



PREFEITURA BELO HORIZONTE

GOVERNANDO PARA QUEM PRECISA



PROJETO DE OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE MACRODRENAGEM DOS CÓRREGOS VILARINHO, NADO E RIBEIRÃO ISIDORO

**SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E INFRAESTRUTURA – SMOBI
SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL - SUDECAP**

BELO HORIZONTE, 26/03/2019



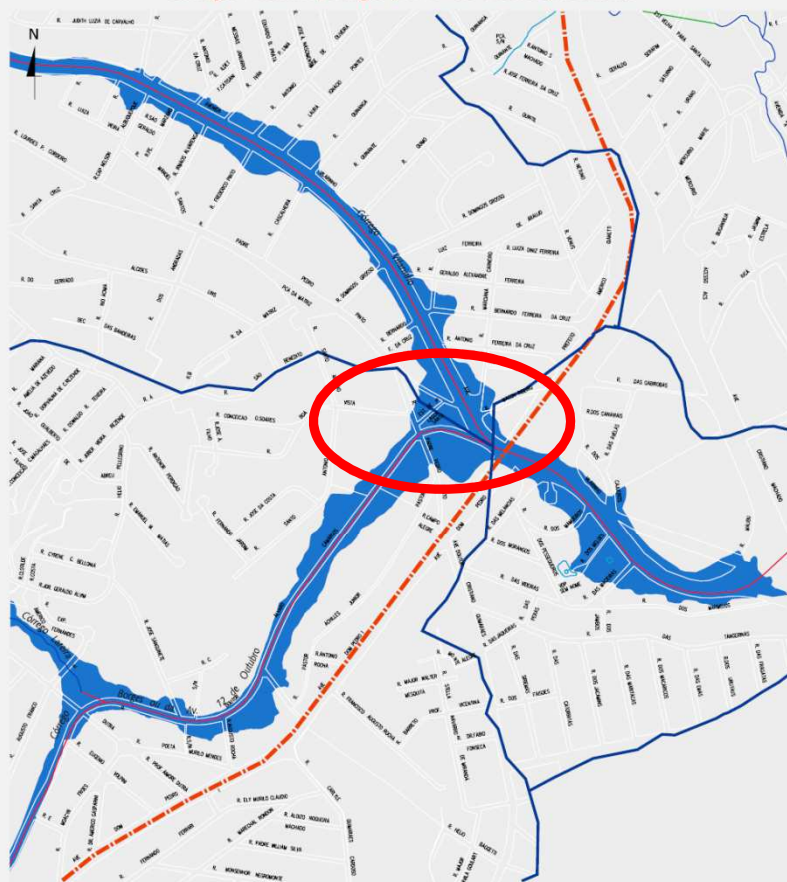
CONTEXTUALIZAÇÃO

- ✓ As bacias dos córregos Vilarinho e do Nado têm sofrido **episódios frequentes de inundações** há várias décadas, principalmente, em função da **ocupação desordenada, intensificando o processo de impermeabilização do solo, com o** consequente aumento das vazões de pico. A formação de ilhas de calor e o fenômeno das **mudanças climáticas têm tornado os eventos extremos cada vez mais frequentes, inclusive na região.**
- ✓ Em face do risco elevado de inundações e de suas conseqüências, **intervenções estruturais e não estruturais têm sido implementadas na bacia**, com o objetivo de se reduzir o risco e mitigar os efeitos das inundações.
- ✓ Entre as intervenções estruturais implantadas se incluem a execução **de bacias de detenção, os tratamentos de fundo de vale e o aumento da capacidade das galerias do sistema de macrodrenagem**, inclusive com a implantação da galeria tricelular para condução das águas do Ribeirão Isidoro.
- ✓ Entre as ações de **caráter não estrutural** estão a **modelagem hidrológica e hidráulica das bacias e do sistema de macrodrenagem, o mapeamento de zonas inundáveis, o monitoramento hidrológico e de alerta**, além das ações de prevenção e contingência.



• CARTA DE INUNDAÇÕES DE BELO HORIZONTE •
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE SUSCETÍVEIS

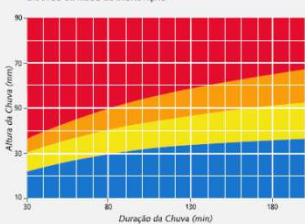
REGIONAL VENDA NOVA – Figura 6
'Córregos Vilarinho, Borges (Av. 12 de Outubro) e Lareira'



LOCALIZAÇÃO



GRÁFICO DE RISCO DE INUNDAÇÃO



LEGENDA

- Mancha de Inundação
- Limite da Bacia
- Limite Divisa Regional
- Curso d'água em Leito Natural
- Curso d'água Canalizado Aberto
- Curso d'água Canalizado Fechado
- Curso d'água Canalizado em Seção Tubular
- Curso d'água Não Cadastrado

Escala: 1:7.500

SECRETARIA MUNICIPAL DE POLÍTICAS URBANAS – SMURBE
SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL – SUDECAP
Núcleo de Execução de Projetos Especiais – Saneamento – NEPE-SAN
Núcleo de Execução de Projetos Especiais – Plano Diretor de Drenagem – NEPE-PDD



PREFEITURA MUNICIPAL
DE BELO HORIZONTE

DIAGNÓSTICO



CARTA DE INUNDAÇÕES DE BELO HORIZONTE

MANCHA DE INUNDAÇÃO DA REGIÃO DA CONFLUÊNCIA DOS CÓRREGOS VILARINHO, NADO E RIBEIRÃO ISIDORO

[Janeiro, 2009]

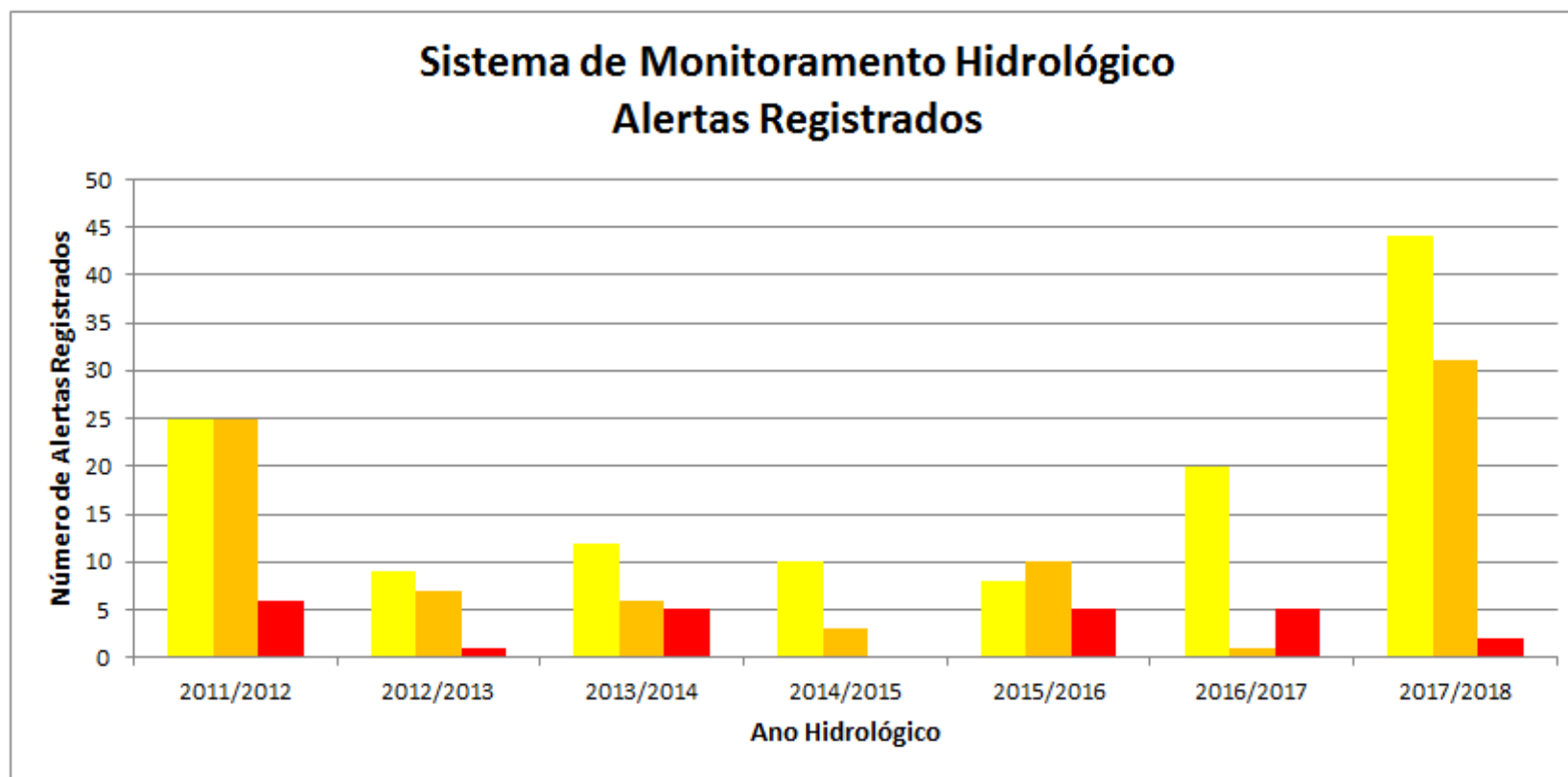
DIAGNÓSTICO

EVENTOS DE MAIOR MAGNITUDE REGISTRADOS PELO SISTEMA DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

Data	Estação	Precipitação Acumulada (mm)	Precipitação Máxima (10 min) (mm)	Duração (min)	Intensidade (mm/h)	Intensidade máx (10 min) (mm/h)
27/10/2015	4	50	21,6	30	100	129,6
04/12/2016	7	67,4	16,8	70	57,8	100,8
15/11/2018	2	86,6	21,4	100	52	128,4

DIAGNÓSTICO

ALERTAS REGISTRADOS PELO SISTEMA DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO NA BACIA DOS CÓRREGOS VILARINHO, NADO E RIBEIRÃO ISIDORO.



REGISTRO DE EVENTOS CHUVOSOS NA REGIÃO DA AVENIDA VILARINHO – 2015/2016



REGISTRO DE EVENTOS CHUVOSOS NA REGIÃO DA AVENIDA VILARINHO – 15 DE NOVEMBRO DE 2018



PRINCIPAIS FATOS E AÇÕES



- ✓ **15 DE NOVEMBRO DE 2018** - o Município de Belo Horizonte foi atingido por um **severo evento pluviométrico**, em especial na região de Venda Nova, resultando em perda de vidas.
- ✓ A Administração Municipal, em pronto atendimento, viabilizou as ações **necessárias para a restauração das condições de normalidade das infraestruturas instaladas na região, bem como o amparo aos cidadãos afetados.**
- ✓ **21 DE NOVEMBRO DE 2018** – foi publicado no Diário Oficial do Município:

"DECRETO Nº 17.015, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2018.

Declara em situação anormal, caracterizada como Situação de Emergência, as áreas do Município de Belo Horizonte comprovadamente afetadas pelos desastres decorrentes das precipitações pluviométricas registradas na cidade. "

"DECRETO Nº 17.016, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2018.*Institui Comitê com o objetivo de coordenar as medidas de emergência em decorrência dos danos causados por intensa chuva na regional Venda Nova, com foco especial na Avenida Vilarinho.*



PRINCIPAIS FATOS E AÇÕES

"DECRETO Nº 17.016, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2018.

*"Art. 1º – Fica instituído **Comitê Estratégico de Emergência** com o objetivo de promover estudos, apresentar propostas e projetos, bem como coordenar as medidas de emergência decorrentes das inundações, alagamentos e enxurradas na regional Venda Nova, com foco especial na Avenida Vilarinho.*

Parágrafo único – O Comitê tem como atribuições:

I – apresentar no prazo de trinta dias a contar da data de publicação deste decreto propostas com soluções preventivas, reparadoras e definitivas para as inundações, alagamentos e enxurradas na regional de que trata o caput;

II – coordenar as contratações emergenciais necessárias para a elaboração de projeto e obras na regional afetada.

III – realizar demais medidas necessárias em decorrência da publicação do Decreto nº 17.015, de 20 de novembro de 2018."



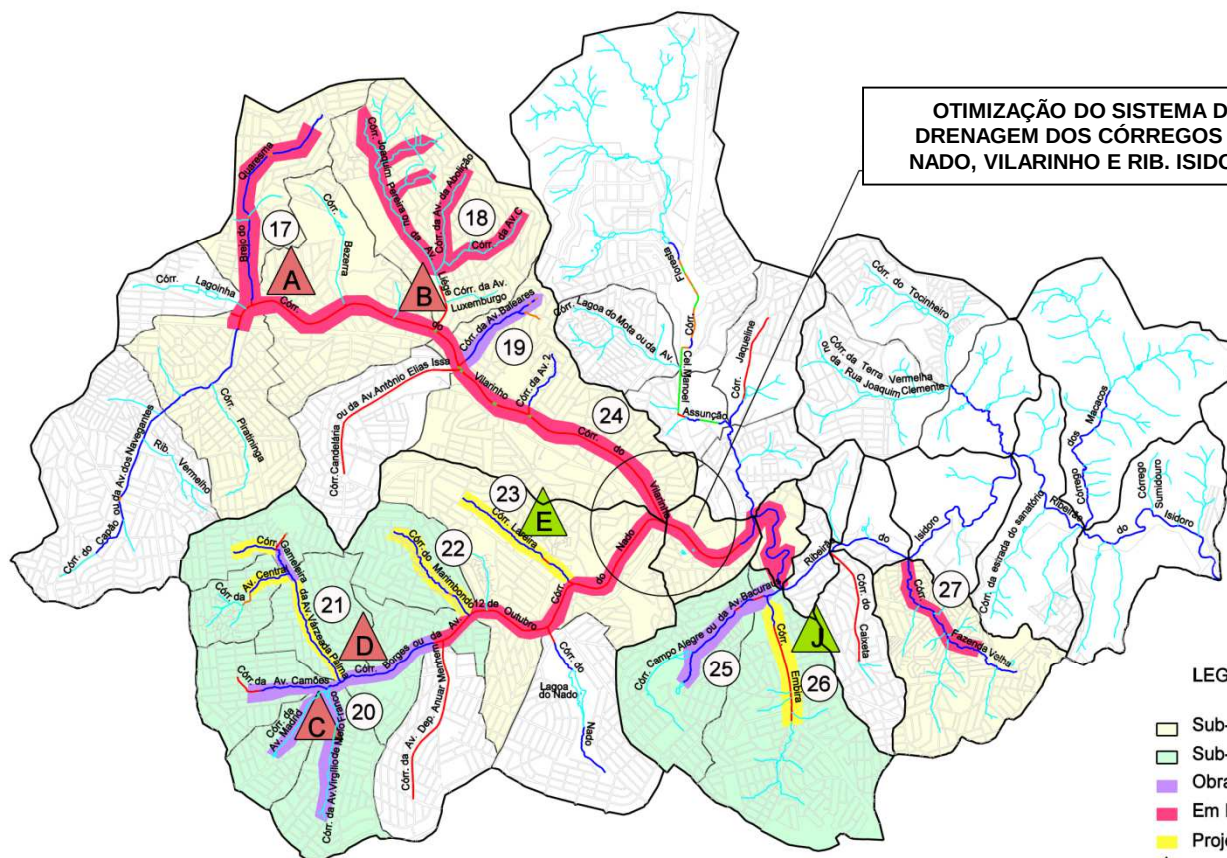
PRINCIPAIS FATOS E AÇÕES

- ✓ Diante da necessidade urgente de resposta ao ocorrido, a Administração Municipal tomou a decisão de utilizar contrato vigente com a empresa Engesolo Engenharia para avaliação dos estudos existentes e proposição de alternativas e desenvolvimento de anteprojeto para mitigação dos riscos de inundação na região dos córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro.
- ✓ **19 DE DEZEMBRO DE 2018** – o Prefeito de Belo Horizonte, Dr. Alexandre Kalil, apresentou os resultados do trabalho desenvolvido pelo Comitê Estratégico de Emergência para solucionar o problema das inundações na região da avenida Vilarinho.
- ✓ **LICENCIAMENTO AMBIENTAL** – a SUDECAP está preparando o Edital para a contratação dos Estudos de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.



INTERVENÇÕES ESTRUTURANTES – SANEAMENTO AMBIENTAL E REDUÇÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES

BACIAS DO RIBEIRÃO ISIDORO



OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DOS CÓRREGOS DO NADO, VILARINHO E RIB. ISIDORO

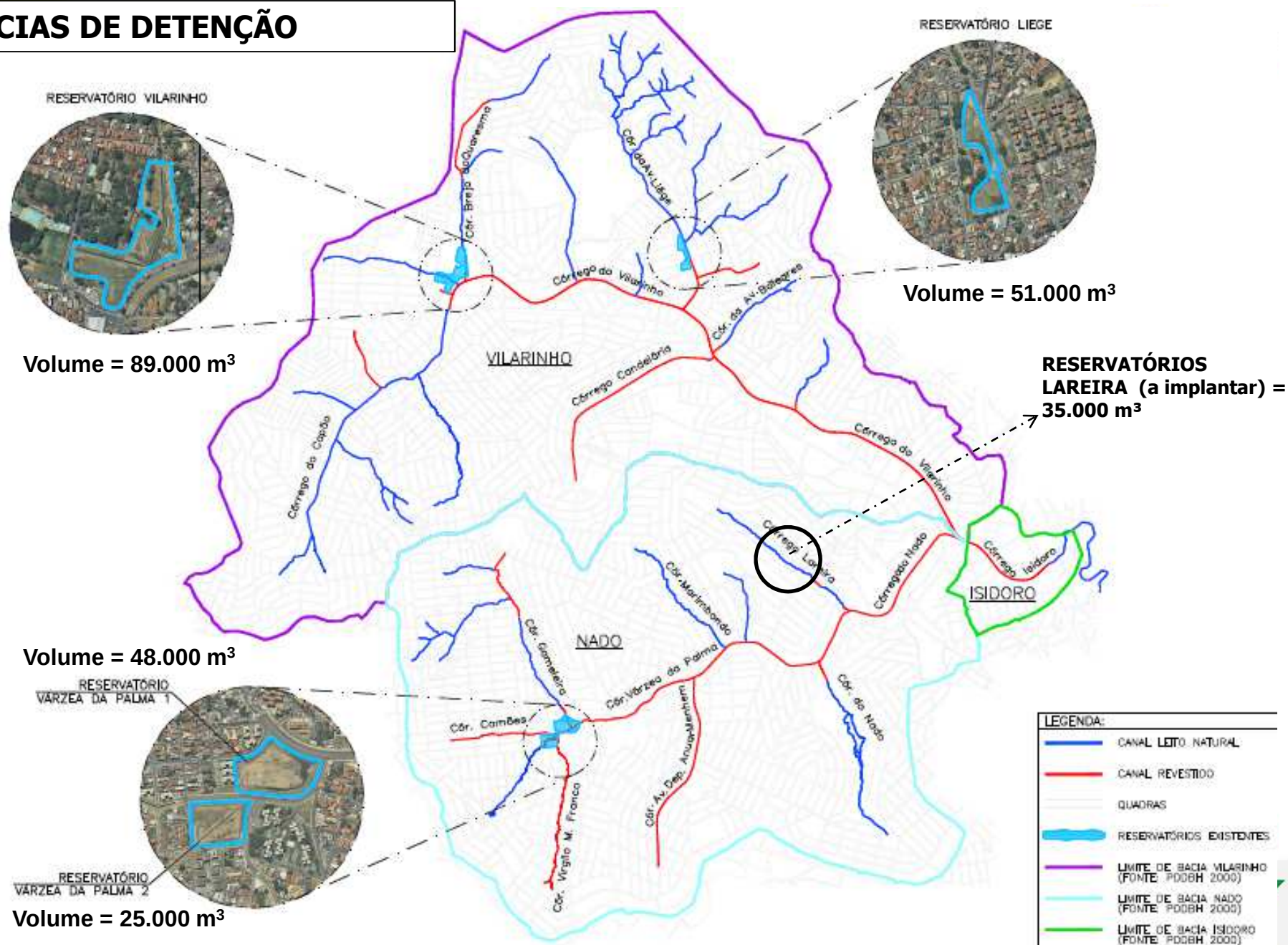
BACIAS DE DETENÇÃO
A - Vilarinho
B - Liége
C - Várzea da Palma (PAC)
D - Várzea da Palma (PAC)
E - Lareira (PAC/Obra Licitada)
J - Embira

EMPREENHIMENTO
17 - Brejo Quaresma (PAC)
18 - Joaquim Pereira (PAC / Avançar)
19 - Avenida Baleares (Drenurbs)
20 - Complexo Várzea da Palma 1, 2 e 3 (PAC)
21 - Av. Várzea da Palma/Rua Chile/Av. Central (Avançar)
22 - Córrego Marimbondo (PAC - Obra Licitada)
23 - Córrego Lareira (PAC - Obra Licitada)
24 - Vilarinho/Nado/Isidoro (Drenurbs)
25 - Córrego Bacuraus (Drenurbs)
26 - Córrego Embira (PAC / Avançar)
27 - Córrego Fazenda Velha (PAC)
28 - Avenida Basílio da Gama (OP)

LEGENDA

- Sub-bacia com Obra/Projeto em Andamento
- Sub-bacia com Obra/Projeto Concluído
- Obra Concluída
- Em Projeto
- Projeto Concluído
- Bacia de Detenção Implantada
- Bacia de Detenção à Implantar
- Bacia Hidrográfica
- Curso d'Água Canalizado Fechado - Cadastrado pelo PDBH
- Curso d'Água Canalizado em Seção Tubular - Cadastrado pelo PDBH
- Curso d'Água Canalizado Aberto - Cadastrado pelo PDBH
- Curso d'Água em Leito Natural - Cadastrado pelo PDBH
- Curso d'Água não Cadastrado pelo PDBH

BACIAS DE DETENÇÃO



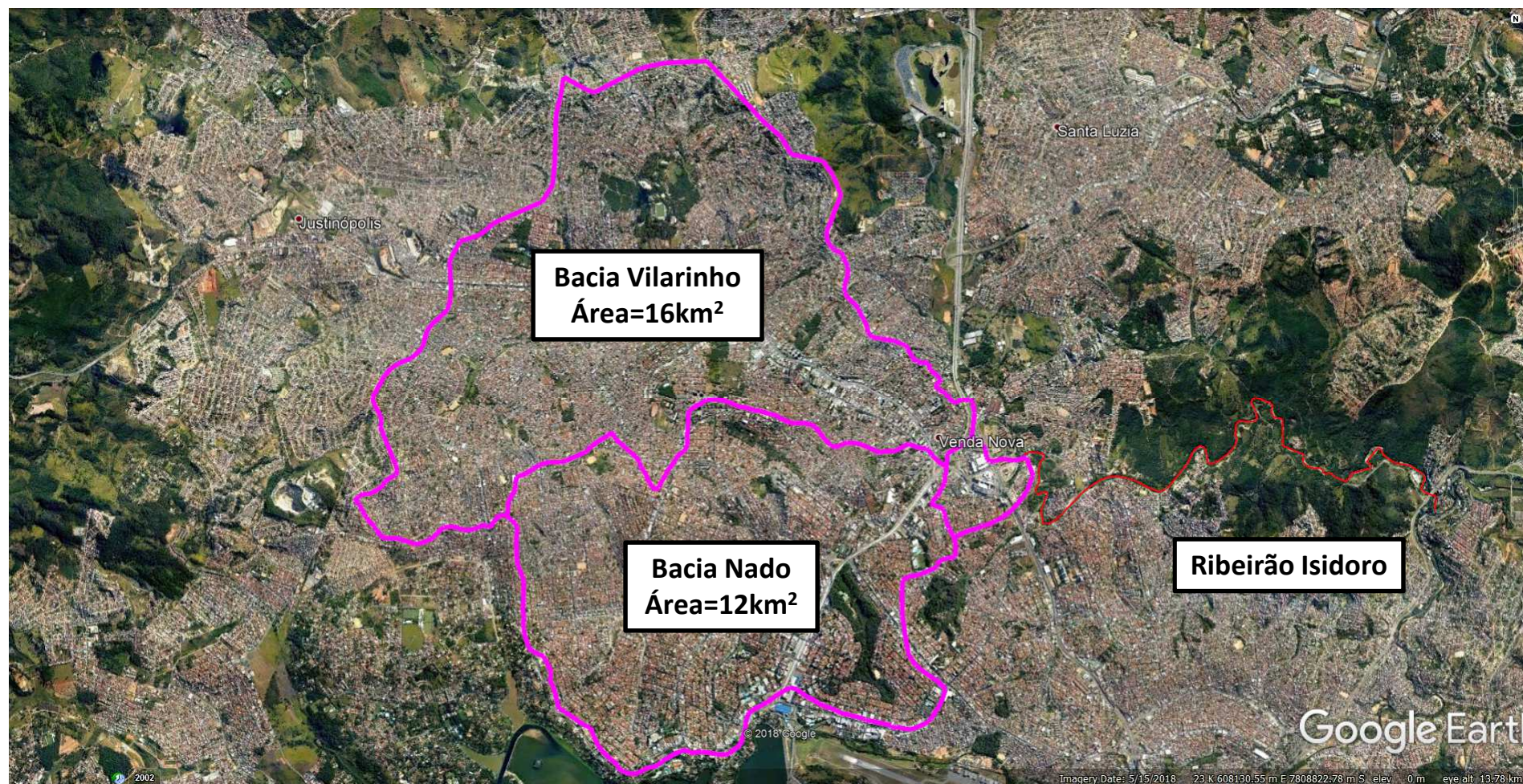
INTERVENÇÕES ESTRUTURANTES – SANEAMENTO AMBIENTAL E REDUÇÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES

BACIAS DOS CÓRREGOS DO NADO, VILARINHO E RIBEIRÃO ISIDORO

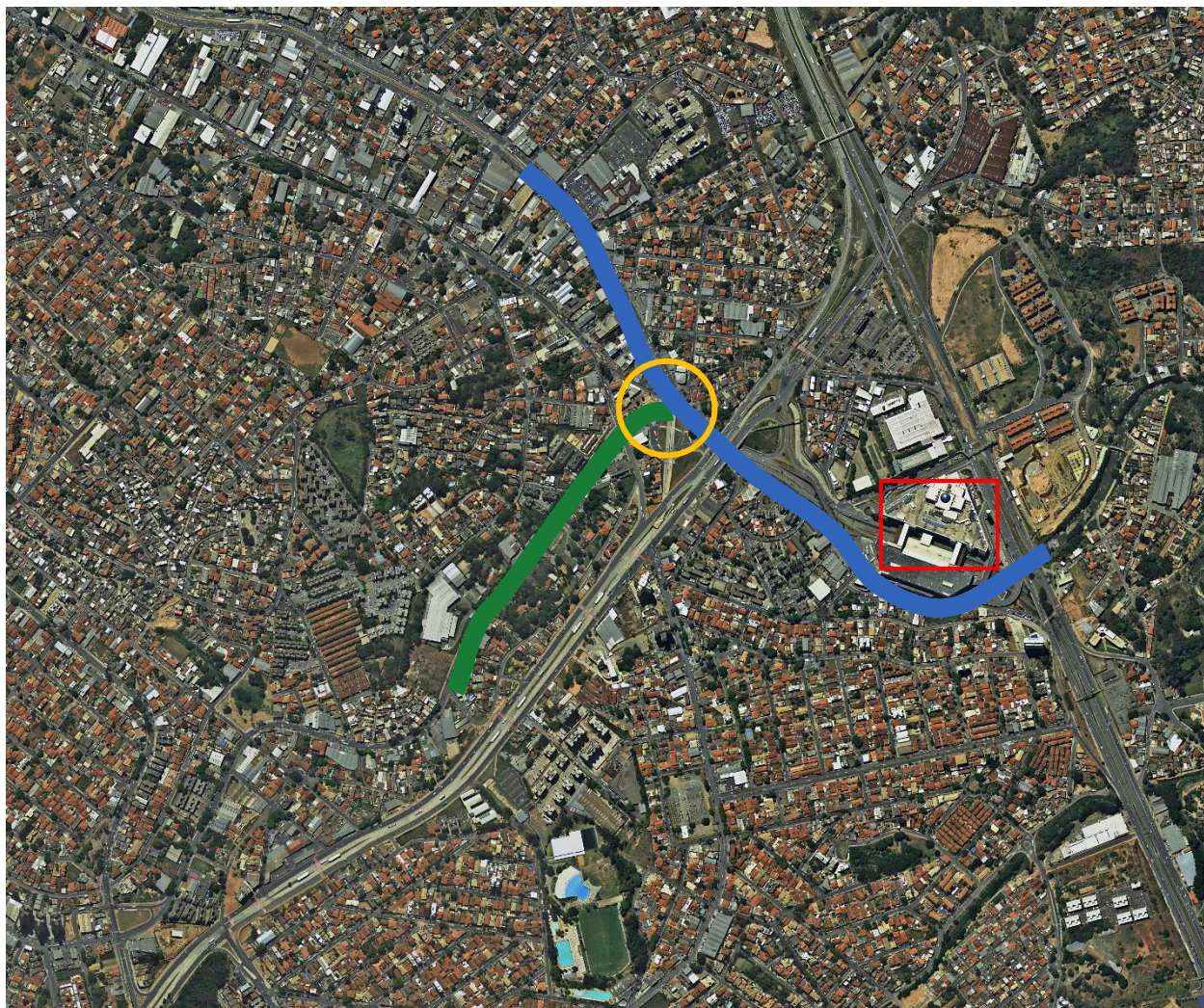
MATRIZ DE INVESTIMENTOS

Intervenções - Empreendimentos (a partir de 2010)	Valores (R\$ Milhões)	
	Realizado	A realizar
Av. Bacuraus	8	-
Av. Baleares	9	-
Córregos Lareira e Marimbondo	17	50*
Complexo da Av. Várzea da Palma	220	60**
Córrego Embira	2*	75**
Córrego Fazenda Velha	2*	85
Córrego Joaquim Pereira	1*	30
Córrego Brejo Quaresma	1*	10
Córrego do Capão		250
Total	260	560
* Recursos Aprovados pelo Programa PAC-2 - Gov. Federal		
** Em Processo de Captação junto ao Programa Avançar Cidades - Gov. Federal		

ÁREA DE ESTUDO E DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO



REGIÃO DA CONFLUÊNCIA



— Córrego do Nado
(Rua Dr. Álvaro Camargos)

— Córrego Vilarinho
(Av. Vilarinho)

— Ribeirão Isidoro
(Av. Vilarinho)

○ Confluência

□ Estação Vilarinho



DIRETRIZES INICIAIS DOS ESTUDOS E PROJETO

- ✓ Intervenção para **reduzir a magnitude das inundações** que ocorrem na região do **cruzamento da Avenida Vilarinho e Rua Dr. Álvaro Camargos (confluência dos córregos Nado e Vilarinho)**.
- ✓ **Diminuição da altura da lâmina d'água e do tempo de permanência das inundações** (esgotamento mais rápido do volume extravasado sobre as vias).
- ✓ **Compatibilização** com as estruturas de macrodrenagem existentes: Túnel sob estação metroviária do Vilarinho.
- ✓ **Intervenção compatível com futuras intervenções** na bacia, a serem definidas a partir da contratação de estudos, no âmbito do Programa DRENURBS, os quais estão sendo conduzidos pela DGAU (Diretoria de Gestão de Águas Urbanas) da SMOBI (Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura).
- ✓ **Avaliação dos impactos da solução indicada, com proposição de medidas mitigadoras.**



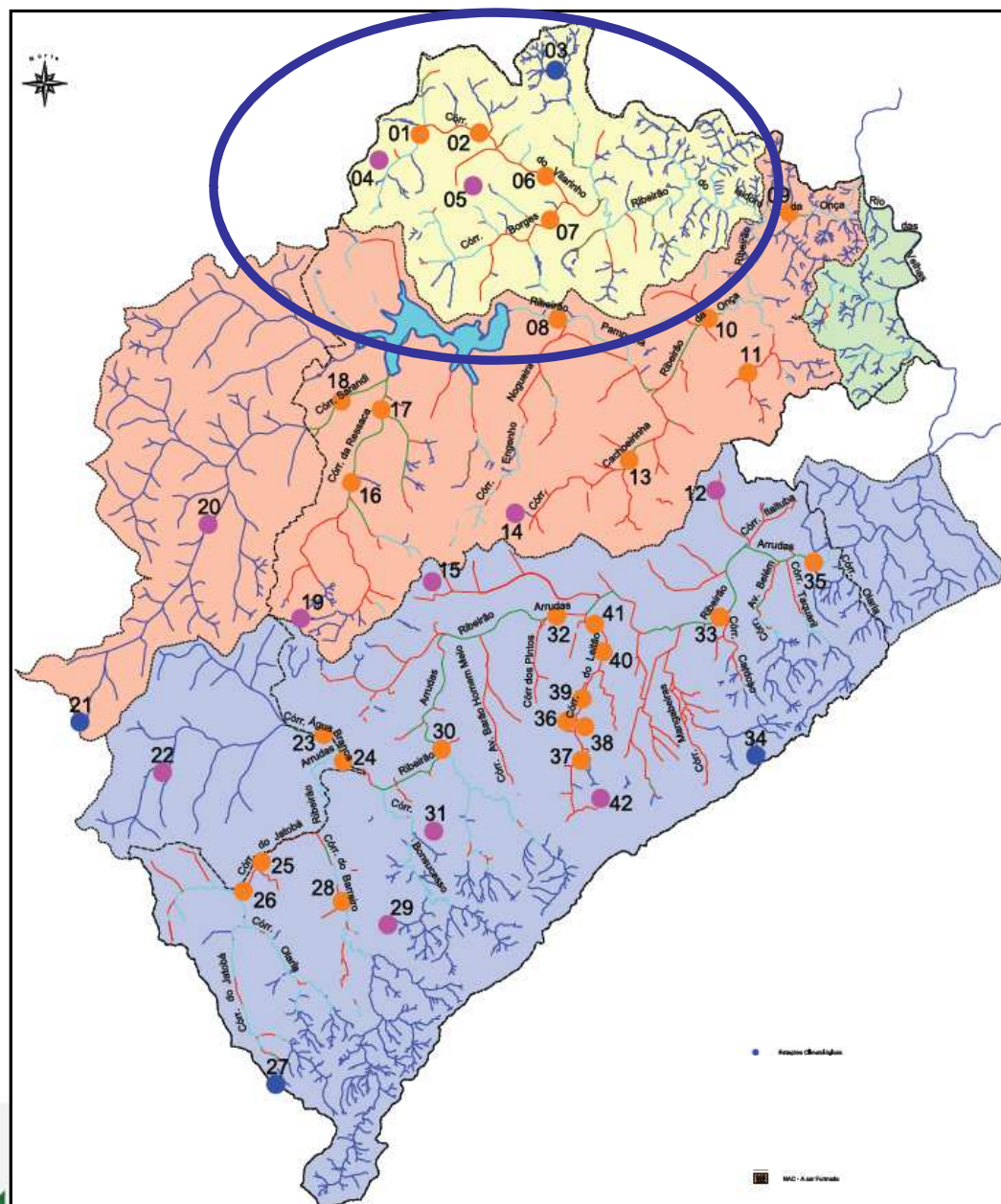
SISTEMA DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DE BH

LEGENDA

- Canal Leito Natural
- Canal Revestido Fechado
- Canal Revestido Aberto
- Canal Semi Natural
- Canal Não Cadastrado pelo PDDBH
- - - Limite de Belo Horizonte
- - - - Limite de Bacias Hidrográficas
- Estações Pluviométricas (11)
- Estações Fluviométricas (27)
- Estações Climatológicas (04)

Bacia Hidrográfica do Isidoro:

- 04 Est. Fluviométricas;
- 02 Est. Pluviométricas;
- 01 Est. Climatológica.



DADOS HIDROLÓGICOS – EVENTO DE 15/11/2018

✓ Período de retorno maior que 100 anos

Média das estações de monitoramento da PBH = 63 mm [hora crítica]

Estação Nº 2 = 81 mm [hora crítica]

Estação Nº 5 = 77 mm [hora crítica]

OBS.: Período de retorno de 100 anos (probabilidade de ocorrência de 1%) = **76 mm**
[hora crítica]

✓ Modelo hidrológico computacional HEC-HMS

✓ Simulação do evento de chuva intensa observado em 15/11/2018

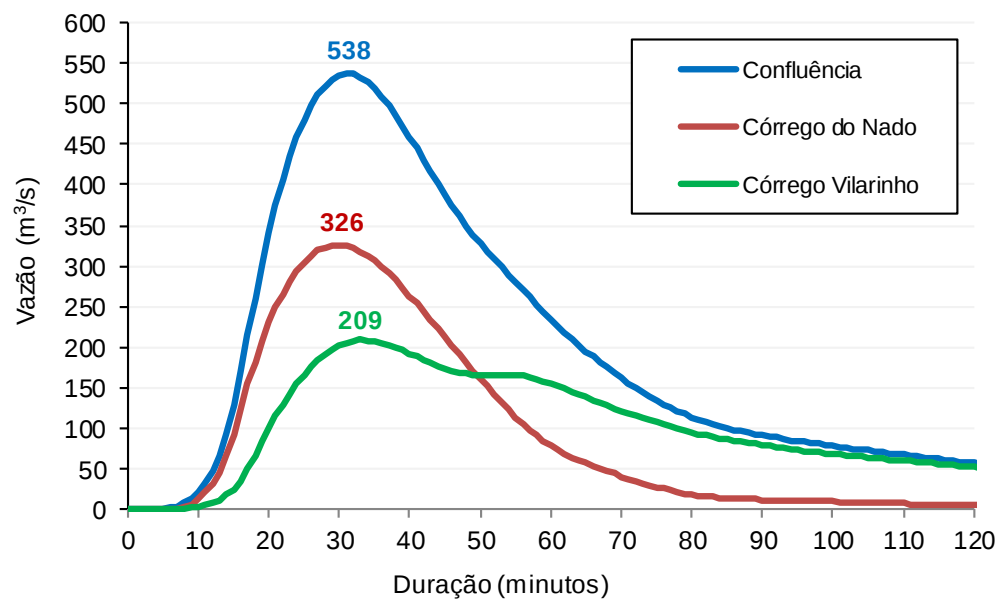
✓ Vazão máxima de cheia do córrego Vilarinho = 152 m³/s

✓ Vazão máxima de cheia do córrego do Nado = 250 m³/s

✓ **Vazão máxima de cheia na confluência = 375 m³/s**

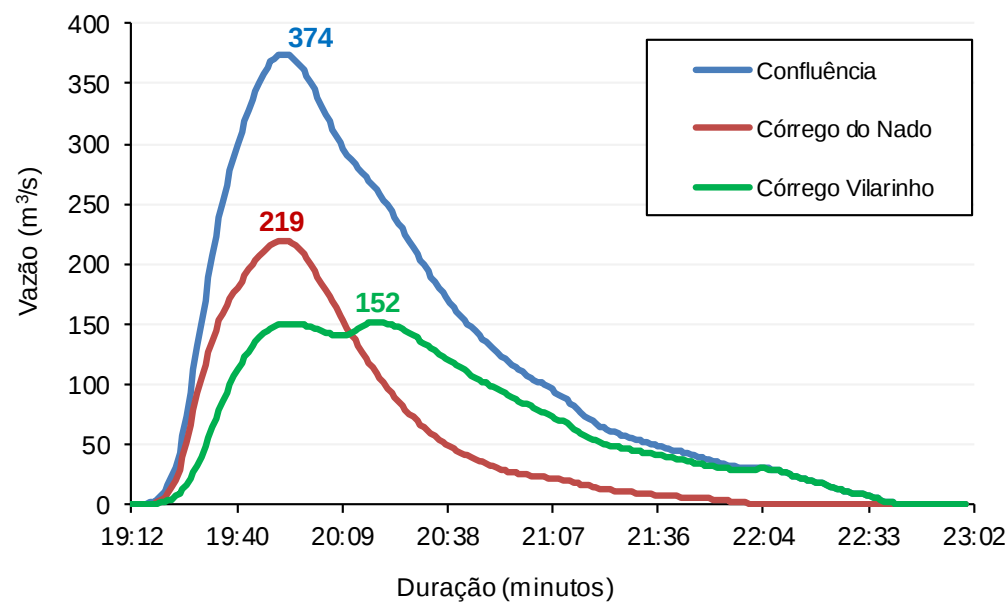


ASPECTOS HIDROLÓGICOS



Hydrogramas de cheias de TR 100 anos

Hydrogramas de cheias de 15/11/2018



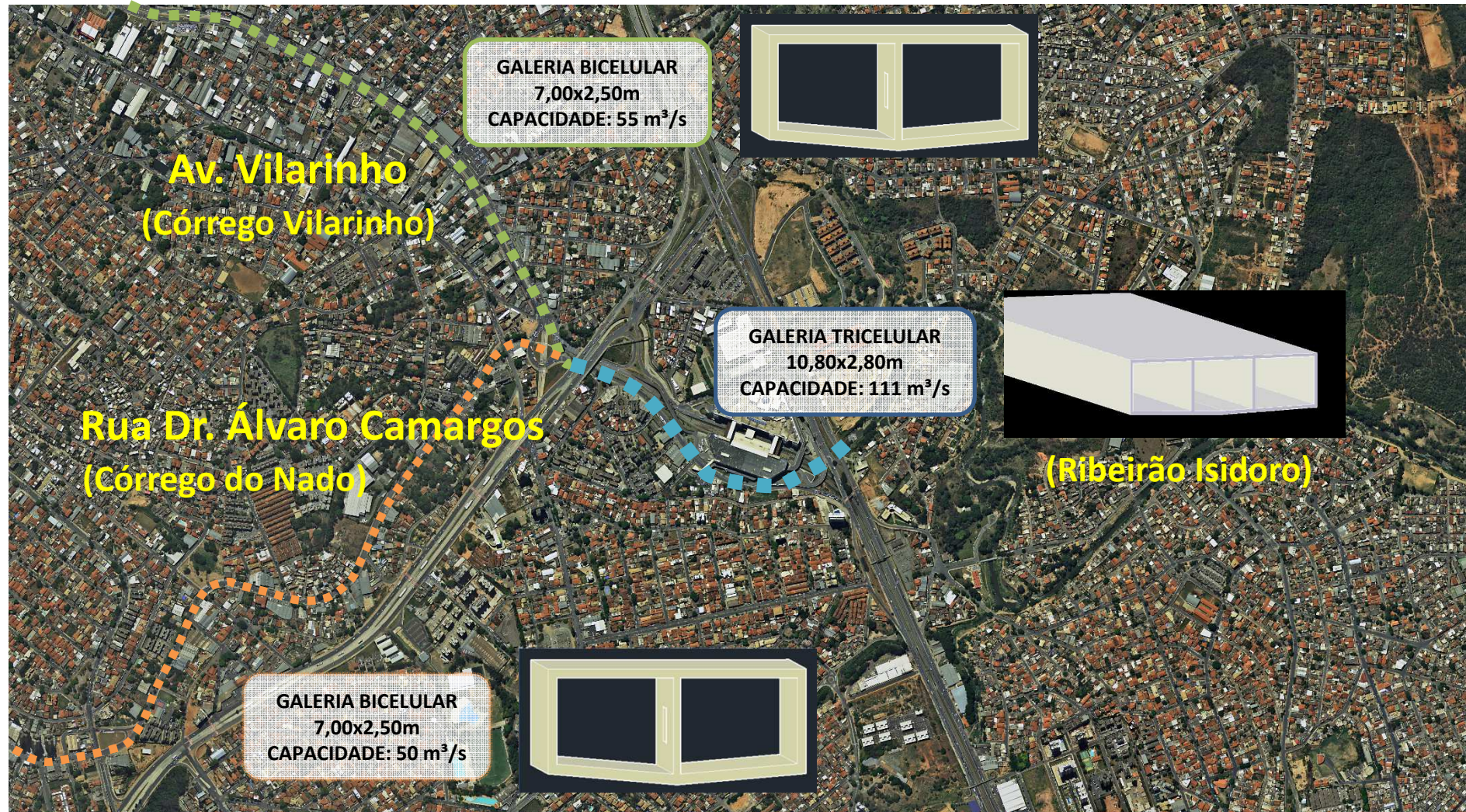
ASPECTOS HIDROLÓGICOS/HIDRÁULICOS

	Capacidade atual do sistema de macrodrenagem	Simulação do evento de precipitação de projeto de TR 100 anos
Vazão máxima de cheia do córrego Vilarinho	55 m ³ /s	209 m ³ /s
Vazão máxima de cheia do córrego do Nado	50 m ³ /s	326 m ³ /s
Vazão máxima de cheia na confluência	111 m ³ /s	538 m ³ /s

- **Baixa capacidade hidráulica das galerias existentes** (córregos Vilarinho e Nado, Ribeirão Isidoro).
- **Dimensões (seção hidráulica) e declividades limitadas**, associado a existência de pilares nas galerias.

ASPECTOS HIDRÁULICOS

Sistema de Macrodrenagem Existente



GALERIA DO RIBEIRÃO ISIDORO

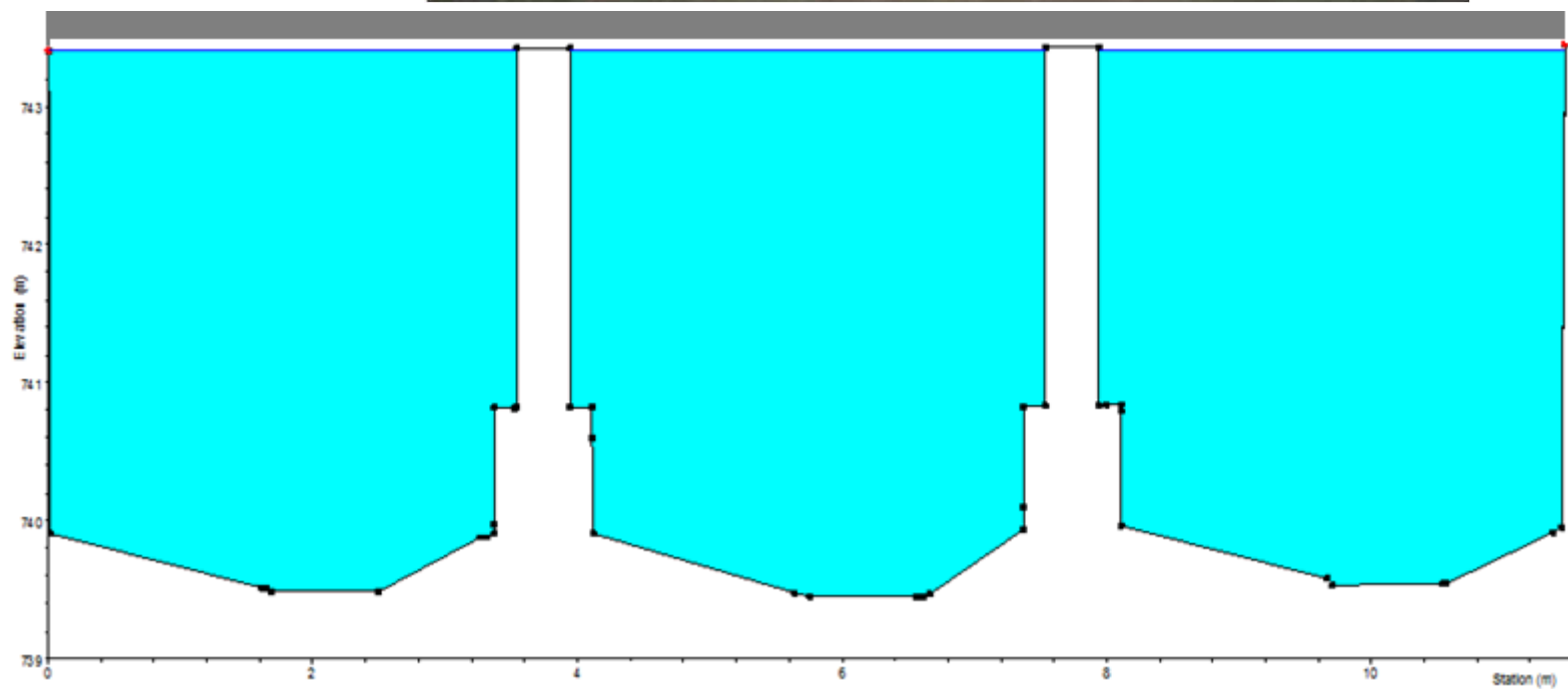
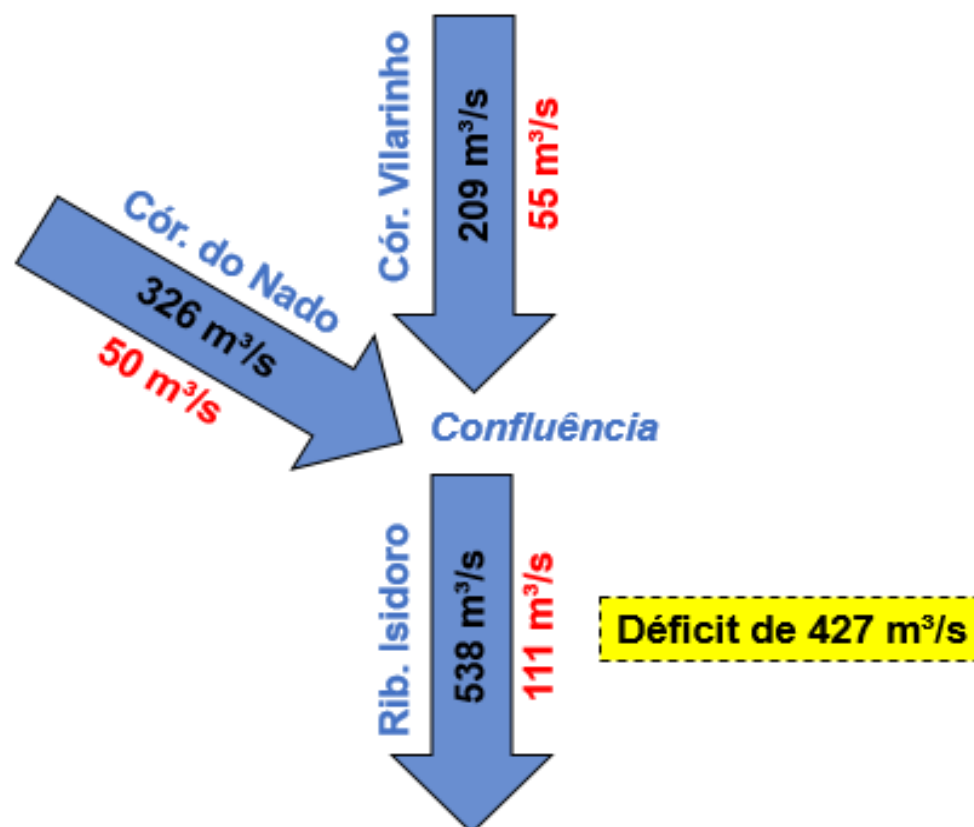


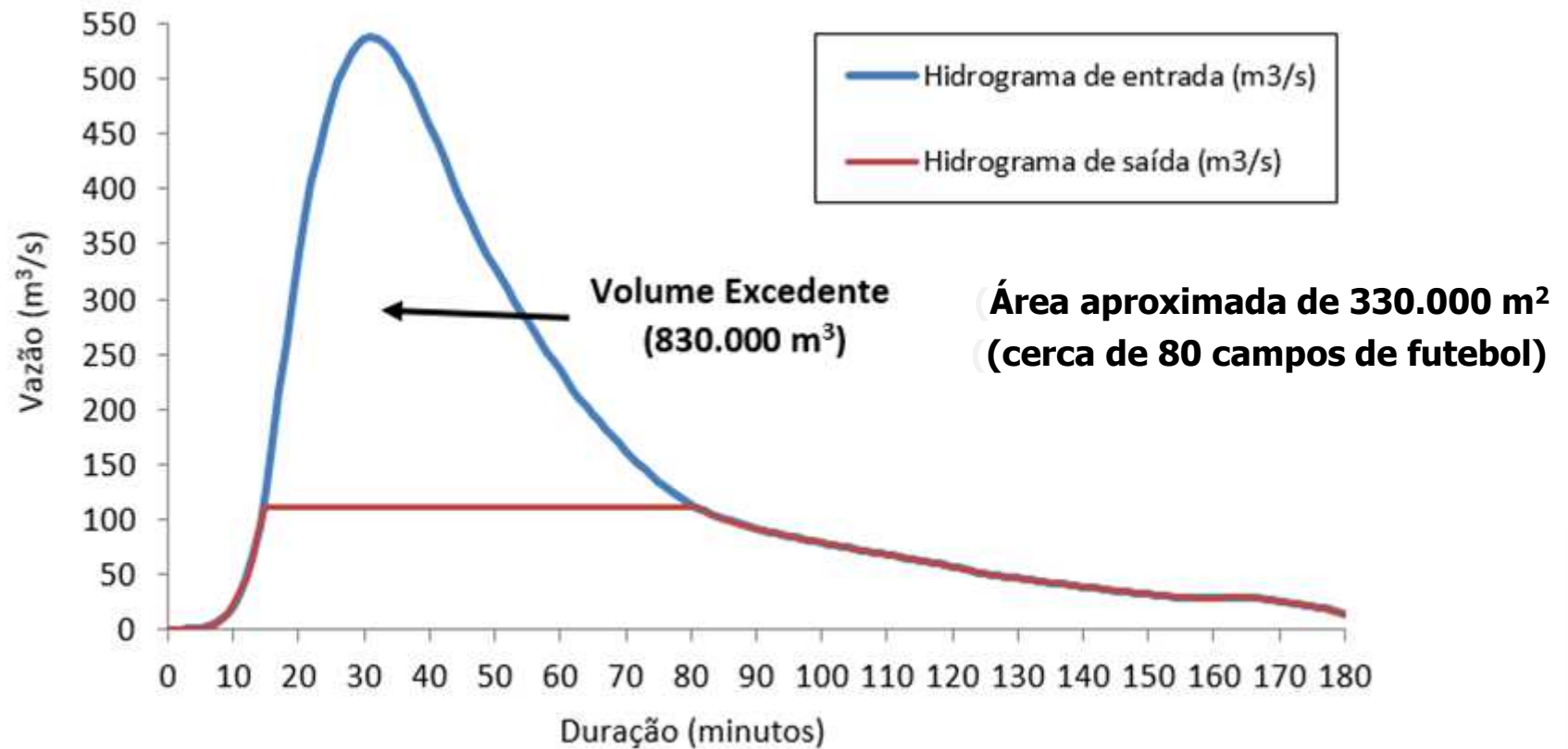
DIAGRAMA DAS VAZÕES DE CHEIAS AFLUENTES E DA CAPACIDADE HIDRÁULICA ATUAL DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM EXISTENTE



**Pico de cheias gerado pelas
bacias de contribuição (TR de
100 anos)**

**Capacidade hidráulica das
galerias existentes**

HIDROGRAMA DE CHEIA x CAPACIDADE DA GALERIA EXISTENTE



OUTRAS AÇÕES EM DESENVOLVIMENTO

- ✓ **Implantação das intervenções** de tratamento de fundo de vale e bacias de retenção dos córregos Lareira e Marimbondo. **(02 Reservatórios no Lareira)**
- ✓ **Continuidade das ações de manutenção e desassoreamento** das bacias de retenção existentes.
- ✓ **Avaliação em campo de áreas disponíveis para implantação de reservatórios** nas sub-bacias dos principais afluentes dos córregos Vilarinho e Nado.
- ✓ Contratação de **estudos de otimização do sistema de macro e microdrenagem e bacias de retenção existentes** além da implantação de novas retenções.
- ✓ **Atualização e expansão** do sistema de monitoramento hidrológico e alerta de inundações.



SÍNTESE DAS INTERVENÇÕES DE MACRODRENAGEM PROPOSTAS

- ✓ **TÚNEL 1:** Processo NATM, extensão de 774m e seção hidráulica de 5,0x5,0m = **180 m³/s**
- ✓ **TÚNEL 2:** Processo NATM, extensão de 698m e seção hidráulica de 5,0x5,0m = **189 m³/s**
- ✓ **CANAIS DE LIGAÇÃO DAS GALERIAS EXISTENTES COM OS TÚNEIS:** Extensão de 363m
- ✓ **ESTRUTURA HIDRÁULICA DE CONFLUÊNCIA:** Área de captação superficial de 2.759m²
- ✓ **CANAL DE MACRODRENAGEM DO FLORESTA:** Extensão de 450m e seção hidráulica de 32,0x4,0m
- ✓ **ESTRUTURAS DE ENGOLIMENTO:**
 - ✓ 2 aberturas na galeria do córrego Vilarinho com área de captação superficial de 1.030m²
 - ✓ 5 aberturas na galeria do ribeirão Isidoro com área de captação superficial de 1.100m²

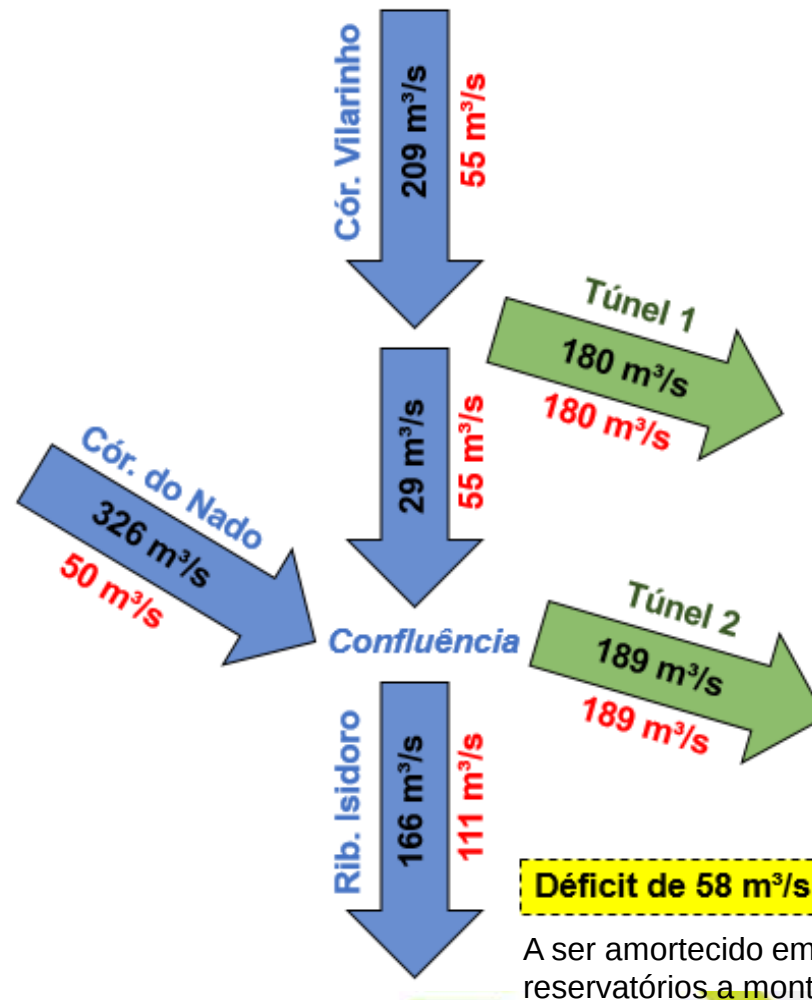


DIAGRAMA DAS VAZÕES DE CHEIAS AFLUENTES E DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DO COM AS INTERVENÇÕES PROPOSTAS

**IMPLANTAÇÃO DAS
PROPOSTAS EM ETAPAS!**

**Pico de cheia gerado pelas
bacias de contribuição (TR de
100 anos)**

**Capacidade hidráulica das
galerias existentes e túneis
propostos**



PLANTA GERAL DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS



 GALERIAS EXISTENTES

ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS

1ª ETAPA

- ✓ TÚNEL 2
- ✓ ESTRUTURA HIDRÁULICA DE CONFLUÊNCIA
- ✓ CANAL DE MACRODRENAGEM DO FLORESTA
- ✓ ESTRUTURAS DE ENGOLIMENTO
- ✓ MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS NO RIBEIRÃO ISIDORO

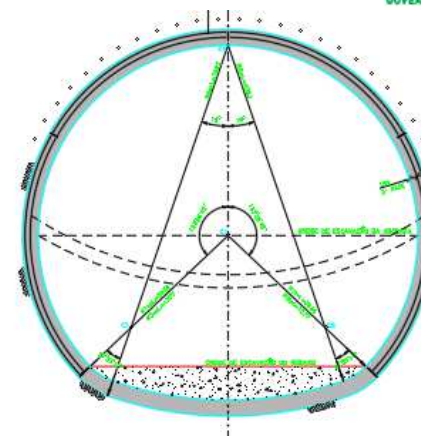
2ª ETAPA

- ✓ TÚNEL 1
- ✓ ESTRUTURAS DE ENGOLIMENTO

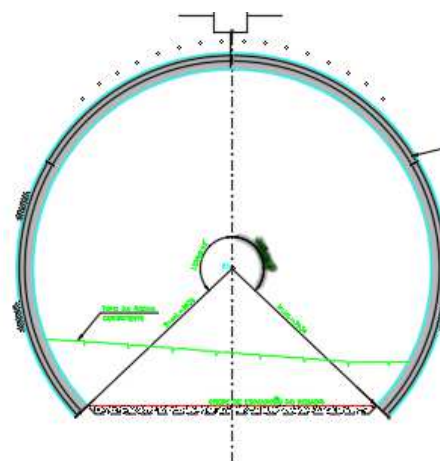


DESCRIPTIVO - TÚNEL 2

- ✓ TÚNEL EM PROCESSO **NATM**
- ✓ GABARITO INTERNO: **SEÇÃO 5,00m x 5,00m**
- ✓ DECLIVIDADE LONGITUDINAL: **0,75%**
- ✓ CAPACIDADE HIDRÁULICA: **189 m³/s**
- ✓ EXTENSÃO TOTAL: **698m**
- ✓ EXTENSÃO EM SOLO: **450m**
- ✓ EXTENSÃO EM ROCHA: **248m**
- ✓ EMBOQUE MONTANTE: **RUA MAÇON RIBEIRO**
- ✓ EMBOQUE JUSANTE : **PRÓXIMO A RUA DA PEROBA**
- ✓ POÇOS DE ATAQUE: **3**
- ✓ COBERTURA MÍNIMA: **3,20m**
- ✓ COBERTURA MÁXIMA: **28,10m**



• SEÇÃO TIPO TÚNEL EM SOLO

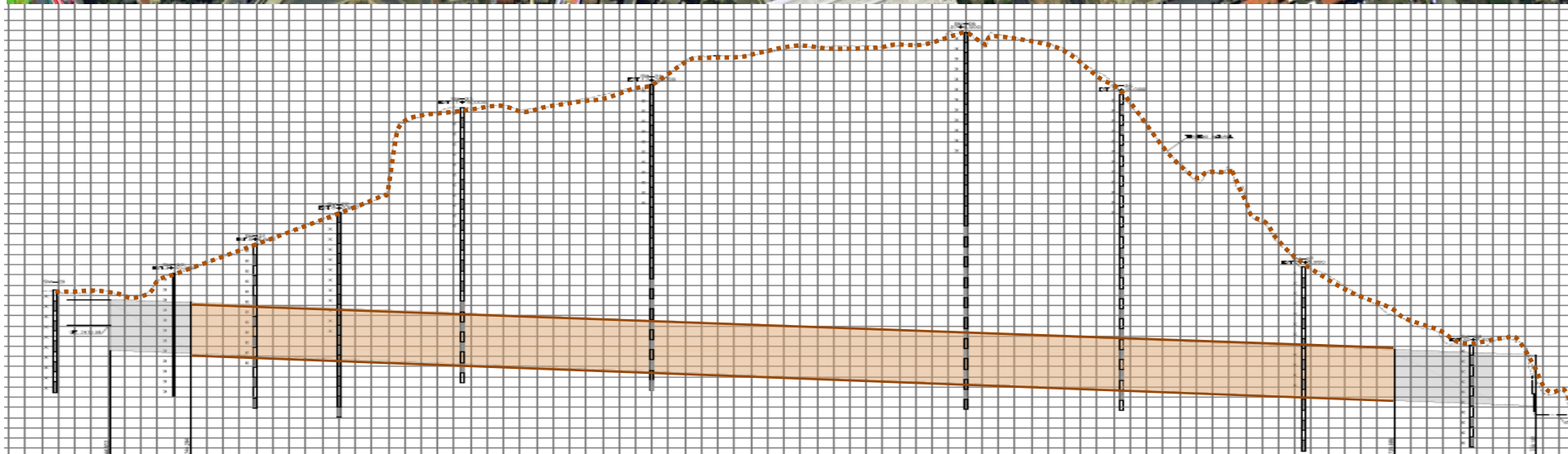


• SEÇÃO TIPO TÚNEL EM ROCHA



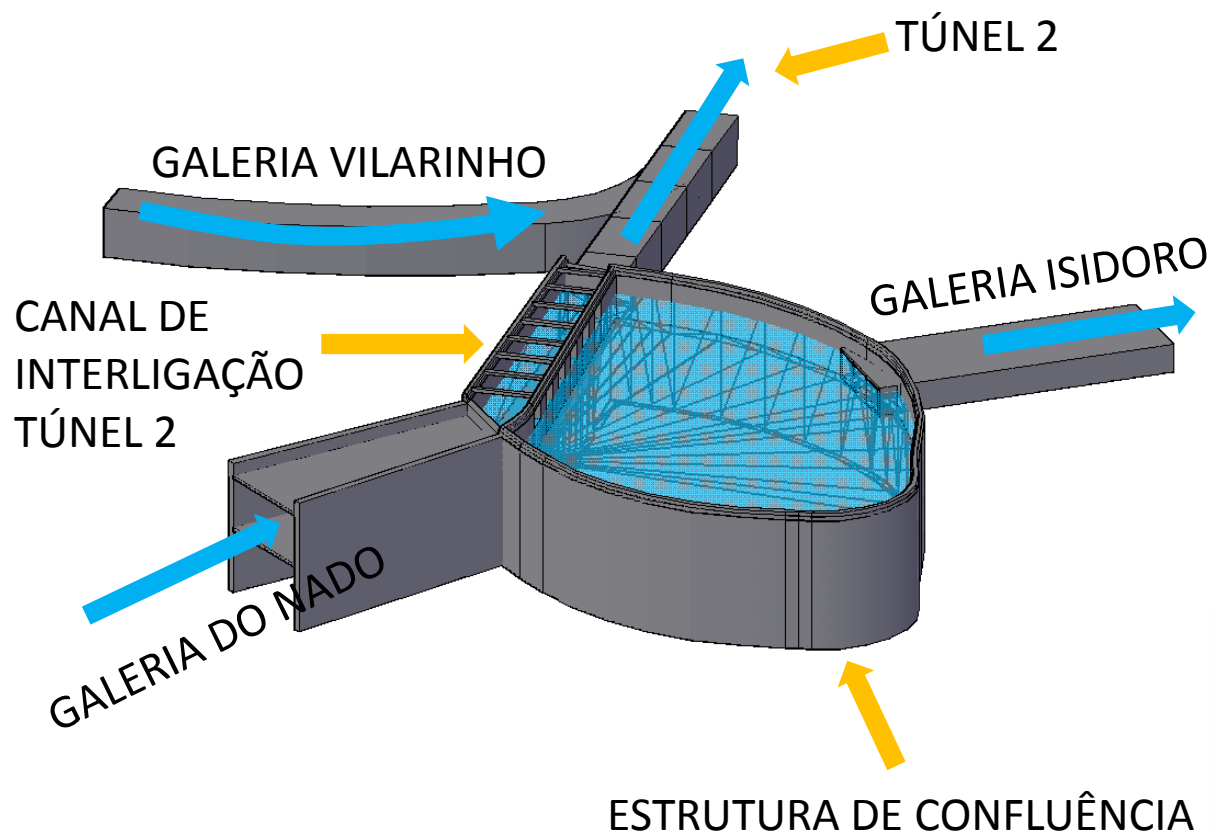
DESCRIPTIVO - TÚNEL 2

TÚNEL 2 – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL



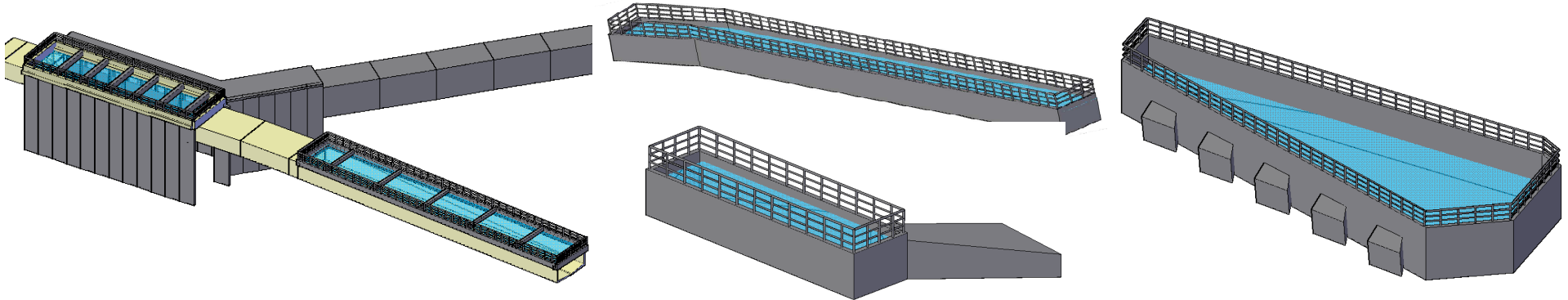
ESTRUTURA HIDRÁULICA DE CONFLUÊNCIA

- ✓ DESVIO DA GALERIA DO CÓRREGO DO NADO PARA O TÚNEL 2.
- ✓ OTIMIZAÇÃO GEOMÉTRICA DA CONFLUÊNCIA.
- ✓ ÁREA PARA ABSORÇÃO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL
- ✓ GALERIA TRICELULAR SEM FUNCIONAMENTO EM CARGA



ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL

- ✓ 7 ABERTURAS PONTUAIS NO TOPO DAS GALERIAS EXISTENTES
- ✓ CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PARA O INTERIOR DAS GALERIAS

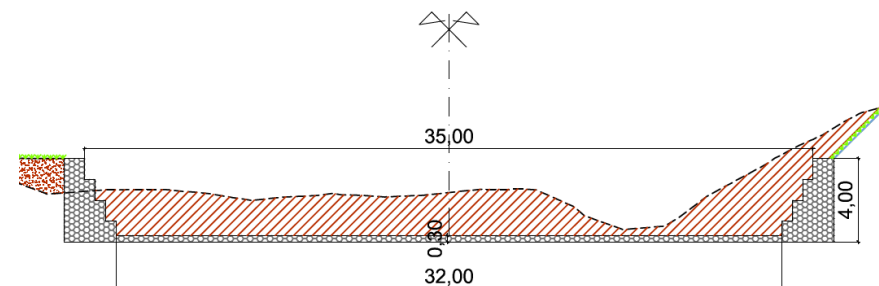


— Estruturas de Captação

CANAL DE MACRODRENAGEM DO CÓRREGO FLORESTA

- ✓ O CANAL RECEBERÁ AS VAZÕES DO TÚNEL 2
- ✓ ESTRUTURA EM GABIÃO
- ✓ DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DAS VELOCIDADES

SEÇÃO TIPO CANAL FLORESTA



AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO PROJETO

Mancha de Inundação a jusante: Córrego Floresta e Ribeirão Isidoro

- ✓ Vazões de pico associadas a precipitação de projeto com período de retorno de 100 anos, obtidas de simulações hidrológicas através do modelo computacional HEC-HMS.
- ✓ Simulações hidráulicas desenvolvidas através do modelo computacional HEC-RAS, em regime de escoamento permanente e unidimensional.
- ✓ Manchas de inundação, em caráter preliminar, do córrego Floresta e Ribeirão Isidoro, associadas as vazões de cheias com recorrência de 100 anos: cenários atual e futuro.
- ✓ Cenário atual: vazão proveniente da área de montante (bacias dos córregos Vilarinho e Nado) correspondente à descarga máxima da galeria tricelular existente.
- ✓ Cenário futuro: vazão proveniente da área de montante (bacias dos córregos Vilarinho e Nado) correspondente a descarga máxima da galeria tricelular existente, somada as vazões de projeto dos túneis.



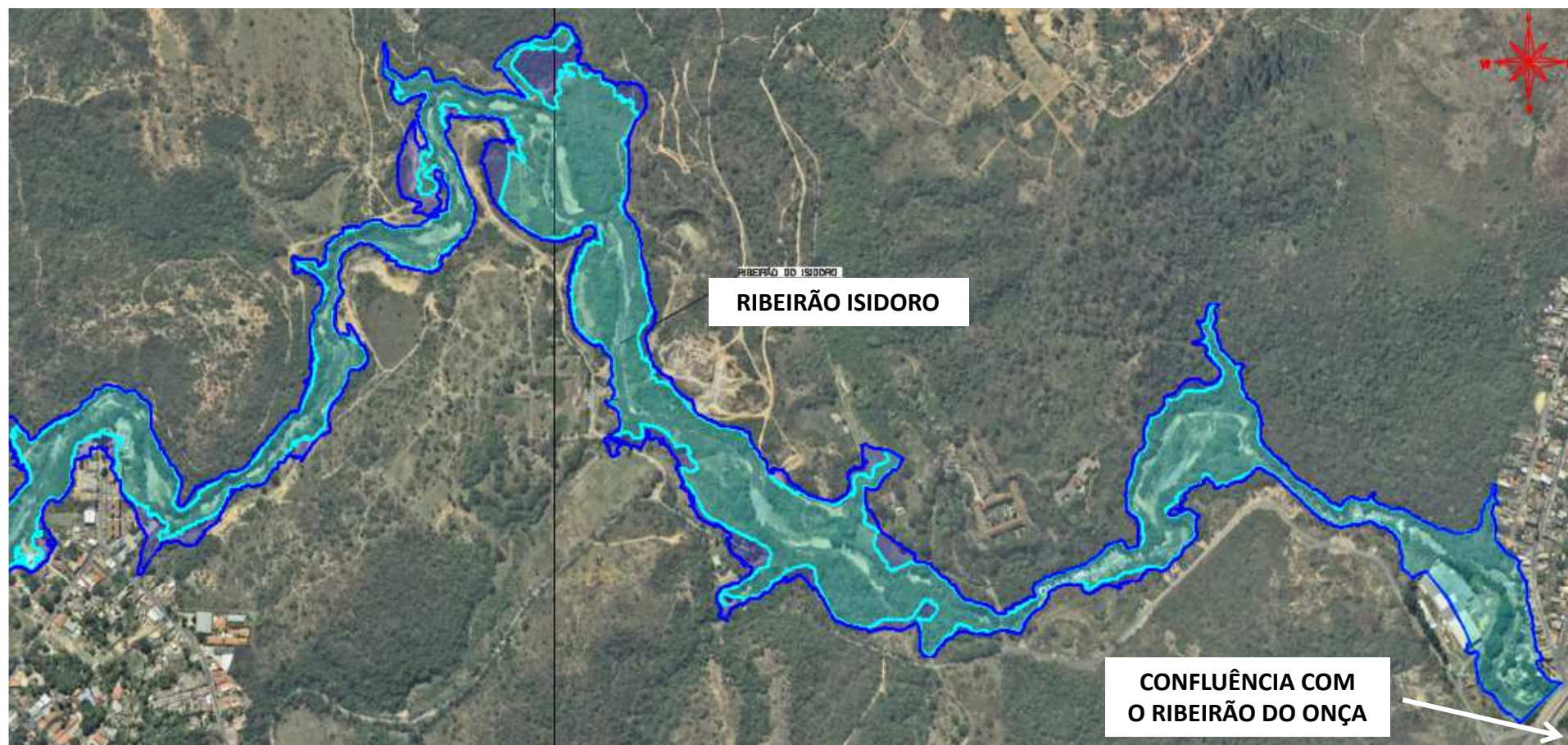
Mancha de Inundação a jusante: Córrego Floresta e Ribeirão Isidoro



MANCHA DE INUNDAÇÃO TR 100 ANOS – CENÁRIO FUTURO (COM TÚNEIS)

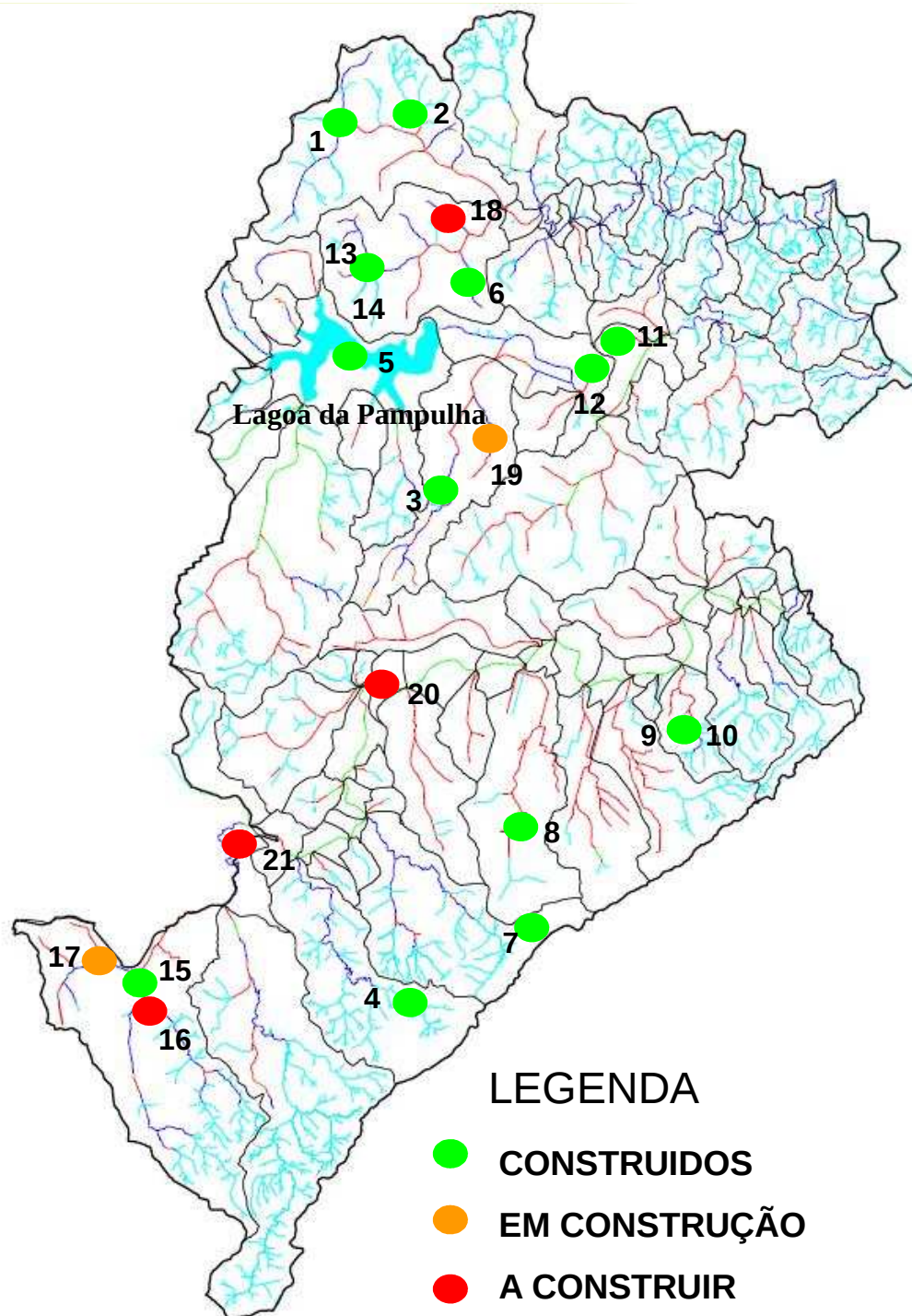
MANCHA DE INUNDAÇÃO TR 100 ANOS – CENÁRIO ATUAL

Mancha de Inundação a jusante: Córrego Floresta e Ribeirão Isidoro



-  MANCHA DE INUNDAÇÃO TR 100 ANOS – CENÁRIO FUTURO (COM TÚNEIS)
-  MANCHA DE INUNDAÇÃO TR 100 ANOS – CENÁRIO ATUAL

RESERVATÓRIOS PARA CONTROLE DE CHEIAS EM BELO HORIZONTE



- 1 - BD Av. Vilarinho
- 2 - BD Av. Liège
- 3 - BD Engenho Nogueira
- 4 - BD Bonsucesso
- 5 - Barragem da Pampulha
- 6 - Lagoa do Pq. do Nado
- 7 - Lagoa Seca do Belvedere
- 8 - Barragem de Sta. Lúcia
- 9 e 10 - BDs do Córrego Cardoso (02 bacias)
- 11 - BD Pq. N.S. da Piedade
- 12 - BD do Pq. 1º de Maio
- 13 e 14 - BDs da Várzea da Palma (02 bacias)
- 15 - BD Jatobá
- 16 - BD Olaria
- 17 - BD Túnel/Camarões
- 18 - BD Córrego Lareira
- 19 - BD São Francisco
- 20 - BD Calafate
- 21 - Res. B. das Indústrias



SUSTENTABILIDADE

AÇÕES PREVENTIVAS

Desassoreamento das Bacias de Controle de Cheias No Município



BD Engenho Nogueira: Fotos Antes –Durante – Depois



BD Liège: Fotos Antes –Durante – Depois



SUSTENTABILIDADE AÇÕES PREVENTIVAS



Ações de Manutenção e Recuperação de canais e galerias



**Manutenção e
recuperação do canal
e galeria do Córrego
Acaba Mundo**





PREFEITURA BELO HORIZONTE

GOVERNANDO PARA QUEM PRECISA

