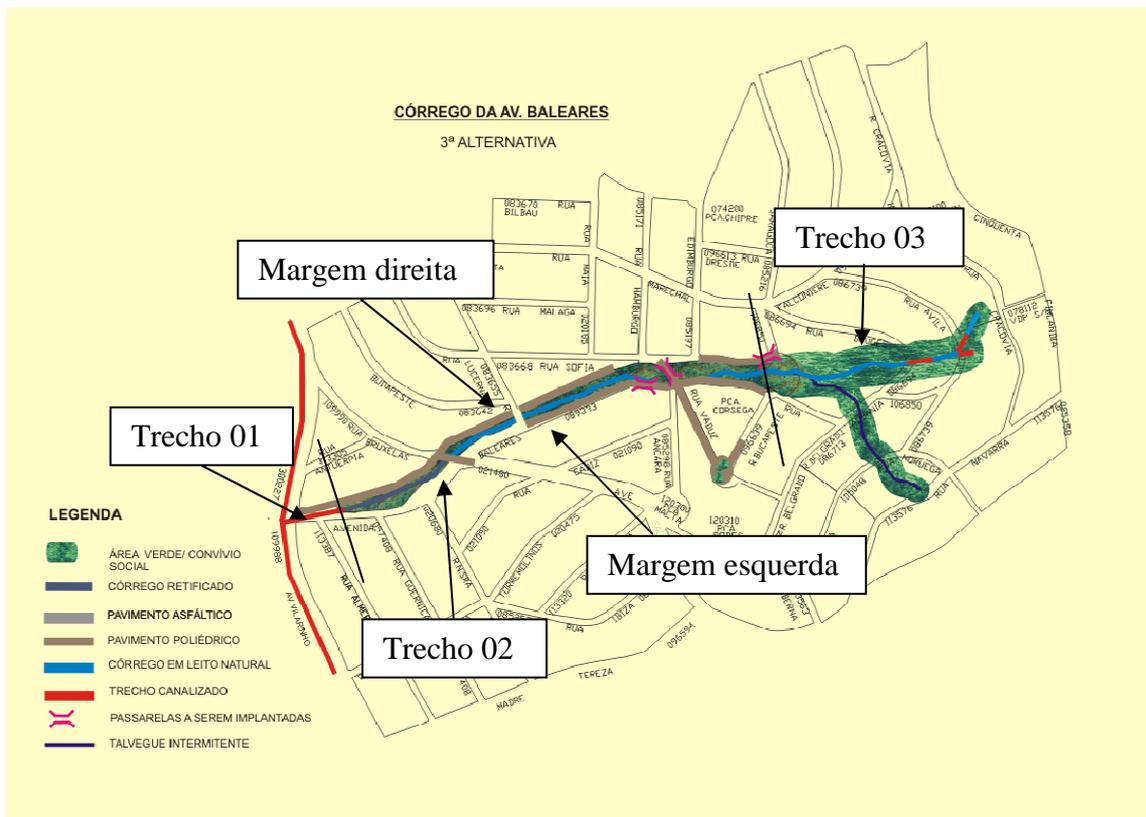
Em função dessa proposta de intervenção, o número de desapropriações necessárias apresenta-se relativamente inferior ao da alternativa 01 - que prevê a manutenção da sinuosidade natural do córrego - gerando um impacto social menos significativo no que tange essa questão social (Apêndice 05).

### *Trecho 03*

Para o trecho 03 propõe-se a manutenção de toda a extensão da calha do córrego em leito natural, juntamente com a criação de uma faixa de preservação de 30 metros ao longo de cada uma das margens. As demais intervenções são as mesmas propostas pela alternativa 01 (Apêndice 05).

### **6.2.6 Avaliação da alternativa 03 (adotada)**

Neste caso, observa-se uma proposta de compatibilização entre a manutenção da sinuosidade da calha do canal com a necessidade de implantação de via na margem direita e um mínimo de remoção da população (trecho 02). Para o trecho 03 foi prevista a remoção da população e a criação de uma extensa área de preservação (Figura 6.18).



**Figura 6.18** – Alternativa de intervenção 03 - córrego Baleares. (Fonte: SEEBLA).

### *Trecho 01*

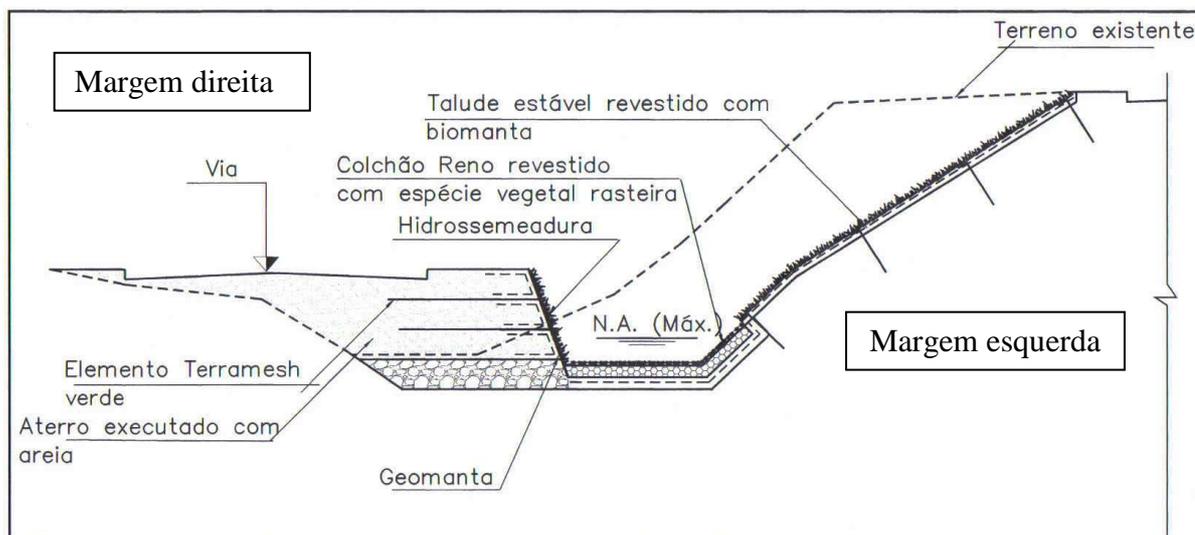
Idem à alternativa 01.

### *Trecho 02*

Em relação ao trecho 02, a alternativa 03 prevê o deslocamento parcial da calha do córrego para implantação de via na margem direita (Figura 6.18). Comparada à alternativa 02, a diferença encontra-se no fato de que o trecho a ser deslocado é menos extenso e a via a ser executada apresenta 6 metros de largura. Isso implica em um menor número de desapropriações e, portanto, em um impacto social de menor magnitude (Apêndice 05).

Desse modo, é possível observar que essa alternativa visa compatibilizar três aspectos principais: a manutenção da calha natural do córrego na máxima extensão possível, a implantação de acesso para veículos na margem direita do curso de água e a mínima remoção da população residente no local.

As Figuras 6.19, 6.20 e 6.21 ilustram a proposta de intervenção para esse trecho do curso de água.



**Figura 6.19** – Proposta de reconfiguração e tratamento do leito e das margens de uma seção do córrego Baleares (Fonte: CONSERVASOLO Engenharia de Projetos e Consultoria Técnica Ltda).



**Figura 6.20** – Condição do trecho 02 do córrego Baleares em abril de 2008 (Foto: Adriana Cardoso).

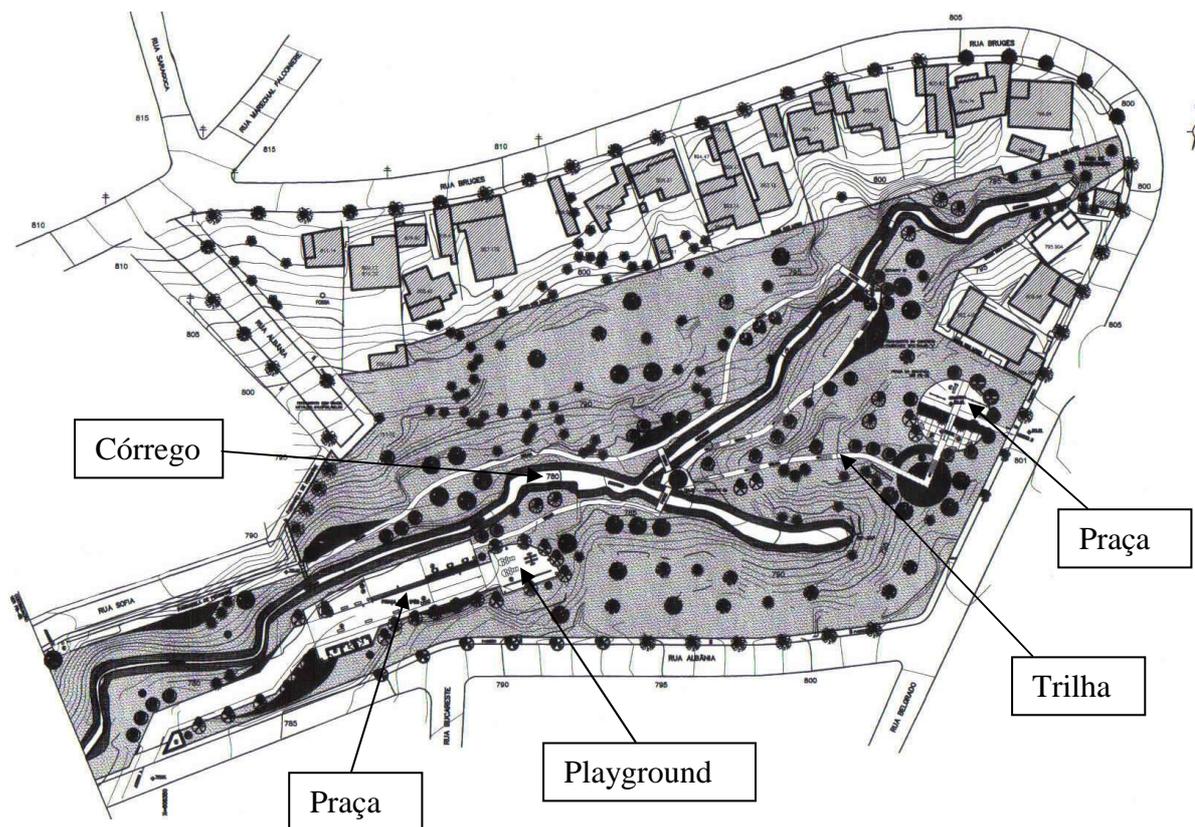


**Figura 6.21** – Condição do trecho 02 do córrego Baleares em abril de 2008 (Foto: Adriana Cardoso).

### *Trecho 03*

Para o trecho 03, entre as Ruas Albânia e Bruges, prevê-se a manutenção da calha natural do curso de água juntamente com a criação de uma extensa faixa de preservação marginal (superior a 30 metros) onde serão implantados praças e equipamentos de uso social (apenas quadras esportivas não serão executadas no local). Toda a extensão do trecho receberá tratamento paisagístico. O Apêndice 05 apresenta a avaliação de impactos para esse trecho do curso de água.

Cabe ressaltar que nem todas as residências existentes no local serão removidas, conforme pode ser observado na Figura 6.22.



**Figura 6.22** – Tratamento paisagístico proposto para parte do trecho 03 (Fonte: CONSERVASOLO Engenharia de Projetos e Consultoria Técnica Ltda).

Já no trecho entre as Ruas Bruges e Cracóvia, está prevista uma faixa de preservação permanente de 30 metros ao longo de cada uma das margens do curso de água.

As Figuras 6.23, 6.24 e 6.25 ilustram a condição do trecho 03 em abril de 2008.



**Figura 6.23** – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 (Foto: Adriana Cardoso).



**Figura 6.24** – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 (Foto: Adriana Cardoso).



**Figura 6.25** – Condição do trecho 03 do córrego Baleares em abril de 2008 (Foto: Adriana Cardoso).

### **6.2.7 Avaliação da alternativa hipotética**

A alternativa hipotética considera a execução de uma avenida sanitária ao longo do córrego Baleares, conforme a proposta inicial de intervenção no curso de água anterior ao projeto Drenurbs.

Dessa forma, para os trechos 02 e 03 considera-se a canalização do córrego com a manutenção da sua calha aberta e revestimento do leito e margens em concreto armado. As desapropriações a serem realizadas estarão associadas, exclusivamente, a necessidade de abertura das vias marginais para circulação de veículos.

Cabe ressaltar que a alternativa em questão não considera a implantação de equipamentos ou áreas de lazer para uso da população.

A seguir apresenta-se a análise de impactos da alternativa hipotética proposta para o córrego Baleares, sendo que o trecho 01 permanecerá conforme a situação diagnosticada no local e para trechos 02 e 03 a avaliação de impactos será praticamente a mesma.

**Tabela 6.8**– Análise de impactos alternativa hipotética (trechos 02/ 03 - córrego Baleares).

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa hipotética em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
No curso de água	Forma	Retificação do curso de água.	-1,5
	Seção	Seção trapezoidal aberta revestida em concreto. Análise de impactos conforme Apêndice 05.	-1,75
Hidroológico / hidráulico	Vulnerabilidade.	Uma vez que a proposta de intervenção visará atender os resultados dos estudos hidrológicos/ hidráulicos a serem realizados, considera-se que a área em estudo não estará sujeita a problemas de inundação.	0
	Vazões de jusante	A antecipação do pico de cheia decorrente da aceleração do escoamento das águas - em função do revestimento do canal em concreto – irá gerar um impacto negativo de pequena magnitude a jusante da área de intervenção, visto que a contribuição dessa sub-bacia é pequena em relação aos demais contribuintes do córrego Vilarinho.	-1
Ambiental	Erosão assore.	Eliminação de processos erosivos e desassoreamento da calha do córrego.	+2
	Habitat	A adoção da alternativa hipotética irá eliminar qualquer possibilidade de ampliação da diversidade de habitats no local, uma vez que o curso de água será retificado e revestido em concreto e as áreas marginais serão ocupadas por vias e edificações, não havendo as áreas verdes fundamentais para possibilitar o abrigo, a alimentação e a reprodução de espécies.	-1
	Áreas verdes	Apesar das áreas verdes ao longo da calha do canal não serem expressivas do ponto de vista de diversidade de espécies, considera-se a sua eliminação um impacto negativo. Pontuação: -1 (trecho 02); -1,5 (trecho 03).	-1; -1,5

**Tabela 6.8 – continuação.**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Comentários a respeito da adoção da alternativa hipotética em relação a cada indicador</b>	<b>Nota</b>
Ambiental	Paisagem	Apesar da alternativa em questão considerar a retificação do canal, a área é de certo modo recuperada, uma vez que anteriormente à intervenção a área encontrava-se degradada. No entanto, observa-se que a proposta impede a integração do curso de água paisagem, mantendo-o contido em uma seção retificada e margeada por vias. Quanto à vegetação nativa, visto que ela não era significativa antes da adoção da solução proposta, considera-se o impacto da sua supressão como negativo de pequena magnitude (Apêndice 05).	-0,25
Sanitário	Insetos	A possibilidade de proliferação de insetos no local irá diminuir em função da eliminação de áreas rasas e zonas de baixa velocidade, fatores que favorecem o desenvolvimento e a dessas espécies.	+1,5
Social	Equipament	Implantação de iluminação pública (Apêndice 05).	+0,28
	Remoção	Impacto negativo de pequena magnitude, visto que a área de remoção será apenas aquela necessária à abertura do sistema viário. Além do mais, muitas das edificações existentes no local são irregulares, decorrentes de invasão de área pública.	-0,5
	Valorização	A área será financeiramente valorizada na medida em que haverá uma melhoria das condições de circulação e um tratamento urbano das áreas marginais ao curso de água, que se encontram degradadas e ocupadas por diversas habitações irregulares. Apesar dos impactos negativos previamente avaliados, esse impacto é considerado positivo.	+1,5

### **6.2.8 Avaliação global das alternativas**

A avaliação global das alternativas de intervenção que se segue foi efetuada através da ponderação das notas de cada indicador, de acordo com o comprimento dos trechos 02 e 03. As pontuações qualitativas de cada indicador para os respectivos trechos encontram-se no Apêndice 05, assim como os resultados da ponderação encontrados e apresentados na Tabela 6.9.

**Tabela 6.9 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Baleares).**

Impacto	Indicad.	Peso	Alternativa									
			Desejável		01		02		03 (adotada)		Hipotética	
No curso de água	Forma	8	0	0	-0,29	-2,32	-0,71	-5,68	-0,35	-2,80	-1,50	-12,00
	Seção	9,5	+1,50	+14,25	+1,14	+10,83	+1,32	+12,54	+1,41	+13,40	-1,75	-16,63
Hidrológico / hidráulico	Vulnerabilidade	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vazões jusante	11,5	0	0	+0,07	+0,81	0	0	0	0	-1,00	-11,50
Ambientais	Erosão	9	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00
	Habitats	5,3	+1,40	+7,42	+1,47	+7,79	+0,97	+5,14	+1,15	+6,10	-1,00	-5,30
	Áreas verdes	6,5	+1,47	+9,56	+1,32	+8,58	+0,97	+6,30	+1,22	+7,93	-1,15	-7,48
	Paisagem	5,2	+1,50	+7,80	+1,54	+8,00	+1,43	+7,44	+1,43	+7,44	-0,25	-1,30
Sanitários	Insetos	8	+1,00	+8,00	+0,42	+3,36	+1,00	+8,00	+1,00	+8,00	+1,50	+12,00
Sociais	Equipamentos	9,8	+1,40	+13,72	+0,74	+7,25	+0,74	+7,25	+0,90	+8,82	+0,28	+2,74
	Remoção	8,2	-1,50	-12,30	-1,43	-11,73	-1,07	-8,77	-0,76	-6,23	-0,50	-4,10
	Valorização	4,5	+1,50	+6,75	+1,15	+5,18	+1,07	+4,82	+1,15	+5,18	+1,50	+6,75
	<b>Total</b>			<b>+73,20</b>		<b>+55,75</b>		<b>+55,04</b>		<b>+65,84</b>		<b>-18,82</b>



Com o objetivo de controlar os problemas de inundação do córrego, ampliar a malha viária e implantar infra-estrutura para coleta de esgoto, a Prefeitura Municipal de Betim propôs a execução de uma avenida sanitária ao longo do canal.

Essa alternativa, uma vez que procurou conciliar solução técnica com questões ambientais e custos econômicos, foi a escolhida dentre as três propostas de intervenção estudadas para a área e já se encontra em fase final de implantação (Figura 6.27).



**Figura 6.27** – Trecho canalizado do córrego Bom Retiro - de montante para jusante (Foto: Adriana Cardoso).

As demais alternativas vislumbradas para o local, assim como aquela considerada desejável, são apresentadas nos itens que se seguem.

### **6.3.2 Diagnóstico e análise das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas**

Anteriormente à sua canalização, o córrego Bom Retiro apresentava-se em leito natural, com ocupação marginal caracterizada por inúmeras edificações residenciais e remanescentes de espécies vegetais de pequeno e médio porte (Figuras 6.28 e 6.29).



**Figura 6.28** – Trecho em leito natural do córrego Bom Retiro (Fonte: Planex Consultoria de Planejamento e Execução).



**Figura 6.29** – Trecho em leito natural do córrego Bom Retiro (Fonte: Planex Consultoria de Planejamento e Execução).

A ocupação irregular da área foi responsável pela acelerada destruição das áreas verdes marginais e, juntamente com a urbanização da bacia onde se encontra, pelos constantes eventos de inundação no local, acarretando em grandes danos materiais para a população.

Segundo o Relatório de Controle Ambiental realizado pela empresa Planex Consultoria de Planejamento e Execução, as habitações encontravam-se sujeitas a danos parciais e perda total em função dos eventos de inundação e dos contínuos processos de erosão.

Ainda, foi diagnosticada a baixa qualidade da água do córrego, além da presença de lixo, insetos e roedores.

O Apêndice 06 apresenta as tabelas de avaliação das condições do curso de água e áreas ribeirinhas anteriores à intervenção.

Tendo-se em vista que as condições do curso de água e das áreas ribeirinhas apresentavam-se homogêneas ao longo de todo o trecho em estudo, não houve necessidade de sua subdivisão para a realização da etapa de avaliação de impactos.

Conforme comentado anteriormente, as alternativas em análise são as três estudadas pela Prefeitura assim como aquela considerada desejável, de acordo com a situação diagnosticada no local.

### **6.3.3 Avaliação da alternativa desejável**

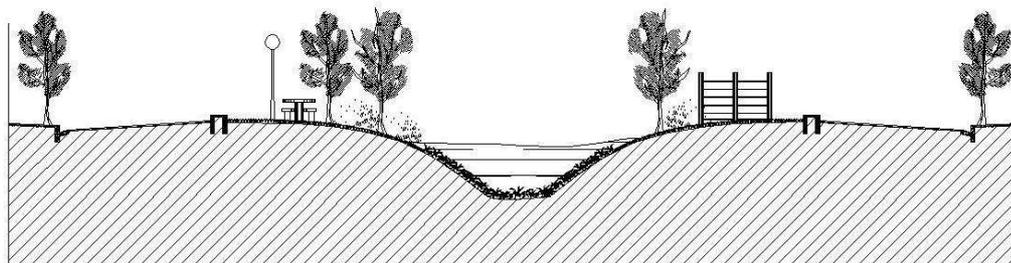
A alternativa desejável deveria considerar a manutenção do curso de água em leito natural, assim como o tratamento das margens através da recuperação da vegetação e da remoção dos assentamentos ali existentes.

Uma vez que o número de desapropriações necessário para atender os estudos hidrológicos realizados para o local seria bastante elevado, gerando um custo econômico e social de grande envergadura, o desejável seria adotar uma alternativa que compatibilizasse a premissa de revitalização do curso de água com um mínimo de remoção de famílias.

Cabe ressaltar que a área objeto de estudo foi aprovada como loteamento no ano de 1953 e, portanto, o custo financeiro relativo às indenizações a serem pagas aos proprietários dos terrenos acabaria por inviabilizar a proposta de recuperação de toda a área de inundação vislumbrada pelos cálculos hidrológicos/ hidráulicos.

Dessa forma, propõe-se como alternativa desejável uma variação da alternativa aprovada e em implantação no local. Nesse sentido, ao invés das pistas de cooper e ciclismo implantadas entre as vias laterais e o curso de água, poderia ter sido criado um parque linear ao longo do canal, onde essas pistas estariam integradas em meio à paisagem. Nesse caso, também poderiam ser criados outros tipos de equipamentos urbanos, como mesas de jogos, bancos e

playground. Essa solução, além de aumentar a área verde marginal, proporcionaria um ambiente mais agradável para o convívio social e para a prática de esportes, conforme pode ser verificado na Figura 6.30.



**Figura 6.30** – Alternativa de intervenção desejável (córrego Bom Retiro).

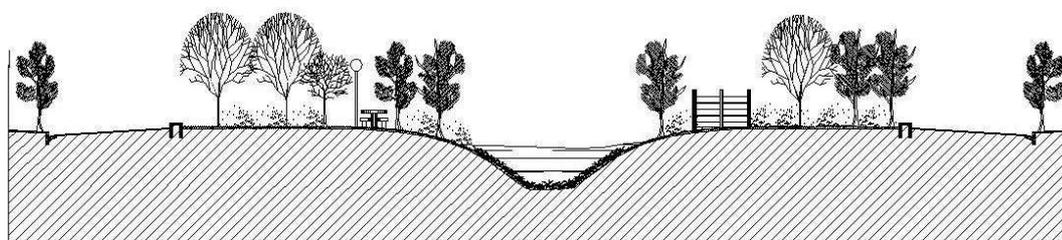
O Apêndice 06 apresenta a avaliação de impactos realizada para a alternativa desejável.

### 6.3.4 Avaliação da alternativa 01

Esta alternativa prevê a manutenção do curso de água em leito natural, considerando a recuperação e revegetação dos taludes laterais, o desassoreamento do leito e a criação de uma área de preservação ambiental compatível com a mancha de inundação definida pelos estudos hidrológicos (Figura 6.31).

A pista de veículos a ser implantada continuaria a ser uma via arterial, ou seja, as suas dimensões seriam as mesmas projetadas para as soluções desejável e adotada, o que acarretaria em um maior número de desapropriações do que as demais alternativas.

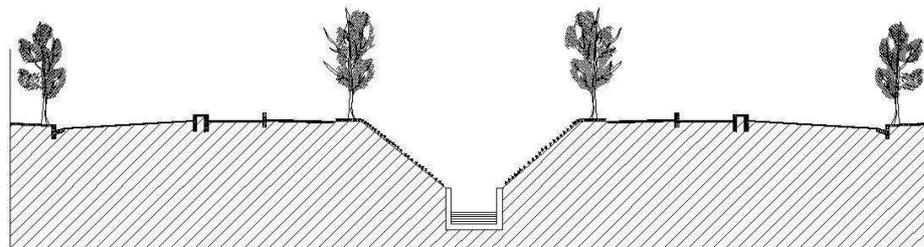
Nesse sentido, com vistas ao atendimento das medidas ora propostas, haveria necessidade de remoção de um grande número de famílias residentes em áreas de risco e/ou na faixa de inundação, além da desapropriação de lotes localizados na área de intervenção (Apêndice 06).



**Figura 6.31** – Alternativa de intervenção 01 (córrego Bom Retiro).

### 6.3.5 Avaliação da alternativa 02 (adotada)

Nesse caso, optou-se pela implantação de um canal revestido aberto, com vias arteriais, pistas de cooper e de ciclismo em ambas as margens do córrego. A desapropriação de lotes e residências foi de fundamental importância, porém, em uma escala bem menor do que a decorrente da adoção da alternativa 01 (Figura 6.32). Ver Apêndice 06.

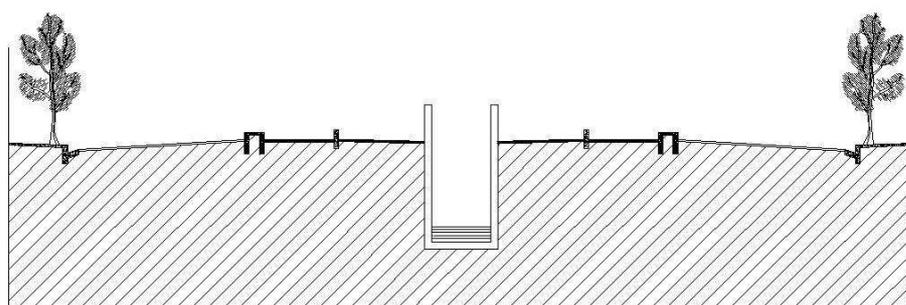


**Figura 6.32** – Alternativa de intervenção adotada (córrego Bom Retiro).

### 6.3.6 Avaliação da alternativa 03

Essa proposta considera a canalização do córrego em canal revestido aberto juntamente com a melhoria do sistema viário de acesso ao fundo de vale e a desapropriação de lotes e edificações (Figura 6.33).

A pista de rolamento e as faixas de ciclismo e cooper apresentam-se conforme a alternativa 02. Dessa forma, o número de desapropriações para implantação dessa solução seria menor em comparação as demais propostas de intervenção (ver avaliação de impactos no Apêndice 06).



**Figura 6.33** – Alternativa de intervenção 03 (córrego Bom Retiro).

### **6.3.7 Avaliação global das alternativas**

Na Tabela 6.10 pode ser observada a avaliação global de impactos de cada uma das alternativas de intervenção, resultado da multiplicação da pontuação qualitativa de cada indicador pelo seu respectivo peso.

**Tabela 6.10 – Pontuação das alternativas de intervenção (córrego Bom Retiro).**

Impacto	Indicador	Peso	Alternativa							
			Desejável		01		02 (adotada)		03	
No curso de água	Forma	8	0	0	0	-1,00	-8,00	-1,00	-8,00	
	Seção	9,5	+1,75	+16,63	+2,00	+19,00	-1,50	-14,25	-1,75	-16,63
Hidrológicos/hidráulicos	Vulnerabilidade	14,5	+2,00	+29,00	+2,00	+29,00	+2,00	+29,00	+2,00	+29,00
	Vazões jusante	11,5	+0,75	+8,63	+1,00	+11,50	-0,50	-5,75	-1,00	-11,50
Ambientais	Erosão e assoreamento	9	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00	+2,00	+18,00
	Habitats	5,3	+1,50	+7,95	+2,00	+10,60	-0,50	-2,65	-1,00	-5,30
	Áreas verdes	6,5	+1,50	+9,75	+2,00	+13,00	-1,00	-6,50	-2,00	-13,00
	Paisagem	5,2	+1,50	+7,80	+1,83	+9,52	-0,16	-0,83	-0,33	-1,72
Sanitários	Insetos	8	+0,50	+4,00	+0,50	+4,00	+1,50	+12,00	+1,50	+12,00
	Equipamentos	9,8	+1,71	+16,76	+2,00	+19,60	+0,86	+8,43	+0,86	+8,43
Sociais	Remoção	8,2	-1,00	-8,20	-2,00	-16,40	-1,00	-8,20	-0,50	-4,10
	Valorização	4,5	+1,50	+6,75	+1,75	+7,88	+1,00	+4,50	+0,75	+3,38
	<b>Total</b>			<b>+117,07</b>		<b>+125,70</b>		<b>+25,75</b>		<b>+10,56</b>

#### **6.4 Considerações finais**

A realização dos estudos de caso previamente apresentados permitiu a aplicação da metodologia proposta a diferentes situações.

No caso do córrego Mergulhão, onde apenas uma alternativa de intervenção havia sido formulada para o local, a proposição das alternativas desejável e hipotética foi uma maneira interessante de situar a solução adotada, por meio da sua comparação com as demais.

Em relação ao córrego Baleares, destaca-se a necessidade de sua subdivisão em trechos homogêneos, o que levou à necessidade de ponderação dos indicadores em função do comprimento da área de intervenção.

O córrego Bom Retiro também apresenta um ponto interessante, uma vez que a alternativa desejável recebe pontuação inferior à alternativa 01, indicando que nem sempre a melhor solução é a mais bem pontuada.

De maneira geral, para todos os casos foram obtidas classificações coerentes para as alternativas estudadas, conforme será visto em detalhes no próximo capítulo.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Introdução

Neste capítulo serão analisados os resultados obtidos a partir da avaliação de impactos das alternativas de intervenção propostas para cada um dos estudos de caso. Nesse sentido, em função da ponderação dos indicadores obtida através da pesquisa realizada junto aos profissionais, as distintas alternativas de intervenção serão comparadas entre si.

De forma a avaliar a sensibilidade e a robustez da metodologia proposta, foi realizada uma análise segundo duas possibilidades de ponderação. A primeira delas foca-se numa visão mais técnica, ou seja, os indicadores de vulnerabilidade e inundações no local, vazões de jusante, erosão e assoreamento e remoção da população tiveram seus pesos elevados em função da sua importância diante desse tipo de análise. Paralelamente, os indicadores relativos à forma e seção do curso de água, diversidade de habitats, áreas verdes, paisagem e valorização financeira da área tiveram seus pesos reduzidos devido a sua pequena relevância perante a ótica técnica. Os demais indicadores – proliferação de insetos e áreas e equipamentos urbanos e de lazer – mantiveram seus pesos originais. Esta condição foi denominada “visão tecnicista”.

A segunda possibilidade de avaliação das alternativas tem um enfoque ambientalista e, nesse caso, os indicadores relacionados à seção, erosão e assoreamento, diversidade de habitats e áreas verdes adjacentes ao corpo de água tiveram seus pesos elevados. Da mesma forma, os indicadores de vulnerabilidade e inundações no local, áreas e equipamentos urbanos e de lazer, remoção da população e valorização financeira da área sofreram desvalorização.

Cabe ressaltar que a variação dos pesos se deu dentro dos valores do desvio padrão de cada indicador, tendo sido necessários pequenos ajustes na pontuação para que a somatória final continuasse igual a 100 (Tabela 7.1).

Dessa forma, a avaliação das alternativas de intervenção que se segue se procedeu segundo três visões: neutra (correspondente à ponderação de base), tecnicista e ambientalista.

**Tabela 7.1** – Peso dos indicadores de acordo com as visões neutra, tecnicista e ambientalista.

Indicador	Ponderação de base		Visão tecnicista	Visão ambientalista
	Peso	D.P.	Peso	Peso
Forma/ sinuosidade	8,0	3,86	<i>4,14</i>	8,00
Leito e margens (seção)	9,5	4,33	<i>5,17</i>	<b>13,83</b>
Vulnerabilidade e inundações no local	14,5	4,24	<b>18,74</b>	<i>12,26</i>
Vazões de jusante	11,5	4,35	<b>15,85</b>	11,50
Erosão e assoreamento	9,0	2,98	<b>11,98</b>	<b>11,98</b>
Diversidade de habitats	5,3	2,96	<i>2,34</i>	<b>8,26</b>
Áreas verdes	6,5	1,97	<i>4,53</i>	<b>8,47</b>
Impacto paisagístico	5,2	2,3	<i>4,71</i>	5,20
Proliferação de insetos	8,0	5,2	8,00	8,00
Áreas/ equipamentos urbanos e de lazer	9,8	3,66	9,80	<i>6,14</i>
Desapropriação, remoção e reassentamento da população	8,2	4,19	<b>12,39</b>	<i>4,01</i>
Valorização financeira da área	4,5	2,15	<i>2,35</i>	<i>2,35</i>
<b>Total</b>	100		100	100

Negrito – pontuação elevada

Itálico – pontuação reduzida

## **7.2 Avaliação dos Resultados**

A seguir serão apresentadas as avaliações – neutra, tecnicista e ambientalista – realizadas para cada um dos estudos de caso e tecidos comentários a respeito dos resultados obtidos.

### **7.2.1. Córrego Mergulhão**

Conforme visto no Capítulo 6, são três as alternativas de intervenção estudadas para o córrego Mergulhão. A avaliação de impactos referente a cada uma delas pode ser analisada no Apêndice 04, que apresenta as tabelas referentes às visões neutra, tecnicista e ambientalista, com as pontuações qualitativas de impacto de cada um dos indicadores e respectivas pontuações globais. O resultado final de cada uma dessas avaliações é apresentado na Tabela 7.2 que se segue.

**Tabela 7.2 – Avaliação das alternativas de intervenção para o córrego Mergulhão.**

<b>Visão</b>	<b>Alternativa</b>		
	<b>Desejável</b>	<b>Adotada</b>	<b>Hipotética</b>
<b>Neutra</b>	+53,00	+21,92	-7,13
<b>Tecnicista</b>	+43,08	+17,13	+0,26
<b>Ambientalista</b>	+54,63	+27,95	-8,34

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que para todas as visões a maior pontuação se refere à alternativa considerada desejável, indicando que essa é a melhor solução de intervenção dentre as demais.

No caso da visão neutra, a elevada pontuação da alternativa desejável está associada, principalmente, à criação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer, o que não se observa nas demais soluções. No entanto, caso esse quesito fosse desconsiderado, a alternativa desejável continuaria sendo a melhor, visto que nos demais itens avaliados sua pontuação continua superando a das demais soluções.

Para a solução adotada observa-se que a alteração do revestimento do canal e seus impactos associados - como diversidade de habitats e impacto paisagístico - contribuem para o distanciamento da pontuação dessa alternativa em relação à desejável.

No tocante a avaliação tecnicista, observa-se uma melhora da pontuação da alternativa hipotética e uma piora das demais soluções. Esse resultado era de se esperar, uma vez que a concepção da alternativa hipotética valoriza os aspectos técnicos e dá pouco destaque aos critérios ambientais. Ainda assim, a alternativa desejável continua apresentando o melhor resultado.

No caso de valorização dos critérios ambientais de avaliação, nota-se uma pequena melhora da pontuação da alternativa desejável. Esse aumento reduzido se deve ao fato de que a elevação dos pesos de determinados critérios é acompanhada pela redução de outros, o que gera uma situação de equilíbrio.

Para a alternativa adotada observa-se que sua melhora está associada à maior pontuação atribuída aos indicadores de erosão e assoreamento, diversidade de habitats e áreas verdes adjacentes ao corpo de água.

Já para a alternativa hipotética, nota-se uma ligeira redução da sua pontuação, conseqüência da piora da avaliação dos indicadores relativos ao impacto da intervenção sobre a seção do curso de água e valorização financeira da área, juntamente com a melhora das condições de erosão e assoreamento, diversidade de habitats, áreas verdes e remoção da população.

Cabe ressaltar que, mesmo com a mudança de foco da avaliação – ora neutra, ora tecnicista, ora ambientalista – o ordenamento das soluções (melhores e piores) manteve-se o mesmo para as três possibilidades estudadas.

### **7.2.2. Córrego Baleares**

Conforme comentado no Capítulo 6, para a realização da avaliação de impactos das alternativas de intervenção no córrego Baleares houve necessidade de sua divisão em três trechos distintos, sendo para cada um deles atribuídas notas específicas de acordo com cada proposta de intervenção.

Para o primeiro trecho, todas as alternativas propuseram a sua manutenção conforme a situação diagnosticada no local e, portanto, todos os indicadores de impacto receberam pontuação igual a zero.

No entanto, para os trechos 02 e 03 - que apresentavam extensões diferenciadas (880 e 360 metros, respectivamente) - foi necessário se proceder a uma ponderação das suas notas, segundo o seu comprimento. Dessa forma, somando-se as notas atribuídas a cada trecho, chegou-se a uma pontuação global para cada um dos indicadores.

O resultado global da avaliação qualitativa obtido para cada indicador foi, então, multiplicado pelo seu respectivo peso, de acordo com a avaliação em análise – neutra, tecnicista ou ambientalista, conforme se apresenta a seguir (Tabela 7.3).

Ainda, procedeu-se a uma avaliação das alternativas por trechos, considerando-se para cada um deles as três visões ora mencionadas. As avaliações completas – tanto a global quanto

aquelas referentes aos trechos 02 e 03 - contemplando as pontuações qualitativas de cada indicador, são apresentadas no Apêndice 05.

**Tabela 7.3** – Avaliação global das alternativas de intervenção para o córrego Baleares.

<b>Visão</b>	<b>Alternativa</b>				
	<b>Desejável</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03 (adotada)</b>	<b>Hipotética</b>
<b>Neutra</b>	+73,20	+55,75	+55,04	+65,84	-18,82
<b>Tecnicista</b>	+55,39	+42,02	+45,74	+54,86	-3,81
<b>Ambientalista</b>	+90,63	+74,42	+70,97	+81,11	-27,80

De acordo com a avaliação neutra das alternativas de intervenção é possível observar que a alternativa desejável desponta como a melhor solução dentre as demais, seguida pela alternativa adotada. Já as alternativas 01 e 02 apresentam praticamente a mesma nota, podendo até mesmo ser consideradas equivalentes. No caso da alternativa hipotética, ela é disparadamente a pior solução.

Segundo o enfoque tecnicista, as alternativas desejável e adotada apresentam-se nas primeiras colocações, sendo possível observar uma redução da distância entre elas. Em terceiro e quarto lugar encontram-se as alternativas 02 e 01, respectivamente, também com notas similares. A alternativa hipotética, apesar da melhora de pontuação em relação à visão neutra, continua como a pior solução.

Em se tratando da visão ambientalista, com exceção da alternativa hipotética, todas as outras melhoram a sua pontuação. Desconsiderando-se a alternativa desejável, a solução adotada apresenta-se como a melhor em relação às demais.

Cabe ressaltar que no caso da avaliação neutra, apesar das alternativas 01 e 02 apresentarem soluções de intervenção bastante diferentes, de acordo com a avaliação global realizada elas não se apresentam tão discrepantes. Isso se deve ao fato de ocorrer uma situação de compensação, ou seja, a ponderação das notas em função da extensão dos trechos acaba por minimizar as diferenças existentes.

Dessa forma, outra hipótese para seleção das alternativas seria através da escolha da melhor solução por trecho (Tabelas 7.4 e 7.5), podendo-se compor uma sexta alternativa de intervenção.

**Tabela 7.4 – Avaliação das alternativas de intervenção para o trecho 02 do córrego Baleares.**

Visão	Alternativa				
	Desejável	01	02	03 (adotada)	Hipotética
<b>Neutra</b>	+68,53	+60,60	+48,43	+60,70	-17,84
<b>Tecnista</b>	+51,59	+44,73	+42,06	+52,70	-3,13
<b>Ambientalista</b>	+86,00	+81,26	+63,44	+75,42	-26,53

De acordo com a Tabela 18, observa-se que para a visão neutra, a alternativa 01 e a adotada apresentam praticamente a mesma pontuação, o que as coloca em segundo lugar em relação à primeira colocada. Nesse caso, na necessidade de escolha entre essas duas soluções, novos critérios de avaliação deveriam ser considerados como, por exemplo, os custos relativos à implantação das propostas.

Em relação ao trecho 03, desconsiderando-se a alternativa desejável, a solução adotada também se apresenta como a melhor dentre as demais e, portanto, essa alternativa pode ser classificada, de uma forma global, como a melhor em comparação às outras duas soluções estudadas pela Prefeitura.

**Tabela 7.5 – Avaliação das alternativas de intervenção para o trecho 03 do córrego Baleares.**

Visão	Alternativa				
	Desejável	01	02	03 (adotada)	Hipotética
<b>Neutra</b>	+84,38	+43,86	+71,00	+78,11	-27,83
<b>Tecnista</b>	+64,49	+35,53	+54,54	+59,99	-8,91
<b>Ambientalista</b>	+101,70	+57,63	+89,24	+94,84	-30,77

No tocante as alternativas 01 e 02, observa-se que a primeira supera a segunda no caso do trecho 02. Já para o trecho 03, a segunda solução mostra-se melhor que a primeira. Dessa

forma, quando as alternativas são avaliadas por trechos, as diferenças entre elas tornam-se mais evidentes.

Para o caso da avaliação tecnicista, todas as alternativas sofrem uma redução da sua pontuação, com exceção da alternativa hipotética, que apresenta uma grande melhora em relação à avaliação neutra. No entanto, essa solução continua com pontuação inferior a zero, o que indica que, mesmo sob a ótica tecnicista, a sua adoção geraria impactos negativos na área de intervenção.

Ainda, pode-se dizer que, mesmo diante da análise mais técnica, a solução adotada resulta em um melhor desempenho que as alternativas 01 e 02 - estudadas pela Prefeitura - para ambos os trechos em análise.

No tocante ao enfoque ambientalista, observa-se que tanto para o trecho 02 quanto para o trecho 03 a alternativa desejável é a melhor dentre as demais, sendo a hipotética sempre a pior solução. Para o trecho 02, a alternativa 01 apresenta-se melhor que as alternativas adotada e 02. Já para o trecho 03, a alternativa adotada supera as alternativas 01 e 02.

Dessa forma, no caso de proposição de uma sexta alternativa com enfoque ambientalista (excetuando-se, obviamente, a solução desejável, que é sempre a melhor dentre as demais), dever-se-ia adotar a proposta da alternativa 01 para o trecho 02 e da alternativa adotada para o trecho 03.

Cabe ressaltar que a escolha da alternativa adotada pela Prefeitura Municipal para intervenção no córrego Baleares se deu com base no menor custo e menores impactos sociais (desapropriações e remoções) e ambientais (mínimo de interferência na calha do córrego) decorrentes da implantação da solução.

Dessa forma, a alternativa 03 foi a escolhida e, de acordo os dados da Tabela 7.6, alguns comentários podem ser feitos acerca de cada uma das soluções propostas.

**Tabela 7.6** – Avaliação de custos das alternativas de intervenção propostas para o córrego Baleares (Fonte: SEEBLA - base: março de 2002).

<b>Intervenção</b>	<b>Alternativa 01</b>	<b>Alternativa 02</b>	<b>Alternativa 03</b> <b>(adotada)</b>
	<b>(R\$)</b>	<b>(R\$)</b>	<b>(R\$)</b>
Serviços preliminares	27.171,00	27.171,00	27.171,00
Sistema de drenagem	447.075,00	677.017,00	545.925,00
Sistema viário	953.261,00	847.202,00	555.069,00
Contenção/ estabilização de margens	292.378,00	424.915,00	424.915,00
Contenção de deslizamentos de encostas	424.660,00	424.660,00	424.660,00
Áreas de uso social/ preservação	81.392,00	584.349,00	523.220,00
Sistema de esgotamento sanitário	161.688,00	161.688,00	161.688,00
Desapropriação	918.000,00	832.500,00	710.500,00
Remoção	858.814,00	832.500,00	546.814,00
<b>Total</b>	<b>4.164.439,00</b>	<b>4.812.002,00</b>	<b>3.919.962,00</b>

Conforme pode ser observado, os itens de maior envergadura são os relativos à implantação do sistema viário e à desapropriação e remoção da população. Nesses dois quesitos, a alternativa adotada apresenta um custo relativamente inferior em relação às demais soluções, visto que procura compatibilizar a manutenção da calha natural com a implantação da malha viária e um mínimo de desapropriações e remoções.

No caso da criação de áreas de preservação e convívio social, a alternativa 02 apresenta o custo mais elevado, seguida pela de número 03 (adotada). No entanto, para a comparação entre as alternativas utilizando-se a metodologia proposta, considerou-se que todas elas promoveriam a criação de praticamente todos os itens relacionados ao indicador de áreas e equipamentos urbanos e de lazer. Isso quer dizer que, hipoteticamente, o custo de todas as alternativas seria quase o mesmo.

Entretanto, mesmo para a situação real de custo apresentada na Tabela 20, a alternativa 03 apresenta-se economicamente a mais viável, justificando financeiramente a sua adoção. Desse

modo, paralelamente aos ganhos sociais e ambientais promovidos por essa solução, seu custo de implantação assegura que essa é a melhor opção.

### 7.2.3. Córrego Bom Retiro

Para o córrego Bom Retiro foram analisadas quatro alternativas de intervenção, conforme visto no capítulo anterior. A Tabela 7.7 abaixo apresenta o resultado de cada solução em função das visões neutra, tecnicista e ambientalista. A análise completa dessas avaliações encontra-se no Apêndice 06.

**Tabela 7.7** – Avaliação das alternativas de intervenção para o córrego Bom Retiro.

Visão	Alternativa			
	Desejável	01	02 (adotada)	03
Neutra	+117,07	+125,70	+25,75	+10,56
Tecnicista	+111,66	+112,92	+45,55	+35,44
Ambientalista	+128,23	+142,99	+16,17	-5,10

Sob o enfoque da avaliação neutra, a alternativa 01 apresenta a maior pontuação dentre as demais, seguida pelas alternativas desejável, 02 e 03. Uma vez que a alternativa desejável prevê a compatibilização entre manutenção do curso de água nas condições mais naturais possíveis com a necessidade de implantação de sistema viário e remoção da população, a área destinada a sua intervenção é inferior à da solução 01. Conseqüentemente, sua pontuação fica prejudicada em relação àquela, uma vez que os quesitos relacionados à disponibilidade de área existente - como áreas verdes, diversidade de habitats e áreas de lazer - recebem uma pontuação inferior.

No entanto, no item relacionado à desapropriação e remoção da população, a alternativa desejável supera em muito a alternativa 01, promovendo uma situação de equilíbrio, onde a redução da pontuação de determinados indicadores é compensada pelo aumento do indicador ora mencionado.

Ainda, nota-se que a alternativa adotada é bem inferior à condição desejável de intervenção, apresentando impactos negativos em praticamente todos os itens avaliados. Apenas no que se refere à proliferação de insetos, sua pontuação foi superior à da solução desejável, sendo que,

no restante, suas notas foram praticamente as mesmas. Esse mesmo raciocínio se aplica para a avaliação da alternativa 03 e sua comparação com as demais.

Conforme ocorrido nos estudos anteriores, a melhora dos critérios técnicos em contraposição aos ambientais implica em um aumento da pontuação das alternativas baseadas na adoção de soluções tradicionais de intervenção em cursos de água.

Paralelamente, as alternativas que se voltam para uma intervenção que busca a recuperação e preservação das condições naturais do córrego têm suas notas reduzidas em função da penalização dos indicadores ambientais e do benefício concedido aos indicadores mais técnicos.

Cabe ressaltar que a distância entre as alternativas 02 e 03 e a alternativa desejável diminui com a adoção do enfoque tecnicista, o que significa que a adoção dessa visão aproxima as soluções com embasamento mais técnico da solução de intervenção desejável.

No caso da avaliação ambientalista, ocorre um ligeiro aumento das pontuações das alternativas desejável e 01 e uma significativa redução das demais.

A pontuação da alternativa 03 diminui substancialmente em relação à avaliação neutra e se deve, principalmente, aos impactos negativos decorrentes da retificação do canal e seu revestimento em concreto, item altamente penalizado diante da visão ambientalista. Ademais, os impactos negativos associados a esse tipo de solução se tornam ainda piores quando se privilegia os indicadores ambientais. Nesse caso, a adoção da alternativa 03 configuraria uma situação ainda pior do que a condição diagnosticada no local, ainda que fosse efetuado o controle de inundações.

Assim como para os demais estudos de caso apresentados, a ordenação das soluções, no que se refere à sua pontuação, permanece a mesma para todas as avaliações realizadas.

### **7.3 Considerações finais**

De acordo com as diversas avaliações realizadas e resultados apresentados, pode-se concluir que a metodologia proposta é sensível e robusta. Nesse sentido, ao passo que as pontuações das alternativas podem variar bastante em função da avaliação qualitativa de cada indicador, a ordenação final das soluções propostas mantém-se praticamente a mesma em todos os casos estudados.

No tocante à sensibilidade, nota-se a importância de uma avaliação criteriosa e coerente das soluções, uma vez que uma análise pouco apurada pode alterar significativamente o resultado final da avaliação, podendo até mesmo comprometer a colocação das soluções em relação umas às outras.

O estudo de caso relativo ao córrego Baleares apresenta interesse particular devido ao fato da necessidade de sua subdivisão em trechos homogêneos, o que permitiu uma comparação entre a avaliação global e parcial (por trechos) das alternativas propostas. Nesse caso, evidencia-se a possibilidade de proposição de outra alternativa, resultado da combinação das melhores soluções propostas para cada trecho. Nesse sentido, esse estudo demonstrou a possibilidade de um outro desdobramento da metodologia proposta, voltada para cursos de água que apresentem condições distintas ao longo de sua extensão, permitindo que novas soluções sejam criadas a partir da avaliação das demais, o que a torna ainda mais interessante.

Cabe ainda ressaltar a importância de uma análise de custos das soluções propostas, principalmente nos casos em que a pontuação das alternativas é relativamente próxima, o que permitiria a escolha de soluções dentro de um contexto mais amplo e realista.

## 8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O desenvolvimento da presente pesquisa permitiu a avaliação da metodologia proposta para seleção de alternativas de intervenção em cursos de água e a identificação de importantes desdobramentos e perspectivas de continuação do trabalho. Nesse sentido, alguns itens considerados de relevante interesse merecem ser destacados.

Em primeiro lugar, é importante destacar que todos os objetivos propostos pela pesquisa foram alcançados, ou seja, uma metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas – baseada na proposição e agregação de indicadores de impacto - foi desenvolvida e verificada (por meio da realização de estudos de caso).

No tocante à proposição dos indicadores, foi realizada uma vasta pesquisa bibliográfica com o intuito de se encontrar publicações relacionadas ao tema. Entretanto, para a avaliação de alternativas de intervenção em rios e córregos, não foram encontrados trabalhos similares, o que tornou o desenvolvimento metodológico desta pesquisa bastante complexo e desafiador.

Foram propostos doze indicadores de desempenho visando-se avaliar impactos no curso de água, hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais, decorrentes da adoção de diferentes alternativas de intervenção. Acredita-se que os indicadores propostos conseguiram englobar os principais impactos decorrentes de intervenções em cursos de água, não tendo sido observada, ao longo do desenvolvimento dos estudos de caso, a necessidade de inclusão de novos critérios de avaliação no tocante à avaliação de desempenho das soluções. Outros indicadores relevantes para uma análise mais completa das alternativas, como os relacionados a custos, deverão ser abordados em uma pesquisa mais ampla.

Os indicadores propostos foram avaliados por 17 profissionais envolvidos com a questão e receberam notas de acordo com a sua importância em relação aos demais. Essa pesquisa foi efetuada através de um formulário onde se pedia, além da pontuação dos indicadores, sugestões a respeito da metodologia proposta.

A sugestão por parte de alguns entrevistados de inclusão de indicadores relacionados à coleta de lixo e redes de esgoto, por exemplo, não se enquadra no âmbito da metodologia proposta, que considera como escala de análise somente trechos de cursos de água e suas áreas ribeirinhas, e não a área da bacia como unidade de estudo. No entanto, todas as considerações

apontadas foram extremamente válidas e são muito pertinentes em um sentido amplo, quando se leva em conta a bacia como escala espacial de análise.

Esse tipo de avaliação global - onde se faz fundamental a avaliação e a relação entre os principais aspectos intervenientes na área da bacia e os cursos de água - merece ser tratado em uma tese de doutorado, visto a sua complexidade e área de abrangência. Dessa forma, abre-se a perspectiva de desenvolvimento de um trabalho extremamente rico e importante na área de recursos hídricos.

Ainda no tocante aos indicadores, foi observada, por parte dos entrevistados, a redundância de alguns deles na sua formulação inicial, como aqueles relacionados aos impactos hidrológicos/hidráulicos (condições vulnerabilidade e inundações no local, a montante e a jusante, e impacto sobre as vazões de jusante). Dessa maneira, esses indicadores foram reformulados, de forma a se evitar a possibilidade de uma avaliação redundante.

No que se refere à ponderação dos indicadores pelos diversos entrevistados, observa-se que a diversidade dos resultados obtidos reforça as tendências de subjetividade das análises. No entanto, apesar de pontuações muitas vezes distantes, foi quase um consenso que os impactos hidrológicos/hidráulicos devem merecer uma atenção especial em relação aos demais.

Ressalta-se aqui a importância da inclusão da população como parte dos entrevistados da pesquisa, uma vez que a sua percepção acerca dos problemas a serem solucionados e possíveis impactos a serem gerados é de fundamental importância para a elaboração de propostas compatíveis com a realidade local. Ainda, observa-se que a sua participação nas etapas de diagnóstico das condições locais, formulação de soluções e manutenção das obras é de crucial importância para o sucesso das intervenções a serem realizadas.

Quanto à agregação dos indicadores, a metodologia adotada fundamentou-se em simples ponderação, sendo a cada indicador atribuída uma nota em função da sua importância dentro da avaliação global de impactos, de acordo com os resultados obtidos nas entrevistas. A utilização de metodologias mais elaboradas de agregação seria interessante, permitindo uma comparação e o refinamento dos resultados obtidos. Esta é uma perspectiva que se abre com o presente trabalho.

Com vistas a avaliar a robustez da metodologia proposta foram sugeridas duas novas possibilidades de avaliação de alternativas de intervenção, baseadas nos enfoques “tecnicista” e “ambientalista”, resultados da variação do desvio padrão dos indicadores, dentro de limites pré-estabelecidos.

De acordo com os estudos de caso realizados foi possível observar que, mesmo com a variação da ótica em análise, a ordenação das soluções permaneceu praticamente a mesma, podendo-se comprovar, portanto, a robustez da metodologia. Vale destacar que, para todos os casos, as soluções que procuraram incorporar a variável ambiental e os conceitos de preservação das condições naturais do curso de água foram as mais bem pontuadas, apontando que esse tipo de abordagem deveria ser adotado em contraposição às soluções tradicionais de intervenção. Essa conclusão reforça a premissa inicial deste trabalho, de que as alternativas de intervenção que considerem a preservação das condições naturais de rios e córregos, dentro de uma ótica de integração de aspectos ambientais, sanitários, sociais, hidrológicos/ hidráulicos, dentre outros, devem ser priorizadas em relação às soluções tradicionais de intervenção.

No tocante à sensibilidade, nota-se que uma pequena variação na avaliação qualitativa dos indicadores pode ter conseqüências significativas, podendo até mesmo alterar a colocação da solução em análise em relação às demais. Dessa forma, é de fundamental importância uma análise muito criteriosa dos impactos decorrentes de cada solução, de forma a não se comprometer o resultado final da avaliação. Uma análise equivocada poderia, por exemplo, apontar erroneamente uma alternativa como a melhor, quando outra deveria ser considerada em seu lugar.

Nesse sentido, observa-se a possibilidade de refinamento da avaliação dos indicadores propostos, que em alguns casos poderão ser avaliados de forma quantitativa, diminuindo a subjetividade das análises. Nesses casos, haverá necessidade de uma avaliação mais apurada das condições do curso de água e da área da bacia, fazendo-se necessária a obtenção de dados mais precisos para a realização de cálculos e eventuais modelagens.

Outra vertente interessante seria a realização de uma análise individual de cada um dos indicadores propostos, de forma que sua representatividade e sensibilidade pudessem ser avaliadas.

Quanto à ampliação e continuidade dessa pesquisa, além das considerações previamente realizadas, puderam ser identificadas outras interessantes possibilidades, como a associação dos indicadores propostos com outros que considerem aspectos legais, custos de implantação, operação e manutenção das soluções assim como a sua eficiência energética, o que tornaria a avaliação das alternativas muito mais complexa, mas ao mesmo tempo mais realista e abrangente, contemplando diversos aspectos relevantes na tomada de decisão.

Nesse sentido, além dos indicadores de “desempenho” ora propostos e a serem reformulados, poderiam ser criadas três novas categorias de avaliação de impactos, conforme previamente mencionado. Em relação à avaliação da eficiência energética das soluções, ressalta-se a sua importância dentro do atual quadro de necessidade de conservação de energia, onde a escolha de qualquer tipo de solução ultrapassa a sua simples viabilidade técnica e financeira, tornando-se de fundamental importância a análise do seu ciclo de vida, dentre outros aspectos. Nesse contexto, desde que mudanças radicais se apresentaram no campo da energia, os últimos anos têm sido marcados por uma mudança de atitude frente a essa questão, onde novas posturas voltadas para a conservação e preservação do meio ambiente se impõem perante a sociedade e aos tomadores de decisão.

No tocante à categoria de indicadores legais, observa-se que a avaliação da viabilidade legal de implementação de alternativas de intervenção pode nortear a elaboração de soluções ou mesmo vetar os casos em processo de análise que se apresentem incompatíveis com as normas e legislações vigentes. Essa categoria se apresenta muito interessante, uma vez que permite uma avaliação da condição legal das propostas antes mesmo que outras análises ou projetos comecem a ser desenvolvidos.

Também interessante seria o estudo da vocação urbanística da área de intervenção, de forma a avaliá-la sob o ponto de vista de uso e ocupação do solo – local e da bacia/ atual ou proposto em lei (no caso de áreas ainda pouco consolidadas) – densidade demográfica, nível sócio-econômico da população, dentre outros, com o objetivo de delinear propostas de intervenção compatíveis com a situação específica de cada área de estudo.

Finalmente, pode-se dizer que a metodologia desenvolvida apresentou-se bastante satisfatória, permitindo nortear a escolha de soluções pré-estabelecidas, assim como construir novas alternativas de intervenção, podendo subsidiar as regulamentações específicas concernentes a

intervenções em cursos de água, apontando um possível caráter normativo. Acredita-se que a sua aplicação possa orientar tanto os profissionais envolvidos com a concepção de projetos quanto os órgãos ambientais, responsáveis pelo licenciamento ambiental desse tipo de intervenção.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAKAWA, S.; YOSHIDA, K.; YABE, K. Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, 68, p.167-182, 2004.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH, 2005. 226p.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. Sustainable development and urban stormwater management in the context of tropical developing countries. In: XXV CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25, 1996, México, v. IV, p. 523 – 529.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Superintendência de Desenvolvimento da Capital. Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural da Cidade de Belo Horizonte – Conceitos e Princípios. Belo Horizonte, 2001.

BERTRAND-KRAJEWSKI, J.L.; BARRAUD, S.; BARDIN, J.P. Uncertainties, performance and decision aid applied to stormwater facilities. *Urban Water*, v.4, p. 163-179, 2002.

BISCHOFF, A. Greenways as vehicles for expression. *Landscape and Urban Planning*, v.33, p.317-325, 1995.

BOSTELMANN, R.; BRAUKMANN, U.; BRIEM, E.; FLEISCHHACKER, T.; HUMBORG, G.; NADOLNY, I.; SCHEURLEN, K.; WEIBEL, U. An Approach to Classification of Natural Streams and Floodplains in South-west Germany. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 31-55.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Diretor Participativo: Guia para a Elaboração pelos Municípios e Cidadãos. 2ª edição. Brasília: Ministério das Cidades; Confea, 2005. 160 p.

CASTRO, L.M.A. *Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água*. 2007. 305 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CASTRO, L.M.A. *Proposição de indicadores para a avaliação de sistemas de drenagem urbana*. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

CASTRO, L.M.A.; BAPTISTA, M.B.; CORDEIRO NETTO, O.M. Análise multicritério para avaliação de sistemas de drenagem urbana – Proposição de indicadores e sistemática de estudo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.9, n.4, p.05-19, 2004.

CHERNICHARO, C.A. de L.; COSTA, A.M.L.M. da. Drenagem Pluvial. In: BARROS, R. T. de V. *et al. Saneamento*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. p. 161-179.

(FISRWG) FEDERAL INTERAGENCY STREAM CORRIDOR RESTORATION WORKING GROUP. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group, 2001. 637 p.: il.

HALE, B.W.; ADAMS, M.S. Ecosystem management and the conservation of river-floodplain systems. *Landscape and Urban Planning*, v.80, p.23-33, 2007.

HARADA, A. L.; CORDEIRO NETTO, O. M. Métodos Multicritério de auxílio à decisão. Texto de disciplinas do mestrado em tecnologia ambiental e recursos hídricos do departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Brasília. Brasília. 13p. 1999. *Apud* CASTRO, L.M.A.; BAPTISTA, M.B.; CORDEIRO NETTO, O.M. Análise multicritério para avaliação de sistemas de drenagem urbana – Proposição de indicadores e sistemática de estudo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.9, n.4, p.05-19, 2004.

HICKIE, D. Strategic Approaches to River Rehabilitation: the River Leen and the River Derwent, UK. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 149-158.

JASPERSE, P. Policy Networks and the Success of Lowland Stream Rehabilitation Projects in the Netherlands. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 13-29.

KOLSKY, P.; BUTLER, D. Performance indicators for urban storm drainage in developing countries. *Urban Water*, v.4, p. 137-144, 2002.

LANNA, A.E.L. Introdução. In: PORTO, R.L.L.; LANNA, A.E.L.; BRAGA Jr., B.P.F.; CIRILO, J.A.; FILHO, K.J.; GOBETTI, L.; AZEVEDO, L.G.T. de; BARROS, M.T.L. de; BARBOSA, P.S.F. *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Editora da UFGRS/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. p. 15-41.

MAIDMENT, D. R. (Editor). *Handbook of Hydrology*. New York: McGraw-Hill, Inc. 1992. *Apud* BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. Sustainable development and urban stormwater management in the context of tropical developing countries. In: XXV CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25, 1996, México, v. IV, p. 523 – 529.

MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Ed.) *Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1997. 415p. *Apud* CASTRO, L.M.A. *Proposição de indicadores para a avaliação de sistemas de drenagem urbana*. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e

Recursos Hídricos) — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

NASCIMENTO, N; MACHADO, M. L.; BAPTISTA, M.; PAULA E SILVA, A. de. The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context. *Urban Water Journal*, v.4, n° 3, p.195-210, 2007.

OLIVEIRA, L.M. de. Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos. Minerais do Paraná S.A. Curitiba – PR. 1998. 52p. *Apud* FENDRICH, R.; MALUCELLI, F.C. Macrodrenagem urbana: canais abertos versus canais fechados. *Revista Acadêmica Pontifícia Universidade Católica do Paraná*, v. XI, n. 1, p. 49- 59, 2000. Impresso.

PEREIRA, I.L.V. *Modelagem hidráulica bidimensional para estudos de revitalização de cursos de água*. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

POMPÊO, C.A. Drenagem Urbana Sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.5, n.1, p. 15-23, 2000.

PORTO, R.L. *et al.* Drenagem urbana. In: Hidrologia – Ciência e Aplicação. Coleção ABRH, v.4, UFRGS / EDUSP / ABRH, Porto Alegre – R.S., 1993. cap. 21, p. 805-875. *Apud* FENDRICH, R.; MALUCELLI, F. C. Macrodrenagem urbana: canais abertos versus canais fechados. *Revista Acadêmica Pontifícia Universidade Católica do Paraná*, v. XI, n. 1, p. 49-59, 2000. Impresso.

PORTO, R.L.L.; AZEVEDO, L.G.T, de. Sistemas de Suporte a Decisões Aplicados a Problemas de Recursos Hídricos. In: PORTO, R.L.L.; LANNA, A.E.L; BRAGA Jr., B.P.F; CIRILO, J.A; FILHO, K.J; GOBETTI, L; AZEVEDO, L.G.T; BARROS, M.T.L. de; BARBOSA, P.S.F. *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Editora da UFGRS/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. p. 43-95.

REICHERT, P.; BORSUK, M.; HOSTMANN, M.; SCHWEIZER, S.; SPORRI, C.; TOCKNER, K.; TRUFFER, B. Concepts of decision support for river rehabilitation. *Environmental Modelling & Software*, v.22, p. 188-201, 2007.

RIJEN, J. P. M. van. Practical Approaches of Nature Development: Let Nature Do Its Own Thing Again. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 113-130.

RILEY, A. L. *Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policemakers, and Citizens*. Washington, D.C.: Island Press, 1998. 423p.

ROHDE, S.; HOSTMANN, M.; PETER. A.; EWALD, K.C. Room for rivers: An integrative search strategy for floodplain restoration. *Landscape and Urban Planning*, v.78, p.50-70, 2006.

SELLES, I. M. *Revitalização de rios – orientação técnica*. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 78p.

SILVEIRA, A.L.L da. *Drenagem Urbana. Aspectos de Gestão*. Material didático do Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq). 2002. 1ª ed.

SIMONS, J; BOETERS, R. A Systematic Approach to Ecologically Sound River Bank Management. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 57-85.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n.1, p. 05-27, 2002.

TUCCI, C.E.M. Inundações e Drenagem Urbana. In: TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: ABRH, GWP, 2003. p 45-150.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. *Bahia Análise & Dados*, v.13, n. especial, p.357-370, 2003.

VERDONSCHOT, P.F.M.; SCHOT, J.A.; SCHEFFERS, M.R. Potentiele ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem. Onderveel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem, IBN-rapport 004, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen (in Dutch). *Apud* JASPERSE, P. Policy Networks and the Success of Lowland Stream Rehabilitation Projects in the Netherlands. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998. p. 13-29.

WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. Rehabilitation of degraded river habitat: an introduction. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998 A. p. 1-10.

WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. Preface. In: WADE, P.M.; LARGE, A.R.G.; WALL, L.C.de. *Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 1998 B, p. xi-xii.

WOHL, E., ANGERMEIER, P.L, BLEDSOE, B., KONDOLF, G.M., MacDONNEL, L., MERRITT, D. M., PALMER, M.A., POFF, N.L., TARBOTON, D. River Restoration. *Water Resources Research*, v. 41, w 10301, p.1-12, 2005.

## APÊNDICE 01

Quadros para avaliação das condições de cursos de água e de suas áreas ribeirinhas.

<b>a) Forma/ sinuosidade (planta)</b>	
	Natural
	Medianamente alterado
	Retificado ou muito alterado

<b>b) Leito e margens (seção)</b>				
<b>Configuração</b>		<b>Revestimento</b>		
		<b>Leito</b>	<b>Margem esquerda</b>	<b>Margem direita</b>
	Canal em condições naturais			
	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais			
	Canal em seção aberta, com margens alteradas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
	Canal em seção fechada			

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações no local****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	
Frequentes (1 vez ao ano)	
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-			-		
Assoreamento		-	-		-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo de água	Nas áreas ribeirinhas
Sim		
Não		

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo de água**

	Mata ciliar
	Vegetação nativa
	Vegetação alterada
	Gramíneas
	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

	Curso de água integrado à paisagem
	Curso de água não integrado à paisagem

### **h) Proliferação de insetos**

	Presença de insetos
--	---------------------

### **i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
	Ciclovia
	Quadras esportivas
	Playground
	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
	Área verde para uso da população
	Iluminação pública

### **j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda							
Direita							

## APÊNDICE 02



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Escola de Engenharia**



### **ATRIBUIÇÃO DE PESOS A INDICADORES DE IMPACTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO EM CURSOS DE ÁGUA EM ÁREAS URBANAS**

#### **INTRODUÇÃO**

A presente pesquisa está sendo realizada no trabalho de mestrado intitulado “Desenvolvimento de Metodologia para Avaliação de Intervenções em Cursos de Água em Áreas Urbanas”, em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

Esta pesquisa visa à proposição de uma metodologia para avaliação de intervenções em cursos de água em áreas urbanas, com o objetivo de subsidiar a tomada de decisão quanto a alternativas de projeto.

As alternativas de intervenção em cursos de água serão avaliadas quantos aos impactos decorrentes de sua adoção conforme categorias de impacto (no curso de água, hidrológicos/hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais) e respectivos indicadores.

A utilização dos indicadores estará vinculada a atribuição de pesos a cada um deles e, para tal, propõe-se que os entrevistados respondam as questões apresentadas neste formulário de pesquisa, sendo garantido o anonimato de cada participante.

Nesse sentido, a metodologia proposta para atribuição de pesos aos indicadores divide-se em duas etapas. Na primeira delas devem ser atribuídos pesos a cada um dos impactos da intervenção de forma que o somatório dos valores inferidos a cada um deles perfaça um total de 100 pontos. Posteriormente, a cada um dos indicadores correspondentes a cada categoria de impacto deve ser dada uma pontuação de acordo com a sua relevância dentro da categoria, de maneira que a soma dos pontos de todos os indicadores seja igual ao peso conferido a sua categoria de impacto.

Com a atribuição de pesos a cada categoria de impacto e respectivos indicadores poderá, então, ser realizada uma comparação entre diferentes alternativas de intervenção em cursos de água.

Solicitamos, portanto, que as questões a seguir sejam respondidas com a máxima atenção, após uma reflexão sobre o tema.

**QUESTÃO 1** – Atribuição de pesos às categorias de impacto e respectivos indicadores:

<b>Categoria</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso Categoria</b>	<b>Peso Indicador</b>
<b>Impactos no curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)		
	Leito e margens (seção)		
<b>Impactos hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições vulnerabilidade e inundações no local, a montante e a jusante		
	Impacto sobre as vazões de jusante		
<b>Impactos ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento		
	Diversidade de habitats		
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água		
	Impacto paisagístico		
<b>Impactos sanitários</b>	Proliferação de insetos		
<b>Impactos sociais</b>	Criação de áreas e equipamentos de lazer		
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população		
	Condições de circulação		
	Valorização financeira da área		
<b>Somatório dos pesos</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

**QUESTÃO 2** – Observações em relação à metodologia proposta:

1 - Seria interessante a proposição de outros indicadores ou a eliminação de algum dos propostos?

---



---



---



---



---

2 - Haveria algum comentário adicional a respeito da metodologia proposta?

---



---



---



---

3 – Formação profissional do entrevistado, área de atuação, instituição, endereço eletrônico.

---



---

## APÊNDICE 03

Relação dos profissionais entrevistados e respectivas instituições/ formação profissional:

<b>a) Forma/ sinuosidade (planta)</b>	
	Natural
X	Medianamente alterado
	Retificado ou muito alterado

Ademir Barbassa – UFSCar - Engenharia civil

André Lauriano – Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) – Engenharia civil

Fabiana Zanquetta – Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo – Arquitetura e urbanismo

Fábio Lima – Universidade Federal de Juiz de Fora – Arquitetura e Engenharia

Jefferson Oliveira - UNESP – Ilha Solteira - Engenharia civil

José Cláudio Junqueira – Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) - Engenharia civil

Jussanã Milograna – Universidade de Brasília - Engenharia civil

Leonardo Castro – Agência Nacional de Águas (ANA) – Engenharia civil

Luiz Yazaky – FCTH – USP - Engenharia civil

José Roberto Cabral – Consultor - Engenharia civil

Márcio Otávio Figueiredo – UFMG – Engenharia civil

Marcus Aurélio Soares Cruz – Prefeitura de Porto Alegre - Engenharia civil

Maria Teresa Diniz – Prefeitura de São Paulo – Arquitetura e urbanismo

Mônica Porto – Escola Politécnica da USP - Engenharia civil

Pedro Heller – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (SUDECAP) – Engenharia civil

Priscilla Moura – INSA de Lyon – Engenharia civil

Sidnei Gusmão – Consultor – Engenharia civil

## APÊNDICE 04 – CÓRREGO MERGULHÃO

### Diagnóstico das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas

<b>b) Leito e margens (seção) – leito menor</b>				
<b>Configuração</b>		<b>Revestimento</b>		
		<b>Leito</b>	<b>Margem esquerda</b>	<b>Margem direita</b>
	Canal em condições naturais			
X	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais	Vegetação natural	Vegetação natural	Vegetação natural
	Canal em seção aberta, com margens alteradas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
	Canal em seção fechada			

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**b) Leito e margens (seção) – leito maior**

Configuração	Revestimento		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Canal em condições naturais (não antropizado)			
Canal em seção aberta, com leito e paredes naturais			
X Canal em seção aberta, com margens alteradas	-	Vegetação alterada/ áreas degradadas	Vegetação alterada/ áreas degradadas
Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
Canal em seção fechada			

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações no local****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	X
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	-
Frequentes (1 vez ao ano)	-
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	-

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-	-	-	-	-	-
Assoreamento	X	-	-	X	-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo d'água	Nas áreas ribeirinhas
Sim	-	X
Não	X	-

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água**

-	Mata ciliar
-	Vegetação nativa
X	Vegetação alterada
-	Gramíneas
-	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

X	Curso de água integrado à paisagem
-	Curso de água não integrado à paisagem

**h) Proliferação de insetos**

X	Presença de insetos
---	---------------------

**i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

-	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
-	Ciclovias
-	Quadras esportivas
-	Playground
-	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
-	Área verde para uso da população
-	Iluminação pública

**j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda	-	X	-	X	-	-	X
Direita	-	X	-	X	-	-	X

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA DESEJÁVEL

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	0
Tipo de revestimento	+1
<b>Média</b>	+0,5
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	0
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA ADOTADA

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	0
Tipo de revestimento	-0,5
<b>Média</b>	-0,25
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	-0,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+0,85

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA HIPOTÉTICA

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	-1,5
Tipo de revestimento	-2
<b>Média</b>	-1,75

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1
Integração do curso de água a paisagem	-1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+0,35

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação NEUTRA das alternativas de intervenção

Indicador	Peso	Alternativa desejável		Alternativa adotada		Alternativa hipotética	
1	8	0	0,00	0	0,00	-1,50	-12,00
2	9,5	0,50	4,75	-0,25	-2,38	-1,75	-16,63
3	14,5	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	11,5	0	0,00	0	0,00	-0,25	-2,88
5	9	1,00	9,00	1,00	9,00	1,00	9,00
6	5,3	1,00	5,30	0,75	3,98	0,50	2,65
7	6,5	1,00	6,50	1,00	6,50	1,00	6,50
8	5,2	1,00	5,20	0,85	4,42	0,35	1,82
9	8	0	0,00	0	0,00	0,50	4,00
10	9,8	2,00	19,60	0	0,00	0	0,00
11	8,2	-0,50	-4,10	-0,50	-4,10	-0,50	-4,10
12	4,5	1,50	6,75	1,00	4,50	1,00	4,50
			<b>+53,00</b>		<b>+21,92</b>		<b>-7,13</b>

### Avaliação TECNICISTA das alternativas de intervenção

Indicador	Peso	Alternativa desejável		Alternativa adotada		Alternativa hipotética	
1	4,14	0	0,00	0	0,00	-1,50	-6,21
2	5,17	0,50	2,59	-0,25	-1,29	-1,75	-9,05
3	<b>18,74</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
4	<b>15,85</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,25</b>	<b>-3,96</b>
5	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>
6	2,34	1,00	2,34	0,75	1,76	0,50	1,17
7	4,53	1,00	4,53	1,00	4,53	1,00	4,53
8	4,71	1,00	4,71	0,85	4,00	0,35	1,65
9	8,00	0	0,00	0	0,00	0,50	4,00
10	9,80	2,00	19,60	0	0,00	0	0,00
11	<b>12,39</b>	<b>-0,50</b>	<b>-6,20</b>	<b>-0,50</b>	<b>-6,20</b>	<b>-0,50</b>	<b>-6,20</b>
12	2,35	1,50	3,53	1,00	2,35	1,00	2,35
			<b>+43,08</b>		<b>+17,13</b>		<b>+0,26</b>

### Avaliação AMBIENTALISTA das alternativas de intervenção

Indicador	Peso	Alternativa desejável		Alternativa adotada		Alternativa hipotética	
1	8,00	0	0,00	0	0,00	-1,50	-12,00
<b>2</b>	<b>13,83</b>	<b>0,50</b>	<b>6,92</b>	<b>-0,25</b>	<b>-3,46</b>	<b>-1,75</b>	<b>-24,20</b>
3	12,26	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	11,50	0	0,00	0	0,00	-0,25	-2,88
<b>5</b>	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>	<b>1,00</b>	<b>11,98</b>
<b>6</b>	<b>8,26</b>	<b>1,00</b>	<b>8,26</b>	<b>0,75</b>	<b>6,20</b>	<b>0,50</b>	<b>4,13</b>
<b>7</b>	<b>8,47</b>	<b>1,00</b>	<b>8,47</b>	<b>1,00</b>	<b>8,47</b>	<b>1,00</b>	<b>8,47</b>
8	5,20	1,00	5,20	0,85	4,42	0,35	1,82
9	8,00	0	0,00	0	0,00	0,50	4,00
10	6,14	2,00	12,28	0	0,00	0	0,00
11	4,01	-0,50	-2,01	-0,50	-2,01	-0,50	-2,01
12	2,35	1,50	3,53	1,00	2,35	1,00	2,35
			<b>+54,63</b>		<b>+27,95</b>		<b>-8,34</b>

Legenda de indicadores:

- 1- Forma/ sinuosidade (planta)
- 2- Leito e margens (seção)
- 3- Condições de vulnerabilidade e inundações no local
- 4- Impacto sobre as vazões de jusante
- 5- Processos de erosão e assoreamento
- 6- Diversidade de habitats
- 7- Áreas verdes adjacentes ao corpo de água
- 8- Impacto paisagístico
- 9- Proliferação de insetos
- 10- Áreas/ equipamentos urbanos e de lazer
- 11- Desapropriação, remoção e reassentamento da população
- 12- Valorização financeira da área

## APÊNDICE 05 – CÓRREGO BALEARES

### Diagnóstico das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas

Diagnóstico do trecho 01:

a) Forma/ sinuosidade (planta)	
	Natural
	Medianamente alterado
X	Retificado ou muito alterado

Configuração		Revestimento		
		Leito	Margem esquerda	Margem direita
	Canal em condições naturais			
	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais			
	Canal em seção aberta, com margens alteradas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
X	Canal em seção fechada	Concreto	Concreto	Concreto

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	X
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	-
Frequentes (1 vez ao ano)	-
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	-

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-	-	-	-	-	-
Assoreamento	X	-	-	-	-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo d'água	Nas áreas ribeirinhas
Sim	-	-
Não	X	X

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água**

-	Mata ciliar
-	Vegetação nativa
-	Vegetação alterada
-	Gramíneas
X	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

-	Curso de água integrado à paisagem
X	Curso de água não integrado à paisagem

**h) Proliferação de insetos**

-	Presença de insetos
---	---------------------

**i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

-	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
-	Ciclovia
-	Quadras esportivas
-	Playground
-	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
-	Área verde para uso da população
-	Iluminação pública

**j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda	X	X	-	-	-	-	-
Direita	-	X	-	-	-	X	X

Diagnóstico do trecho 02:

<b>a) Forma/ sinuosidade (planta)</b>	
	Natural
X	Medianamente alterado
	Retificado ou muito alterado

<b>b) Leito e margens (seção)</b>				
<b>Configuração</b>		<b>Revestimento</b>		
		<b>Leito</b>	<b>Margem esquerda</b>	<b>Margem direita</b>
	Canal em condições naturais			
	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais			
X	Canal em seção aberta, com margens alteradas	Vegetação alterada	Vegetação alterada	Vegetação alterada
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
	Canal em seção fechada			

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	X
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	-
Frequentes (1 vez ao ano)	-
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	-

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante (trecho 01)		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-	X	X	-	-	-
Assoreamento	X	-	-	X	-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo d'água	Nas áreas ribeirinhas
Sim	-	-
Não	X	X

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água**

-	Mata ciliar
-	Vegetação nativa
X	Vegetação alterada
X	Gramíneas
-	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

X	Curso de água integrado à paisagem
-	Curso de água não integrado à paisagem

**h) Proliferação de insetos**

-	Presença de insetos
---	---------------------

**i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

-	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
-	Ciclovia
-	Quadras esportivas
-	Playground
-	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
-	Área verde para uso da população
-	Iluminação pública

**j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda	X	X	-	-	-	-	-
Direita	-	X	-	-	-	X	X

Diagnóstico do trecho 03:

<b>a) Forma/ sinuosidade (planta)</b>	
	Natural
X	Medianamente alterado
	Retificado ou muito alterado

<b>b) Leito e margens (seção)</b>				
<b>Configuração</b>		<b>Revestimento</b>		
		<b>Leito</b>	<b>Margem esquerda</b>	<b>Margem direita</b>
	Canal em condições naturais			
	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais			
X	Canal em seção aberta, com margens alteradas	Vegetação alterada	Vegetação alterada	Vegetação alterada
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
	Canal em seção fechada			

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	X
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	-
Frequentes (1 vez ao ano)	-
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	-

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante (trecho 02)		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-	X	X	-	X	X
Assoreamento	X	-	-	X	-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo d'água	Nas áreas ribeirinhas
Sim	-	-
Não	X	X

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água**

-	Mata ciliar
X	Vegetação nativa
X	Vegetação alterada
X	Gramíneas
-	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

X	Curso de água integrado à paisagem
-	Curso de água não integrado à paisagem

**h) Proliferação de insetos**

X	Presença de insetos
---	---------------------

**i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

-	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
-	Ciclovias
-	Quadras esportivas
-	Playground
-	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
-	Área verde para uso da população
-	Iluminação pública

**j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda	-	X	-	-	-	-	X
Direita	-	X	-	-	-	-	X

**Avaliação de impactos da ALTERNATIVA DESEJÁVEL (trecho 02)**

**Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,5
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

**Avaliação de impacto paisagístico**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovias	+2
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	+1,15
(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2	

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA DESEJÁVEL (trecho 03)

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 01 (trecho 02)

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	0
	Leito e margens (seção)	+1,5
<b>Hidrológicos/hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	0
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+1,25
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+1,25
	Impacto paisagístico	+1,5
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+0,57
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1,5
	Valorização financeira da área	+1

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+0,57</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 01 (trecho 03)

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	-1
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	<b>+0,25</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+2
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	<b>+1,65</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto na criação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer

Impacto	Pontuação
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	+2
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	+1,14

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 02 (trecho 02)

Impactos	Indicador	Nota
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	-1
	Leito e margens (seção)	+1,25
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	0
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+0,75
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+0,75
	Impacto paisagístico	+1,5
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+0,57
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1
	Valorização financeira da área	+1

---

**Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,25

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto paisagístico**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovias	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	+0,57

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 02 (trecho 03)

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	0
	Leito e margens (seção)	+1,5
<b>Hidrológicos/hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	0
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+1,5
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+1,5
	Impacto paisagístico	+1,25
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+1,14
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1,25
	Valorização financeira da área	+1,25

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,25
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1
<b>Média</b>	+1,25

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto na criação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovía	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	+2
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+1,14</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 03 - ADOTADA (trecho 02)**

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	-0,5
	Leito e margens (seção)	+1,38
<b>Hidrológicos/hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	0
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+1
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+1
	Impacto paisagístico	+1,5
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+0,57
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-0,5
	Valorização financeira da área	+1

---

**Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,25
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,38

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto paisagístico**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovias	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	+0,57

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

**Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 03 - ADOTADA (trecho 03)**

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	0
	Leito e margens (seção)	+1,5
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	0
	Impacto sobre as vazões de jusante	0
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+1,5
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+1,75
	Impacto paisagístico	+1,25
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+1,71
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1,4
	Valorização financeira da área	+1,5

**Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto paisagístico**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,25
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1
<b>Média</b>	+1,25

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto na criação de áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	+2
Quadras esportivas	0
Playground	+2
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	+2
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+1,71</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impactos da ALTERNATIVA HIPOTÉTICA (trechos 02 e 03)****Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	-1,5
Tipo de revestimento	-2
<b>Média</b>	<b>-1,75</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto paisagístico**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1
Integração do curso de água a paisagem	-1,5
Vegetação nativa	-0,25
<b>Média</b>	<b>-0,25</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	0
Ciclovia	0
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+0,28</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**PONDERAÇÃO DOS TRECHOS 02 E 03**

<b>Alternativa DESEJÁVEL</b>			<b>Alternativa 01</b>		
<b>Trecho 02</b>	<b>Trecho 03</b>	<b>Média</b>	<b>Trecho 02</b>	<b>Trecho 03</b>	<b>Média</b>
0	0	0	0	-1,00	-0,29
1,50	1,50	1,50	1,50	0,25	1,14
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0,25	0,07
2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,25	1,75	1,40	1,25	2,00	1,47
1,25	2,00	1,47	1,25	1,50	1,32
1,50	1,50	1,50	1,50	1,65	1,54
1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	0,42
1,15	2,00	1,40	0,57	1,14	0,74
-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,25	-1,43
1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,15

Alternativa 02			Alternativa 03 (adotada)		
Trecho 02	Trecho 03	Média	Trecho 02	Trecho 03	Média
-1,00	0	-0,71	-0,50	0	-0,35
1,25	1,50	1,32	1,38	1,50	1,41
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,75	1,50	0,97	1,00	1,50	1,15
0,75	1,50	0,97	1,00	1,75	1,22
1,50	1,25	1,43	1,50	1,25	1,43
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,57	1,14	0,74	0,57	1,71	0,90
-1,00	-1,25	-1,07	-0,50	-1,40	-0,76
1,00	1,25	1,07	1,00	1,50	1,15

Alternativa HIPOTÉTICA		
Trecho 02	Trecho 03	Média
-1,50	-1,50	-1,50
-1,75	-1,75	-1,75
0	0	0
-1,00	-1,00	-1,00
2,00	2,00	2,00
-1,00	-1,00	-1,00
-1,00	-1,50	-1,15
-0,25	-0,25	-0,25
1,50	1,50	1,50
0,28	0,28	0,28
-0,50	-0,50	-0,50
1,50	1,50	1,50

### Avaliação NEUTRA das alternativas de intervenção

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	-0,29	-2,32	-0,71	-5,68	-0,35	-2,80	-1,50
2	1,50	14,25	1,14	10,83	1,32	12,54	1,41	13,40	-1,75	-16,63
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,07	0,81	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00
6	1,40	7,42	1,47	7,79	0,97	5,14	1,15	6,10	-1,00	-5,30
7	1,47	9,56	1,32	8,58	0,97	6,30	1,22	7,93	-1,15	-7,48
8	1,50	7,80	1,54	8,00	1,43	7,44	1,43	7,44	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	0,42	3,36	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,40	13,72	0,74	7,25	0,74	7,25	0,90	8,82	0,28	2,74
11	-1,50	-12,30	-1,43	-11,73	-1,07	-8,77	-0,76	-6,23	-0,50	-4,10
12	1,50	6,75	1,15	5,18	1,07	4,82	1,15	5,18	1,50	6,75
		<b>+73,20</b>		<b>+55,75</b>		<b>+55,04</b>		<b>+65,84</b>		<b>-18,82</b>

### Avaliação NEUTRA das alternativas de intervenção para o trecho 02

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	0	0	-1,00	-8,00	-0,50	-4,00	-1,50
2	1,50	14,25	1,50	14,25	1,25	11,88	1,38	13,11	-1,75	-16,63
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00
6	1,25	6,63	1,25	6,63	0,75	3,98	1,00	5,30	-1,00	-5,30
7	1,25	8,13	1,25	8,13	0,75	4,88	1,00	6,50	-1,00	-6,50
8	1,50	7,80	1,50	7,80	1,50	7,80	1,50	7,80	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,15	11,27	0,57	5,59	0,57	5,59	0,57	5,59	0,28	2,74
11	-1,50	-12,30	-1,50	-12,30	-1,00	-8,20	-0,50	-4,10	-0,50	-4,10
12	1,50	6,75	1,00	4,50	1,00	4,50	1,00	4,50	1,50	6,75
		<b>+68,53</b>		<b>+60,60</b>		<b>+48,43</b>		<b>+60,70</b>		<b>-17,84</b>

### Avaliação NEUTRA das alternativas de intervenção para o trecho 03

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	-1,00	-8,00	0	0	0	0	-1,50
2	1,50	14,25	0,25	2,38	1,50	14,25	1,50	14,25	-1,75	-16,63
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
4	0	0	0,25	2,88	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00
6	1,75	9,28	2,00	10,60	1,50	7,95	1,50	7,95	-1,00	-5,30
7	2,00	13,00	1,50	9,75	1,50	9,75	1,75	11,38	-1,50	-9,75
8	1,50	7,80	1,65	8,58	1,25	6,50	1,25	6,50	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	-1,00	-8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	2,00	19,60	1,14	11,17	1,14	11,17	1,71	16,76	0,28	2,74
11	-1,50	-12,30	-1,25	-10,25	-1,25	-10,25	-1,40	-11,48	-0,50	-4,10
12	1,50	6,75	1,50	6,75	1,25	5,63	1,50	6,75	1,50	6,75
		<b>+84,38</b>		<b>+43,86</b>		<b>+71,00</b>		<b>+78,11</b>		<b>-27,83</b>

### Avaliação TECNICISTA das alternativas de intervenção

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	-0,29	-1,20	-0,71	-2,94	-0,35	-1,45	-1,50
2	1,50	7,76	1,14	5,89	1,32	6,82	1,41	7,29	-1,75	-9,05
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,07	1,11	0	0	0	0	-1,00	-15,85
5	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96
6	1,40	3,28	1,47	3,44	0,97	2,27	1,15	2,69	-1,00	-2,34
7	1,47	6,66	1,32	5,98	0,97	4,39	1,22	5,53	-1,15	-5,21
8	1,50	7,07	1,54	7,25	1,43	6,74	1,43	6,74	-0,25	-1,18
9	1,00	8,00	0,42	3,36	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,40	13,72	0,74	7,25	0,74	7,25	0,90	8,82	0,28	2,74
11	-1,50	-18,59	-1,43	-17,72	-1,07	-13,26	-0,76	-9,42	-0,50	-6,20
12	1,50	3,53	1,15	2,70	1,07	2,51	1,15	2,70	1,50	3,53
		<b>+55,39</b>		<b>+42,02</b>		<b>+45,74</b>		<b>+54,86</b>		<b>-3,81</b>

**Avaliação TECNICISTA das alternativas de intervenção para o trecho 02**

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	0	0	-1,00	-4,14	-0,50	-2,07	-1,50
2	1,50	7,76	1,50	7,76	1,25	6,46	1,38	7,13	-1,75	-9,05
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,00	-15,85
5	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96
6	1,25	2,93	1,25	2,93	0,75	1,76	1,00	2,34	-1,00	-2,34
7	1,25	5,66	1,25	5,66	0,75	3,40	1,00	4,53	-1,00	-4,53
8	1,50	7,07	1,50	7,07	1,50	7,07	1,50	7,07	-0,25	-1,18
9	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,15	11,27	0,57	5,59	0,57	5,59	0,57	5,59	0,28	2,74
11	-1,50	-18,59	-1,50	-18,59	-1,00	-12,39	-0,50	-6,20	-0,50	-6,20
12	1,50	3,53	1,00	2,35	1,00	2,35	1,00	2,35	1,50	3,53
		+51,59		+44,73		+42,06		+52,70		-3,13

**Avaliação TECNICISTA das alternativas de intervenção para o trecho 03**

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	-1,00	-4,14	0	0	0	0	-1,50
2	1,50	7,76	0,25	1,29	1,50	7,76	1,50	7,76	-1,75	-9,05
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,25	3,96	0	0	0	0	-1,00	-15,85
5	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96	2,00	23,96
6	1,75	4,10	2,00	4,68	1,50	3,51	1,50	3,51	-1,00	-2,34
7	2,00	9,06	1,50	6,80	1,50	6,80	1,75	7,93	-1,50	-6,80
8	1,50	7,07	1,65	7,77	1,25	5,89	1,25	5,89	-0,25	-1,18
9	1,00	8,00	-1,00	-8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	2,00	19,60	1,14	11,17	1,14	11,17	1,71	16,76	0,28	2,74
11	-1,50	-18,59	-1,25	-15,49	-1,25	-15,49	-1,40	-17,35	-0,50	-6,20
12	1,50	3,53	1,50	3,53	1,25	2,94	1,50	3,53	1,50	3,53
		+64,49		+35,53		+54,54		+59,99		-8,91

**Avaliação AMBIENTALISTA das alternativas de intervenção**

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	-0,29	-2,32	-0,71	-5,68	-0,35	-2,80	-1,50
2	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>1,14</b>	<b>15,77</b>	<b>1,32</b>	<b>18,26</b>	<b>1,41</b>	<b>19,50</b>	<b>-1,75</b>	<b>-24,20</b>
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,07	0,81	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>
6	<b>1,40</b>	<b>11,56</b>	<b>1,47</b>	<b>12,14</b>	<b>0,97</b>	<b>8,01</b>	<b>1,15</b>	<b>9,50</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,26</b>
7	<b>1,47</b>	<b>12,45</b>	<b>1,32</b>	<b>11,18</b>	<b>0,97</b>	<b>8,22</b>	<b>1,22</b>	<b>10,33</b>	<b>-1,15</b>	<b>-9,74</b>
8	1,50	7,80	1,54	8,01	1,43	7,44	1,43	7,44	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	0,42	3,36	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,40	8,60	0,74	4,54	0,74	4,54	0,90	5,53	0,28	1,72
11	-1,50	-6,02	-1,43	-5,73	-1,07	-4,29	-0,76	-3,05	-0,50	-2,01
12	1,50	3,53	1,15	2,70	1,07	2,51	1,15	2,70	1,50	3,53
		<b>+90,63</b>		<b>+74,42</b>		<b>+70,97</b>		<b>+81,11</b>		<b>-27,80</b>

**Avaliação AMBIENTALISTA das alternativas de intervenção para o trecho 02**

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
	1	0	0	0	0	-1,00	-8,00	-0,50	-4,00	-1,50
2	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>1,25</b>	<b>17,29</b>	<b>1,38</b>	<b>19,09</b>	<b>-1,75</b>	<b>-24,20</b>
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>
6	<b>1,25</b>	<b>10,33</b>	<b>1,25</b>	<b>10,33</b>	<b>0,75</b>	<b>6,20</b>	<b>1,00</b>	<b>8,26</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,26</b>
7	<b>1,25</b>	<b>10,59</b>	<b>1,25</b>	<b>10,59</b>	<b>0,75</b>	<b>6,35</b>	<b>1,00</b>	<b>8,47</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,47</b>
8	1,50	7,80	1,50	7,80	1,50	7,80	1,50	7,80	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	1,15	7,06	0,57	3,50	0,57	3,50	0,57	3,50	0,28	1,72
11	-1,50	-6,02	-1,50	-6,02	-1,00	-4,01	-0,50	-2,01	-0,50	-2,01
12	1,50	3,53	1,00	2,35	1,00	2,35	1,00	2,35	1,50	3,53
		<b>+86,00</b>		<b>+81,26</b>		<b>+63,44</b>		<b>+75,42</b>		<b>-26,53</b>

### Avaliação AMBIENTALISTA das alternativas de intervenção para o trecho 03

Ind.	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03 (adotada)		Alternativa hipotética	
1	0	0	-1,00	-8,00	0	0	0	0	-1,50	-12,00
2	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>0,25</b>	<b>3,46</b>	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>1,50</b>	<b>20,75</b>	<b>-1,75</b>	<b>-24,20</b>
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,25	2,88	0	0	0	0	-1,00	-11,50
5	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>
6	<b>1,75</b>	<b>14,46</b>	<b>2,00</b>	<b>16,52</b>	<b>1,50</b>	<b>12,39</b>	<b>1,50</b>	<b>12,39</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,26</b>
7	<b>2,00</b>	<b>16,94</b>	<b>1,50</b>	<b>12,71</b>	<b>1,50</b>	<b>12,71</b>	<b>1,75</b>	<b>14,82</b>	<b>-1,50</b>	<b>-12,71</b>
8	1,50	7,80	1,65	8,58	1,25	6,50	1,25	6,50	-0,25	-1,30
9	1,00	8,00	-1,00	-8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,50	12,00
10	2,00	12,28	1,14	7,00	1,14	7,00	1,71	10,50	0,28	1,72
11	-1,50	-6,02	-1,25	-5,01	-1,25	-5,01	-1,40	-5,61	-0,50	-2,01
12	1,50	3,53	1,50	3,53	1,25	2,94	1,50	3,53	1,50	3,53
		<b>+101,70</b>		<b>+57,63</b>		<b>+89,24</b>		<b>+94,84</b>		<b>-30,77</b>

Legenda de indicadores:

- 1- Forma/ sinuosidade (planta)
- 2- Leito e margens (seção)
- 3- Condições de vulnerabilidade e inundações no local
- 4- Impacto sobre as vazões de jusante
- 5- Processos de erosão e assoreamento
- 6- Diversidade de habitats
- 7- Áreas verdes adjacentes ao corpo de água
- 8- Impacto paisagístico
- 9- Proliferação de insetos
- 10- Áreas/ equipamentos urbanos e de lazer
- 11- Desapropriação, remoção e reassentamento da população
- 12- Valorização financeira da área

## APÊNDICE 06 – CÓRREGO BOM RETIRO

### Diagnóstico das condições do curso de água e das áreas ribeirinhas

<b>a) Forma/ sinuosidade (planta)</b>	
	Natural
X	Medianamente alterado
	Retificado ou muito alterado

<b>b) Leito e margens (seção)</b>				
<b>Configuração</b>		<b>Revestimento</b>		
		<b>Leito</b>	<b>Margem esquerda</b>	<b>Margem direita</b>
	Canal em condições naturais			
X	Canal em seção aberta, com leito e margens naturais	Vegetação	Vegetação	Vegetação
	Canal em seção aberta, com margens alteradas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens parcialmente revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito natural e margens revestidas			
	Canal em seção aberta, com leito e margens revestidos			
	Canal em seção fechada			

Observação: caso o revestimento do leito maior seja diferente do apresentado no leito menor, repetir o preenchimento deste quadro.

**c) Condições de vulnerabilidade e inundações no local****Frequência de inundações com danos**

Raras ou pouco frequentes	-
Ocasionais (entre 2 e 10 anos)	-
Frequentes (1 vez ao ano)	-
Muito frequentes (mais de 1 vez ao ano)	X

**d) Processos de erosão e assoreamento**

	Local			Jusante		
	Leito	Margem esquerda	Margem direita	Leito	Margem esquerda	Margem direita
Erosão	-	X	X	-	-	-
Assoreamento	X	-	-	-	-	-

**e) Diversidade de habitats**

	No corpo d'água	Nas áreas ribeirinhas
Sim	-	-
Não	X	X

**f) Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água**

-	Mata ciliar
-	Vegetação nativa
X	Vegetação alterada
-	Gramíneas
-	Ausência de vegetação

**g) Paisagem**

X	Curso de água integrado à paisagem
-	Curso de água não integrado à paisagem

**h) Proliferação de insetos**

X	Presença de insetos
---	---------------------

**i) Áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

-	Faixas de pedestre/ trilhas para caminhada
-	Ciclovia
-	Quadras esportivas
-	Playground
-	Mobiliário urbano (mesa de jogos, de picnic, bancos, etc.)
-	Área verde para uso da população
-	Iluminação pública

**j) Condição das áreas ribeirinhas**

Margem	Ocupação e uso do solo (até 30m da margem)				Enquadramento legal		
	Urbano		Industrial	Natural	Não ocupado	Regular	Irregular
Sistema viário	Edificações						
Esquerda	-	X	-	X	-	X	X
Direita	-	X	-	X	-	X	X

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA DESEJÁVEL

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	0
	Leito e margens (seção)	+1,75
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	+2
	Impacto sobre as vazões de jusante	+0,75
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+1,5
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+1,5
	Impacto paisagístico	+1,5
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+0,5
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+1,71
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1
	Valorização financeira da área	+1,5

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+1,5
Tipo de revestimento	+2
<b>Média</b>	+1,75

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+1,5
Integração do curso de água a paisagem	+1,5
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	+2
Quadras esportivas	0
Playground	+2
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	+2
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+1,71</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

**Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 01**

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	0
	Leito e margens (seção)	+2
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	+2
	Impacto sobre as vazões de jusante	+1
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	+2
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	+2
	Impacto paisagístico	+1,83
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+0,5
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+2
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-2
	Valorização financeira da área	+1,75

---

**Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	+2
Tipo de revestimento	+2
<b>Média</b>	+2

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto paisagístico**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+2
Integração do curso de água a paisagem	+2
Vegetação nativa	+1,5
<b>Média</b>	+1,83

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

---

**Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer**

---

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	+2
Quadras esportivas	+2
Playground	+2
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	+2
Áreas verdes para uso da população	+2
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	+2

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

---

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 02 - ADOTADA

<b>Impactos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nota</b>
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	-1
	Leito e margens (seção)	-1,5
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	+2
	Impacto sobre as vazões de jusante	-0,5
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	-0,5
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	-1
	Impacto paisagístico	-0,16
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1,5
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+0,86
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-1
	Valorização financeira da área	+1

#### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	-1
Tipo de revestimento	-2
<b>Média</b>	-1,5

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

#### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+0,5
Integração do curso de água a paisagem	-1
Vegetação nativa	0
<b>Média</b>	-0,16

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer

Impacto	Pontuação
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	+2
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+0,86</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impactos da ALTERNATIVA 03

Impactos	Indicador	Nota
<b>No curso de água</b>	Forma/ sinuosidade (planta)	-1
	Leito e margens (seção)	-1,75
<b>Hidrológicos/ hidráulicos</b>	Condições de vulnerabilidade e inundações no local	+2
	Impacto sobre as vazões de jusante	-1
<b>Ambientais</b>	Processos de erosão e assoreamento	+2
	Diversidade de habitats	-1
	Áreas verdes adjacentes ao corpo de água	-2
	Impacto paisagístico	-0,33
<b>Sanitários</b>	Proliferação de insetos	+1,5
<b>Sociais</b>	Áreas e equipamentos urbanos e de lazer	+0,86
	Desapropriação, remoção e reassentamento da população	-0,5
	Valorização financeira da área	+0,75

### Avaliação de impacto sobre as condições do leito e das margens

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Configuração	-1,5
Tipo de revestimento	-2
<b>Média</b>	<b>-1,75</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto paisagístico

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Recuperação/ preservação da área	+0,5
Integração do curso de água a paisagem	-1,5
Vegetação nativa	0
<b>Média</b>	<b>-0,33</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação de impacto sobre áreas e equipamentos urbanos e de lazer

<b>Impacto</b>	<b>Pontuação</b>
Faixa para pedestres/ trilhas para caminhada	+2
Ciclovia	+2
Quadras esportivas	0
Playground	0
Mobiliário urbano (mesas de jogos, de picnic, bancos, etc)	0
Áreas verdes para uso da população	0
Iluminação pública	+2
<b>Média</b>	<b>+0,86</b>

(-2) grande piora (-1) pequena piora (0) indiferente (+1) pequena melhora (+2) grande melhora ou algum valor entre -2 e +2

### Avaliação NEUTRA das alternativas de intervenção

Ind.	Peso	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02 (adotada)		Alternativa 03	
1	8	0	0	0	0	-1,00	-8,00	-1,00	-8,00
2	9,5	1,75	16,63	2,00	19,00	-1,50	-14,25	-1,75	-16,63
3	14,5	2,00	29,00	2,00	29,00	2,00	29,00	2,00	29,00
4	11,5	0,75	8,63	1,00	11,50	-0,50	-5,75	-1,00	-11,50
5	9	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00	2,00	18,00
6	5,3	1,50	7,95	2,00	10,60	-0,50	-2,65	-1,00	-5,30
7	6,5	1,50	9,75	2,00	13,00	-1,00	-6,50	-2,00	-13,00
8	5,2	1,50	7,80	1,83	9,52	-0,16	-0,83	-0,33	-1,72
9	8	0,50	4,00	0,50	4,00	1,50	12,00	1,50	12,00
10	9,8	1,71	16,76	2,00	19,60	0,86	8,43	0,86	8,43
11	8,2	-1,00	-8,20	-2,00	-16,40	-1,00	-8,20	-0,50	-4,10
12	4,5	1,50	6,75	1,75	7,88	1,00	4,50	0,75	3,38
			<b>+117,07</b>		<b>+125,70</b>		<b>+25,75</b>		<b>+10,56</b>

### Avaliação TECNICISTA das alternativas de intervenção

Ind.	Peso	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02 (adotada)		Alternativa 03	
1	4,14	0	0	0	0	-1,00	-4,14	-1,00	-4,14
2	5,17	1,75	9,05	2,00	10,34	-1,50	-7,76	-1,75	-9,05
3	<b>18,74</b>	<b>2,00</b>	<b>37,48</b>	<b>2,00</b>	<b>37,48</b>	<b>2,00</b>	<b>37,48</b>	<b>2,00</b>	<b>37,48</b>
4	<b>15,85</b>	<b>0,75</b>	<b>11,89</b>	<b>1,00</b>	<b>15,85</b>	<b>-0,50</b>	<b>-7,93</b>	<b>-1,00</b>	<b>-15,85</b>
5	<b>11,98</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>
6	2,34	1,50	3,51	2,00	4,68	-0,50	-1,17	-1,00	-2,34
7	4,53	1,50	6,80	2,00	9,06	-1,00	-4,53	-2,00	-9,06
8	4,71	1,50	7,07	1,83	8,62	-0,16	-0,75	-0,33	-1,55
9	8,00	0,50	4,00	0,50	4,00	1,50	12,00	1,50	12,00
10	9,80	1,71	16,76	2,00	19,60	0,86	8,43	0,86	8,43
11	<b>12,39</b>	<b>-1,00</b>	<b>-12,39</b>	<b>-2,00</b>	<b>-24,78</b>	<b>-1,00</b>	<b>-12,39</b>	<b>-0,50</b>	<b>-6,20</b>
12	2,35	1,50	3,53	1,75	4,11	1,00	2,35	0,75	1,76
			<b>+111,66</b>		<b>+112,92</b>		<b>+45,55</b>		<b>+35,44</b>

### Avaliação AMBIENTALISTA das alternativas de intervenção

Ind.	Peso	Alternativa desejável		Alternativa 01		Alternativa 02 (adotada)		Alternativa 03	
1	8	0	0,00	0	0,00	-1,00	-8,00	-1,00	-8,00
2	<b>9,5</b>	<b>1,75</b>	<b>24,20</b>	<b>2,00</b>	<b>27,66</b>	<b>-1,50</b>	<b>-20,75</b>	<b>-1,75</b>	<b>-24,20</b>
3	14,5	2,00	24,52	2,00	24,52	2,00	24,52	2,00	24,52
4	11,5	0,75	8,63	1,00	11,50	-0,50	-5,75	-1,00	-11,50
5	<b>9</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>	<b>2,00</b>	<b>23,96</b>
6	<b>5,3</b>	<b>1,50</b>	<b>12,39</b>	<b>2,00</b>	<b>16,52</b>	<b>-0,50</b>	<b>-4,13</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,26</b>
7	<b>6,5</b>	<b>1,50</b>	<b>12,71</b>	<b>2,00</b>	<b>16,94</b>	<b>-1,00</b>	<b>-8,47</b>	<b>-2,00</b>	<b>-16,94</b>
8	5,2	1,50	7,80	1,83	9,52	-0,16	-0,83	-0,33	-1,72
9	8	0,50	4,00	0,50	4,00	1,50	12,00	1,50	12,00
10	9,8	1,71	10,50	2,00	12,28	0,86	5,28	0,86	5,28
11	8,2	-1,00	-4,01	-2,00	-8,02	-1,00	-4,01	-0,50	-2,01
12	4,5	1,50	3,53	1,75	4,11	1,00	2,35	0,75	1,76
			<b>+128,23</b>		<b>+142,99</b>		<b>+16,17</b>		<b>-5,10</b>

Legenda de indicadores:

- 1- Forma/ sinuosidade (planta)
- 2- Leito e margens (seção)
- 3- Condições de vulnerabilidade e inundações no local
- 4- Impacto sobre as vazões de jusante
- 5- Processos de erosão e assoreamento
- 6- Diversidade de habitats
- 7- Áreas verdes adjacentes ao corpo de água
- 8- Impacto paisagístico
- 9- Proliferação de insetos
- 10- Áreas/ equipamentos urbanos e de lazer
- 11- Desapropriação, remoção e reassentamento da população
- 12- Valorização financeira da área