

Estruturação da Drenagem urbana para maior resiliência das cidades

Reconstrução das cidades a partir do sistema de drenagem

Prof. Nilo O. Nascimento

07 de outubro de 2026

UF  G

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS

Alta vulnerabilidade das áreas urbanas aos impactos da mudança climática

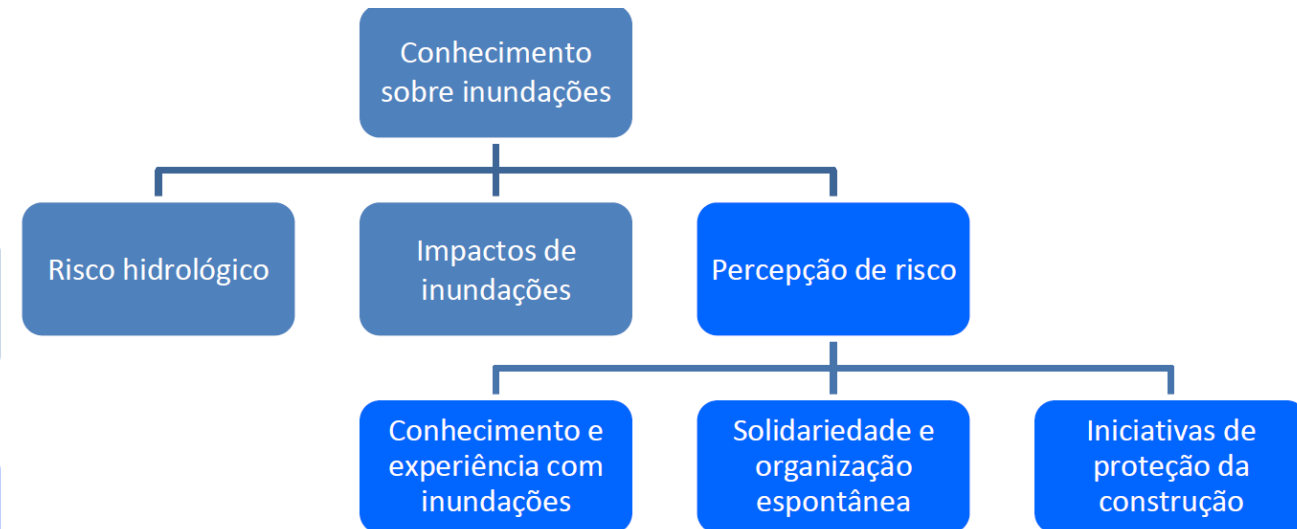
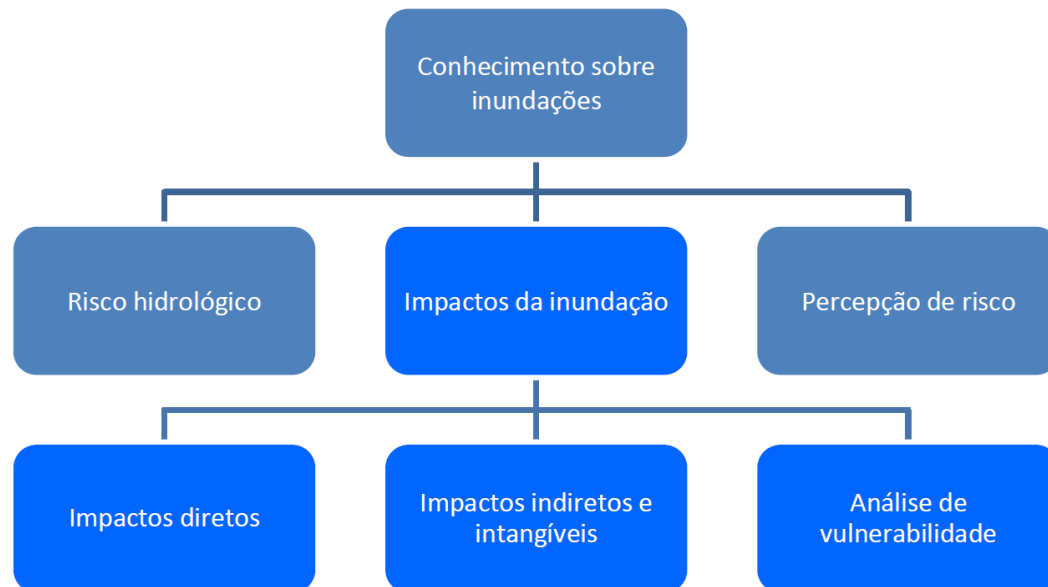
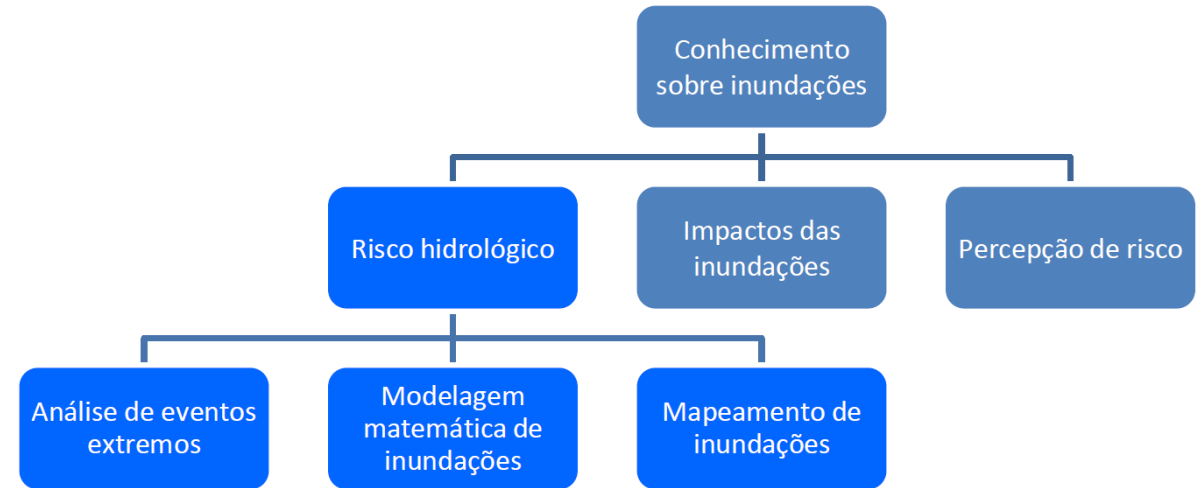
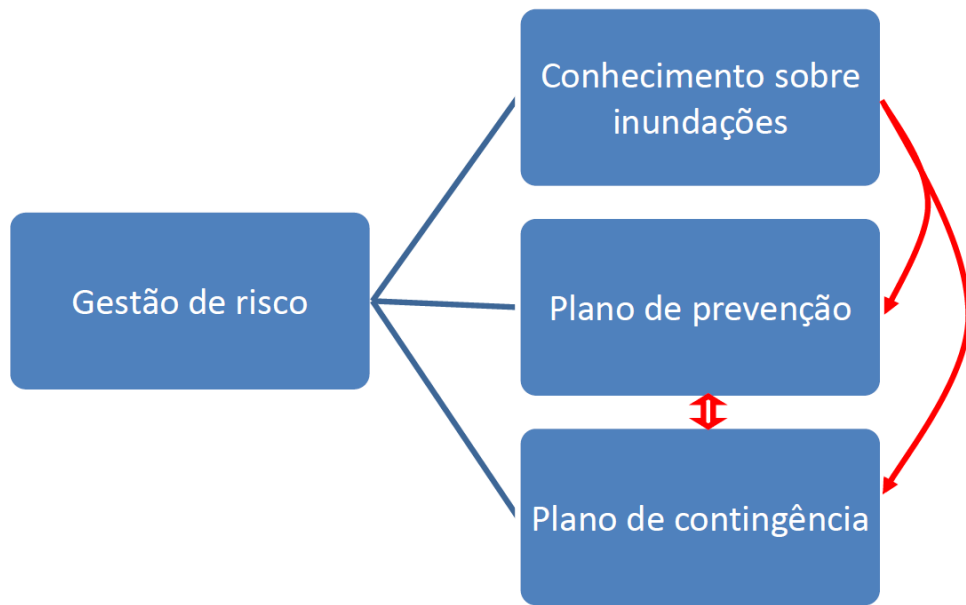
- Aumento da intensidade e da frequência de eventos extremos de precipitações e inundações
- Secas persistentes
- Elevação do nível do mar
- Temperaturas extremas
- Vegetação urbana: efeitos das temperaturas extremas e demanda por água de irrigação



Outros desafios

- Desigualdades socioeconômicas
- Usos do solo: pressões por adensamento por expansão urbana
- Obsolescência de infraestrutura de drenagem
- Restrições financeiras em fase de:
 - Demandas por adaptação
 - Novas exigências normativas
 - Desenvolvimento institucional, capacitação, inovação
- Carências em integração de políticas e de avaliação



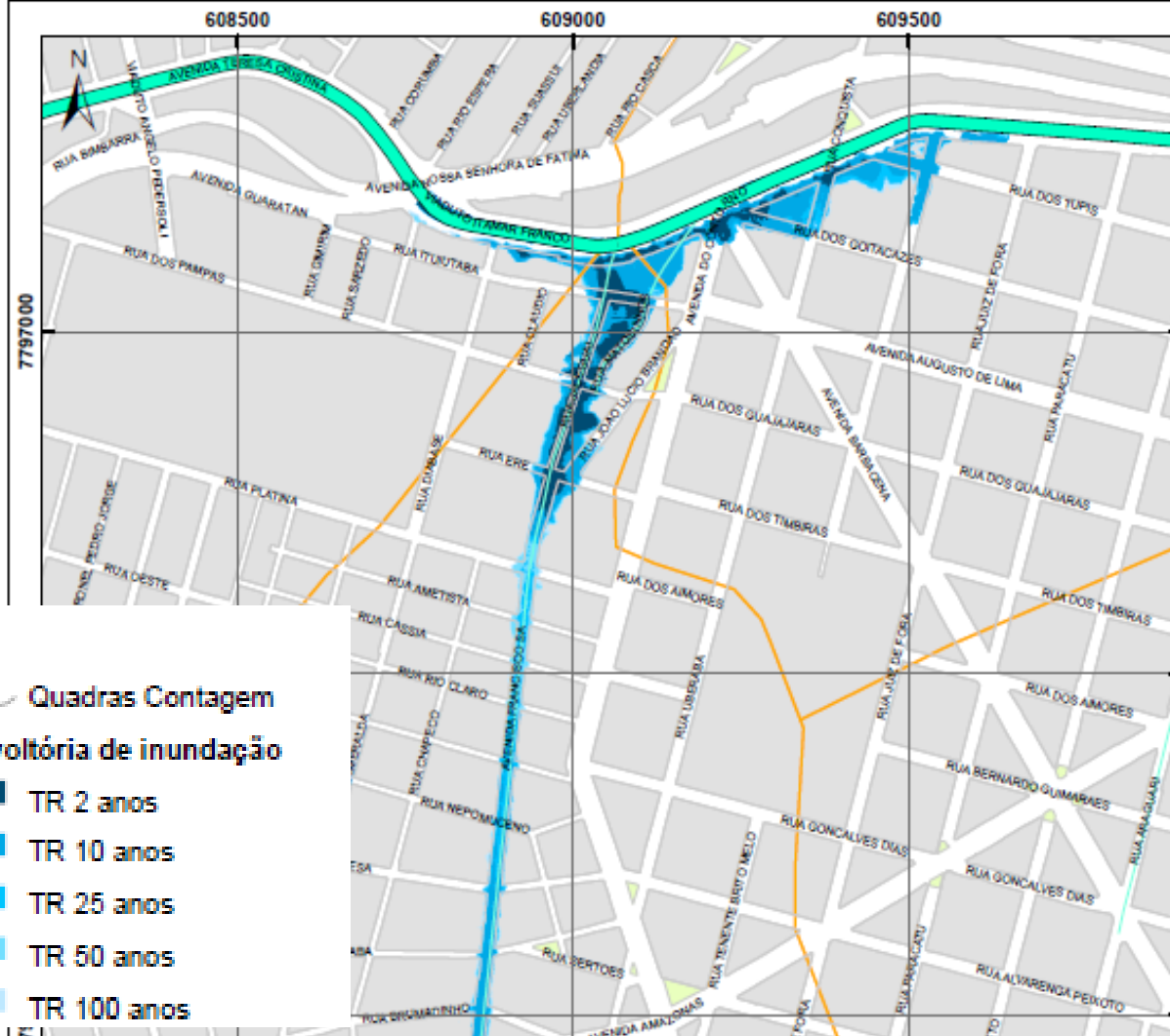
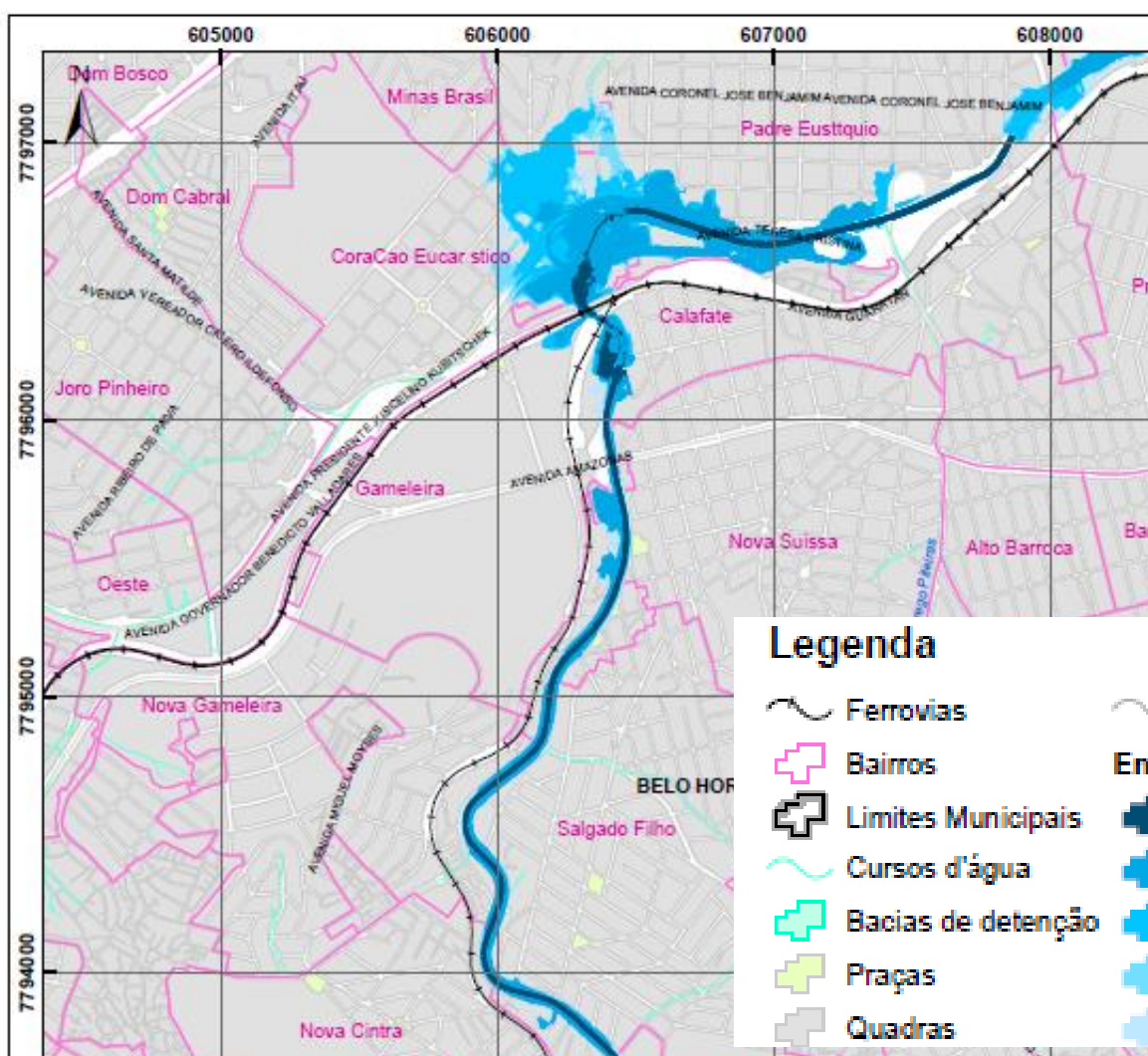




Plano de Prevenção

Plano de Contingência

Sistema de Previsão
e Alerta

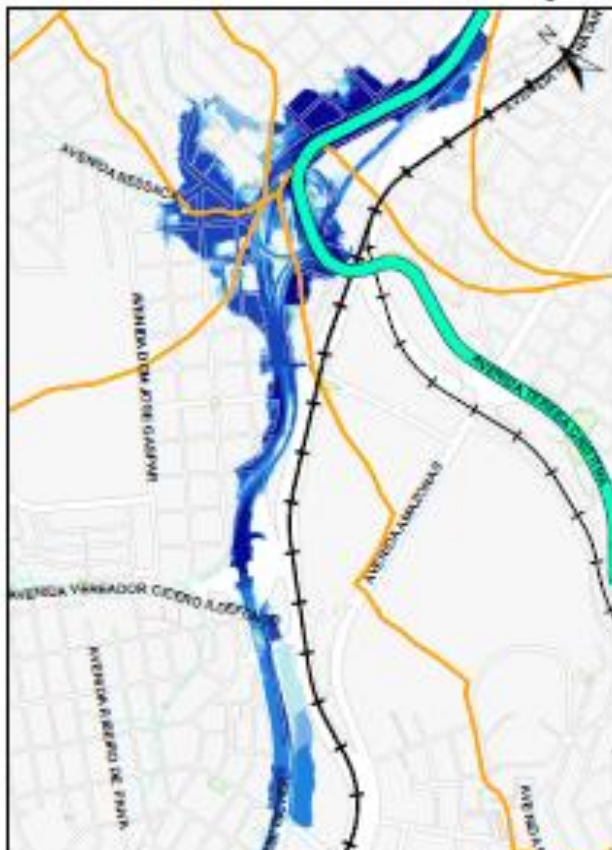


Mapeamento de Áreas Inundáveis

Duração crítica - rio Arrudas: 2 h

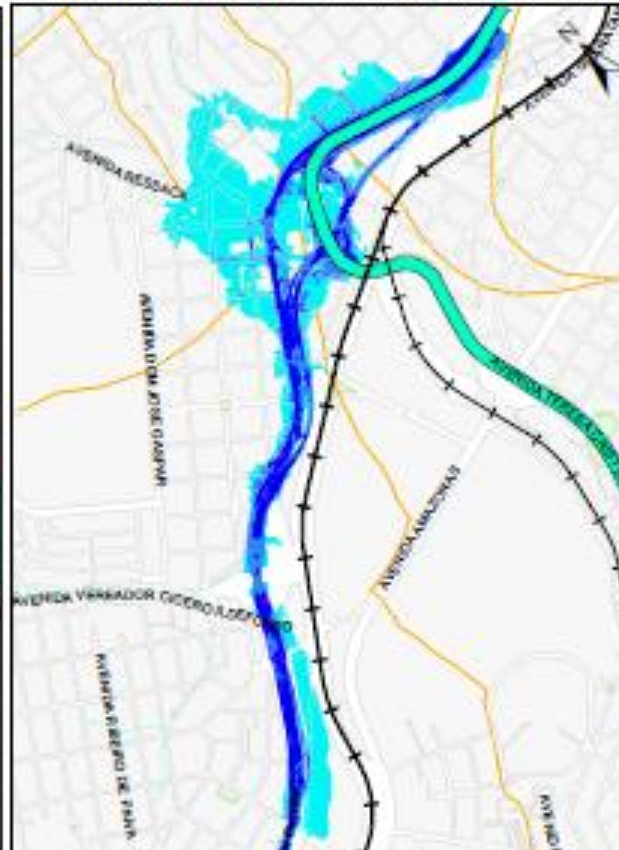
Duração crítica – Tributários : 0,5 - 1 h

Profundidade máxima da inundação



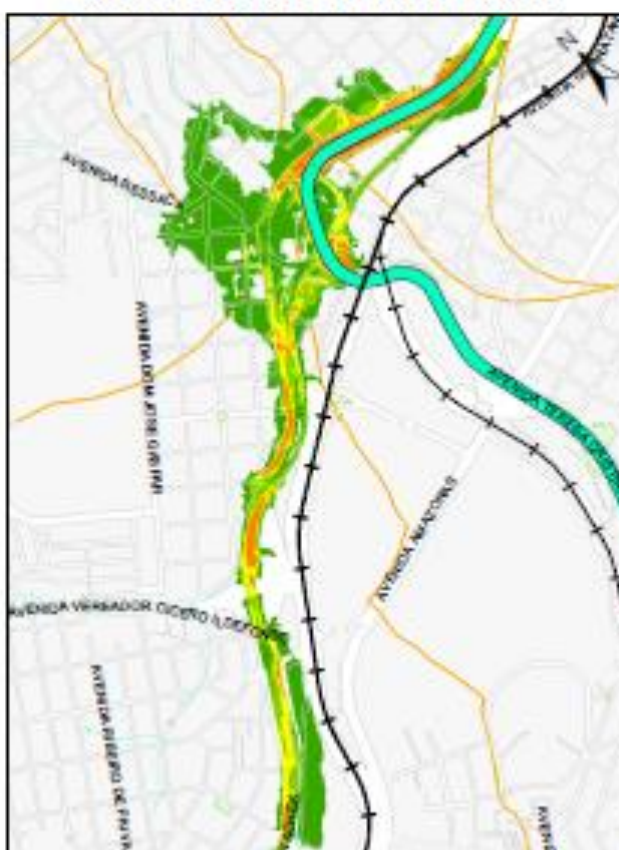
Profundidades Máximas

Velocidade máxima de escoamento



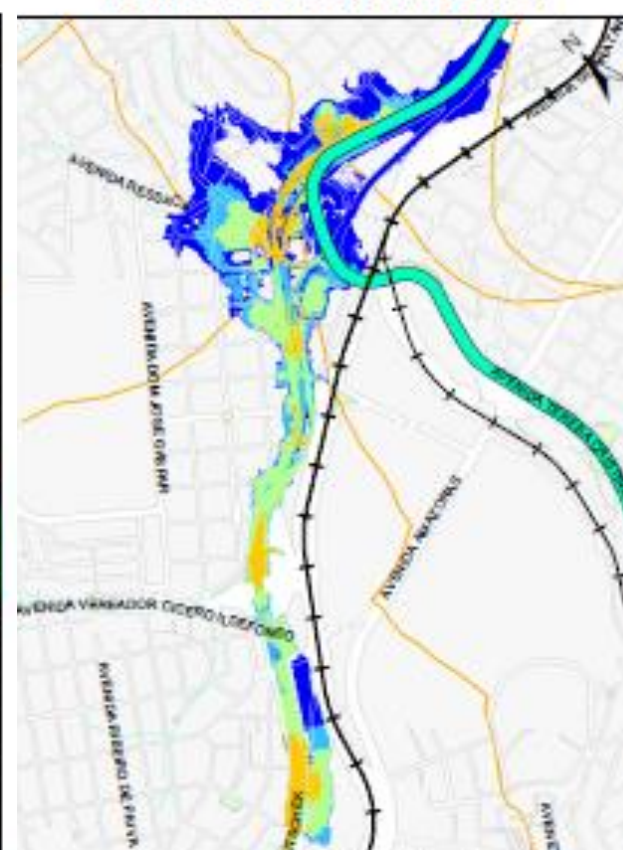
Velocidades Máximas

Risco Hidrodinâmico Máximo



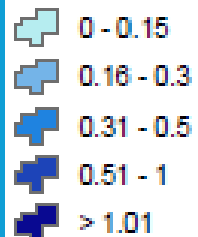
Risco Hidrodinâmico

Tempo de chegada da cheia



Tempos de Chegada

Profundidade (m)

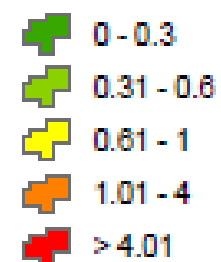


Córrego Tejuco

Velocidade (m/s)

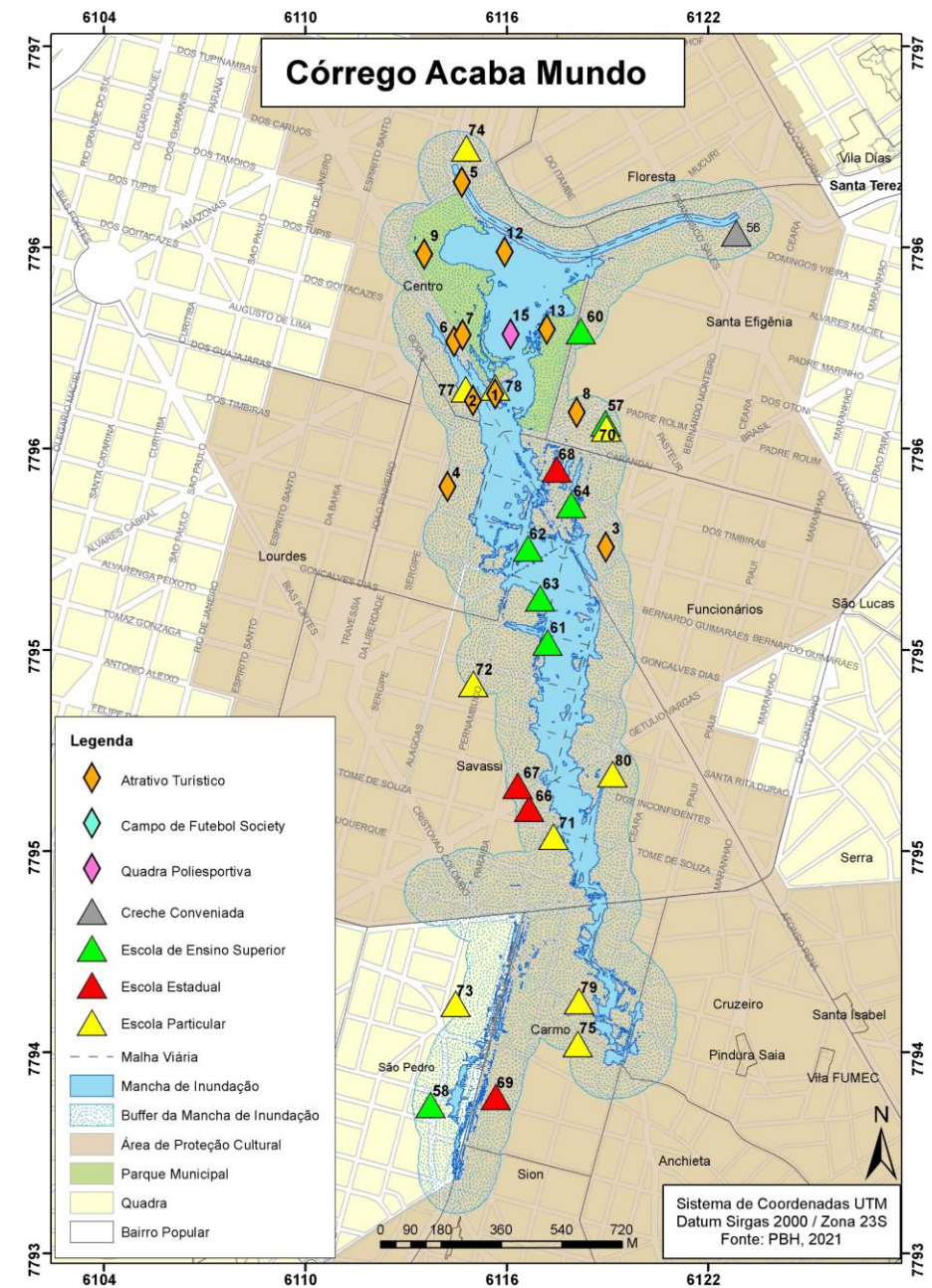
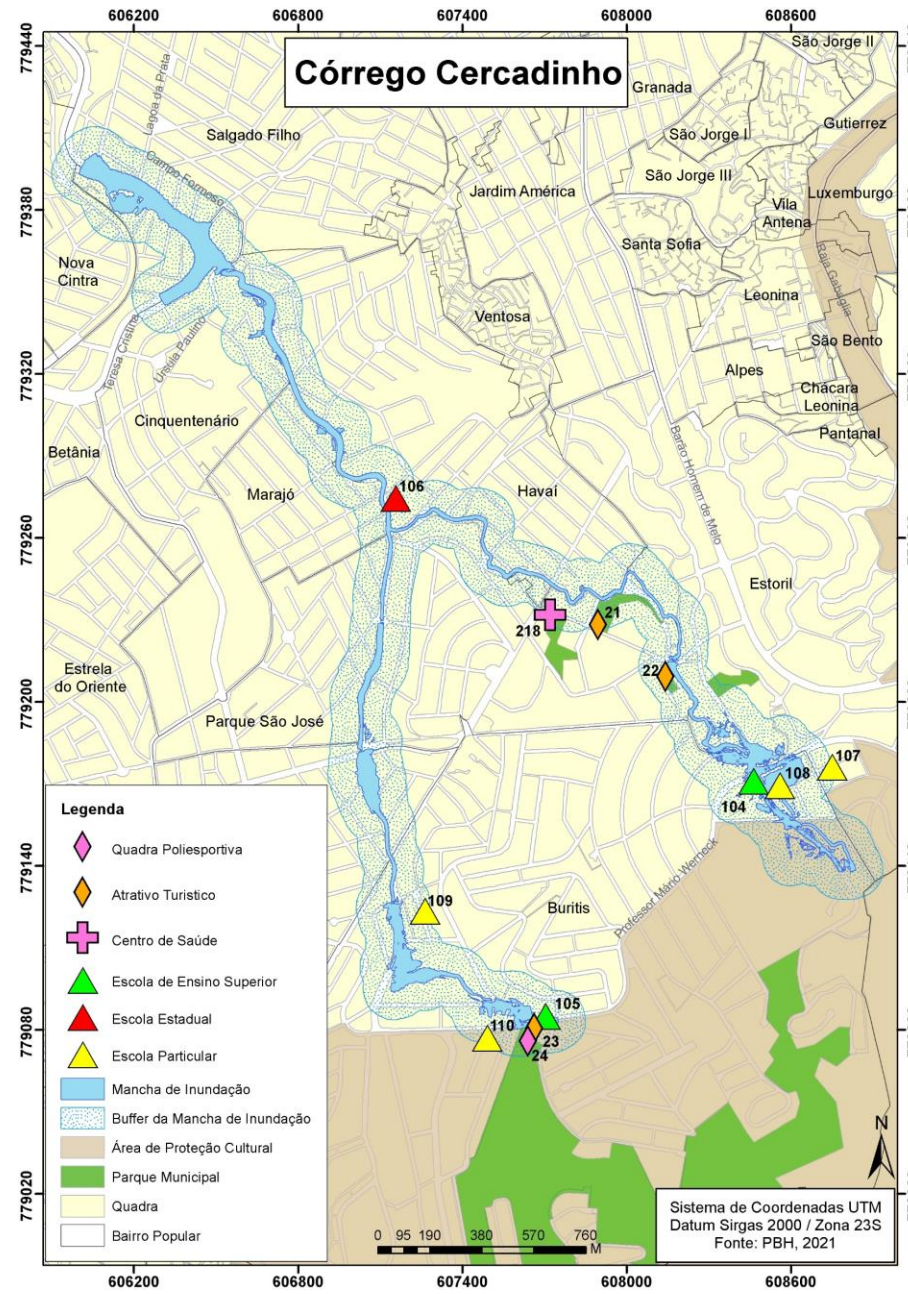


Risco Hidrodinâmico (m²/s)



Tempo de chegada (min)

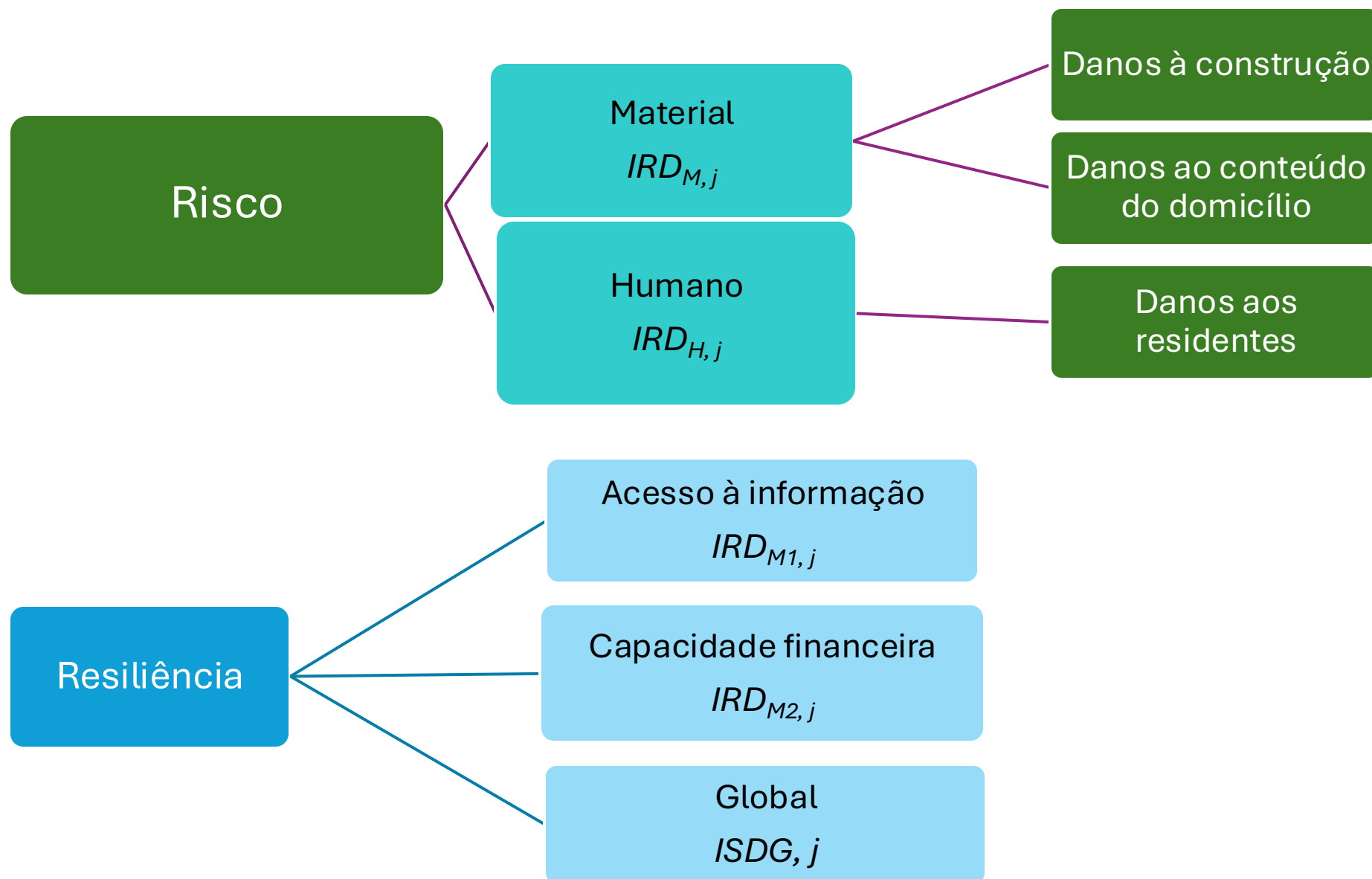




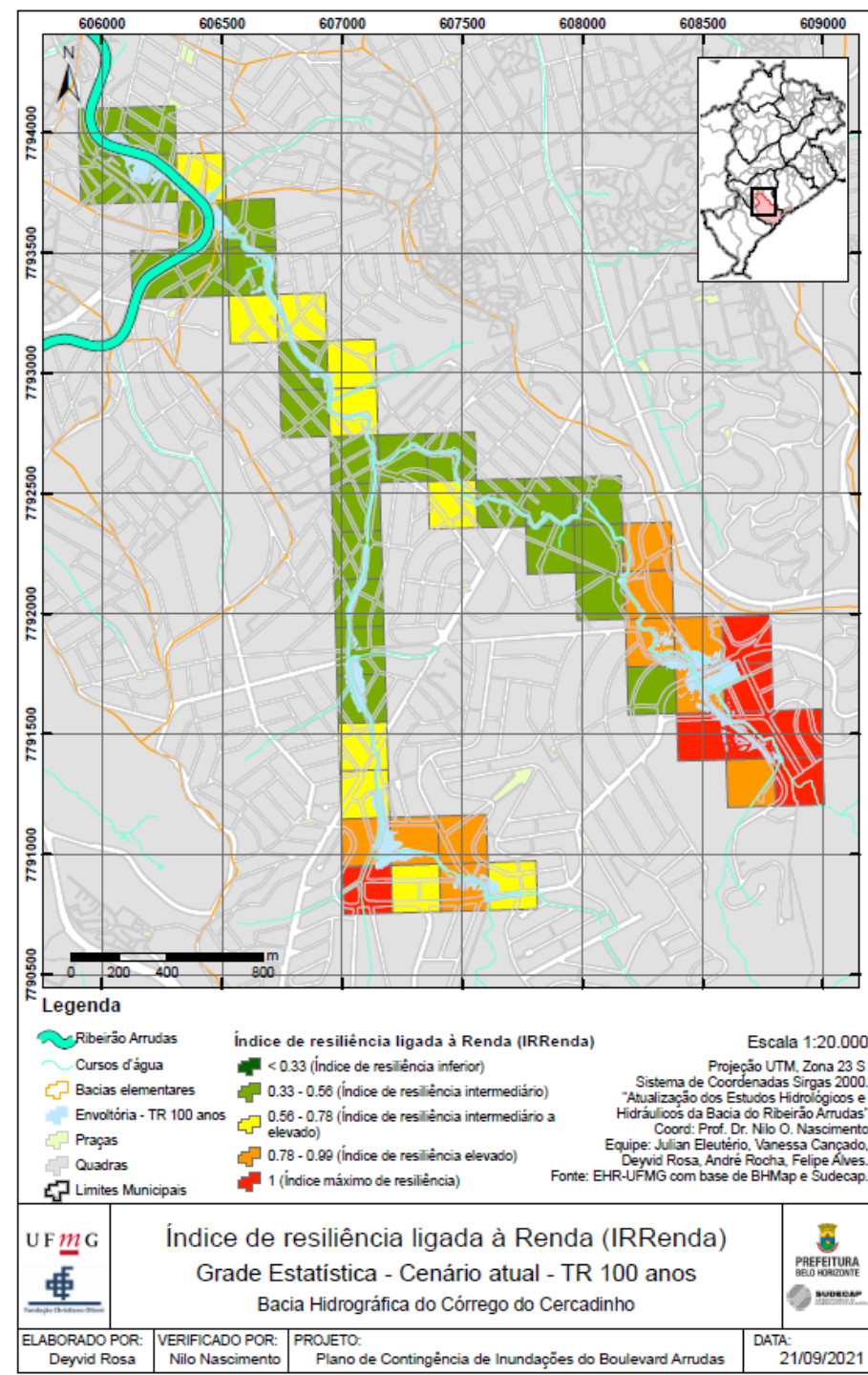
Informações gerais de áreas afetadas (TR=100 anos)

Bacia	Edifícios	Habitantes	Domicílios	Vias (m)	Estab	Escolas	Ensino	Centros de Saúde	
					Mancha	Buffer (100 m)		Mancha	Buffer (100 m)
1- Túnel	191	1.379	460	795,39	0	2		0	1
2- Jatobá	379	2.522	792	778,73	2	11		0	2
3- Cafezal	602	1.684	529	1.537,01	4	12		0	0
4- Ferrugem	44	496	152	228,74	0	1		0	0
5- Bonsucesso	67	837	254	815,39	0	1		0	2
6- Cercadinho	338	1.905	619	2.366,86	2	5		0	1
7- Tejuco	877	3.096	1.063	6.359,62	2	9		1	0
8- Piteiras	326	769	260	4.073,78	1	4		0	3
9- Pintos	238	460	167	1.923,70	1	10		0	0
10- Leitão	568	2.654	1.068	7.191,50	3	20		0	1
11- Pastinho	523	1.198	425	5.412,49	0	6		0	0
12- Acaba Mundo	534	3.365	1.404	5.584,61	6	19		0	0
13- Serra	457	1.255	471	3.884,25	2	20		1	2
14- Cardoso	392	1.487	517	2.104,91	1	5		0	1
15- Mata	450	1.175	401	1.439,13	1	4		0	1
16- Taboa	337	1.265	386	289,31	0	3		1	0
17- Navio	43	219	65	-	0	2		0	1
18- Taquaril	147	408	122	-	0	0		0	1
19- São Geraldo	75	329	98	-	0	1		0	0
TOTAL	6.588	26.502	9.252	44.785,40	25	135		3	16

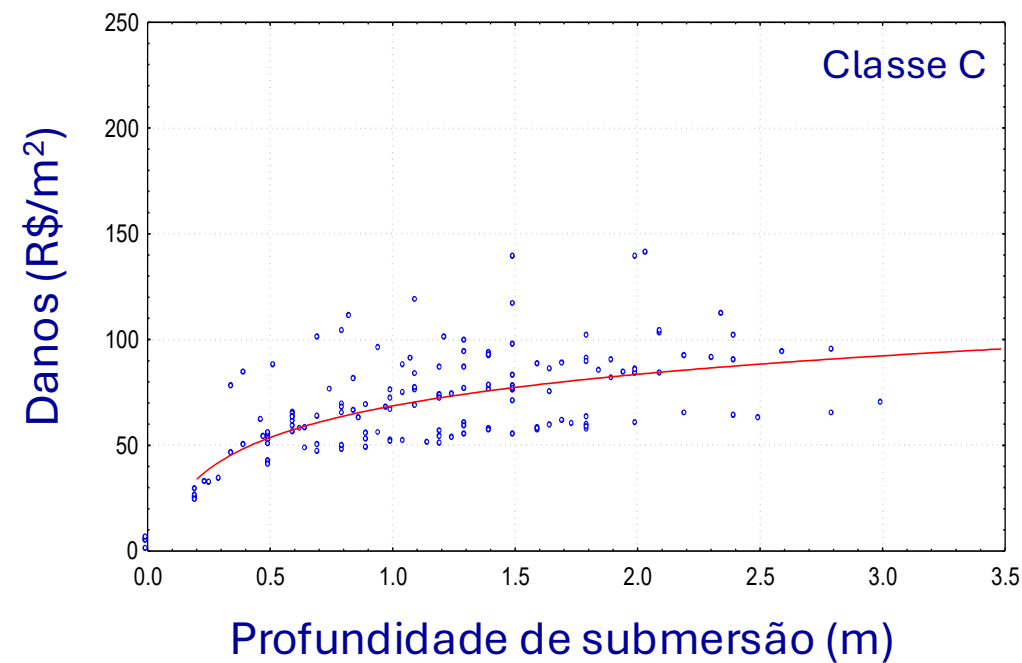
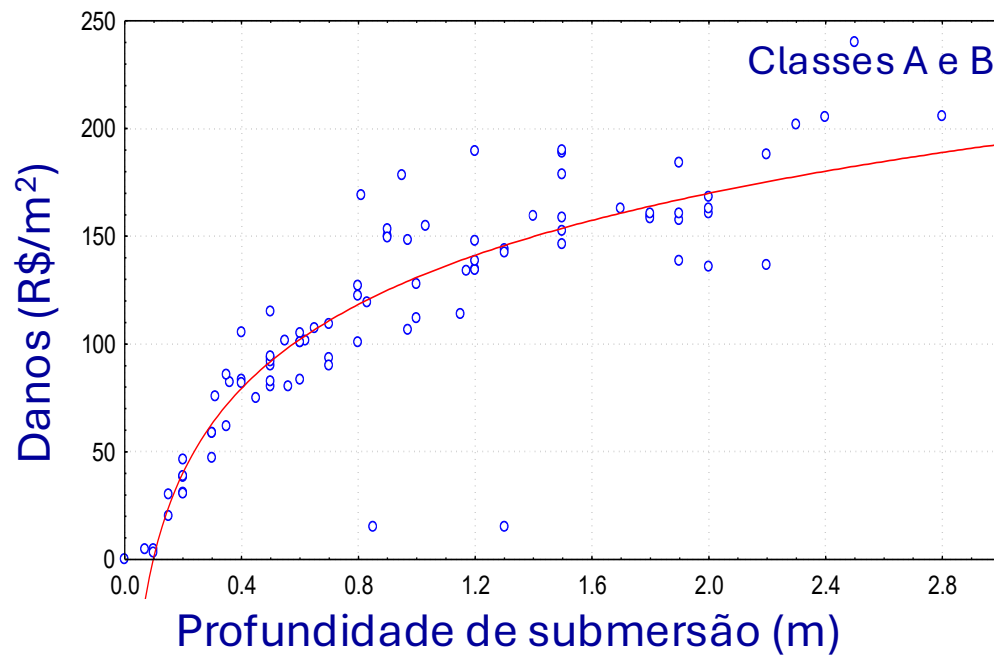
Indicadores de risco e vulnerabilidade



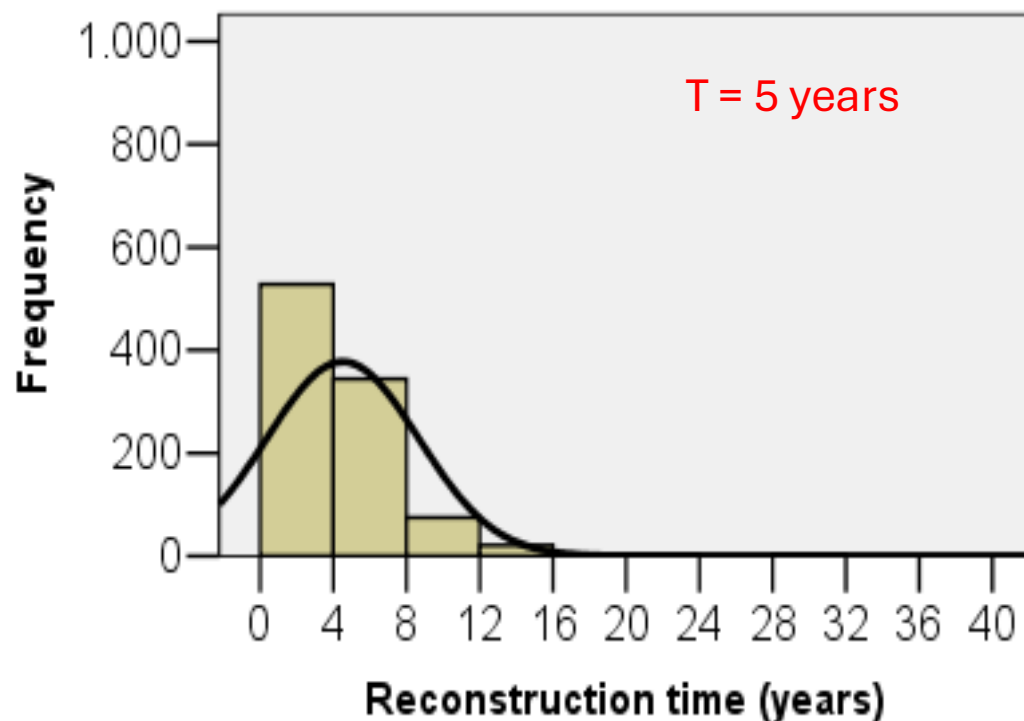
Indicadores globais de vulnerabilidade



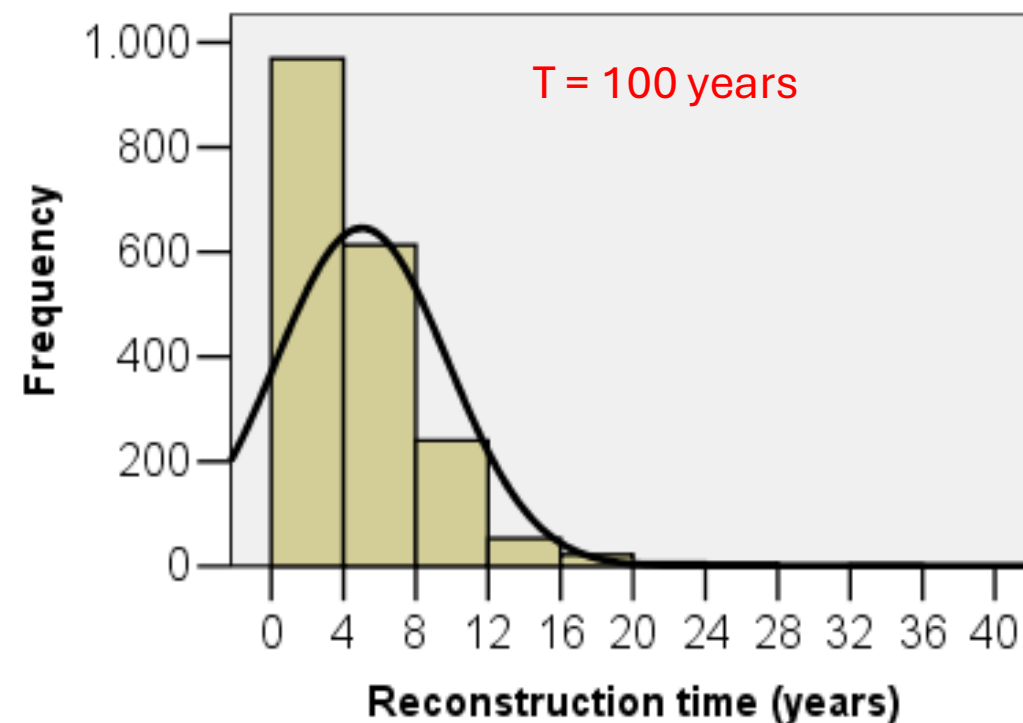
Curvas de profundidade frente aos danos



Estimativa do tempo de recuperação dos domicílios



Fonte: Cançado et al, 2011



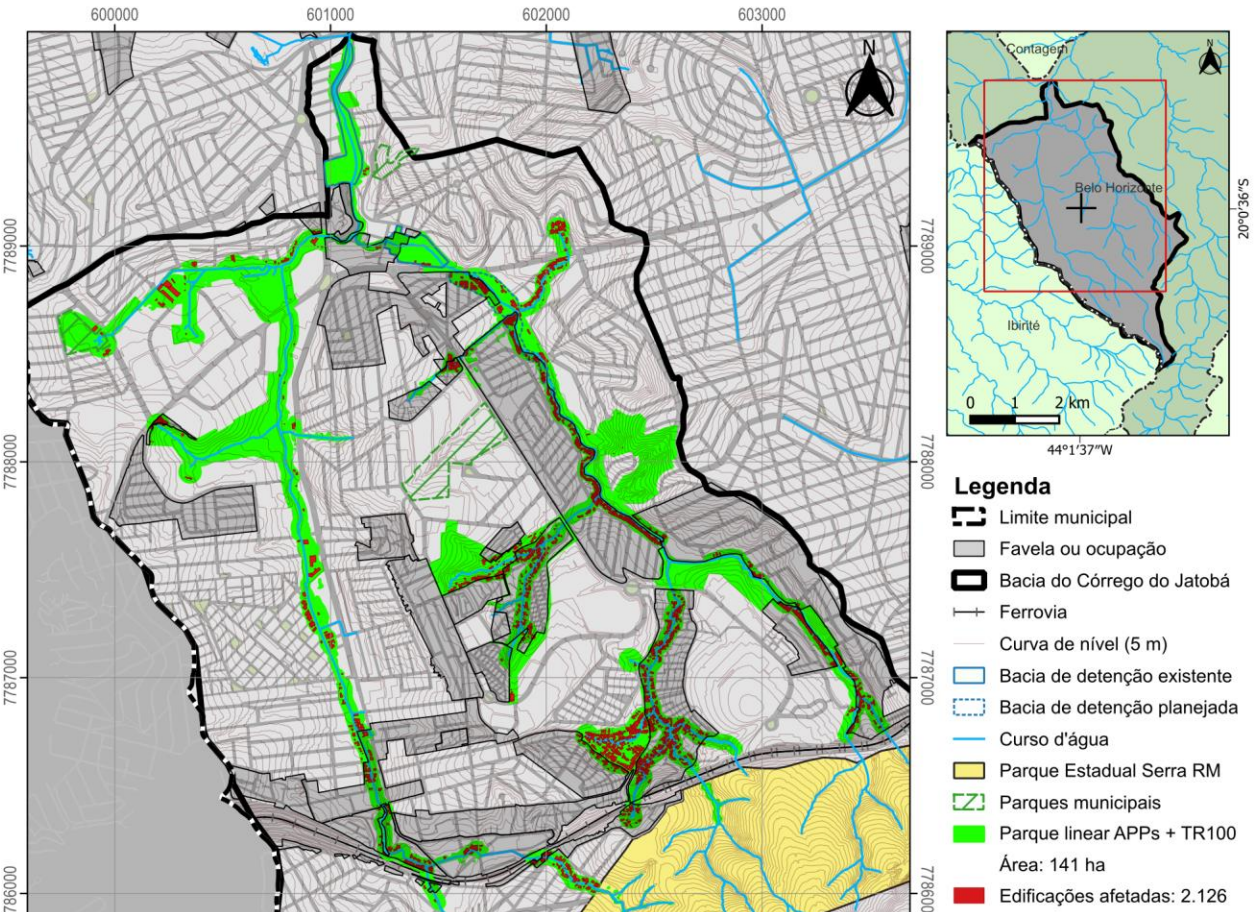
Percepção do risco de inundações



Percepção do risco de inundações

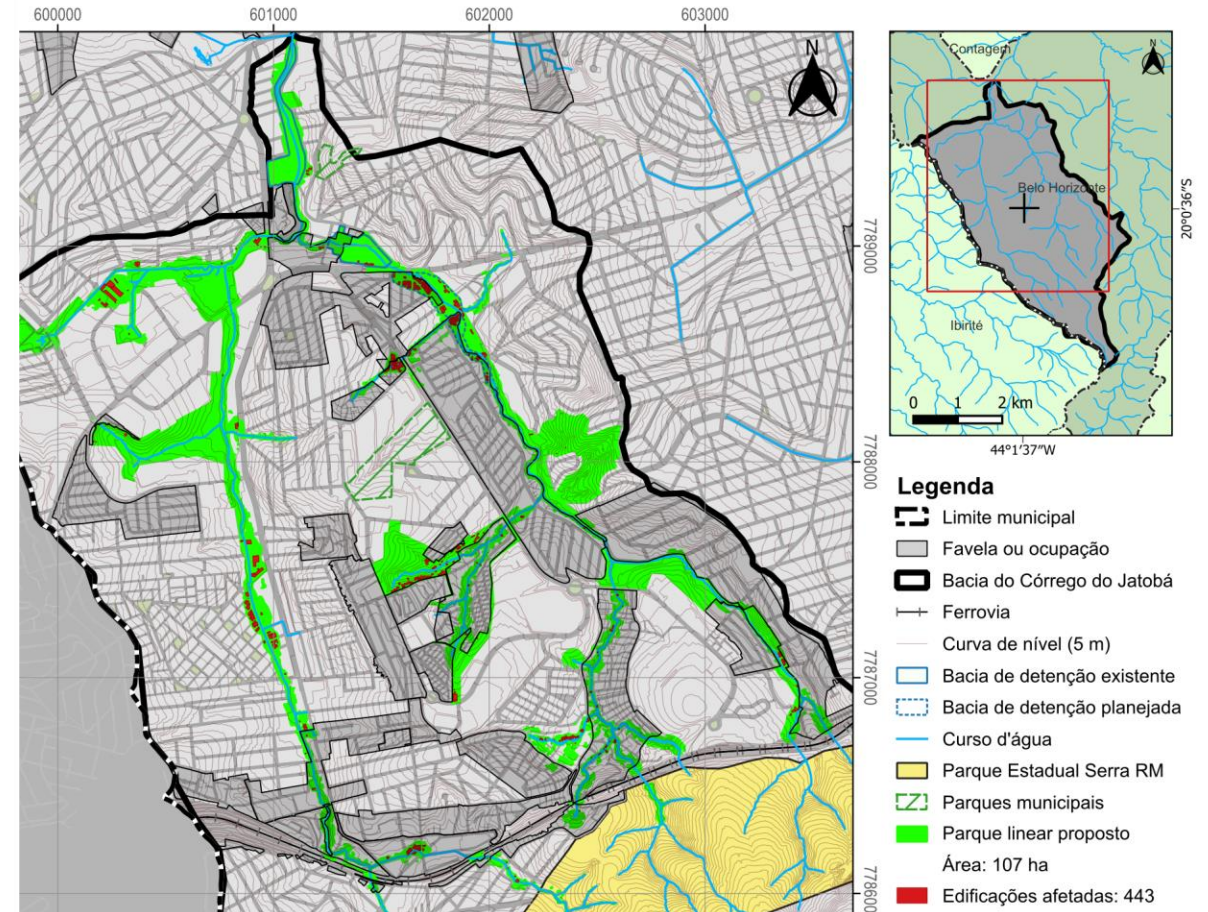


Parques lineares e adaptação do espaço construído



Área inundável para TR 100
e APP

141 ha e
2126 habitações



Área inundável para TR 10
risco hidrodinâmico $> 0,3 \text{ m}^2/\text{s}$
e presença de vegetação ribeirinha

107 ha e
441 habitações



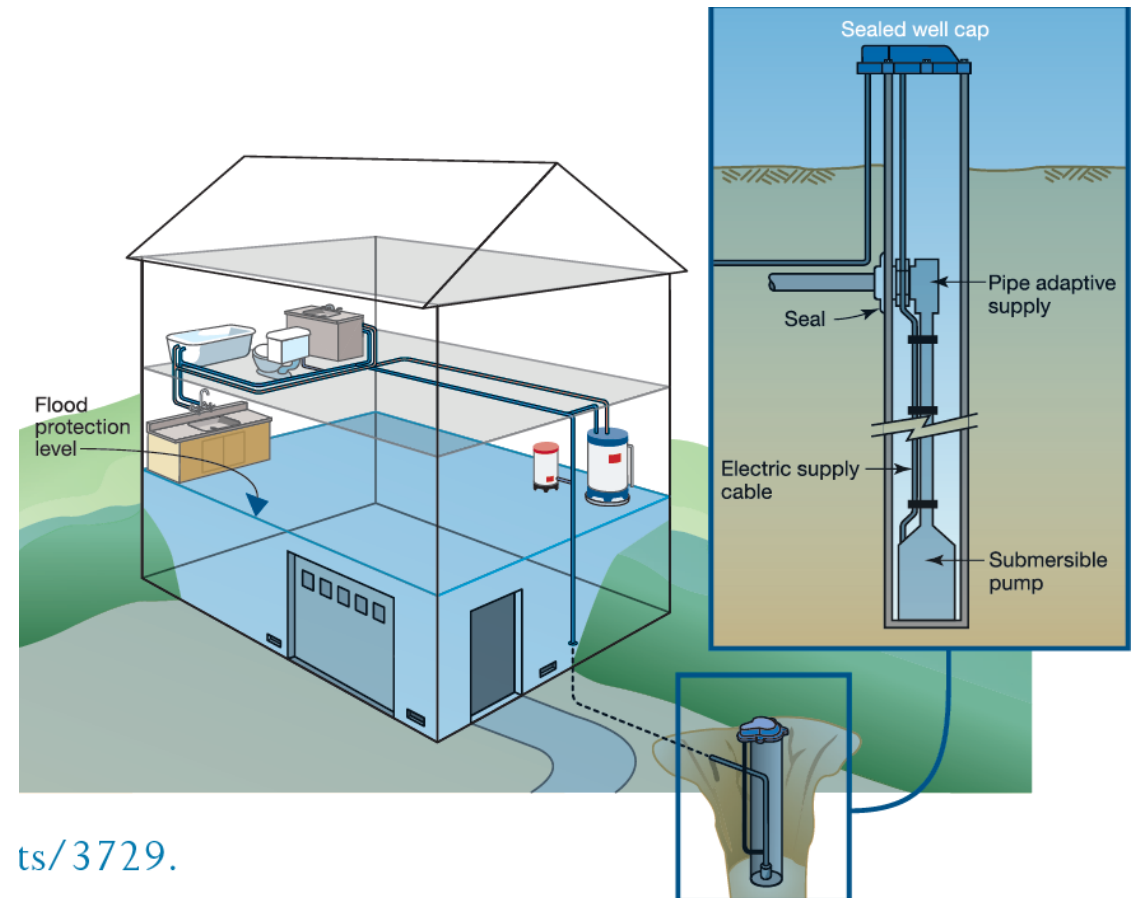
Protecting Building Utility Systems From Flood Damage

Principles and Practices for the Design and Construction of
Flood Resistant Building Utility Systems

FEMA P-348, Edition 2 / February 2017



FEMA



ts/3729.



defesacivilbh • Seguir



defesacivilbh ALERTA DE CHUVA

9h49 - Possibilidade de pancadas de chuva (20 a 30 mm) com raios e rajadas de vento ocasionais em torno de 50 km/h até 8h de quinta-feira (11).

RECOMENDAÇÕES DURANTE A CHUVA:

- Redobre a sua atenção! Evite áreas de inundação e não trafegue em ruas sujeitas a alagamentos ou perto de córregos e ribeirões nos momentos de forte chuva.
- Não atravesse ruas alagadas nem deixe crianças brincando nas enxurradas e próximo a córregos.

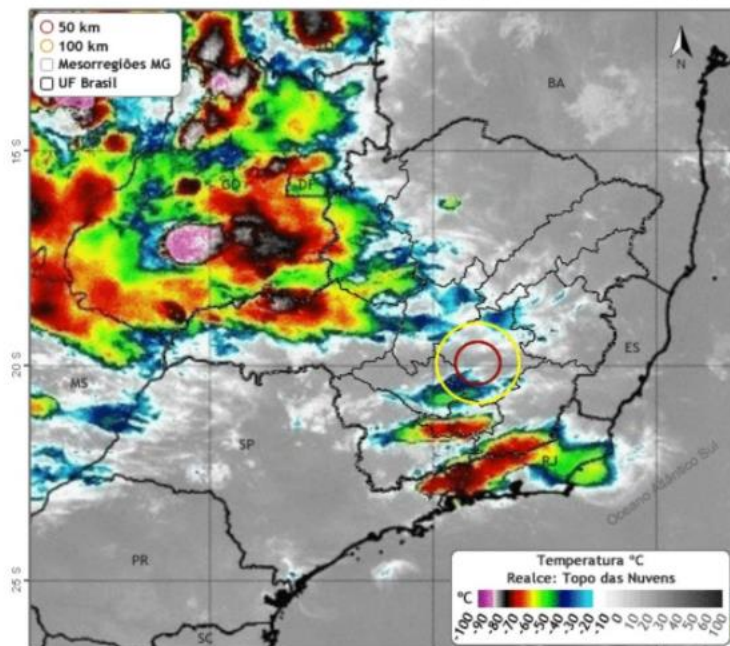


131 curtidas

HÁ 6 DIAS

Entrar para curtir ou comentar.

Imagem de Satélite 13/03/2021 - 22:40 (UTC)



defesacivilbh • Seguir

...



defesacivilbh CONDIÇÃO ATUAL DA ATMOSFERA

20h49 - Noite e madrugada de tempo estável, com poucas nuvens. Não chove significativamente nas próximas 12 horas. Agora faz 23,7 °C e 65% de umidade relativa do ar.
#bh #belohorizonte #minasgerais
#defesacivilbh #defesacivil #ar #clima
#pbh #chuvas

2 d



79 curtidas

HÁ 2 DIAS

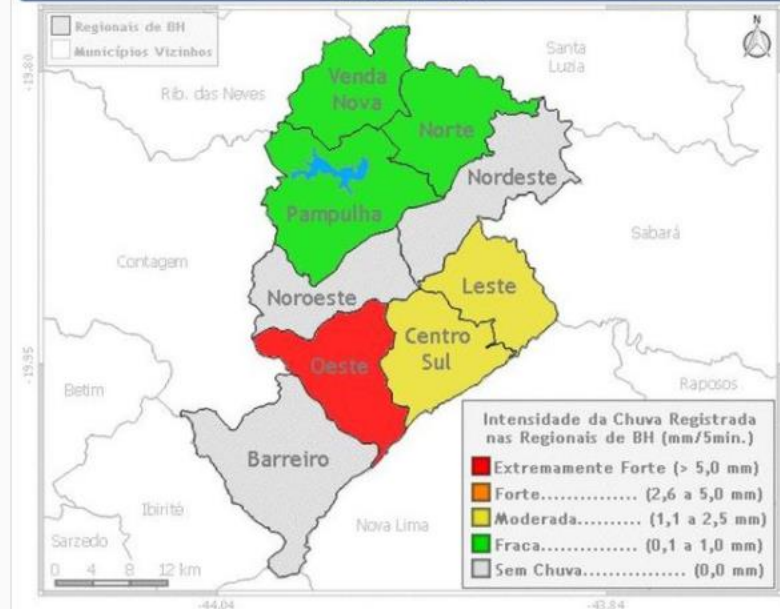
Entrar para curtir ou comentar.

Instagram

Q Pesquisar

Intensidade da Chuva (mm) nos Últimos 5 Minutos

09/03/2021 14:36



defesacivilbh • Seguir

...



defesacivilbh CONDIÇÃO ATUAL DA ATMOSFERA

18h15 - Céu parcialmente nublado e tempo estável. O risco é baixo de chuvas no decorrer da noite e madrugada. Agora faz 26,8 °C e 53% de umidade relativa do ar. Imagem: Clima ao Vivo

#bh #belohorizonte #minasgerais



146 curtidas

HÁ 4 DIAS

Entrar para curtir ou comentar.

Defesa Civil: Chuva (20 a 30 mm), raios e ventos de 50 km/h até 8h de terça-feira (14) em BH. Proteja-se! Mais informações nas redes sociais: defesacivilbh

Rotas de fuga:
Rua dos Limões
Regional Nordeste

Escada para MG 5

Rua Valter de Abreu

Maria Goretti

Teresinha

Beco para MG 5

Aparecida e Geraldo

Márcia

Rua Geralda Martins Miranda

Rosa

Cuidado com as
enxurradas

Sônia

Rosária

Rosilene

Rota para Rua dos Bambus

© 2009 MapLink

© 2009

Go



PBH implanta dispositivo luminoso para alertar motoristas em caso de alagamentos

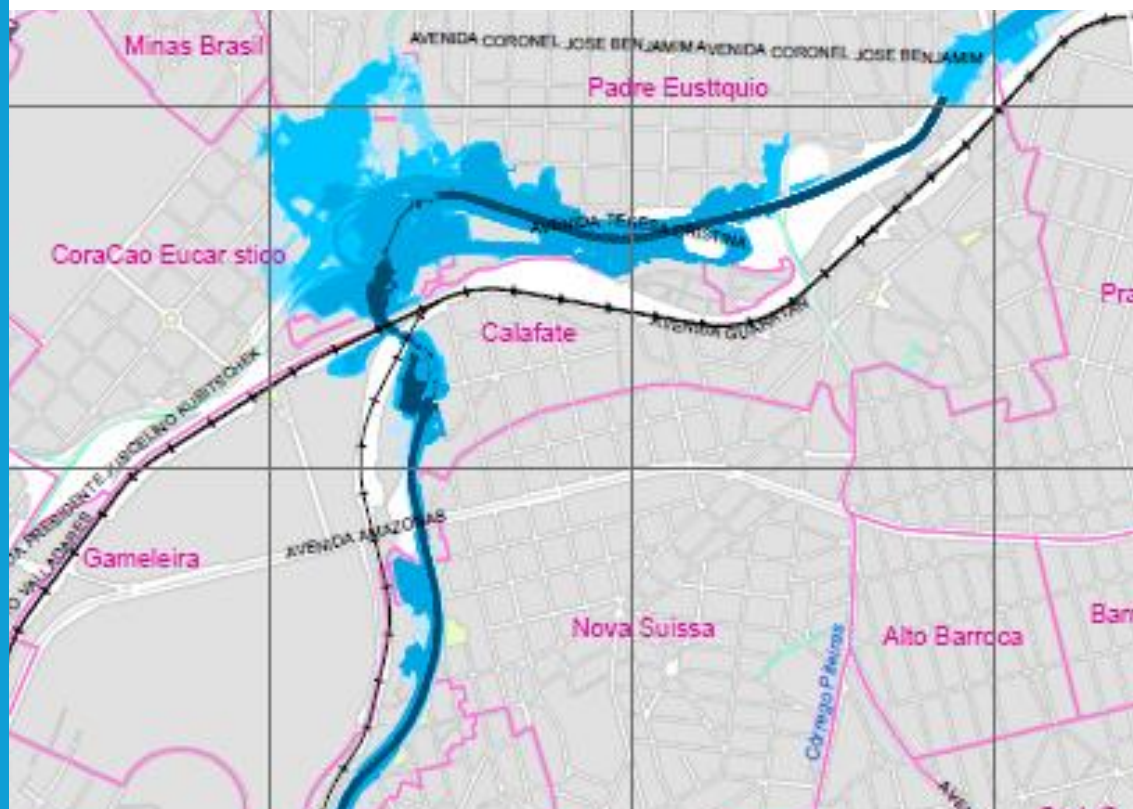
criado em 21/02/2024 - atualizado em 21/02/2024 | 13:17



PBH compartilha experiência de emissão de alerta via Waze com Defesa Civil de MG

criado em 30/11/2023 - atualizado em 30/11/2023 | 19:25

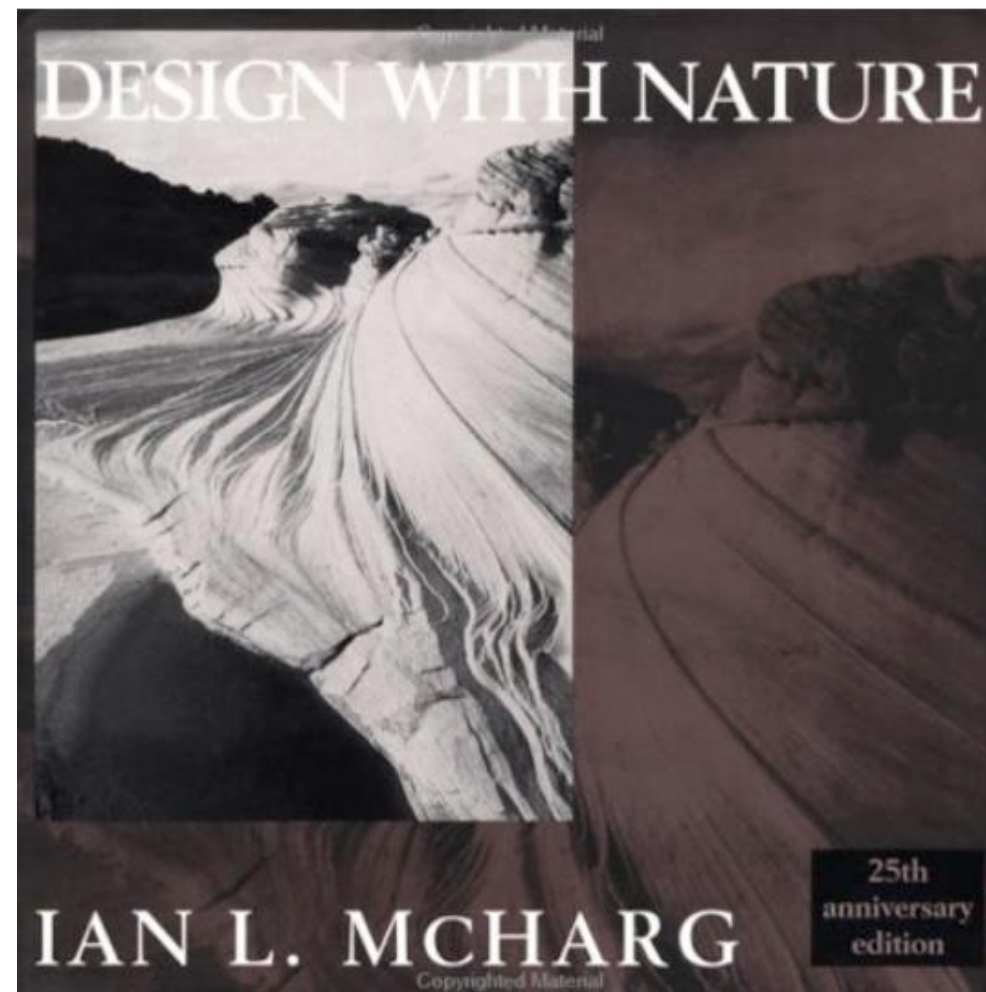
Instrumentos de regulação: Estatuto das Cidades e Estatuto da Metr pole



- Transferência do direito de construir
- Direito de preempção
- Operações urbanas consorciadas
- O zoneamento ambiental
- Os planos, programas e projetos setoriais
- Funções de interesse metropolitano

SBN e infraestrutura verde

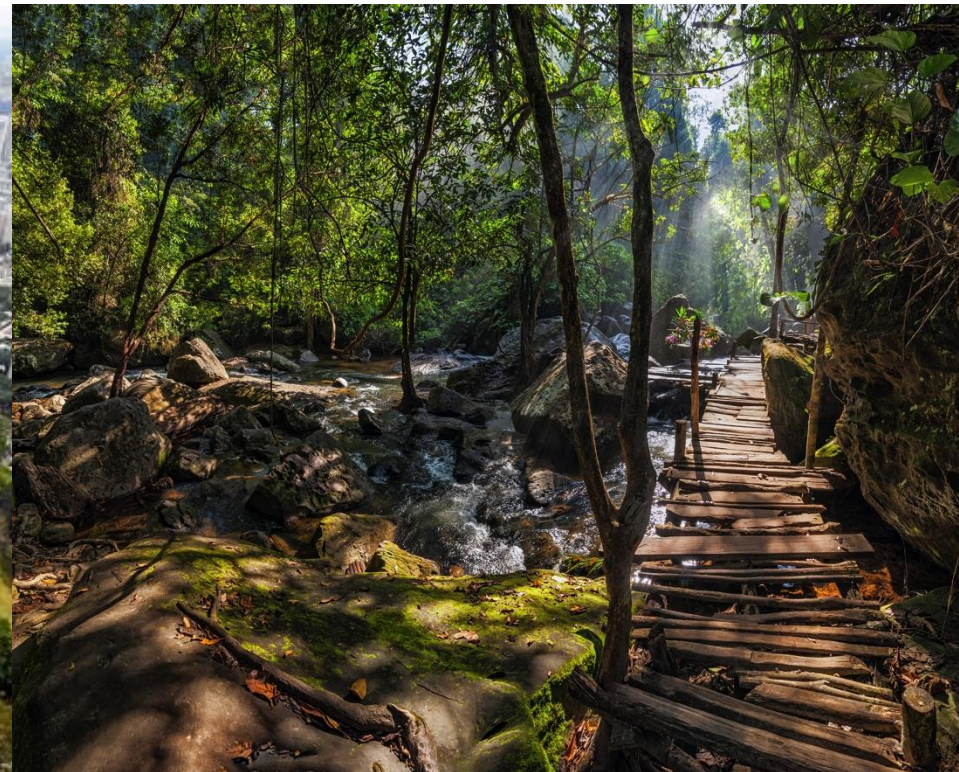
- Múltiplas funções:
 - Infiltração e evapotranspiração
 - Redução de processos erosivos e poluição difusa
 - Redução de ilhas de calor e conservação de energia
 - Habitat para flora e fauna
 - Redução de gases de efeito estufa



SBN e infraestrutura verde



Natural no espaço construído



Construído no espaço natural



Jardins de chuva



Árvore de chuva

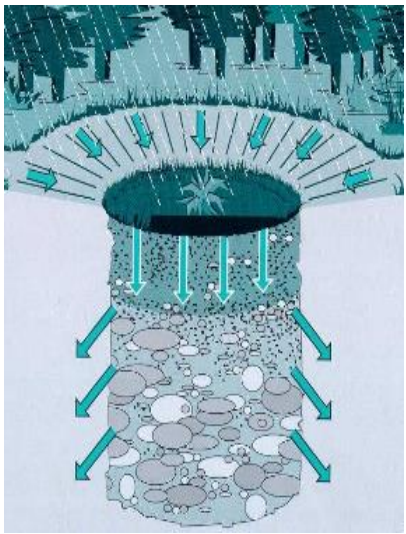


Trincheiras de infiltração



Pavimento permeável

Poço de infiltração

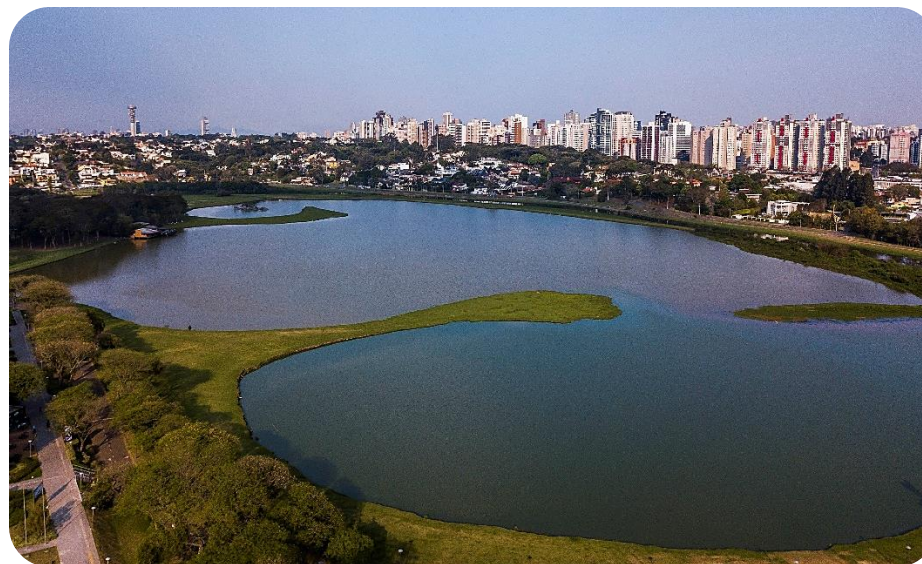


Dispositivos de infiltração

Dispositivos de armazenamento



Bacias de retenção



Parques inundáveis



Valas vegetadas



**Coleta de água
chuva**



Outros dispositivos



Agricultura urbana



Wetlands



Tetos verdes



Jardins verticais

Parques lineares



Parques do Rio Medellín



Parque Nossa
Senhora da Piedade
Belo Horizonte



Santiago de Chile

Soluções baseadas na natureza: benefícios



- Reduzir os riscos de inundações e deslizamentos de terra
- Reduzir a poluição difusa de origem pluvial
- Controlar a poluição atmosférica
- Mitigar o desenvolvimento de ilhas de calor no ambiente urbano (arborização).
- Mitigar os impactos das mudanças climáticas.
- Promover a compensação de carbono.

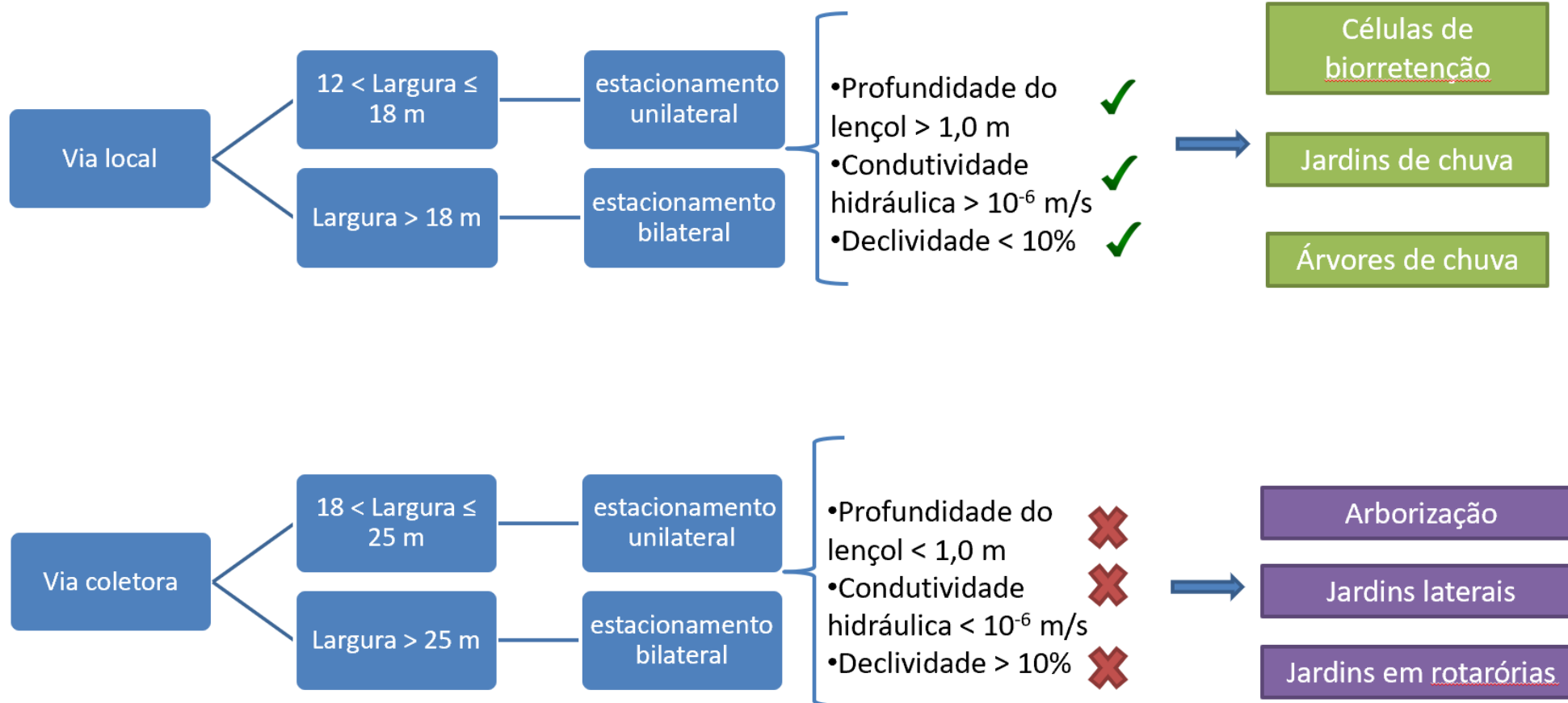
- Proteger áreas de especial interesse ambiental
- Promover a conectividade entre áreas protegidas
- Restaurar e proteger áreas ribeirinhas
- Promover a biodiversidade

- Contribuir para a segurança alimentar por meio da agricultura urbana
- Criar oportunidades para lazer, esporte e relações sociais
- Contribuir para a saúde da população
- Diversificar as oportunidades de geração de renda

SBN: adaptação



Matriz de Decisão Sobre o Uso de Soluções Baseadas na Natureza: sistema viário



Jardins de chuva em vias: exemplos de Belo Horizonte



Jardins de chuva nas vias: Espaços potenciais



Belo Horizonte: Av. Assis Chateaubriand





Comunidade 13 – Medellin (Colômbia)



SBN: Competências técnicas, requisitos

Importante
desenvolvimento
institucional

- Hidrologia, modelagem
- Monitoramento hidrológico (quantidade e qualidade da água)
- Geotecnia e geologia
- Gestão de riscos
- Manutenção compartilhada (drenagem, espaços verdes)
- Planejamento urbano
- Desenho urbano
- Ecologia
- Ciências sociais

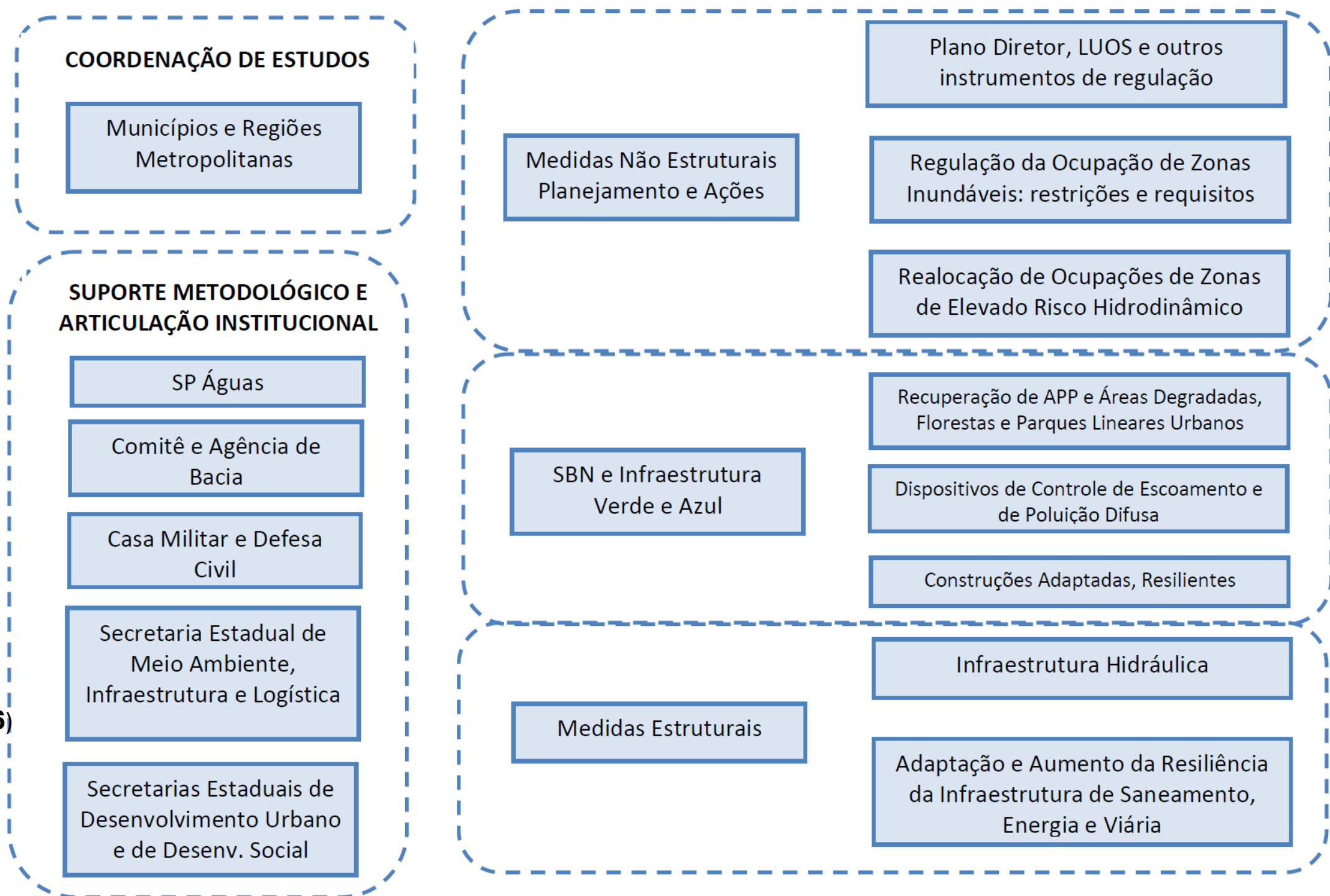
Instrumentos econômicos

- Outorga onerosa do direito de construir
- Edifícios com certificação de sustentabilidade (valor agregado)
- Pagamento por serviços ecossistêmicos
- Modulação de impostos territoriais
- Fundos municipais de saneamento
- Cobrança pela drenagem pluvial



Medidas de Prevenção: Inundações Urbanas

Fonte:
Nascimento (2026)



Medidas de Prevenção: Inundações Fluviais

COORDENAÇÃO DE ESTUDOS

SP Águas

Comitês e Agências de Bacia

ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL

Municípios na Bacia

Casa Militar e Defesa Civil

Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento

Secretarias Estaduais de Desenvolvimento Econômico e de Desenvolvimento Social

Medidas Não Estruturais
Planejamento e Ações

Planejamento Territorial e Impacto sobre o Risco de Inundações

Regulação da Ocupação de Zonas Inundáveis

Realocação de Ocupações de Zonas de Elevado Risco Hidrodinâmico

Recuperação de APPs e de Áreas Degradadas

Medidas de Conservação de Solos e Controle de Poluição na Agropecuária

SBN e Conservação de Solos

Infraestrutura Hidráulica

Medidas Estruturais

Adaptação e Aumento da Resiliência da Infraestrutura de Saneamento, Energia e Viária

Fonte:
Nascimento (2026)

Muito Obrigado

Nilo Nascimento

niloon2012@gmail.com

