
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Felipe Ramos, Guilherme de Carvalho, Juliana Akemi Hiruma, Juliana
Fernandes, Lucca Mancilio, Thayná Flores

DISCIPLINA SANEAMENTO AMBIENTAL
PROF. DR. WALTER JOSÉ MINTO



ÁGUAS PLUVIAIS

Águas pluviais correspondem aos volumes de água provenientes de precipitações.

As chuvas em excesso podem provocar inúmeros impactos sociais e econômicos frente aos prejuízos causados pelas inundações, associadas, entre outros motivos, a uma expressiva ocupação inadequada e impermeabilização do solo (Martins, 2006).



ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS

Diferentes extensões territoriais do globo possuem regimes de precipitação distintos (Browing, 1985).

Espaço Geográfico

Temperatura

Vegetação

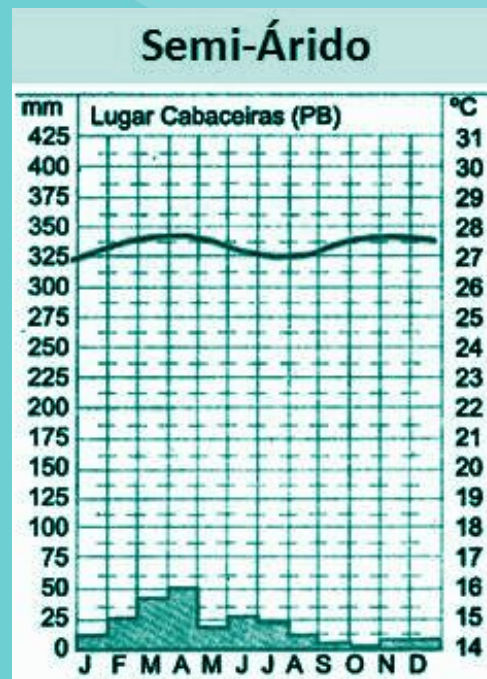
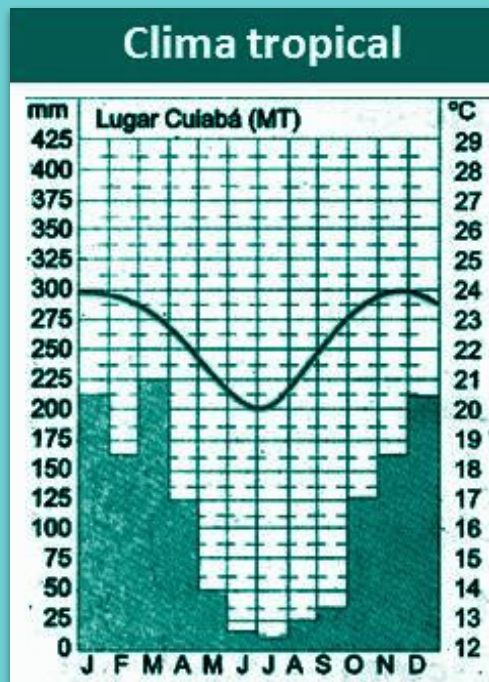
Sazonalidade



FATORES QUE AFETAM CHUVAS

A variação do índice pluviométrico é proveniente de características regionais distintas, as quais geram grande variedade de climas (Nimer, 1979).

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS



**MAS POR QUE DRENAR
ÁGUAS PLUVIAIS?**

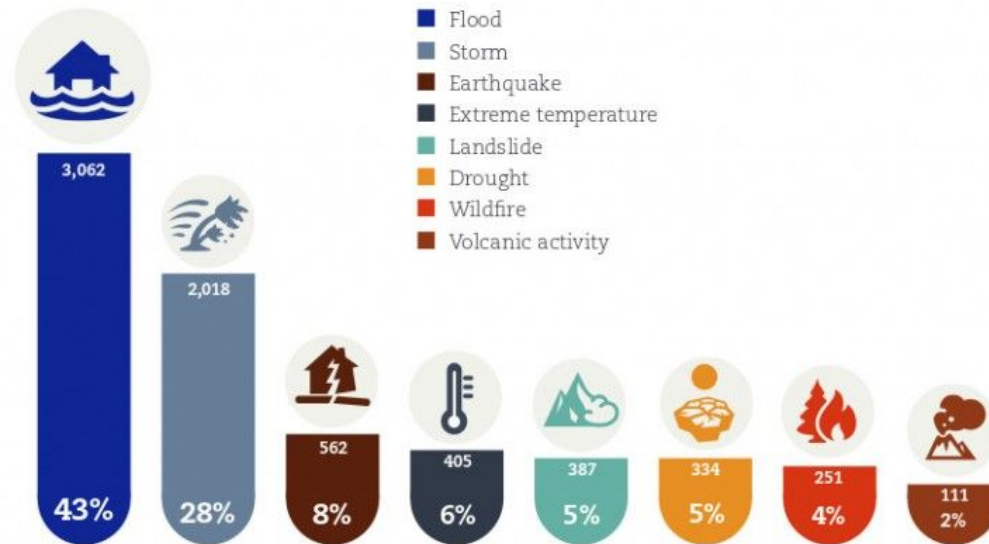
8,2 MILHÕES

Número de pessoas que vivem em áreas com
risco de enchentes, no Brasil (IBGE, 2010)

2,3 BILHÕES

Número de pessoas afetadas por enchentes, no mundo todo, entre 1995 a 2015 (Floodlist, 2016)

Percentage of occurrences of natural disasters
by disaster type (1995-2015)



FONTE: UNISDR / CRED

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS



Nos últimos 25 anos,
157,000 pessoas perderam
a vida em enchentes



Desastres ambientais são
responsáveis por cerca de
um prejuízo de US\$1.891
trilhões



Suscetibilidade à resposta
aguda ao estresse, PTSD e
depressão

DEFINIÇÃO

- Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020 (altera a Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007)

→ Art.3º - Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável (...);

b) esgotamento sanitário (...);

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólido (...);

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

AMPLIFICADORES DO PROBLEMA

Problemas de drenagem afetam, principalmente, comunidades de baixo relevo e/ou próximas a cursos d'água.

Seus prejuízos relacionam-se à economia, saúde pública e a danos infraestruturais.



A NÍVEL INTERNACIONAL

RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS



Importante documento redigido anualmente pela Organização das Nações Unidas (ONU), com dados, estatísticas e informações sobre os recursos hídricos, como um apelo global para ações dos governos, empresas, instituições e sociedades em favor do uso consciente e sustentável da água.

A Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu, em 2015, o acesso à água e ao saneamento básico como um direito universal.

6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



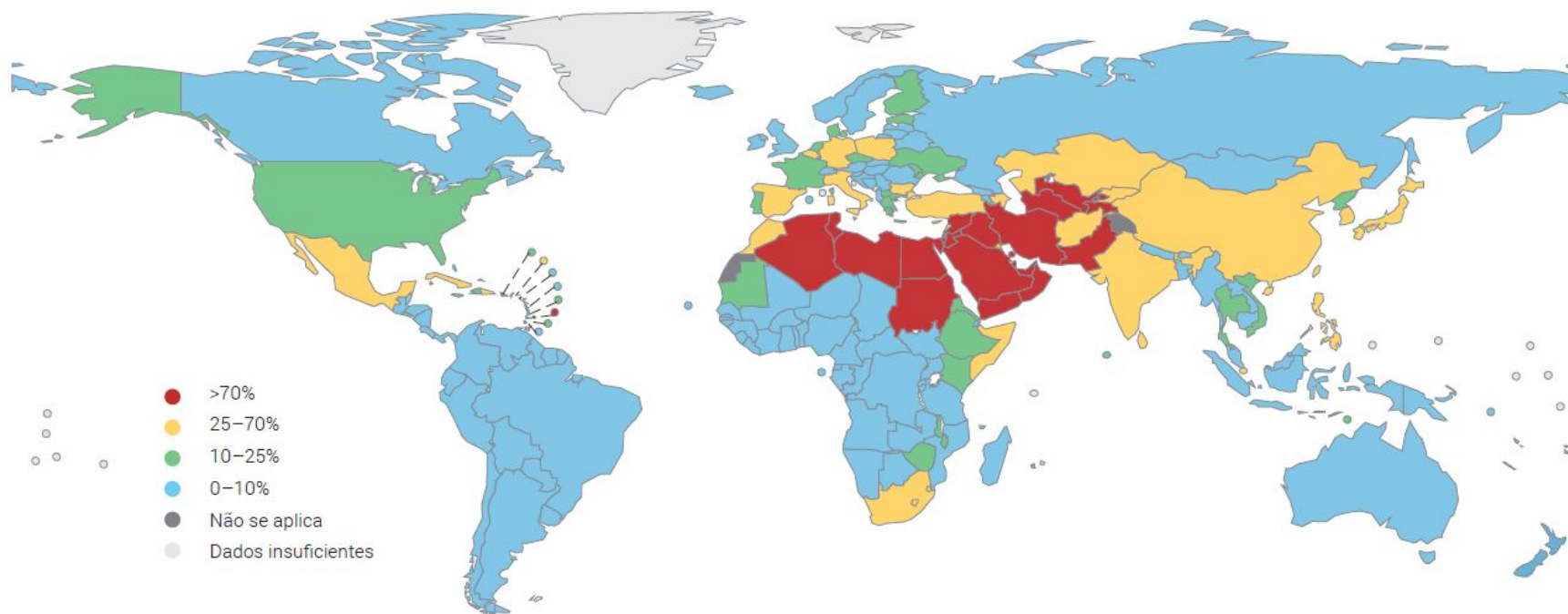
RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- De acordo com a versão de 2019, apesar do acesso à água e ao saneamento ser reconhecido mundialmente como um direito humano, mais de 2 bilhões de pessoas no planeta não usufruem desse direito;
- Mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países que experimentam estresse hídrico (proporção anual entre o total de água potável retirada pelos principais setores e a quantidade total de recursos hídricos renováveis);
- 31 países experimentam estresse hídrico entre 25% (que é definido como o patamar mínimo) e 70%. Outros 22 países estão acima do nível de 70% e, por isso, encontram-se em uma grave situação;
- Cerca de 4 bilhões de pessoas vivenciam uma escassez de água grave durante, pelo menos, um mês do ano;

RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Cerca de 90% de todos os desastres naturais são relacionados à água;
- 5% dos desastres naturais são causados pela seca. Ela afeta 1,1 bilhão de pessoas, matando mais 22 mil e causando US\$ 100 bilhões em prejuízos;
- Mais de 80% das águas residuais, em todo o mundo, retornam ao meio ambiente sem tratamento;
- Várias doenças relacionadas à água continuam aumentando, como a cólera e esquistossomose. A maioria dos casos ocorre nos países onde apenas uma proporção muito pequena de águas residuais e urbanas é tratada;
- Em todo o mundo, apenas 2,9 bilhões de pessoas (39% da população mundial) tiveram acesso a serviços sanitários gerenciados de forma segura em 2015.

Nível de estresse hídrico físico



Fonte: UN (2018a, p. 72, com base em dados do AQUASTAT). © 2018 United Nations. Reimpressa com permissão das Nações Unidas.³

RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os impactos da mudança climática sobre os sistemas hídricos urbanos incluem temperaturas mais elevadas, precipitação reduzida e secas mais severas, por um lado; e o aumento de eventos de fortes precipitações e inundações, por outro. São precisamente esses extremos que tornam tão difíceis o planejamento do espaço urbano e a provisão de infraestrutura.

A estrutura física para o fornecimento de água e instalações de saneamento também pode ser afetada, levando ao abastecimento hídrico contaminado e à descarga de águas residuais e pluviais não tratadas em ambientes saudáveis. Doenças transmitidas por vetores, como a malária, a febre do Vale do Rift, a leptospirose e outras são frequentemente observadas após eventos de inundação.

A NÍVEL NACIONAL

Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007

→ Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

→ Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:

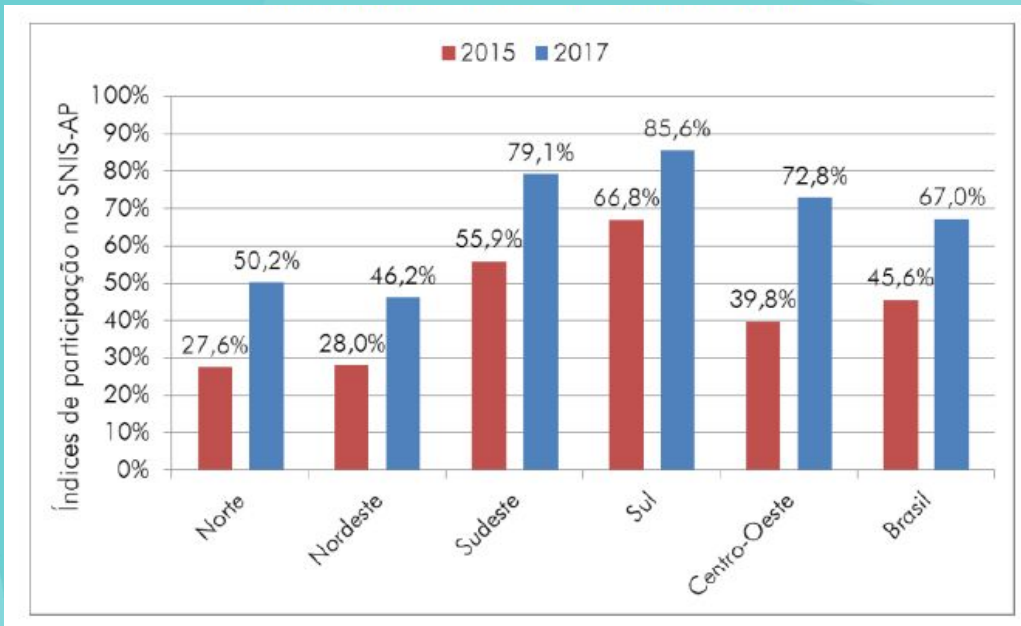
d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

A NÍVEL NACIONAL

DADOS SEGUNDO O DIAGNÓSTICO DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS ELABORADO PELA SNS - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, COMO ANO DE REFERÊNCIA 2017 - PUBLICADO EM 2019. COM PARTICIPAÇÃO DE **3.733** MUNICÍPIOS.

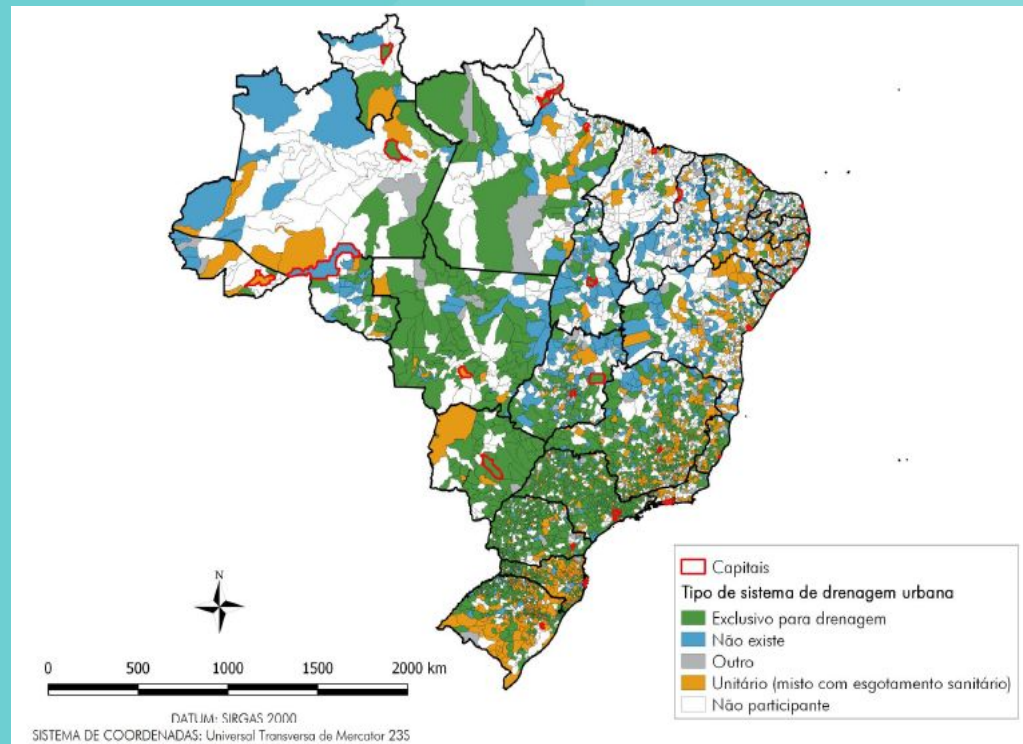
Adesão dos municípios das regiões:

- Maior: **Sul** (85,6%) e **Sudeste** (79,1%)
- Menor: **Norte** (50,2%) e **Nordeste** (46,2%)



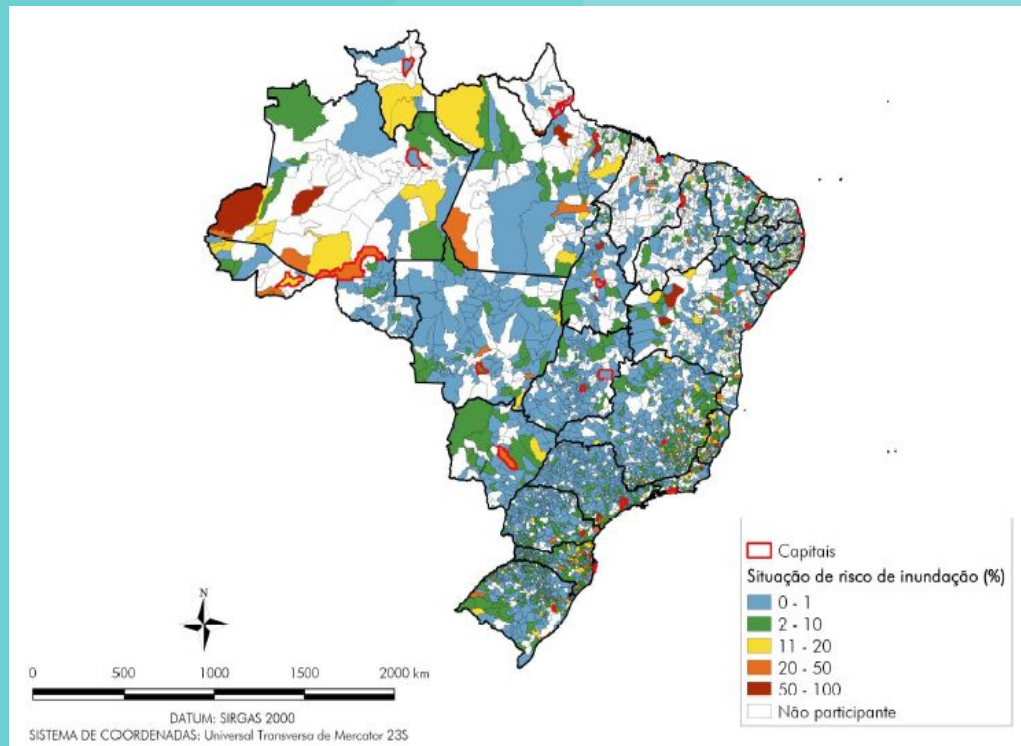
TIPOS DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

- 1.932 (51,8%) COM SISTEMA EXCLUSIVO PARA DRENAGEM;
- 891 (23,9%) COM SISTEMAS UNITÁRIOS;
- 667 (17,9%) NÃO POSSUEM SISTEMA DE DRENAGEM MAS OUTROS SERVIÇOS;
- 234 (6,5%) AFIRMAM NÃO POSSUIR NENHUM SISTEMA.



IMPACTOS SOBRE A POPULAÇÃO

- 2.452 MUNICÍPIOS POSSUEM ATÉ 1% DE SEUS DOMICÍLIOS EM ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO;
- 33 MUNICÍPIOS POSSUEM 50% OU MAIS DE SEUS DOMICÍLIOS EM ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO;
- ELDORADO (SP)- MUNICÍPIO CRÍTICO

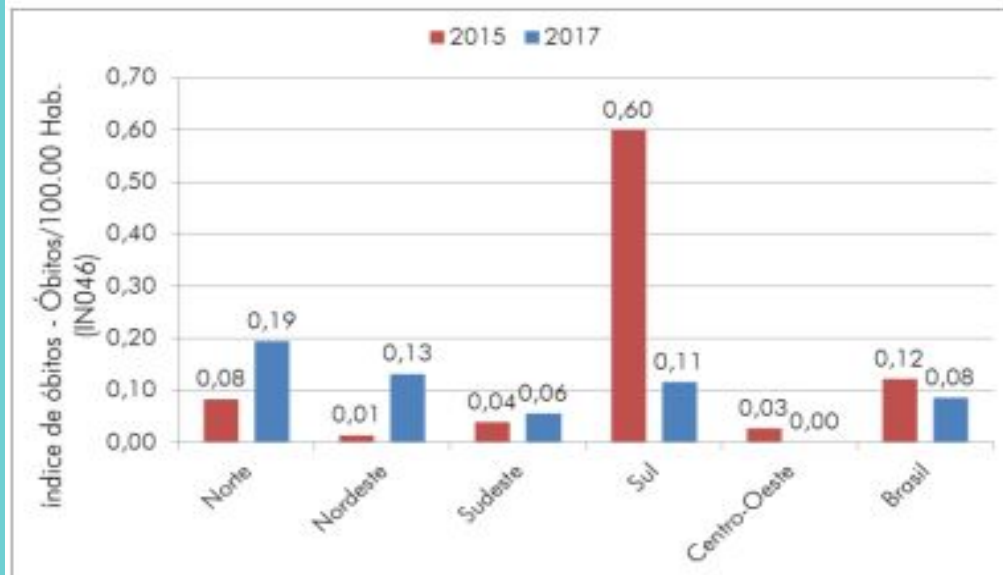


IMPACTOS SOBRE A POPULAÇÃO

- **AUMENTO DOS ÓBITOS PARA AS REGIÕES NORTE E NORDESTE;**
- **QUEDA MARCANTE PARA A REGIÃO SUL;**
- **REGIÃO CENTRO-OESTE.**

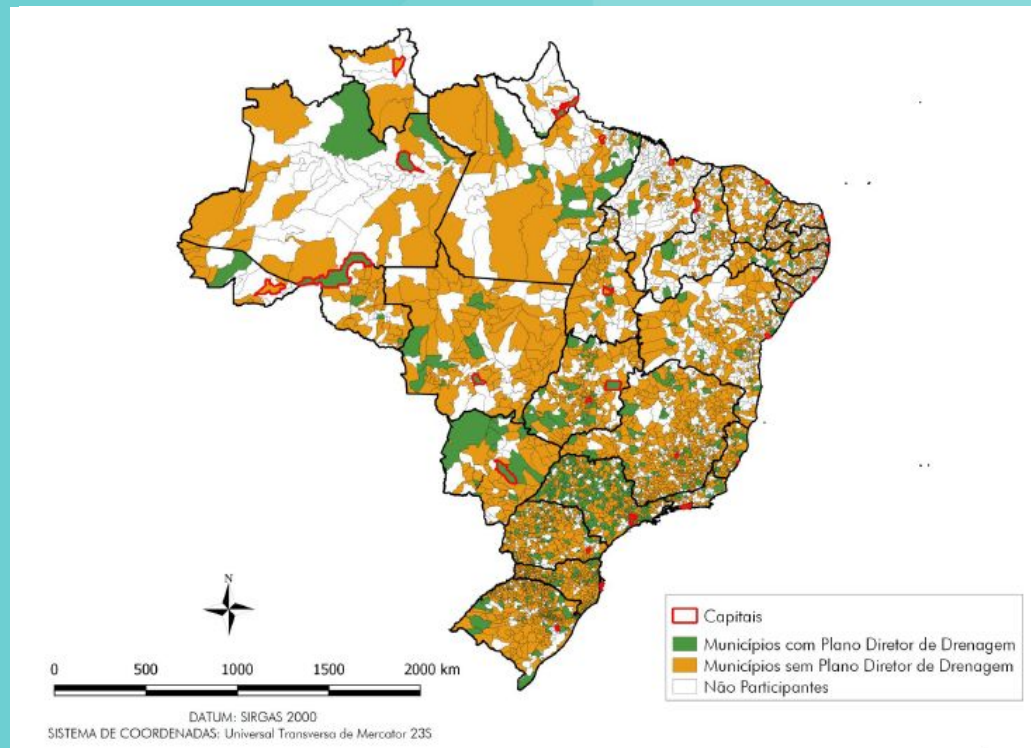
GRÁFICO 17

ÍNDICE DE ÓBITOS NA ÁREA URBANA DECORRENTES DE EVENTOS HIDROLÓGICOS OCORRIDOS NO ANO DE REFERÊNCIA, (INDICADOR IN046) DOS MUNICÍPIOS PARTICIPANTES DO SNIS-AP 2015 E 2017, POR REGIÃO GEOGRÁFICA E BRASIL



PLANO DIRETOR

- É UM INSTRUMENTO QUE BUSCA PLANEJAR A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA EVITAR PREJUÍZOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS, ALÉM DE CONTROLAR A OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO (TUCCI, 1997);
- 19,6% DOS MUNICÍPIOS;
- 100% CAPITAIS DO SUDESTE E CENTRO-OESTE;
- SUDESTE TEM MAIOR PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS COM PLANO DIRETOR DE DRENAGEM.



COMO ESCOLHER A TECNOLOGIA?

A ESCOLHA DO TIPO DE TECNOLOGIA A SER IMPLEMENTADA DEPENDE DE PARÂMETROS RELACIONADOS AO LOCAL ANALISADO:

- INTENSIDADE DO TRÁFEGO;
- CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO;
- NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO;
- DECLIVIDADE DO TERRENO;
- DISPONIBILIDADE DE ÁREA;
- PRESENÇA DE INSTALAÇÕES SUBTERRÂNEAS.

ASSIM, NÃO EXISTE APENAS UMA ÚNICA FORMA DE SOLUCIONAR O PROBLEMA E, POR ISSO, EXISTEM VÁRIAS POSSIBILIDADES DE IMPLANTAÇÃO.

COMO ESCOLHER A TECNOLOGIA?



PURIFICAÇÃO



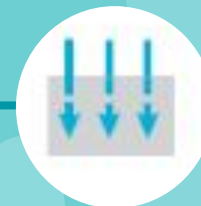
DETENÇÃO



RETENÇÃO



CONDUÇÃO



INFILTRAÇÃO

TECNOLOGIAS PARA A SOLUÇÃO DE ENCHENTES

01. PISCINA DE CONTENÇÃO - “PISCINÃO”
02. TANQUES SUBTERRÂNEOS
03. BACIAS DE RETENÇÃO OU DE PERCOLAÇÃO
04. TRINCHEIRA DE PERCOLAÇÃO
05. PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

PISCINÕES



PISCINÕES

APLICAÇÕES INDICADAS:

- Bacias hidrográficas urbanas altamente impermeabilizadas e densamente povoadas, onde o reforço ou ampliação dos canais e galerias de drenagem existentes torna-se muito oneroso ou inviável;
- Bacias onde ocorrem inundações que causam grandes perdas materiais e humanas para a população;
- Em áreas de terrenos ociosos e degradados, pois possibilitam a criação de áreas verdes e de lazer, valorizando a presença da água e aumentando a qualidade de vida da região.

VANTAGENS

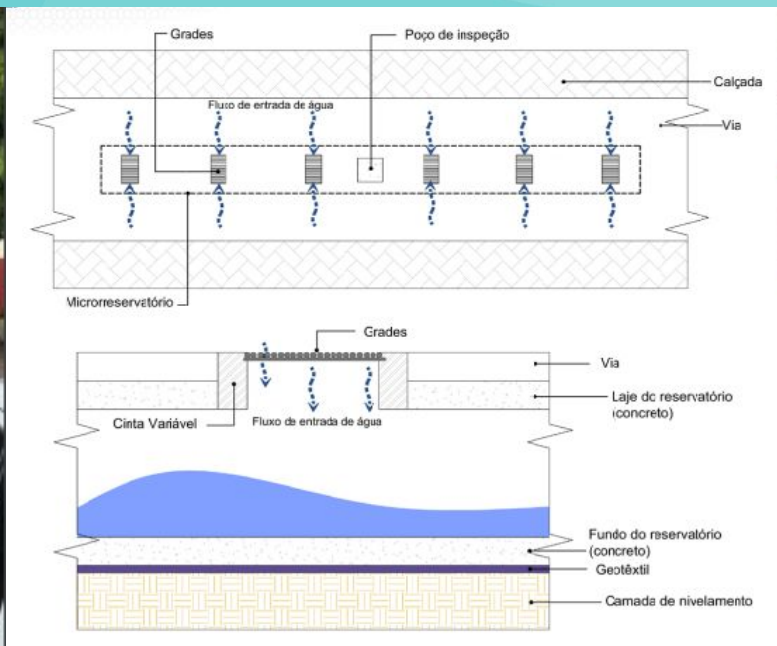
- Caráter multifuncional - áreas verdes, de lazer e projetos urbanísticos;
- Pouca interferência no tráfego e atividade comercial;
- Limpeza fácil e de baixo custo.

PRECAUÇÕES

- Não aceitação pela população próxima;
- Ausência de manutenção pode acarretar na proliferação de animais vetores de doenças;
- Carências de saneamento podem provocar despejo de poluentes.

MICRORRESERVATÓRIOS

APLICAÇÕES INDICADAS: Ruas e avenidas com pontos de alagamento críticos; Condomínios residenciais; Conjuntos habitacionais; Edifícios comerciais; Grandes pátios de estacionamento; Dentro do próprio lote, sejam estes comerciais, residenciais ou públicos.



VANTAGENS

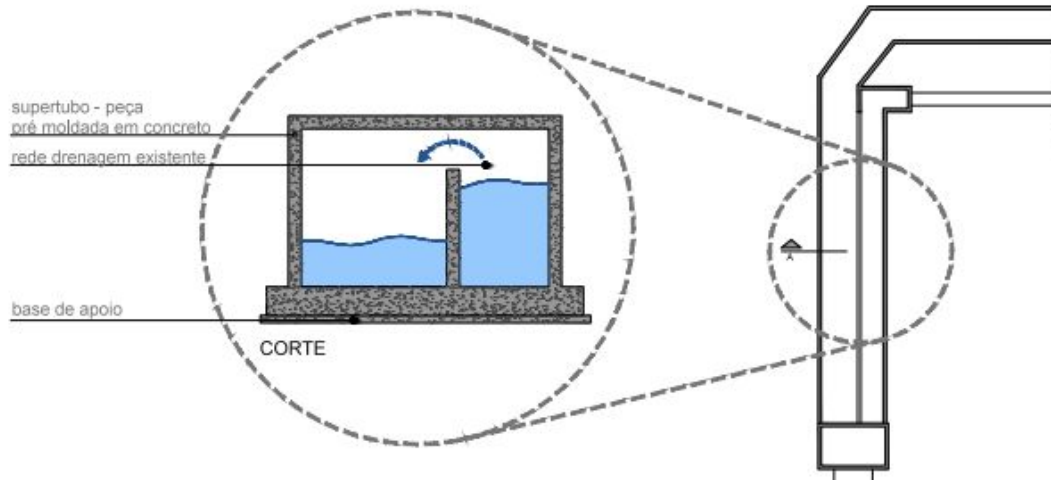
- Utilização do volume de água para outros fins, como: proteção contra fogo, irrigação de jardins e praças e limpeza de ruas;
- Armazena escoamento superficial e ameniza picos;
- Pouca interferência no uso e ocupação da área.

PRECAUÇÕES

- Custo de implantação alto;
- Necessita fácil acesso ao interior para manutenção e limpeza periódicas.

SUPERTUBOS

APLICAÇÕES INDICADAS: Atenuação de picos em ruas e avenidas com problemas de alagamento; Nas cabeceiras hidrográficas, onde o sistema de macrodrenagem encontra-se saturado.



VANTAGENS

- Contribuem para o abatimento do pico de cheia, pelo armazenamento do escoamento superficial;
- Pouca interferência no uso e ocupação da área;
- Mais barato do que aumentar capacidade da rede de drenagem (e podem complementá-las);
- Pode sedimentar impurezas e separar águas de primeira chuva (mais poluídas).

PRECAUÇÕES

- Custo de implantação alto;
- Necessita fácil acesso ao interior para manutenção e limpeza;
- Interdição de vias durante construção.

PARQUES LINEARES



- Rede de drenagem
- Iluminação pública
- Ciclovia em concreto
- Caminho para pedestres
- Arborização paisagística
- Reservatório de controle de cheias

Parque Linear Nossa Senhora da Piedade. Belo Horizonte - MG

Fonte: Arquivo Prefeitura de Belo Horizonte

PARQUES LINEARES



Parque das Corujas. São Paulo - SP
Fonte: Arquivo Pessoal de Erika Tominaga

PARQUES LINEARES

VANTAGENS

- Regula microclima, ação tamponante em áreas industriais;
- Valor recreativo, cultural, mobilístico, e ambiental;
- Implementação em etapas ou módulos.
- Ferramenta de conservação de várzeas e conexão de fragmentos de vegetação

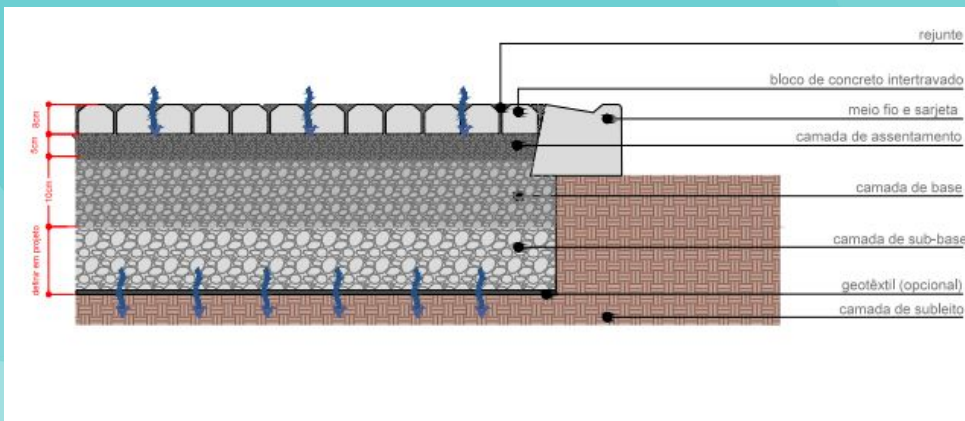
PRECAUÇÕES

- Desapropriações e realocações podem gerar altos custos e problemas legais;
- Manutenção;
- Depredação.

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

A utilização desta tecnologia contribui diretamente para a diminuição do escoamento superficial.

ATUAÇÃO EM DIFERENTES NÍVEIS: (A) Revestimentos superficiais permeáveis; (B) Estrutura porosa; e (C) Estrutura porosa com facilitação da infiltração.



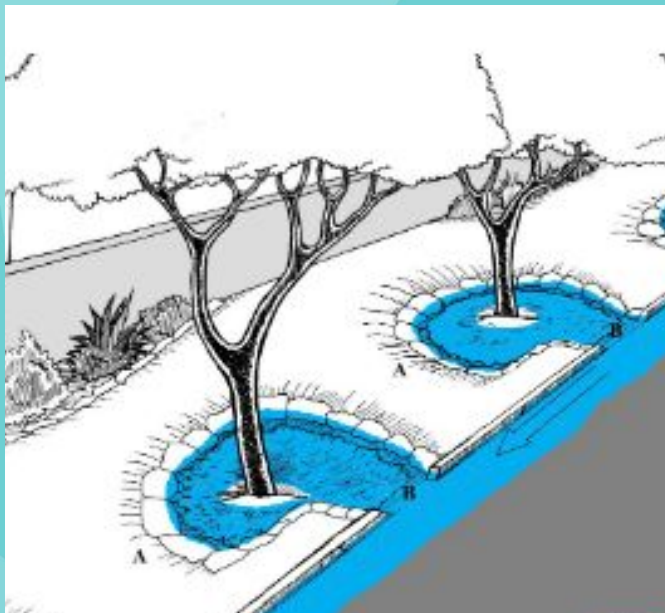
VANTAGENS

- Redução na formação de poças d'água;
- Ganhos ambientais - recargas de reservas subterrâneas;
- Melhoria da qualidade da águas, por ação de filtração no corpo do pavimento;
- Benefícios financeiros - redução das dimensões do sistema de drenagem de jusante.

PRECAUÇÕES

- Possível poluição do lençol freático;
- Suscetibilidade a colmatação (elevação do nível do terreno devido à deposição de detritos).

JARDINS DE CHUVA



(Cormier & Pellegrino, 2008)



JARDINS DE CHUVA



(Cormier & Pellegrino, 2008)

BIOVALETAS



(Cormier & Pellegrino, 2008)

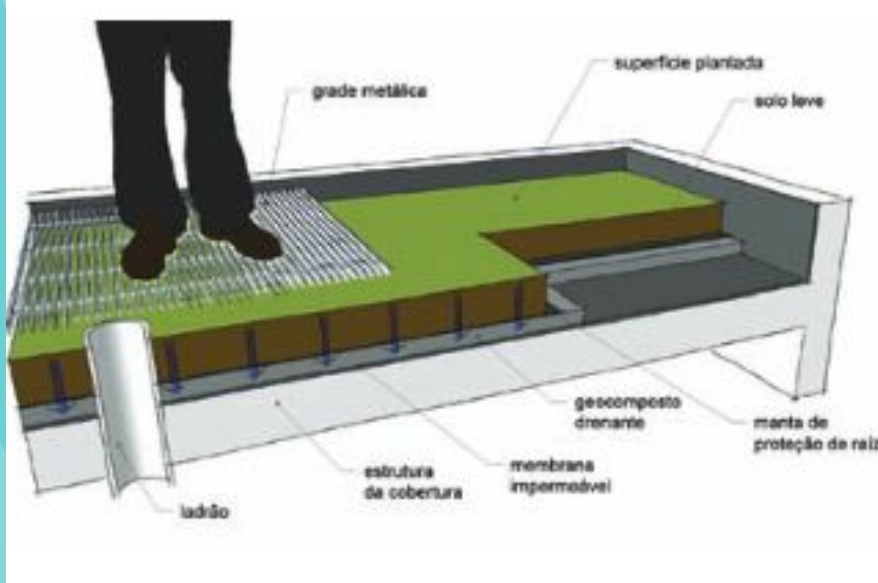


BIOVALETAS



(Cormier & Pellegrino, 2008)

TELHADOS VERDES E CISTERNAS



(Cormier & Pellegrino, 2008)



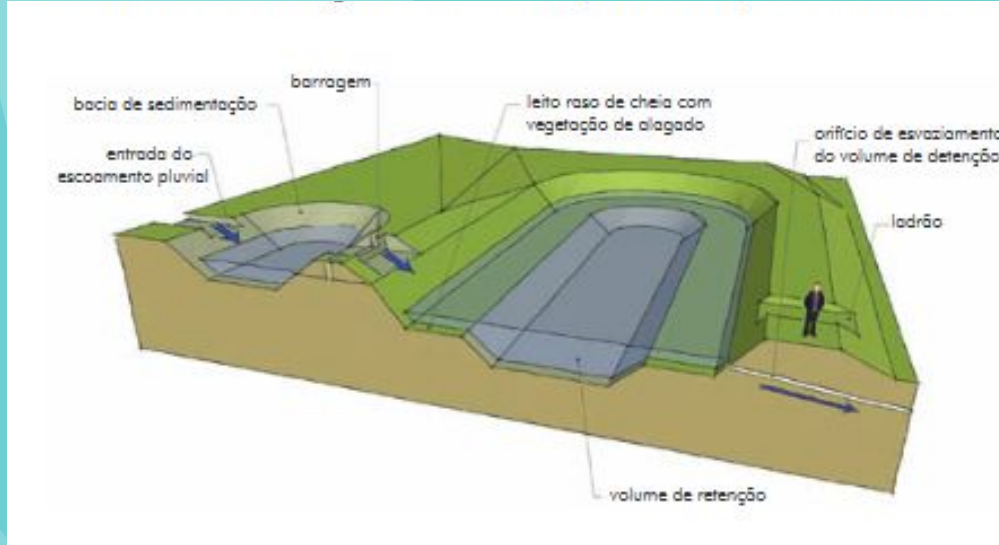
Telhado verde construído no edifício Matarazzo, atual sede da Prefeitura de São Paulo e antigo prédio do Banespa (Foto: Héliro Romero/Estadão Conteúdo/Arquivo)

TELHADOS VERDES E CISTERNAS



(Cormier & Pellegrino, 2008)

LAGOAS PLUVIAIS E GRADES VERDES



(Cormier & Pellegrino, 2008)



LAGOAS PLUVIAIS E GRADES VERDES



(Cormier & Pellegrino, 2008)



ESTUDO DE CASO - RIBEIRÃO PRETO

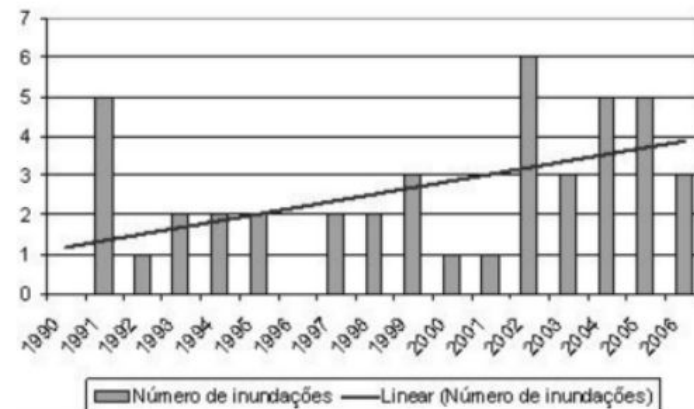
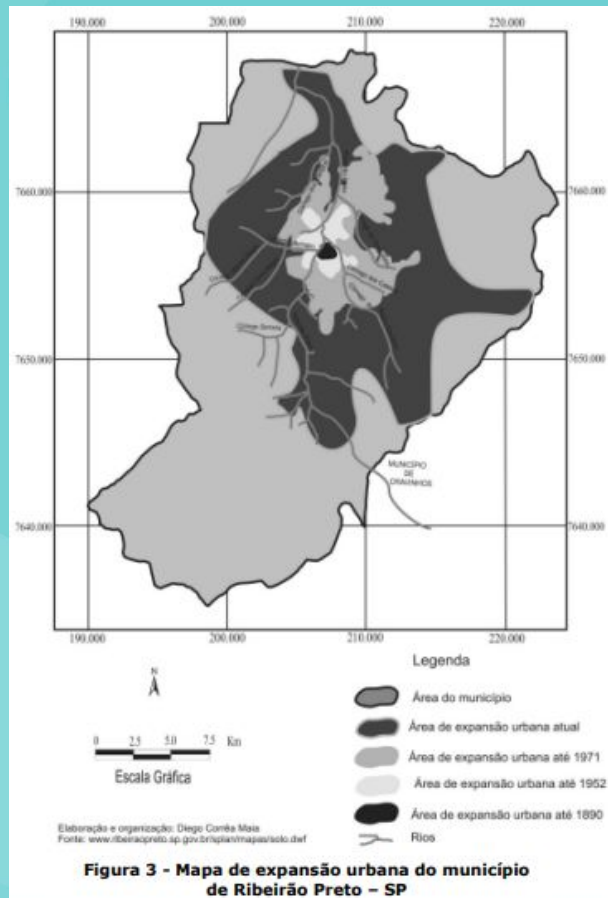
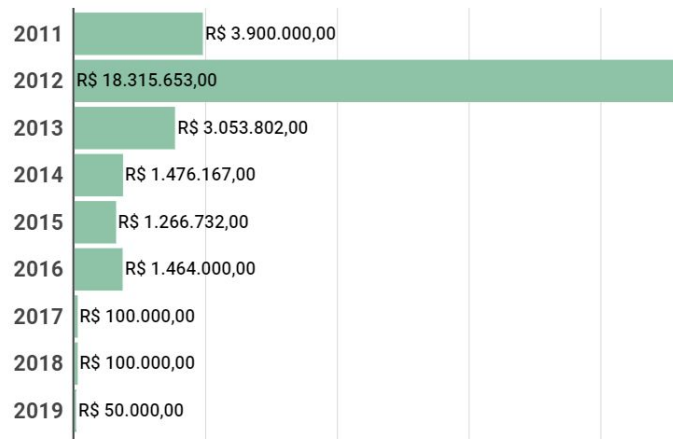


Figura 6 - Tendência evolutiva do número de inundações por ano na área urbana de Ribeirão Preto entre 1990 e 2006

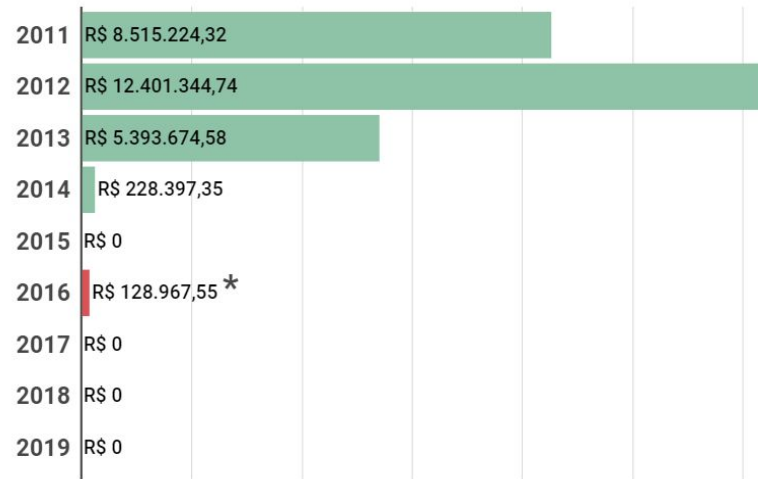
ESTUDO DE CASO - RIBEIRÃO PRETO

Recursos previstos no orçamento para combate e prevenção de enchentes, incluindo previsão de convênios com Estado e União:



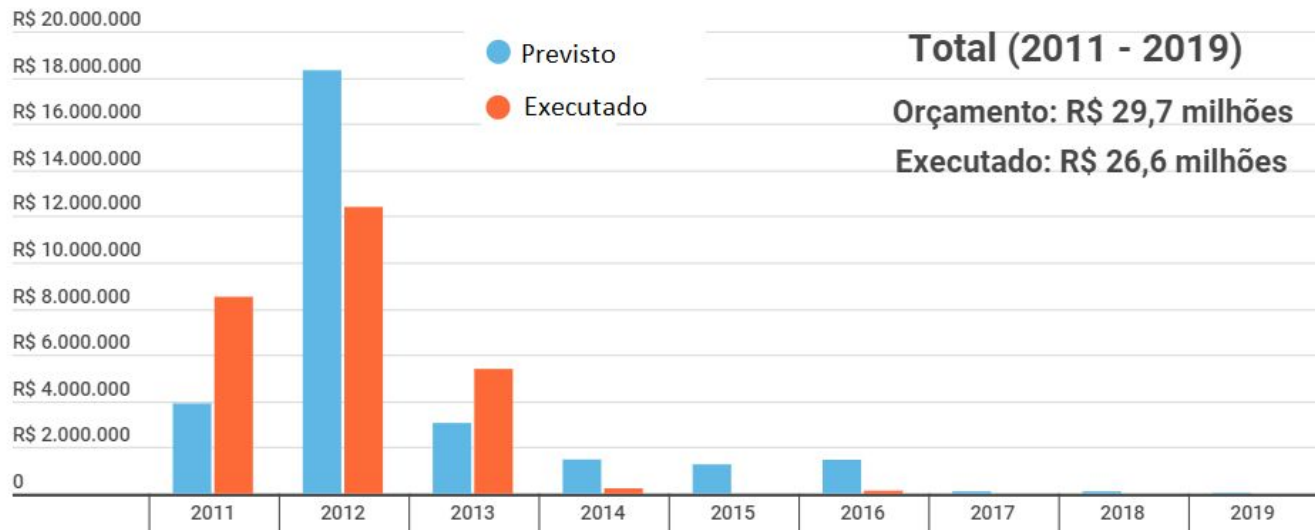
Fonte: Portal da Transparência da Prefeitura

Despesas liquidadas (executadas) na dotação orçamentária "combate e prevenção de enchentes", conforme o orçamento de cada ano:



ESTUDO DE CASO - RIBEIRÃO PRETO

Diferença entre o previsto no orçamento e o executado na dotação combate e prevenção de enchentes:



RESTAURAÇÃO DOS CURSOS DE ÁGUA

- Canalização de cursos d'água urbanos no começo do século passado - caso de Ribeirão Preto;
- Concreto impermeável leva à perda de biodiversidade e poluição nos rios;
- Abordagens de revitalização: *habitat enhancement*.

Exemplos:

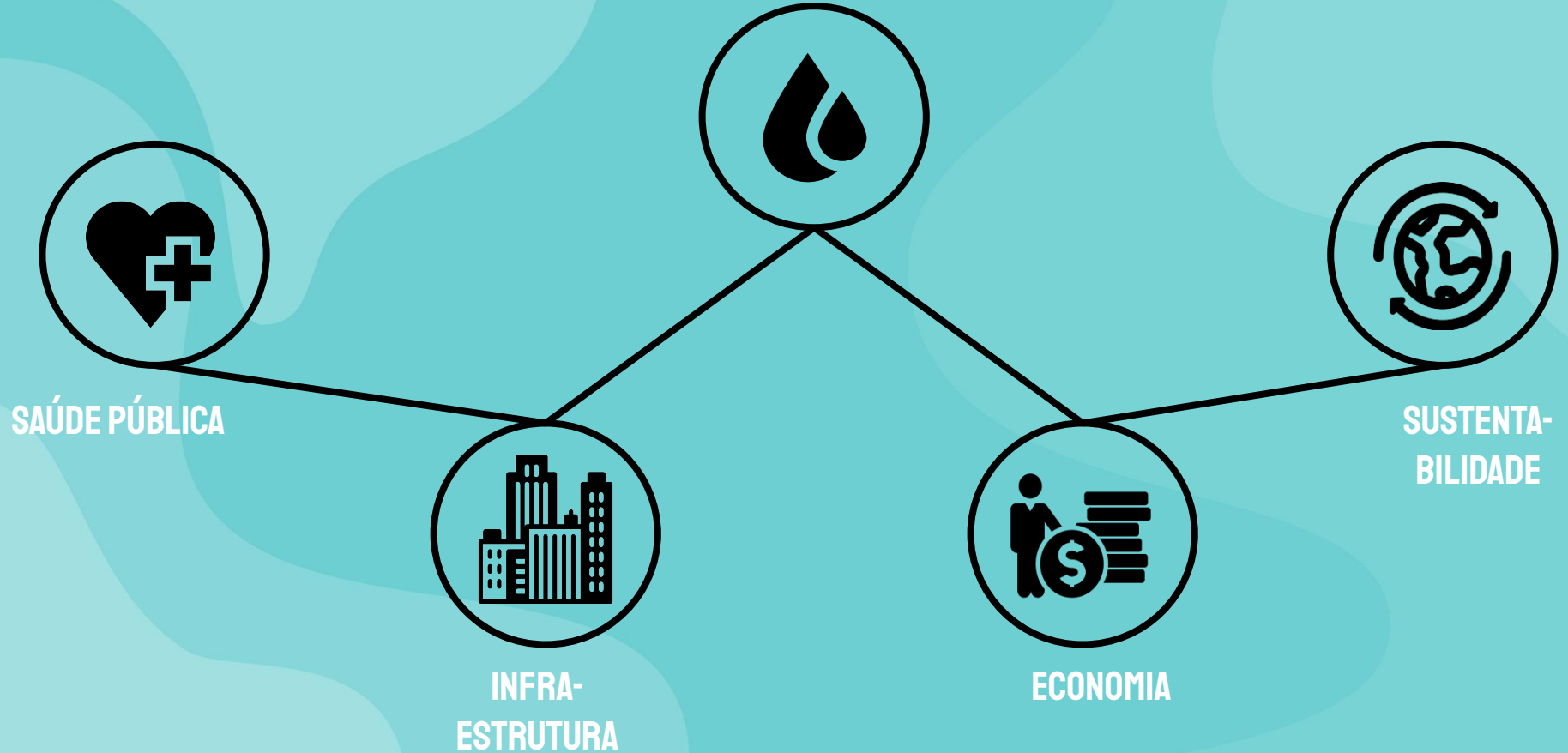
- Capivaras no rio Tietê de São Paulo e o crescimento de algas que servem de alimento para pássaros;
- Portland, Los Angeles (US) e Seoul (SK) - infraestrutura é sacrificada para recuperar a várzea e reflorestar um pouco (difícil aplicação no Brasil, mas feito em BH e São Carlos).





**ENFIM, A APLICAÇÃO
RELACIONA-SE À ...**

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS



MUITO OBRIGADO!

PERGUNTAS?



CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretária Nacional de Saneamento-SNS. (2019) **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo das Águas Pluviais Urbanas** - 2017. Brasília, SNS-MDR.
- CARDINALLI, M. (2008) **ONU lança o novo Relatório Mundial sobre água**. Ideia Sustentável. Disponível em <<https://ideiasustentavel.com.br/relatorio-mundial-sobre-agua-2019/>>. Acesso em 08/11/2020.
- CORMIER, Nathaniel; PELLEGRINO, Paulo. **INFRA-ESTRUTURA VERDE: UMA ESTRATÉGIA PAISAGÍSTICA PARA A ÁGUA URBANA**. Paisagem Ambiente, Fauusp, v. 25, p. 125-142.
- “Desastres naturais: 59,4% dos municípios não tem plano de gestão de riscos” Disponível em: <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/21633-desastres-naturais-59-4-dos-municipios-nao-t-em-plano-de-gestao-de-riscos.html>
- FERNANDEZ, A., BLACK, J., JONES, M., WILSON, L., CARULHA, L.S., BURT, T.A., BLACK, D. (2015) **Flooding and mental health: a systematic mapping review**. Plos one.
- Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm.
- MAIA, D.C., PITTON, S.C.E. (2007) **Caracterização das enchentes na área urbana de Ribeirão Preto (SP): Um enfoque através das notícias de jornal**. Geografia, Ribeirão Preto, p. 307-320.
- MARTINS, P.A.G. (2006) **Manejo de águas pluviais urbanas: estudo de bacias de amortecimento na região metropolitana de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo). PUC-Campinas.
- Browning, K.A., 1985. **Conceptual models of precipitation systems**. Meteorological Magazine, Bracknell. Eng. 114(1359), 293-319.
- NIMER, E., 1979. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE. Volume 4.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO. (2020) **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- “Excesso de água, problema urbano” pela ABCP - Associação Brasileira de cimento Portland - Programa Soluções para cidades. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento>.
- “IBGE aponta 82 milhões sob risco de enchente ou deslizamento no Brasil” Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/06/ibge-aponta-82-milhoes-vivendo-em-area-de-risco-no-brasil.shtml#:~:text=Paulo%20no%20Twitter-,IBGE%20aponta%208%2C2%20milh%C3%B5es%20sob%20risco,enchente%20ou%20de%20slizamento%20no%20Brasil>
- “UN-1995 to 2015, Flood disasters affected 2.3 billion and killed 157,000” Disponível em: <http://floodlist.com/dealing-with-floods/flood-disaster-figures-1995-2015>