

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**ESPECIALIZAÇÃO EM SANEAMENTO,  
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA  
AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO EM  
CURSOS DE ÁGUA EM ÁREAS URBANAS:  
UM ESTUDO NA BACIA DO CÓRREGO ENGENHO  
NOGUEIRA EM BELO HORIZONTE**

**Guilherme Póvoa Brandão Teixeira**

**Belo Horizonte**

**2012**

**Guilherme Póvoa Brandão Teixeira**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA  
AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO EM  
CURSOS DE ÁGUA EM ÁREAS URBANAS:  
UM ESTUDO NA BACIA CÓRREGO ENGENHO  
NOGUEIRA EM BELO HORIZONTE

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012

## RESUMO

Observa-se que há uma tendência de incorporação de rios e córregos urbanos no processo de planejamento das cidades, em contraposição as intervenções tradicionais de canalização e retificação que visam satisfazer apenas aspectos hidráulicos e sanitários.

No presente trabalho aplicou-se uma metodologia qualitativa, com base em indicadores que integra aspectos hidrológicos/ hidráulicos, ambientais, sanitários e sociais, para avaliar as obras de revitalização do córrego Cascatinha (afluente do curso de água Engenho Nogueira), nas proximidades do Parque de Lazer do Bairro Caiçara, realizadas pela prefeitura através do programa Drenurbs, Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural da Cidade de Belo Horizonte.

A integração da metodologia citada acima com o método Triz, Teoria para a Resolução de Problemas Criativos, se mostrou satisfatória tanto na fase de construção de alternativas de intervenção; os indicadores servem como guia para a síntese de intervenções que integrem elementos distintos, e auxilia na proposição de variantes da alternativa convencional; quanto na etapa de avaliação das alternativas selecionadas, através do método de avaliação global com notas e pesos para cada indicador, auxiliando na comparação e tomada de decisão da melhor alternativa a ser implementada.

**Palavras-chave:** Intervenção em Cursos de Água, Análise Multicritério, Método Triz.

## ABSTRACT

It is observed there is a tendency to incorporate rivers and urban watercourses on the planning process of cities as opposed to traditional interventions for canalizing and rectification of these waterways by taking hydraulic and sanitary proposes only.

On this paper it was used a qualitative methodology, by taking basic figures that comprise aspect hydrological / hydraulic, environmental, sanitary and socials in order to evaluate the work sites of Cascatinha stream revitalization (Engenho Nogueira waterway affluent), on the 'Parque do Lazer' vicinity in Caiçara District, under the City Hall management through the "Drenurbs" political platform (Recovering environmental program and sanitizing the bottom's vale and natural waterways beds of Belo Horizonte city).

The cited methodology integration above and Triz method, a theory that try solving problems in a creative way, has shown favorable on the alternatives construction phase of intervention; those which integrate distinct elements, and assist on the conventional alternatives variants proposition; and during the evaluation selected alternatives stage through the global evaluation method by taking statistic notes and measurements to each indicator, contributing on the comparison and decision making as the best alternative to be implemented.

**Key – words:** Intervention on the Waterways, Multi-criteria analysis, Triz Method

# SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>VI</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Objetivos e Etapas Metodológicas.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>5</b>
3.1 <i>A Canalização de Cursos de Água.....</i>	<i>5</i>
3.2 <i>Contraposição entre canalização e preservação.....</i>	<i>6</i>
3.3 <i>Técnicas de intervenção em cursos de água.....</i>	<i>10</i>
3.4 <i>Análise multicritério.....</i>	<i>17</i>
3.5 <i>Construções de soluções criativas.....</i>	<i>18</i>
<b>4 Definição da região da Bacia do Córrego Engenho Nogueira a ser estudada e Diagnóstico das condições do Curso de Água nessa área.....</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Diagnóstico e análise das condições do curso de água.....</i>	<i>23</i>
4.2 <i>Localização e Condições antes da intervenção do trecho em estudo.....</i>	<i>26</i>
<b>5 Aplicação de Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água.....</b>	<b>30</b>
5.1 <i>Aplicação de Metodologia para Avaliação da intervenção adotada no trecho 1.....</i>	<i>30</i>
5.1.1 <i>Alternativa Adotada.....</i>	<i>30</i>
5.1.2 <i>Alternativa Hipotética.....</i>	<i>35</i>
5.1.3 <i>Alternativa Desejável.....</i>	<i>38</i>
<b>6 Avaliação Global das Alternativas.....</b>	<b>42</b>
<b>7 Considerações Finais.....</b>	<b>44</b>
<b>8 Referências Bibliográficas.....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1:** Canalização do Ribeirão Arrudas pelo processo Ravier em frente ao Parque Municipal. Fonte: APM.....4
- Figura 3.2:** Canalização do Arrudas já concluída em frente ao Parque Municipal. Fonte: APM.....5
- Figura 3.3:** Córrego Nossa Senhora da Piedade, em Belo Horizonte, revitalizado. Fonte: Projeto Manuelzão.....6
- Figura 3.4:** Canalização do Córrego do Leitão. Sobre as manilhas foi aberta a Rua Bárbara Heliodora. Fonte: APM.....6
- Figura 3.5:** Efeito das intervenções tradicionais no hidrograma de enchente a jusante da obra. Fonte: Ferreira,2007.....7
- Figura 3.6:** O traçado original do Rio Don em Toronto, no Canadá. Fonte: HOUGH, 1995 .....9
- Figura 3.7:** Trilhas às margens do Rio Don, à esquerda. Fonte: HOUGH, 1995, TALARICO, 2007, p. 7. À direita, rio Don, em Toronto, Canadá, livre da poluição após intenso trabalho de revitalização. Fonte: Revista Cyan, 02/12/2010.....9
- Figura 3.8:** – Desenho esquemático de plantio de brotos junto às margens (Fonte:SELLES,2001).....12
- Figura 3.9:** Proteção de margens com revestimento vegetal. Fonte:BRIEGTTI, G. Abril, 2001.....13
- Figura 3.10:** Proteção das margens com pedras e troncos de árvores . Fonte: SELLES, 2001.....15
- Figura 3.11:** Terramesh (tela vegetal) para a contenção de taludes no córrego Baleares - Belo Horizonte/ MG.Foto: Rodrigo França..15
- Figura 3.12:** Gabiões utilizados para a contenção de encostas do córrego Mergulhão, Belo Horizonte/ MG .Foto: Rodrigo França....15
- Figura 3.13:** Exemplos de aplicação de enrocamentos. Fonte: BRIEGTTI, G. Abril, 2001.....17
- Figura 3.14:** Metodologia de solução de problemas usando TRIZ. A solução do problema no nível conceitual reduz o espaço de busca. Carvalho, M. A. e Back, N. 2001.....21

<b>Figura 4.1:</b> Condições do córrego Engenho Nogueira antes das obras em um trecho próximo a Br 262. Fonte: II Seminário Internacional sobre Revitalizações de Rios.....	24
<b>Figura 4.2:</b> Representação esquemática da situação diagnosticada na região em estudo do córrego Engenho Nogueira. Fonte: Diagnóstico Sanitário e Ambiental da Bacia Elementar do Córrego Engenho Nogueira. Tomo I.....	25
<b>Figura 4.3:</b> Córrego Engenho Nogueira próximo a BR 262. Foto: Guilherme Póvoa.....	25
<b>Figura 4.4:</b> Região da bacia do Córrego Engenho Nogueira sob análise. Fonte: Projeto Manuelzão.....	26
<b>Figura 4.5:</b> Início do trecho do Córrego Cascatinha sob análise. Fonte: Google Maps.....	27
<b>Figura 4.6:</b> Trecho do Córrego Engenho Nogueira ao longo da BR-262, próximo ao anel rodoviário. Fonte: Google Maps.....	28
	7
<b>Figura 4.7</b> : Encontro do Córrego Engenho Nogueira com o Cascatinha (Ponto 2). Foto: Guilherme Póvoa.....	28
<b>Figura 4.8</b> : Trecho do Córrego Cascatinha entre os pontos 1 e 2. Fonte: Google Maps .....	29
<b>Figura 5.1</b> : Obra em andamento, junho/2010. O Trecho com manilhas será uma pista de rolamento e a jusante, observa-se a abertura da via na margem direita do Cascatinha e início do mesmo em leito aberto. Foto: Guilherme Póvoa.....	32
<b>Figura 5.2</b> : Obra em andamento, junho/2010. Início do Córrego Cascatinha em leito aberto e abertura de via na margem direita do mesmo. Foto: Guilherme Póvoa.....	32
<b>Figura 5.3</b> : Obra acabada, abril/2011. Verifica-se a pista pavimentada na margem direita do Córrego Cascatinha e o mesmo em leito aberto com enrocamento. Foto: Guilherme Póvoa.....	33
<b>Figura 5.4</b> : Obra Acabada, abril/ 2011. Parte do trecho em estudo a jusante do ponto 1. Foto: Guilherme Póvoa.....	33

- Figura 5.5:** Encontro do córrego vindo do alto Caiçara com o Cascatinha (Ponto 1). Abril/2011. Foto: Guilherme Póvoa.....34
- Figura 5.6 :** Córrego Cascatinha desviado para abertura de via de trânsito na margem direita, Abril/2011. Foto: Guilherme Póvoa...34
- Figura 5.7:** Acima, nova portaria do Parque de Lazer do Caiçara e Abaixo, menino se divertindo nos equipamentos do parque, Abril,2011. Foto: Guilherme Póvoa.....36
- Figura 5.8 :** Mapa do local nas proximidades do Parque de Lazer do Caiçara e nova rua executada pela prefeitura.....38
- Figura 5.9:** Representação da Alternativa Desejada.....39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.0:</b> Classificação das proteções.....	11
<b>Tabela 3.1:</b> Principais tipos de Proteção.....	12
<b>Tabela 5.1:</b> Análise de Impactos da Alternativa Adotada .....	34
<b>Tabela 5.2:</b> Análise de Impactos da Alternativa Hipotética .....	38
<b>Tabela 5.3:</b> Análise de Impactos da Alternativa Desejável.....	42
<b>Tabela 6.1</b> Pontuação das Alternativas de Intervenção.....	44