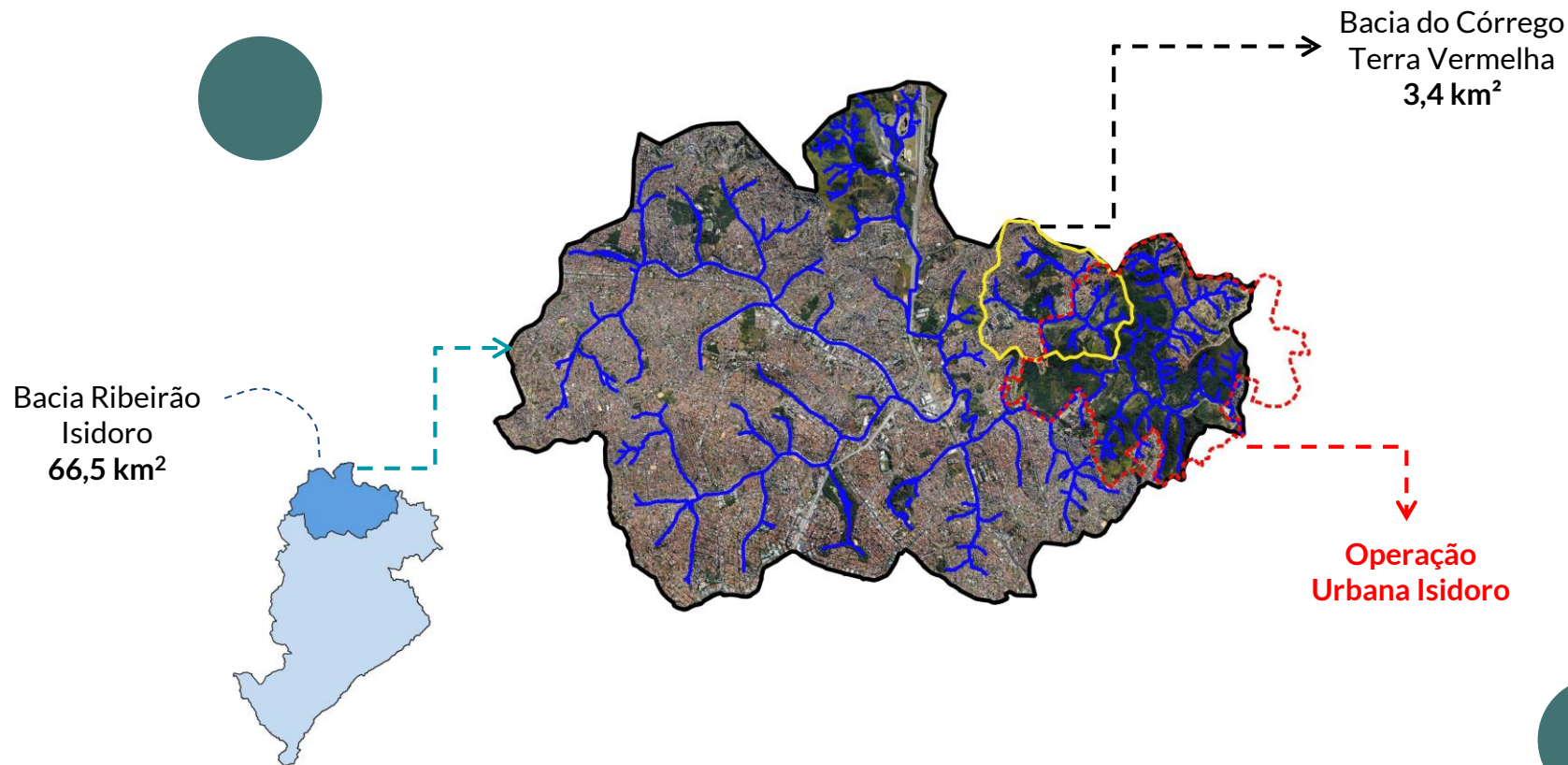

Estudos de Saneamento Ambiental dos Fundos de
Vale da Bacia Elementar do Ribeirão Isidoro

Bacia do Córrego da Terra Vermelha

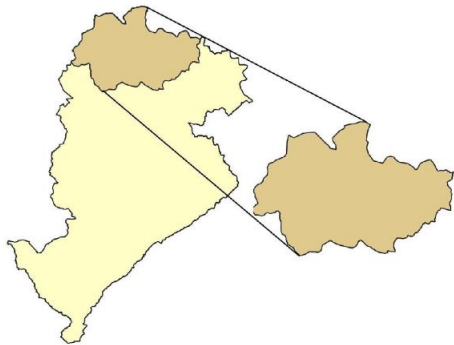
Bacia do Ribeirão Isidoro



Diagnóstico

Bacia Hidrográfica

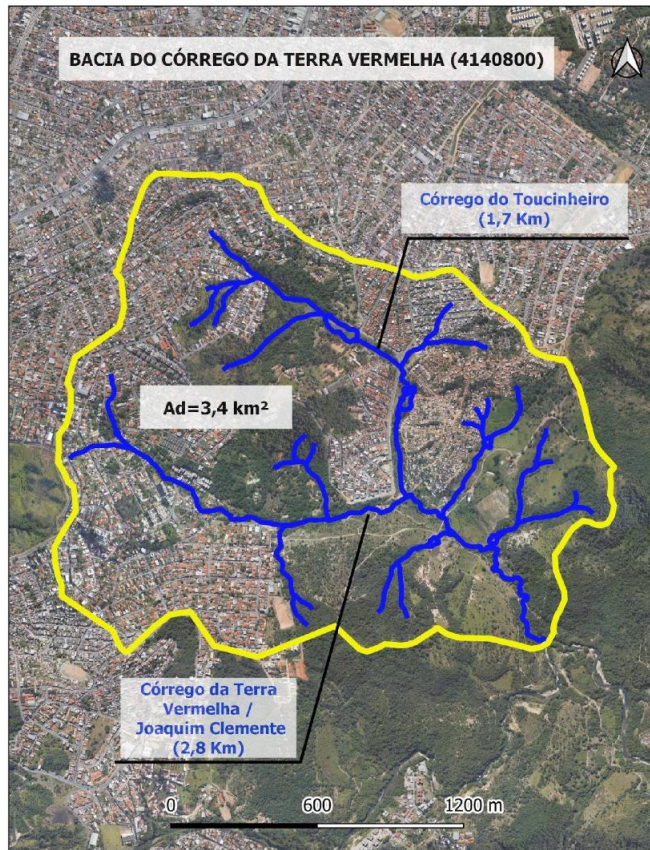
LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIB. DO ISIDORO
NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO Cór. TERRA VERMELHA NA BACIA DO RIB. DO ISIDORO



BACIA DO CÓRREGO DA TERRA VERMELHA (4140800)



Informações Gerais

Área de Drenagem 3,4 km²

Hidrografia Principal

Córrego do Toucinheiro (1.700 m)
Córrego da Terra Vermelha (2.800 m)

População

21.145 habitantes
62,2 hab/ha

Ocupação Urbana

Consolidada a montante (Frei Leopoldo e Etelvina Carneiro)
Ocupação de Encostas e áreas altas (nascentes)

Ocupações Irregulares

Rosa Leão (1.289 domicílios)
Helena Greco (148 domicílios)

Zoneamento Vigente (Lei n°11.181/2019)



PA-1, 2 e 3

Vales dos
córregos em
Áreas Livres

**Áreas
Consolidadas**

OM-1,
OM-2,
OM-3

**Planos de
Expansão**

Legenda

 Bacia do Córrego da Terra Vermelha (3,4 km²)

 Hidrografia

Zoneamento Lei n °11.181/2019

 Área de Grandes Equipamentos de Uso Coletivo

 Área de Especial Interesse Social - 2

 Área de Especial Interesse Social -1

 Ocupação Moderada - 1

 Ocupação Moderada - 2

 Ocupação Moderada - 4

 Preservação Ambiental - 1

 Preservação Ambiental - 2

 Preservação Ambiental - 3

 Zona de Especial Interesse Social - 1

 Zona de Especial Interesse Social - 2

Água e Esgoto

População Não
Atendida por
Interceptação
4.860 hab

Ausência de Sistemas
de Abastecimento e
Esgotamento Sanitário
nas Ocupações

População Não
Atendida por
Rede Coletora
4.191 hab

Legenda

 Bacia do Córrego da Terra Vermelha

Rede de Abastecimento de Água

 Redes de Abastecimento de Água

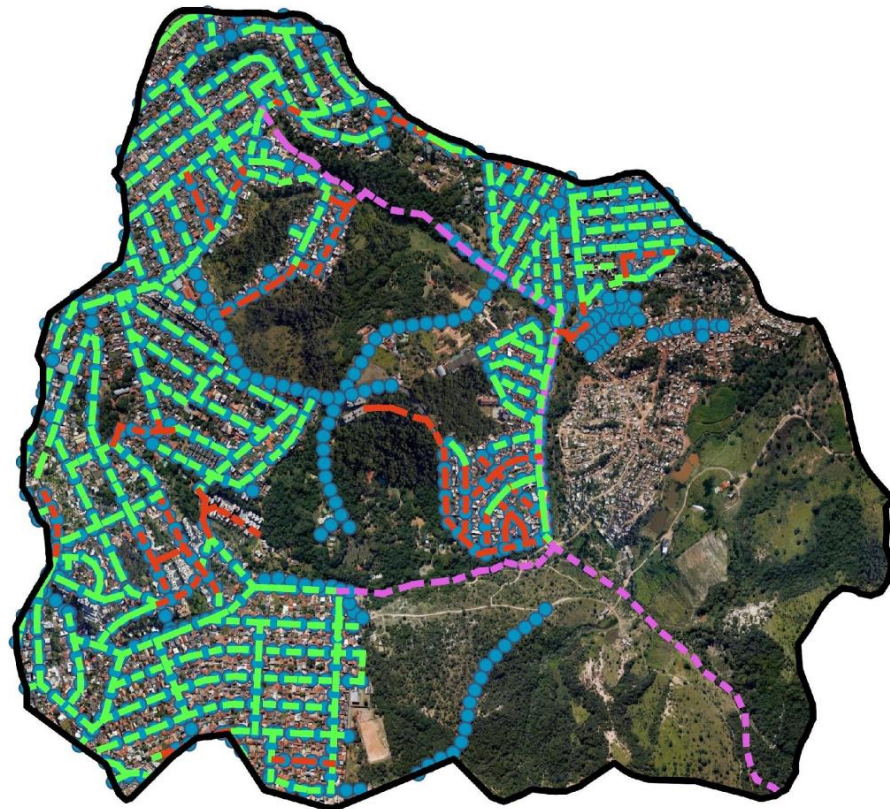
Rede de Esgotamento Sanitário

 Emissário Inconsistente

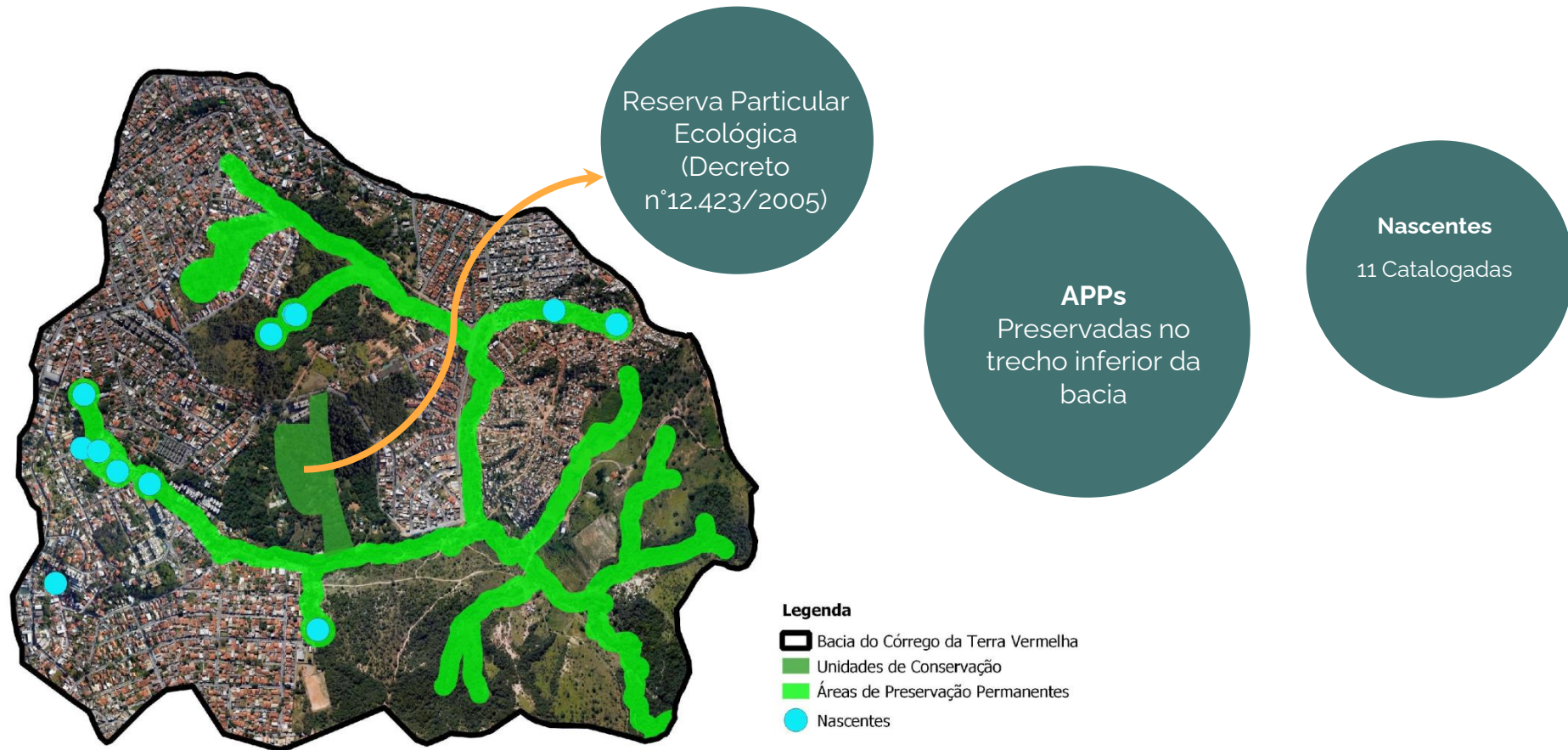
 Interceptor Existente em Operação

 Rede Coletora Existente em Operação

 Rede Coletora Inconsistente



Áreas de Proteção



Áreas de Instabilidade, Erosão e Sedimentação

Ocupação Rosa Leão

Grande geração de sedimentos (obras e vias não pavimentadas)

Córrego do Toucinheiro

Lagoa da R. Atalaia Assoreada
Trechos com Erosão

Córrego da Terra Vermelha

Erosões desde a R. Isabel até encontro com o Cór. Toucinheiro

Legenda

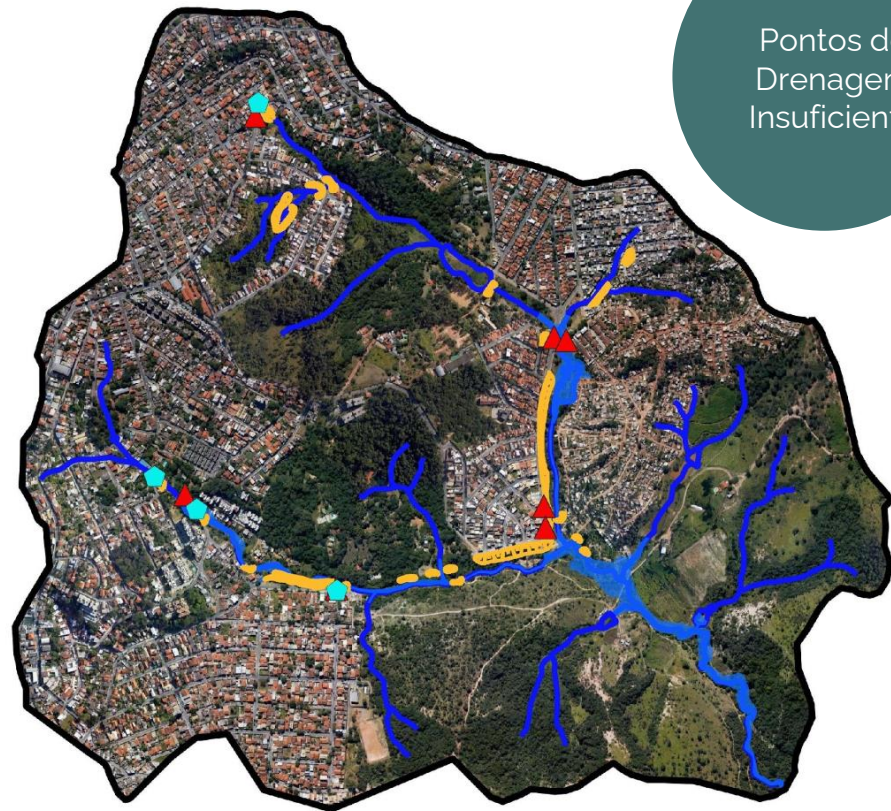
 Bacia do Córrego da Terra Vermelha

Categoria de Risco

-  Risco Associado a Escavações
-  Risco de Contaminação do Lençol Freático
-  Risco de Erosão e Assoreamento
-  Risco de Escorregamento
-  Risco a Inundações



Manchas de Inundação



Pontos de
Drenagem
Insuficiente

Pontos de
Erosão

198 hab
inseridos
na mancha

Pontos Críticos
Jusante da
Travessia da Rua
Atamasia dos
Jardins

Ruas c/ Inundações

Lindolfo Pádua de Lima
Isabel Raso
Águas de Março

Áreas Grandes
de Inundação a
jusante da
confluência
dos córregos

Legenda

- Bacia do Córrego da Terra Vermelha
- Hidrografia
- Drenagem Insuficiente
- Lançamento de Esgoto
- Erosões
- Mancha de Inundação

Projetos Existentes e Propostos

DRENURBS



Intervenções Previstas

Córrego da Terra Vermelha

- Praça Brasília de Minas com sistema de drenagem → Não Executada / Área foi Ocupada
- Bueiro na Rua Isabel Raso → Executada
- Desemboque da Galeria da Águas de Março → Parcialmente Executada

Córrego do Toucinheiro

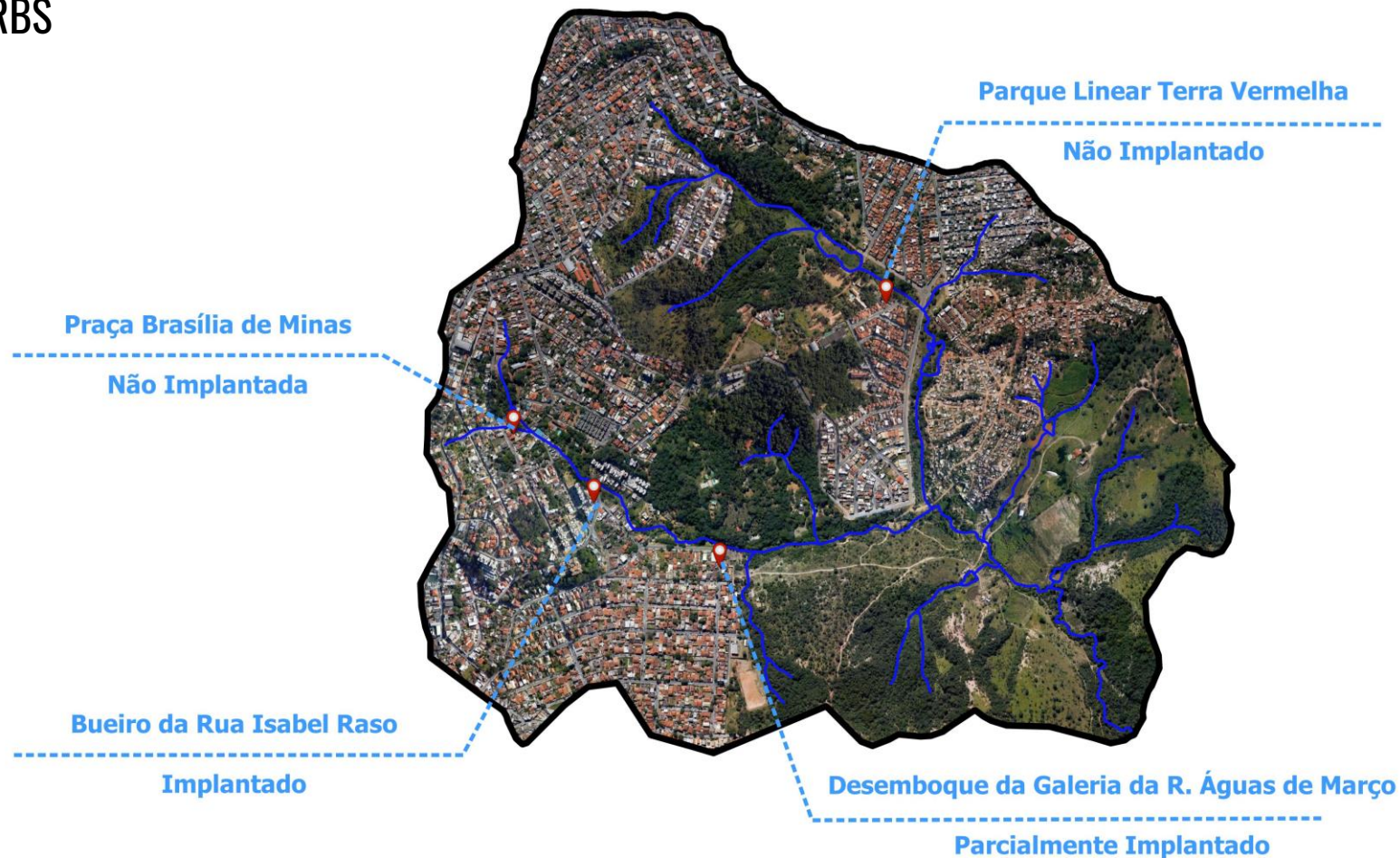
- Parque Linear da Terra Vermelha a jusante da lagoa da Rua Atalaia → Não Executada/Possível Implantá-la ainda

Princípios do DRENURBS devem ser usados no Estudo de Alternativas

- Tratamento Integrado dos problemas Sanitários e Ambientais em escala de bacia;
- Limitação da Impermeabilização do Solo;
- Inserção dos Cursos d'água no ambiente urbano;
- Adoção de Técnicas Alternativas e sustentáveis em Drenagem Urbana.

Projetos Existentes e Propostos

DRENURBS



Estudos Hidrológicos

Aspectos Gerais

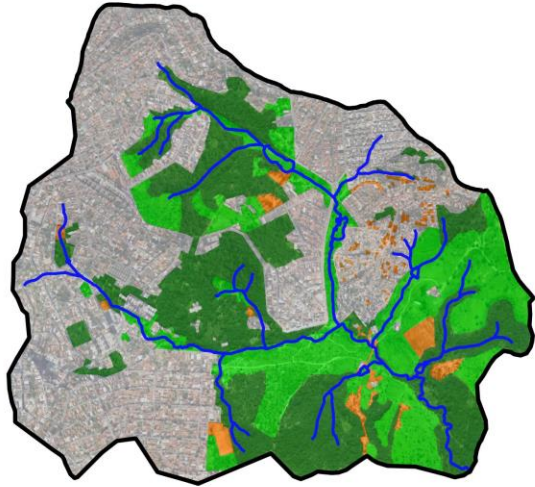


Estudos Hidrológicos

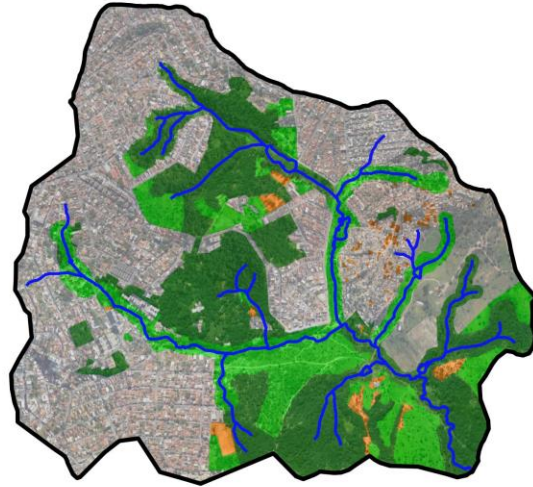
- ✓ **Objetivo:**
 - Obtenção de Vazões de Projeto em pontos de interesse da bacia.
- ✓ **Software HEC-HMS :**
 - Módulo *Hydrologic Modeling System* da Plataforma *Hydrologic Engineering Center*;
 - Utilizado Método NRCS (Antigo UCS).
- ✓ **Formulação de Cenários:**
 - Cenário 1: Uso e Ocupação do Solo atuais;
 - Cenário 2: Áreas em licenciamento serão urbanizadas, ocupação somente em áreas não protegidas/consolidáveis;
 - Cenário 3: Uso e Ocupação crítico do ponto de vista de impermeabilização.
- ✓ **Chuvas de Projeto:**
 - Pinheiro e Naghettini (1998), conforme recomendado pela SUDECAP.
 - Avaliadas chuvas de 30 min, 45 min, 1h, 1h30 e 2h.
- ✓ **Cálculo do Parametro Curve Number:**
 - Considerando uso e ocupação do solo e as categorias do Zoneamento Municipal.

Cenários de Uso do Solo

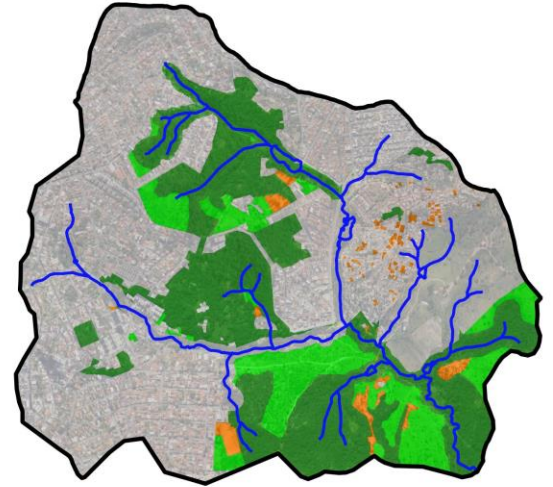
Cenário 1 - Atual



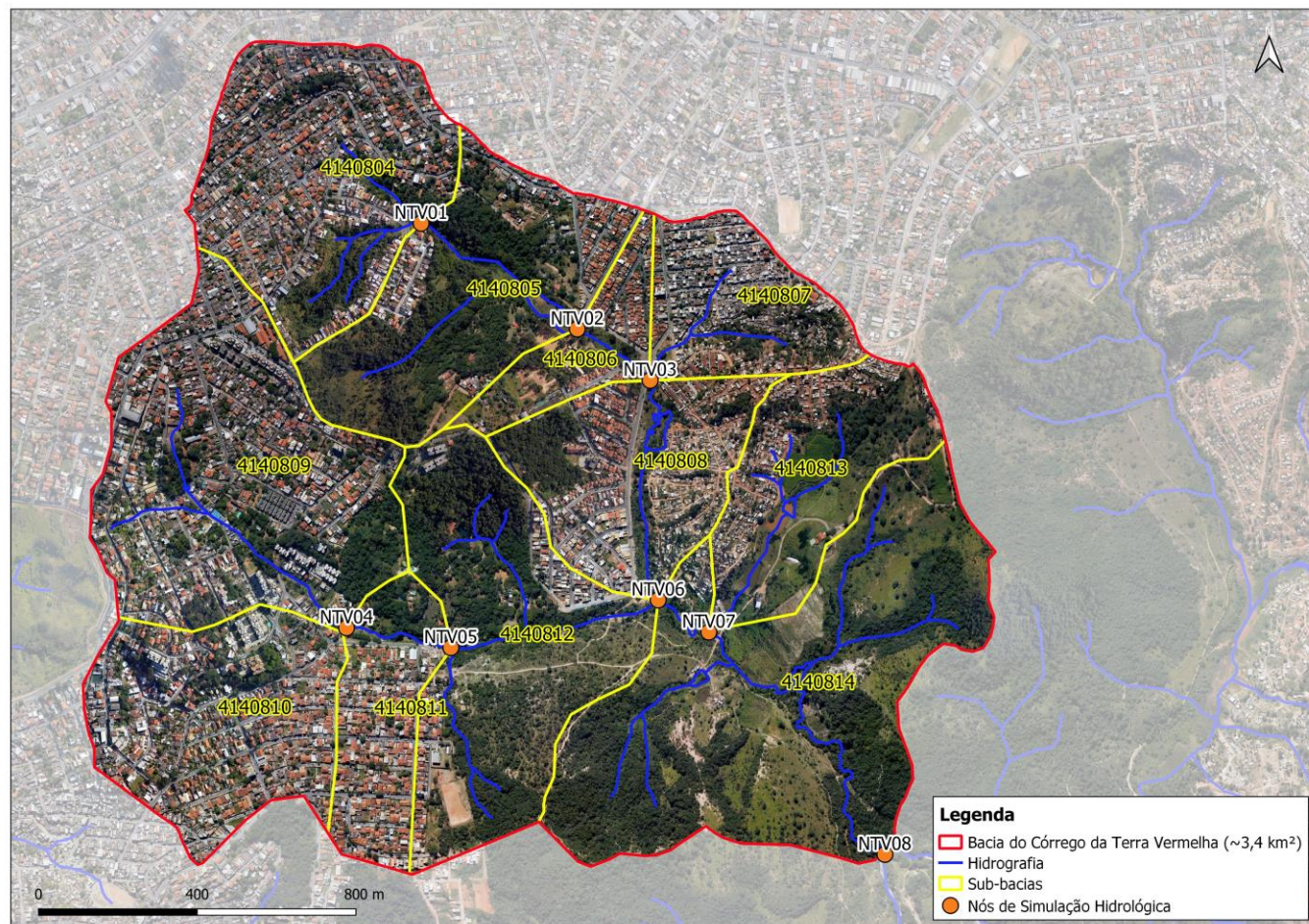
Cenário 2 - Tendencial



Cenário 3 - Crítico

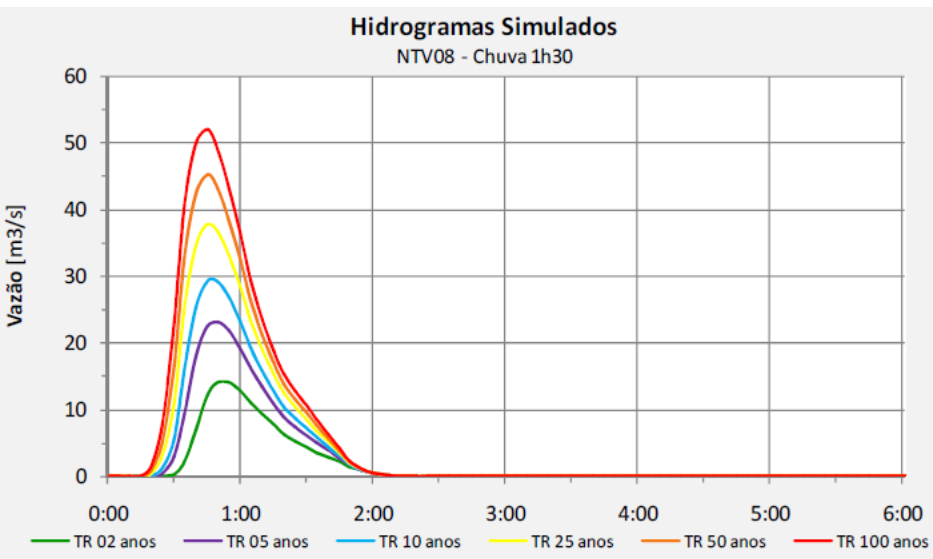


Topologia de Simulação

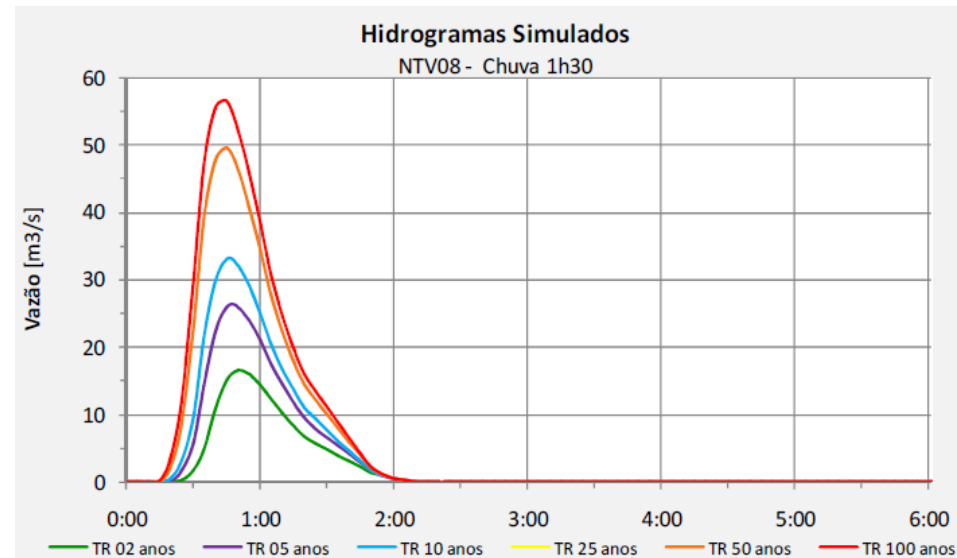


Hidrogramas na Foz do Terra Vermelha para Chuva de 1h30

Cenário 1



Cenário 3



Vazões para Chuva Crítica – 1h30 – Cenário 2

→ Lagoa da Rua Atalaia

Chuva 1h								
Bacia	Nó	Ad (km ²)	TR02	TR05	TR10	TR25	TR50	TR100
Terra Vermelha	NTV01	0,4	2,3	3,5	4,4	5,6	6,6	7,6
	NTV02	0,7	3,3	5,4	6,9	9,0	10,7	12,4
	NTV03	1,0	4,5	7,3	9,3	12,2	14,5	16,9
	NTV04	0,8	4,9	7,7	9,6	12,2	14,2	16,2
	NTV05	0,9	5,6	8,8	11,0	14,1	16,5	19,0
	NTV06	2,6	12,0	19,7	25,1	32,4	38,1	43,9
	NTV07	2,8	13,2	21,7	27,6	35,6	41,7	48,0
	NTV08	3,4	14,2	23,5	30,3	39,3	46,3	54,5

Confluência
Terra
Vermelha x
Toucinheiro

Foz do
Córrego da
Terra
Vermelha

Diagnóstico Hidráulico



Estudos Hidráulicos

- ✓ **Objetivos:**

- Representação da passagem dos picos de cheias nos canais;
- Determinação das manchas de inundação.

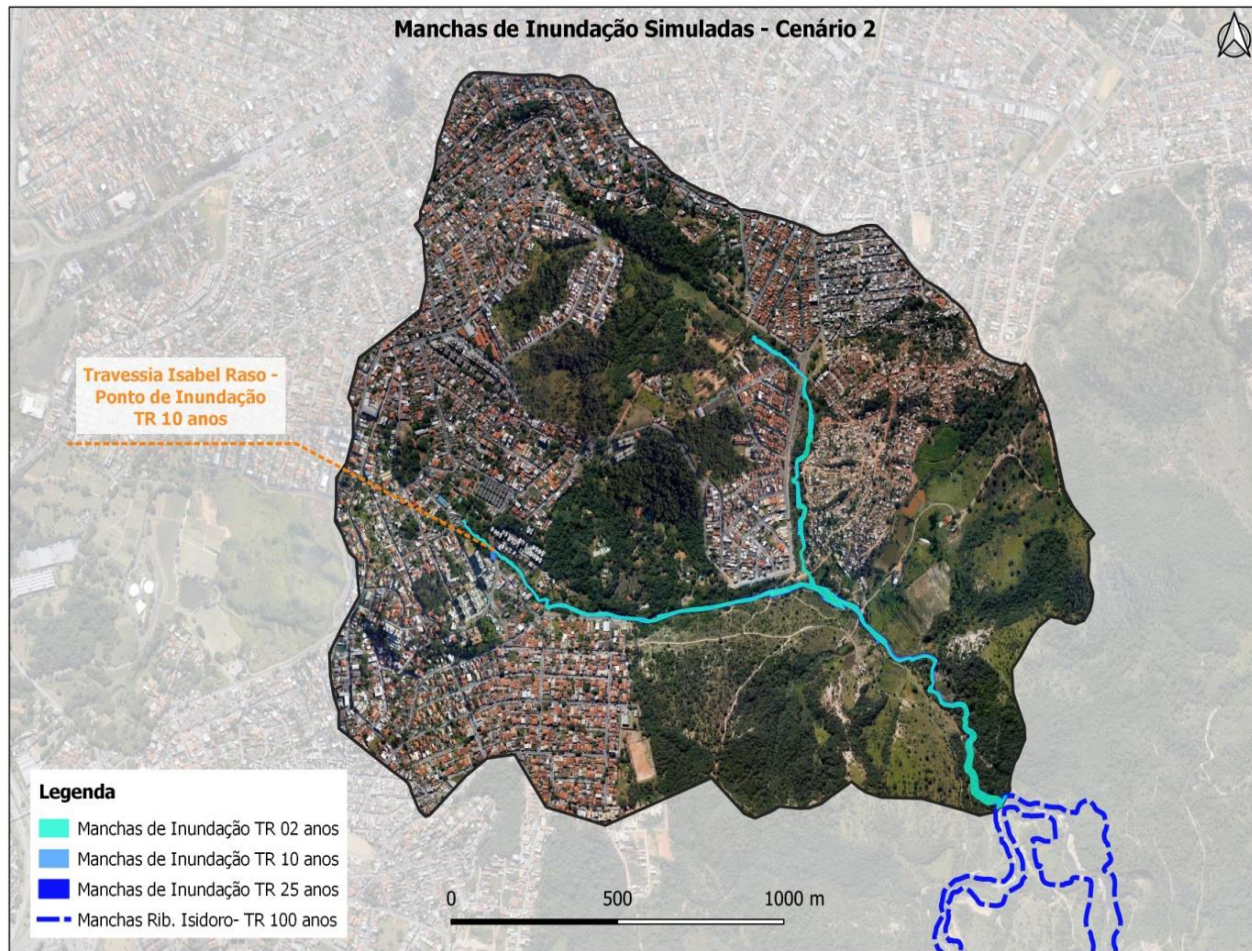
- ✓ **Software HEC-RAS :**

- Módulo *River Analysis System* da Plataforma *Hydrologic Engineering Center*.

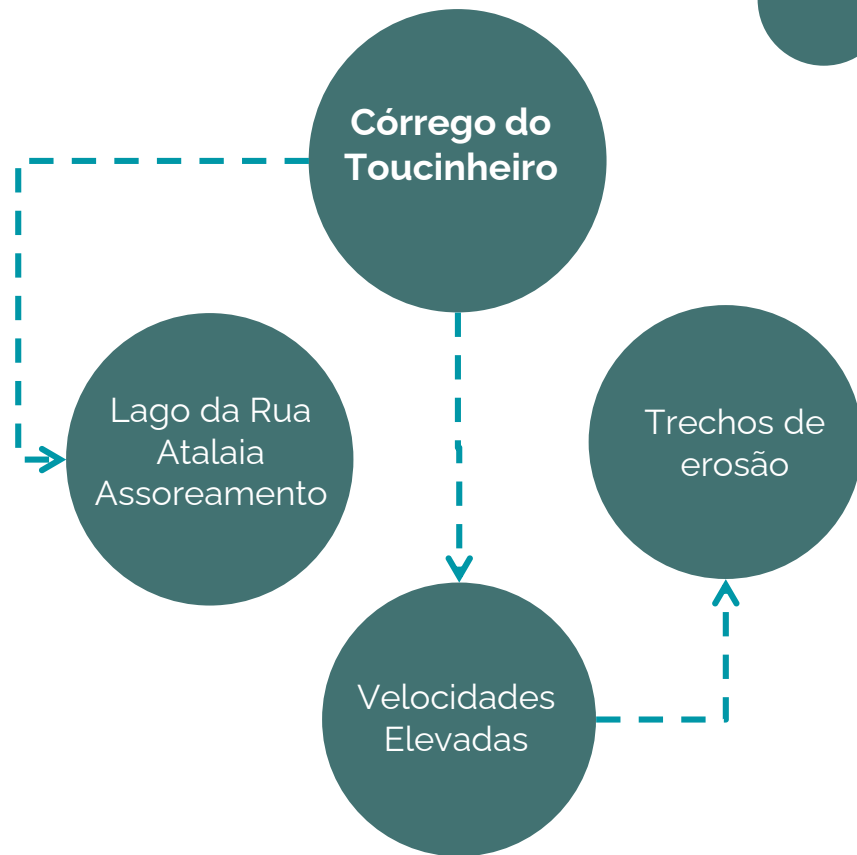
- ✓ **Cenários:**

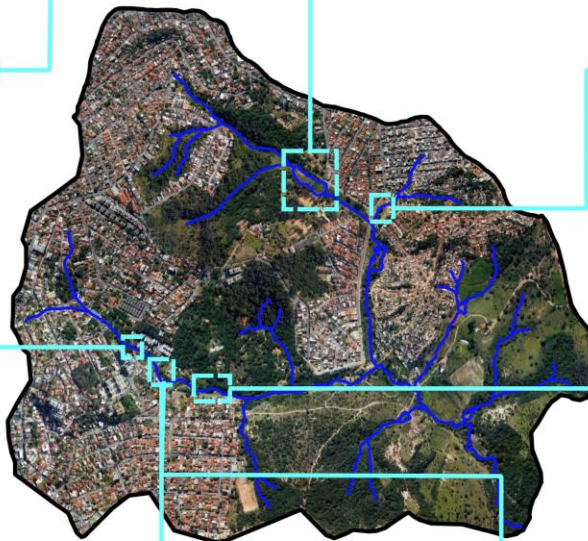
- Cenário 2.

Manchas de Inundação Simuladas – Cenário 2



Simulações Hidráulicas





Estudo de Alternativas



Conceitos Adotados

- a) Drenagem é um fenomeno regional - a unidade de gerenciamento é a bacia hidrográfica;
- b) Drenagem é um problema de alocação de espaços - a supressão de áreas de inundação, naturais ou não, implicará no seu deslocamento para áreas situadas a jusante do local protegido;
- c) Drenagem é parte integrante da infra-estrutura urbana - o seu planejamento deve ser multidisciplinar e harmonizado com os planos e projetos concernentes às demais utilidades;
- d) Drenagem deve ser sustentável - no seu gerenciamento deve-se garantir sustentabilidade institucional, ambiental e economica.

Estudo de Alternativas



Premissas Básicas

- ✓ A concepção de alternativas visa propor medidas para manejo de águas pluviais na bacia tendo em vista a futura urbanização de áreas atualmente livres e reurbanização de ocupações irregulares na bacia;
- ✓ Os conjuntos de medidas estruturais buscam atender múltiplos objetivos de forma a resultar em soluções social e ambientalmente justas, além de econômicas para a Municipalidade, e que possam atender plenamente seus objetivos.

Condições de Contorno



Premissas Básicas

- ✓ Impacto Zero na Foz junto ao Ribeirão Isidoro – Não é admitido nenhum aumento nos picos de vazão;
- ✓ Alternativas avaliadas conforme chuvas críticas definidas nos estudos hidrológicos;
- ✓ Alternativas verificadas com relação ao cenário de ocupação crítica da bacia;
- ✓ Atendimento a TR 25 anos, que constitui o período de retorno preconizado para dimensionamento de obras nos demais córregos que não sejam afluentes principais dos Ribeirões Arruda e Onça segundo manual da SUDECAP;
- ✓ Alternativas verificadas para TR 50 anos.

Alternativas



Descrição Geral

Alternativa 0

Nada a Fazer

Alternativa 1

Estudos do
DRENURBS

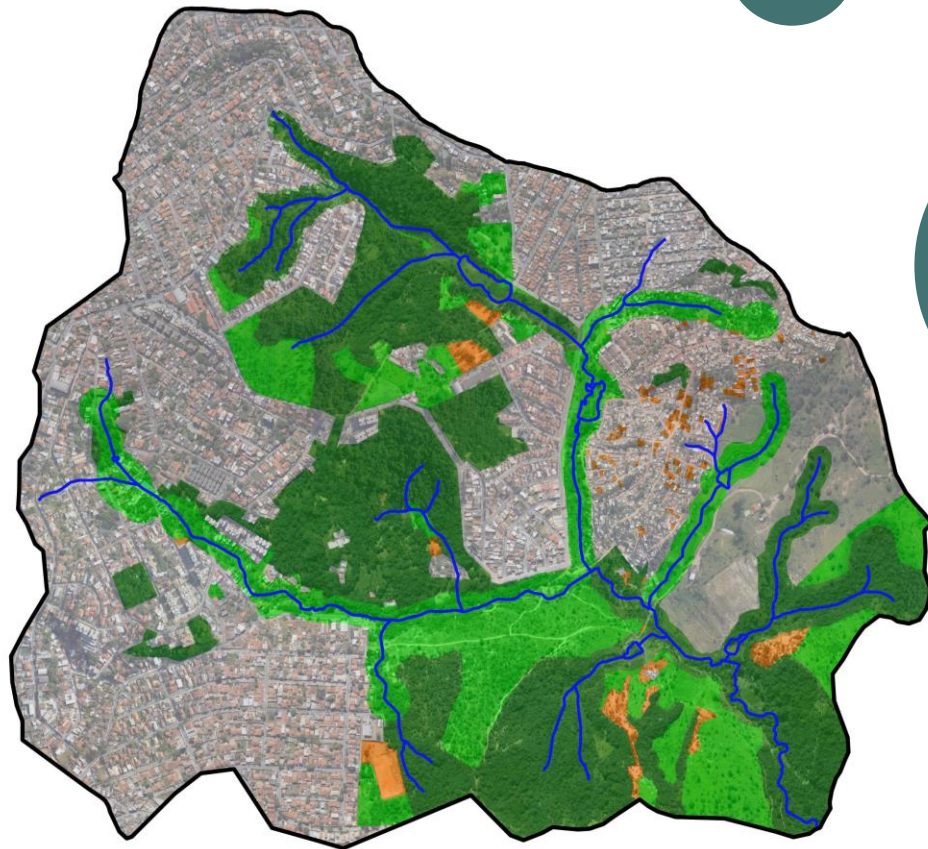
Adequação da
travessia da Rua
Isabel Raso e
implantação do
Parque Linear
Terra Vermelha

Alternativas 2A e 2B

Desassoreamento e
aproveitamento do lago
da Rua Atalaia para
amortecimento de
cheias, estabilização de
canais e implantação de
Parque Linear

Alternativa 0

Alternativa 0



Nada a Fazer

Legenda

-  Bacia do Córrego Terra Vermelha
-  Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
-  Mancha Urbana
-  Vegetação Densa
-  Solo Exposto
-  Vegetação Rasteira

Uso e Ocupação
do Solo
Cenário
Tendencial

Áreas não
Consolidáveis
Preservadas
APPs, Restritivas
quanto à
declividade, Grau
de Proteção I

Alternativa 0



Aspectos Gerais

- ✓ Alternativa nada a fazer;
- ✓ As análises hidráulicas indicam velocidades bastante elevadas para seções naturais em alguns trechos, que, caso não solucionados, poderão levar à piora da degradação das margens do curso d'água;
- ✓ Aumento das vazões de pico transferidas ao Ribeirão Isidoro;
- ✓ Em caso de nada fazer do ponto de vista da macrodrenagem deverão ser ao menos impedidas as ocupações nas áreas inundáveis avaliadas no diagnóstico hidráulico da bacia.

Principais Pontos Positivos e Negativos



Pontos Positivos

- ✓ Baixo Investimento Financeiro

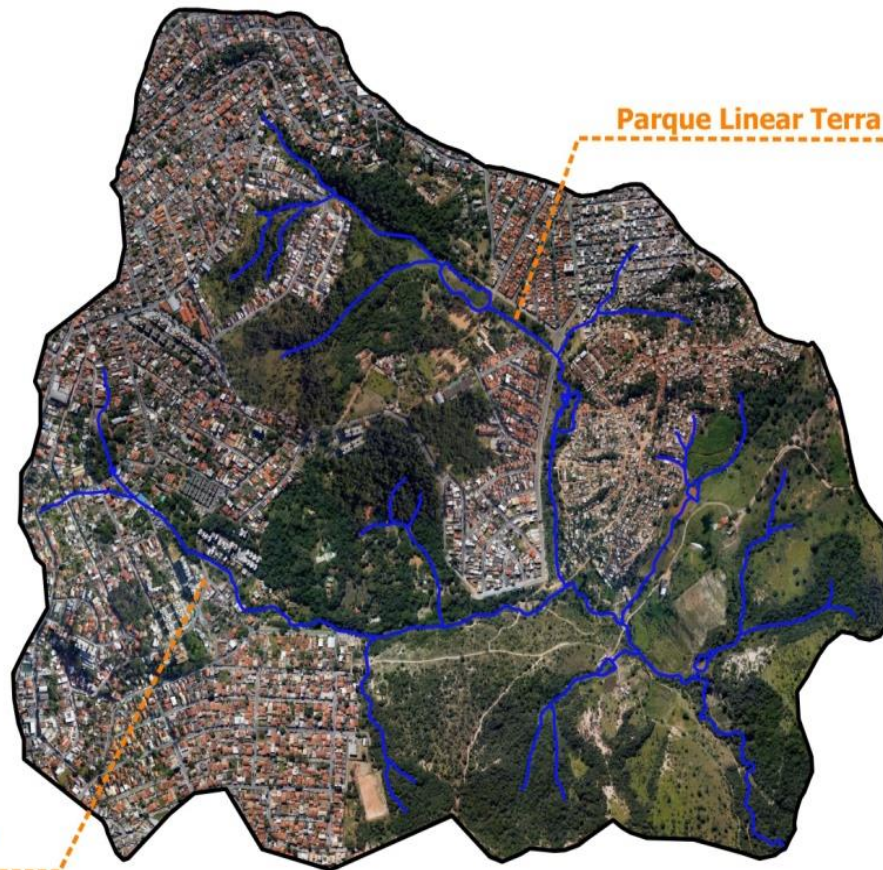
Pontos Negativos

- ✓ Ligeiro aumento das áreas de inundação;
- ✓ Inundação de Vias (Rua Isabel Raso);
- ✓ Aumento nos picos de vazão descarregados no Ribeirão Isidoro e transferidos a jusante;
- ✓ Maior degradação do curso d'água devido às elevadas velocidades em seções naturais, com aumento da erosão das margens, solapamento e transporte de sedimentos.

Alternativa 1

Alternativa 1

Substituição
do bueiro da
Rua Isabel
Raso



Bueiro da Rua Isabel Raso

3,0 m X 1,2 m

Parque Linear Terra Vermelha

Implantação de
Parque Linear

Alternativa 1



Aspectos Gerais

- ✓ Inclui as Intervenções propostas no âmbito dos estudos do DRENURBS;
- ✓ Implantação do Parque Linear da Terra Vermelha;
- ✓ Não indica implantação de estruturas de reservação;
- ✓ Não atende ao critério de impacto zero de vazões ao Ribeirão Isidoro;
- ✓ Não estabilização de canais resulta em maior degradação dos cursos d'água devido às elevadas velocidades em seções naturais, com aumento da erosão das margens, solapamento e transporte de sedimentos;
- ✓ Não contempla hierarquização dos investimentos.

Principais Pontos Positivos e Negativos



Pontos Positivos

- ✓ Redução dos Riscos de Inundação para TR 25 anos na Rua Isabel Raso;
- ✓ Implantação de parque linear - constitui equipamento de lazer e promove melhoria da qualidade ambiental na bacia.

Pontos Negativos

- ✓ Medidas Estruturais não apresentam hierarquização dos investimentos;
- ✓ Medidas não estão integradas a outros usos;
- ✓ Ligeiro aumento nos picos de vazão descarregados no Ribeirão Isidoro e transferidos a jusante;
- ✓ Maior degradação do curso d'água devido às elevadas velocidades em seções naturais, com aumento da erosão das margens, solapamento e transporte de sedimentos.

Alternativas 2A e 2B

Alternativas 2A e 2B



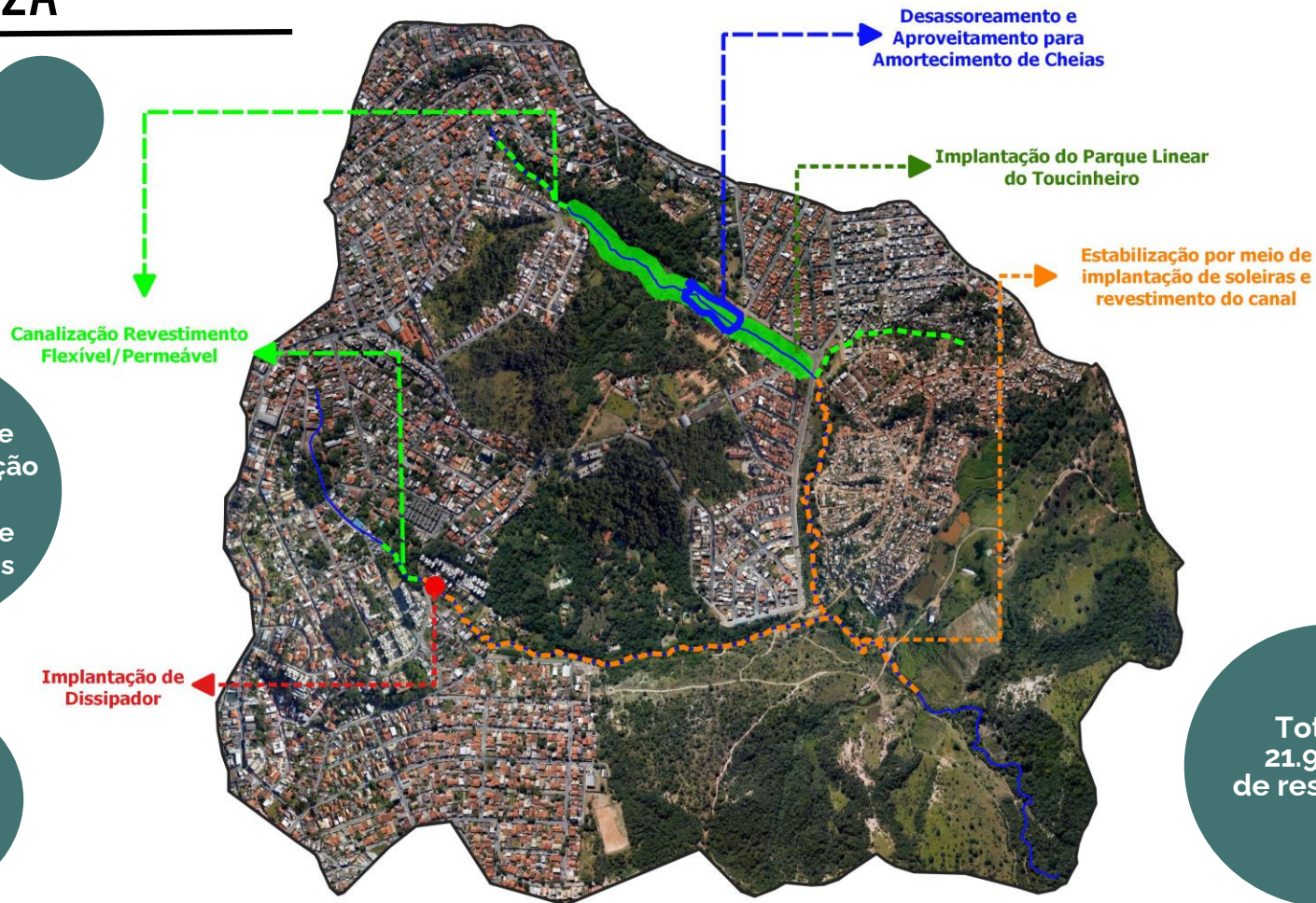
Alternativas
Contemplam as
mesmas
intervenções

O que difere é a
forma de
Estabilização
dos canais

Alternativa 2A
Implantação de
Soleiras

Alternativa 2B
Canalização em
degraus com
revestimento
flexível/permeável

Alternativa 2A



Implantação de
Soleiras / Proteção
do canal e
revegetação de
áreas marginais

Melhoria do
Emboque da
travessia da
Rua Isabel
Raso

Total de
21.900 m³
de reservação



Aspectos Gerais

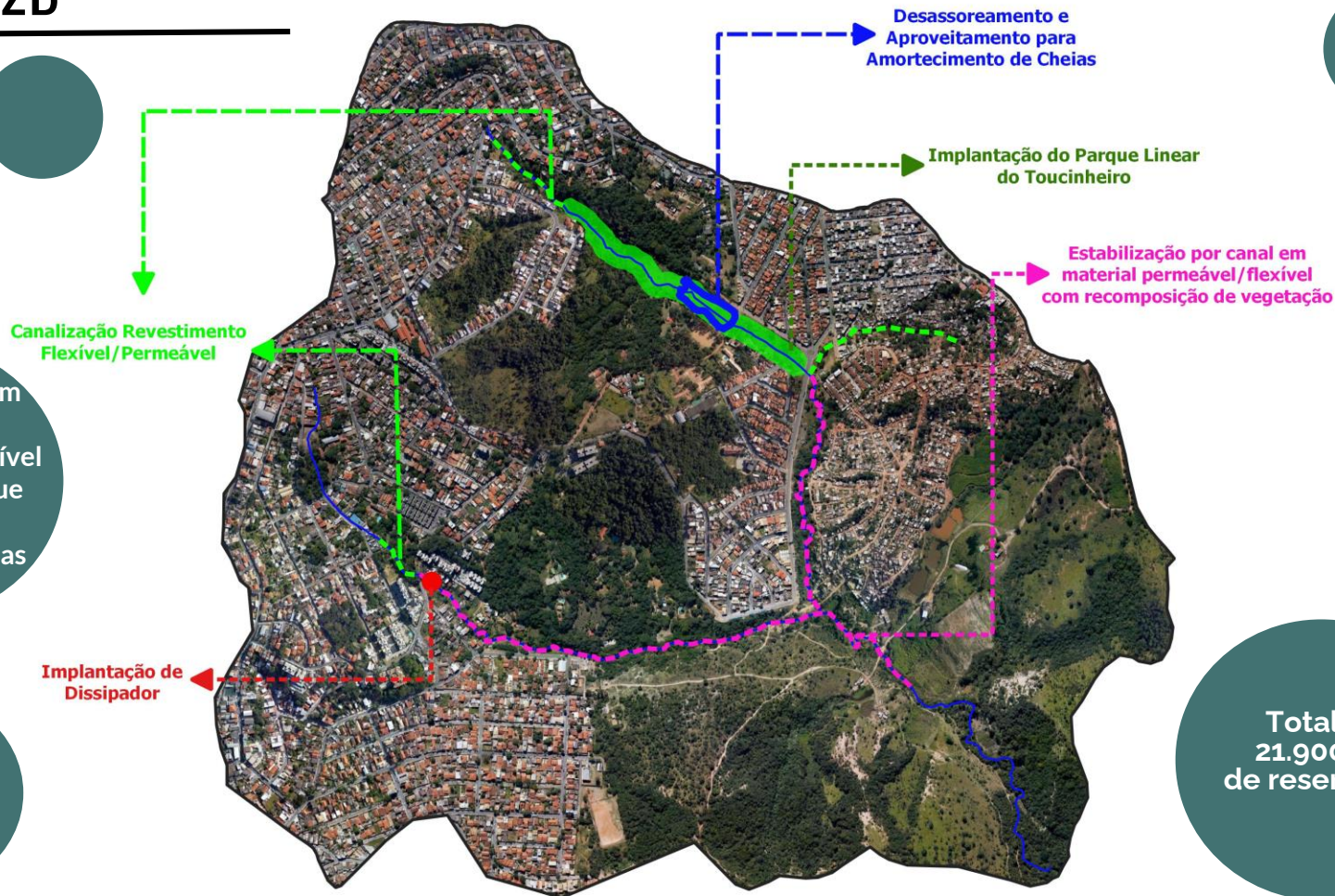
- ✓ **Desassoreamento e aproveitamento do Lago da Rua Atalaia para amortecimento de cheias inserido em Parque Linear:**
 - Integra drenagem a outros usos;
 - Promove melhoria da qualidade ambiental e redução da carga direta de poluição difusa que chega aos cursos d'água;
 - Introduz de Equipamentos de Lazer na bacia;
 - Constitui barreira física à ocorrência de ocupações em áreas livres remanescentes.
- ✓ **Canalização em degraus com revestimento flexível seguindo talvegue natural nos trechos:**
 - Córrego da Terra Vermelha a montante do bueiro da Rua Isabel Raso;
 - Córrego Toucinheiro entre a Rua Agenor de Paula Estrela e Rua Vereda Tropical;
 - Afluente do Córrego Toucinheiro na Ocupação Helena Greco.
 - Promove redução da degradação dos cursos d'água devido às elevadas velocidades que resultam em erosão das margens, solapamento e transporte de sedimentos.
- ✓ **Melhoria do Emboque do bueiro da Rua Isabel Raso;**
- ✓ **Implantação de Dissipador de Energia a jusante do bueiro da Rua Isabel Raso;**



Aspectos Gerais

- ✓ **Estabilização de trechos do Córrego da Terra Vermelha e do Córrego do Toucinheiro por meio da implantação de Soleiras:**
 - Córrego da Terra Vermelha a jusante da travessia da Rua Isabel Raso até cerca de 330 m a jusante da confluência com o Córrego Toucinheiro ;
 - Córrego do Toucinheiro a jusante da travessia da Rua Atanasia dos Jardins.
- ✓ **Há hierarquização de investimentos (para TR 05, 10 e 25 anos);**
- ✓ **Impacto zero de vazões ao Ribeirão Isidoro.**

Alternativa 2B





Aspectos Gerais

- ✓ **Desassoreamento e aproveitamento do Lago da Rua Atalaia para amortecimento de cheias inserido em Parque Linear:**
 - Integra drenagem a outros usos;
 - Promove melhoria da qualidade ambiental e redução da carga direta de poluição difusa que chega aos cursos d'água;
 - Introduz de Equipamentos de Lazer na bacia;
 - Constitui barreira física à ocorrência de ocupações em áreas livres remanescentes.
- ✓ **Canalização em degraus com revestimento flexível seguindo talvegue natural nos trechos:**
 - Córrego da Terra Vermelha a montante do bueiro da Rua Isabel Raso;
 - Córrego Toucinheiro entre a Rua Agenor de Paula Estrela e Rua Vereda Tropical;
 - Afluente do Córrego Toucinheiro na Ocupação Helena Greco.
 - Promove redução da degradação dos cursos d'água devido às elevadas velocidades que resultam em erosão das margens, solapamento e transporte de sedimentos.
- ✓ **Melhoria do Emboque do bueiro da Rua Isabel Raso;**
- ✓ **Implantação de Dissipador de Energia a jusante do bueiro da Rua Isabel Raso;**



Aspectos Gerais

- ✓ **Estabilização de trechos do Córrego da Terra Vermelha e do Córrego do Toucinheiro por meio da implantação de Degraus e revestimento em material flexível/permeável:**
 - Córrego da Terra Vermelha a jusante da travessia da Rua Isabel Raso até cerca de 330 m a jusante da confluência com o Córrego Toucinheiro ;
 - Córrego do Toucinheiro a jusante da travessia da Rua Atanasia dos Jardins.
- ✓ **Há hierarquização de investimentos (para TR 05, 10 e 25 anos);**
- ✓ **Impacto zero de vazões ao Ribeirão Isidoro.**

Exemplos de Estabilização e Revegetação de Canais

Canal com Seção Composta revestido em Grama – Denver (EUA)

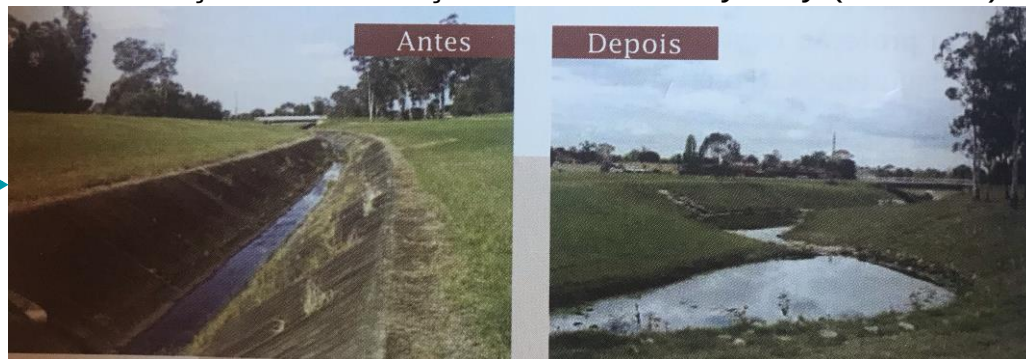


Fonte: Canholi (2015)

É mantida a sinuosidade natural dos canais

Canal passa por obra de engenharia para estabilização e é feito revestimento com cobertura vegetal

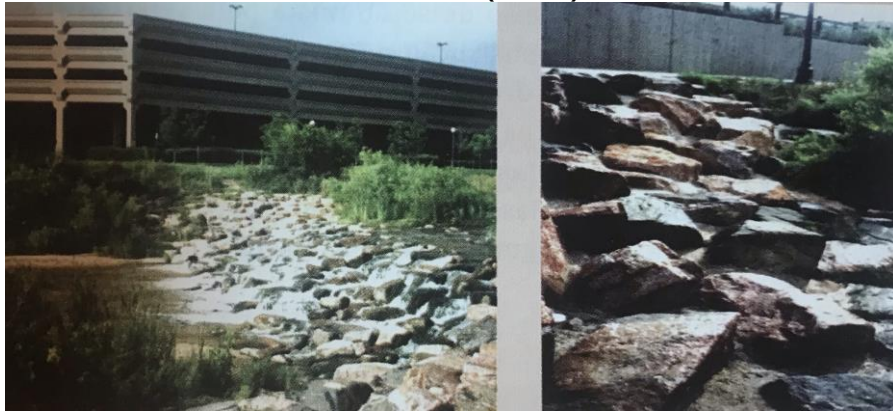
Restauração das Condições Naturais – Sydney (Austrália)



Fonte: Canholi (2015)

Exemplos de Estabilização de Canais - Soleiras

Soleiras de Pedra Argamassada
– Denver (EUA)



Fonte: Canholi (2015)

Soleiras em Execução (Gabião Caixa)
– Rio Aricanduva (SP)



Fonte: Canholi (2015)

Principais Pontos Positivos e Negativos



Pontos Positivos

- ✓ Mitigação dos efeitos da urbanização e impacto zero no Ribeirão Isidoro;
- ✓ Redução dos Riscos de Inundação para TR 25 anos em todo o trecho de análise;
- ✓ Medidas estão integradas a outros usos;
- ✓ Implantação de parque linear - constitui equipamento de lazer, atua como barreira física à implantação de novas ocupações e promove melhoria da qualidade ambiental na bacia.

Pontos Negativos

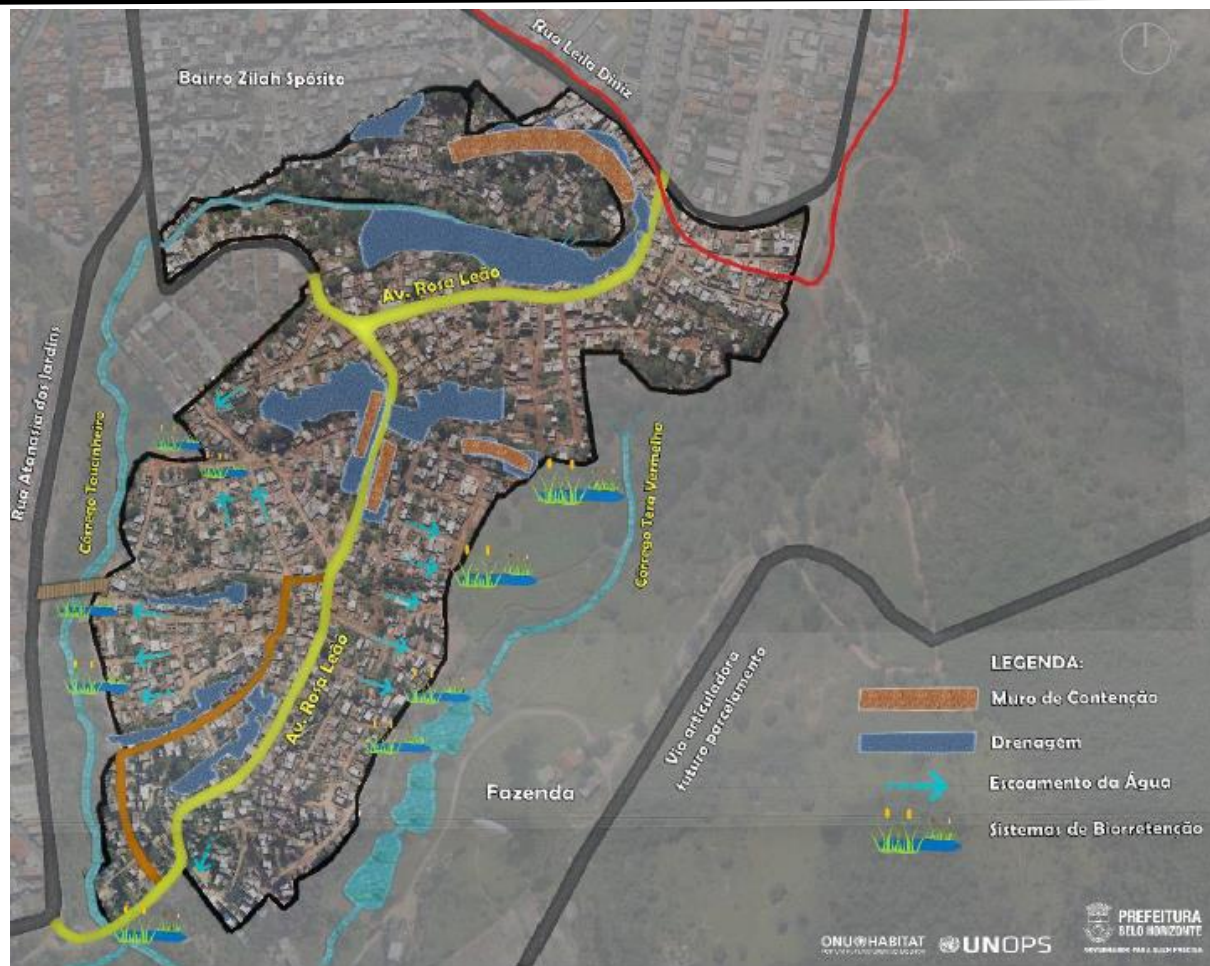
- ✓ Maior Investimento.

Compatibilização com Intervenções da Operação Urbana Isidoro

Uso e Ocupação do Solo

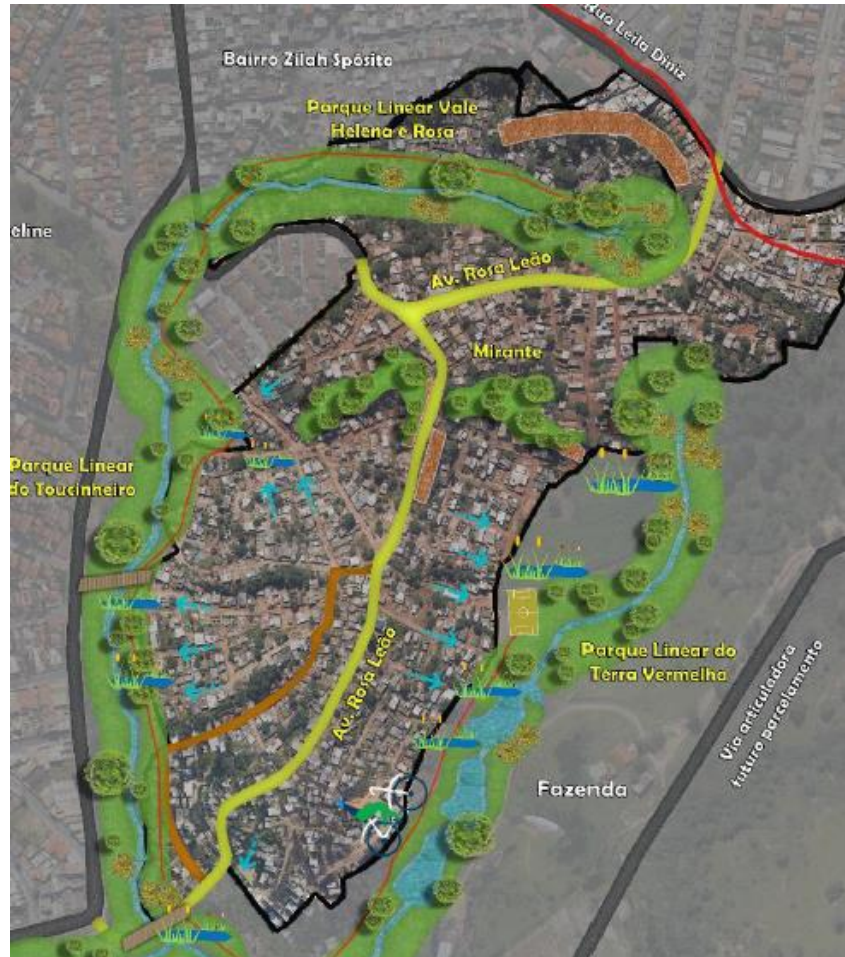


Propostas em Consonância com as Alternativas Apresentadas



- ✓ Implantar instalações multifuncionais de gestão de águas pluviais a jusante com vegetação para remover poluentes e reduzir as taxas de pico de escoamento;
- ✓ Integrar-se de forma sustentável ao sistema convencional de drenagem urbana.
- ✓ Criar paisagens multifuncionais, integrando áreas de lazer e contemplação e gestão das águas pluviais ao longo do Córrego Toucinheiro e Córrego Terra Vermelha;
- ✓ Evitar a ocupação futura das APPs;

Propostas em Consonância com as Alternativas Apresentadas



Plano de Intervenções de Microdrenagem



Aspectos Gerais

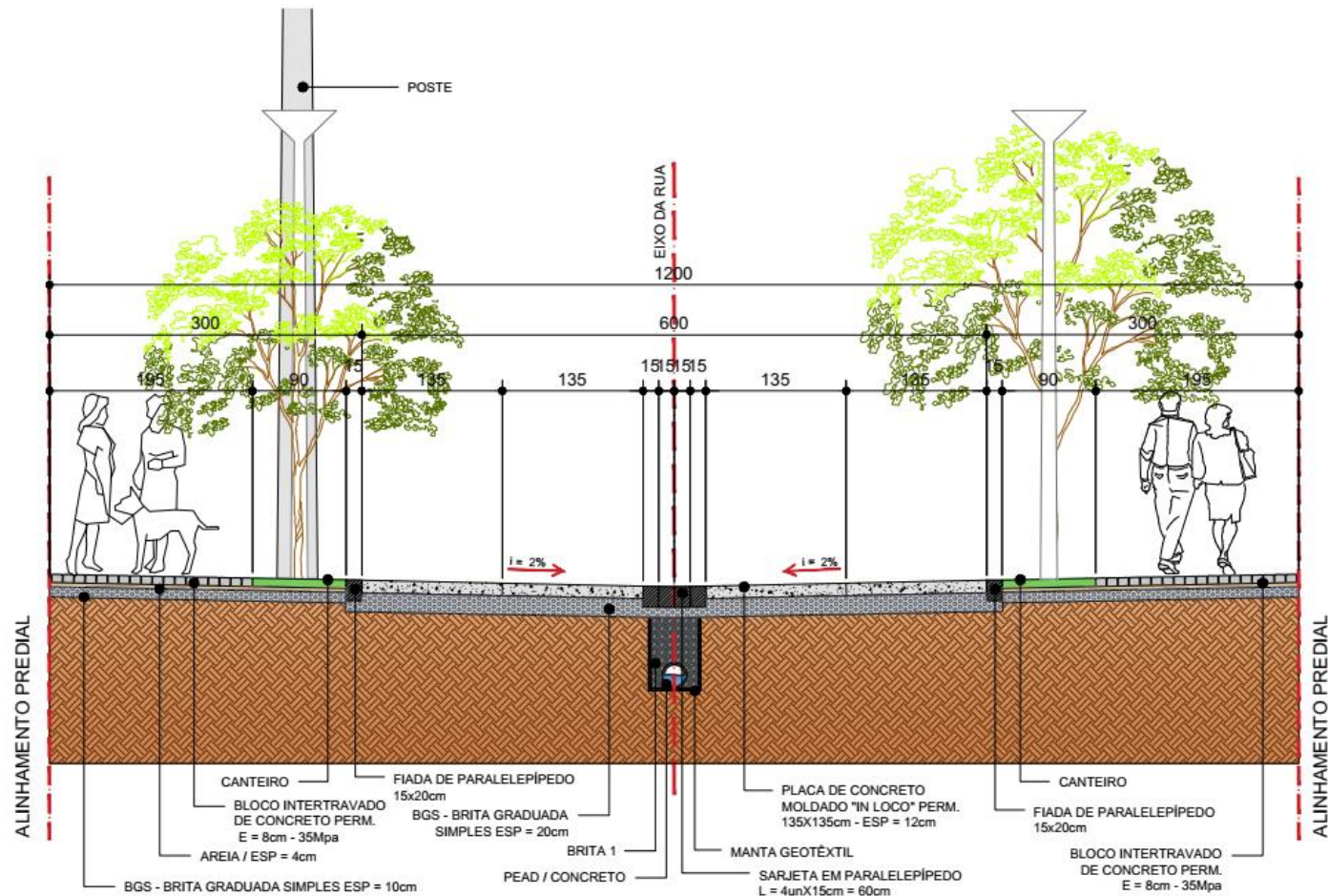
- ✓ Diagnóstico da Situação Atual nas Bacias Contempladas;
- ✓ Proposição de Medidas Convencionais e Não Convencionais Complementares para melhoria das condições de Infiltração, qualidade de águas e alagamentos.

Seleção de Áreas para Implantação de Medidas Não Convencionais - Exemplo



Medidas Não Convencionais – Jardins de Chuva





Obrigado
