

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Etec ITAQUERA II

HABILITAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO DE TÉCNICO EM  
EDIFICAÇÕES

**APLICAÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL PARA A PREVENÇÃO DE  
ALAGAMENTOS EM ÁREAS URBANAS NA CIDADE DE SÃO PAULO**

DENNER CÂMARA DOS ANJOS<sup>1</sup>

GEOVANA PEREIRA SANTOS<sup>2</sup>

GUSTAVO FARHAN DE FIGUEIREDO<sup>3</sup>

Utilização do concreto permeável em áreas urbanas para amenizar a problemática dos alagamentos, com foco na cidade de São Paulo. Os alagamentos influenciam a vida de milhares de cidadãos e causam consequências muito negativas. Este estudo, feito através de protótipos do material e de uma visita técnica feita à USP (Universidade de São Paulo), pretende contribuir com uma nova tecnologia na construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto permeável, alagamentos, protótipo.

Use of permeable concrete in urban areas to alleviate the problem of flooding, with a focus on the city of São Paulo. Flooding influences the lives of thousands of citizens and causes very negative consequences. This study, carried out using prototypes of the material and a technical visit to USP (University of São Paulo), aims to contribute to a new technology in civil construction.

**KEYWORDS:** Permeable concrete, flooding, prototype.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso Técnico em Edificações, na Etec Itaquera II - denneranjos26@gmail.com

<sup>2</sup> Aluno do curso Técnico em Edificações, na Etec Itaquera II - geovanapsantos6@gmail.com

<sup>3</sup> Aluno do curso Técnico em Edificações, na Etec Itaquera II – gustavofarhan28@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

De antemão, devemos evidenciar as diferenças entre enchentes, inundações e alagamentos. As enchentes ou cheias, ocorrem de forma natural e nada mais são do que o aumento do nível d'água em rios, córregos ou riachos. As inundações podem variar de enchentes, a diferença é que cobrem áreas maiores, que são chamadas planícies de inundação. Já os alagamentos, ocorrem de forma localizada em áreas urbanas, gerando acúmulo de água devido a problemas no sistema de drenagem. A principal causa destes três fatores são chuvas fortes.

O aumento das temperaturas e, conseqüentemente, das tempestades, vem sendo estudadas e ganham evidência, em um estudo recente do instituto nacional de meteorologia (INMT), podemos observar dados concretos: “A cidade de São Paulo (SP) registrou 57 dias com chuva acima ou igual a 1 milímetro (mm) durante o verão deste ano (até o dia 20/03). Neste período, a capital paulista acumulou 908,2 mm, valor 14% acima da média histórica sazonal (1991 a 2020), que é de cerca de 799,2 mm.”

Nas áreas urbanas, os alagamentos trazem inúmeras conseqüências sociais, algumas delas como problemas na mobilidade e proliferação de doenças transmitidas pela água, podendo gerar epidemias locais e o desalojamento de pessoas. Conjuntamente a isso, existem os danos materiais como, perda de veículos, danos às edificações e perdas de bens. Este fenômeno, prejudica grande parte da população, principalmente em países com menor renda per capita.

“Dentre os inúmeros impactos ambientais que afetam a vida de milhões de pessoas no mundo, os eventos como enchentes atingem cerca de 102 milhões de pessoas por ano e a maior parte das populações expostas (95%) e dos óbitos (95%) se encontram nos países de menor renda per capita (igual ou menor que 3.705 dólares por ano). Seus impactos são mais severos para determinados grupos populacionais e espaços geográficos mais vulneráveis, seja nos países mais pobres ou mesmo nos países mais ricos, como foi demonstrado após o furacão Katrina.” (Freitas CM de, Ximenes EF. 2012)

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), aproximadamente 3 milhões de pessoas foram afetadas por alagamentos, enxurradas e inundações em 2017 no Brasil. Um dos principais motivos para isto, é a falta de permeabilidade no solo, devido ao mau uso das áreas urbanas e aos problemas no sistema de drenagem, gerados por mau planejamento ou poluição.

Em 2010, epidemias causadas por enchentes ameaçavam milhares de pessoas no sul da Ásia. As chuvas de verão inundaram enormes áreas na Índia, Bangladesh e Nepal, isso gerou criação de lagos pelas águas paradas, onde as doenças se multiplicaram. Na época, cerca de 30 milhões de pessoas foram afetadas pelas enchentes e houve mais de 400 casos fatais, o governo também divulgou uma estimativa de que os prejuízos urbanos causados ficaram em torno de 320 milhões de dólares.

“Água parada deixada pelas enchentes é ponto de proliferação de doenças, doenças transmitidas em níveis potencialmente epidêmicos, como diarreia, infecções de pele, leptospirose e dengue. As crianças, que são 40% da população da Ásia, são particularmente vulneráveis”, afirmou Marzio Babilie, chefe de Saúde do Unicef na Índia.

Já em 2011, no Paquistão, foram registradas 248 mortes e 6 milhões de pessoas desabrigadas por conta das inundações no país. No mesmo ano a ONU, registrou cerca 36 surtos de diversas doenças, a maioria delas ligada à diarreia aguda, que em 2010 sofreu com as piores enchentes da história do Paquistão.

“A situação está piorando por causa das epidemias”, informou à Agência Efe uma fonte da Autoridade Nacional de Gestão de Desastres (NDMA, na sigla em inglês), Imtiaz Mohyudin.

Em relatório a NDMA também informou que, por conta das devastadoras chuvas, 578 pessoas ficaram feridas e quase dez mil casas foram danificadas ou totalmente destruídas. As chuvas também acabaram com mais de 12 mil cabeças de gado e ameaçam o sustento da população agrícola nacional.

Sob o mesmo ponto de vista, segundo a pesquisa do IBGE “População em Área de Risco no Brasil”, feita em 2010, em 872 municípios, 8 milhões de pessoas viviam em áreas de risco para enchentes e deslizamentos no Brasil. A cidade com mais problemas neste quesito foi Salvador, contudo, São Paulo apareceu na 2ª posição, com 674,3 mil moradores em áreas de risco.

### **1.1. JUSTIFICATIVA**

Os alagamentos prejudicam centenas de pessoas em São Paulo, por isso, é de suma importância achar novas formas de amenizar ou até mesmo extinguir esta problemática. É possível perceber a grandeza e relevância deste tema no dia a dia. O tema ganhou notoriedade com os problemas decorrentes da chuva nas cidades litorâneas, além da cidade de São Paulo em si.

Este ano (2023), pudemos observar uma grande quantidade de chuvas. O Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas (CGE) da Prefeitura de São Paulo, observou que no dia 14/03, choveu 30% do volume de chuva previsto para o mês inteiro em Osasco. Neste mesmo ano, do dia 01/01 ao dia 14/03, foram reservados R\$572,9 milhões para a prevenção de enchentes, entretanto, foram utilizados apenas R\$23 milhões, ou seja, 4% da verba.

Visto isso, há a necessidade de uma nova forma de drenagem nas cidades, pois, o volume de chuvas vem aumentando, como consequência do aquecimento global, poluição e mudanças climáticas. Uma grande solução, é aumentar a permeabilidade do solo, que é um dos grandes males que as grandes cidades trouxeram para a natureza.

## **1.2. OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um concreto permeável com o objetivo de promover avanços na condição socioeconômica da população e introduzir melhorias substanciais na infraestrutura urbana.

## **1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Estudar o cenário das enchentes, alagamentos e inundações em São Paulo, fazendo uma análise e exposição do porquê elas acontecem, como elas acontecem e as suas consequências.

Investigar lugares que já tenham implementado esse método como solução e fazer um levantamento de dados sobre os resultados obtidos.

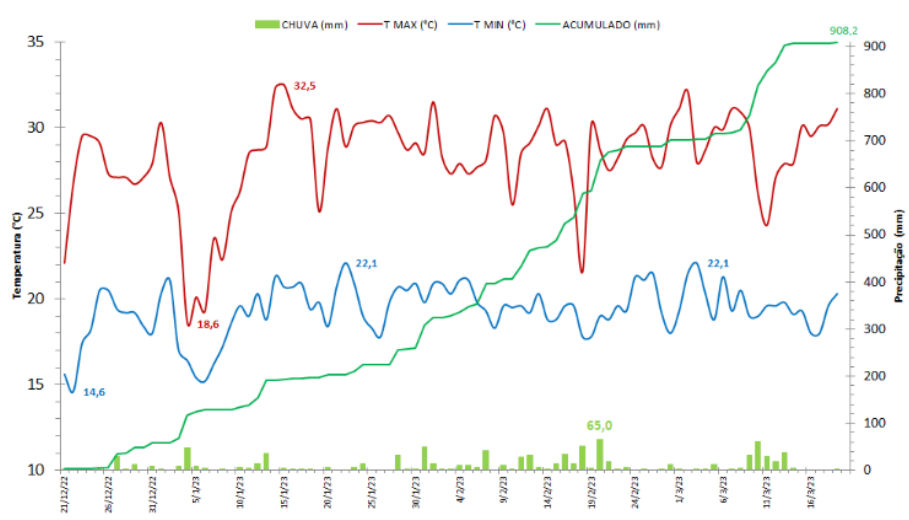
Desenvolver um protótipo de concreto permeável, observando sua resistência, permeabilidade e a melhor forma de fazê-lo e implementá-lo.

Analisar como o concreto pode ser aplicado, as consequências que ele teria e como poderia ajudar a amenizar o problema em questão.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

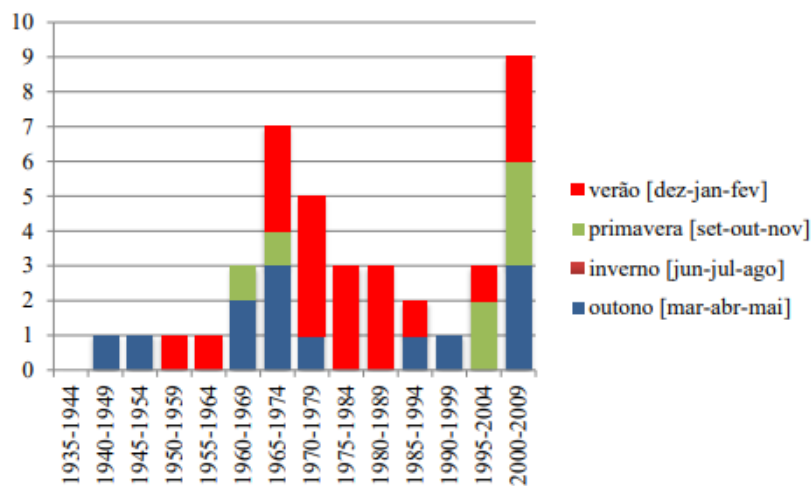
Conforme demonstrado nos gráficos 1 e 2, nota-se um considerável aumento no nível de chuvas em São Paulo ao longo dos últimos anos, sendo as tempestades a principal causa dos alagamentos e inundações na região.

Gráfico 1 – Temperaturas e precipitação: verão de 2023 Mirante de Santana, São Paulo – SP (OMM/INMET 837810)



Fonte: INMET (2023)

Gráfico 2 – Número de dias com chuva acima de 80mm por década na cidade de São Paulo



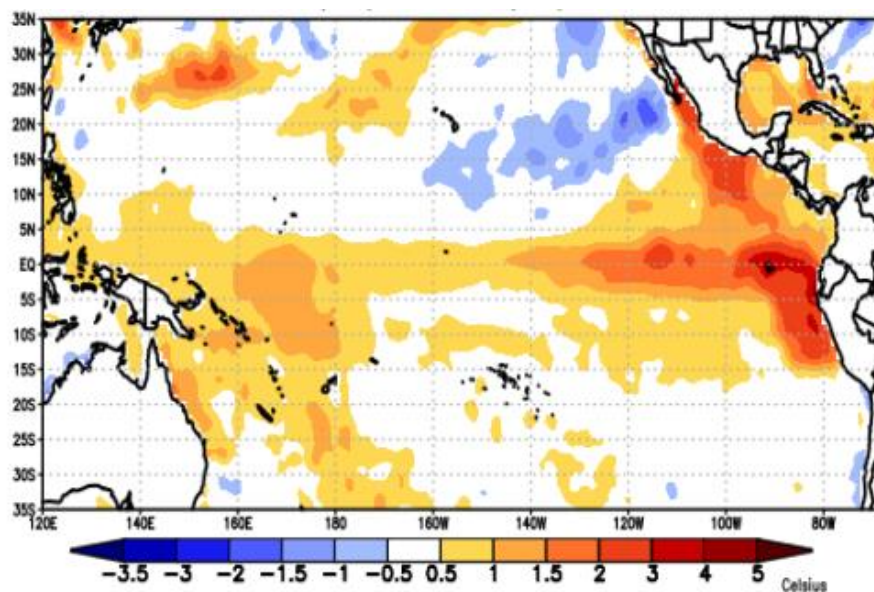
Fonte: Silva Dias et al., 2012

É de conhecimento geral que os maiores fatores para o aumento no volume de chuva são os impactos do aquecimento global e a diminuição da camada de ozônio, que geram um desequilíbrio em diversas áreas do planeta, como altas temperaturas,

derretimento de geleiras, aumento da temperatura dos oceanos, dentre outras coisas que influenciam negativamente a fauna, a flora e a nossa sociedade como um todo.

Na sociedade atual, despejamos excessivamente gases geradores do efeito estufa, isto ocorre através do uso de automóveis, desmatamento, criações de gado, poluição industrial, entre outros. Isto tira a proteção natural que a terra tem do sol, aumentando as temperaturas do ar e dos oceanos, como demonstrado no gráfico 3.

Gráfico 3 – Anomalia da temperatura na superfície do mar

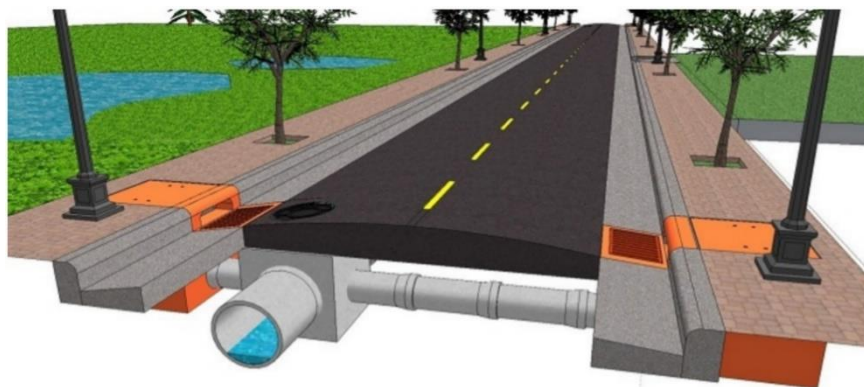


Fonte: NCEP/NOAA

Estes fatores ambientais, agravam os alagamentos e sendo a chuva um fenômeno natural, ela pode causar estragos maiores a cada ano, por isso, deve-se encontrar novas formas de amenizar este problema. Outros fatores para a existência de alagamentos e inundações ocorrem são, a poluição e falhas no sistema de drenagem, assim, podemos concluir que a forma mais simples de amenizarmos estes problemas, é investindo em novos sistemas de drenagem.

Os sistemas de drenagem são o que carregam a água da chuva de volta aos rios, o sistema mais comum e o que é utilizado em São Paulo é o de bocas de lobo (figura 1), porém ele tem diversos malefícios, eles tornam o solo impermeável e podem entupir, gerando assim alagamentos.

Figura 1 – simulação do sistema de bocas de lobo



Fonte: Procedimentos Técnicos De Dimensionamento da Microdrenagem do Município de Santo André. MORAES (2015).

A implementação de um novo sistema de drenagem é cara e complexa, porém pode trazer grandes benefícios a longo prazo, diminuindo custos no futuro, salvando vidas e ajudando o meio ambiente. Para o sistema de drenagem ser eficaz, ele deve captar grande quantidade de água e não correr risco de ter entupimentos, além de ser permeável, assim umedecendo o solo e os lençóis freáticos. Logo, concluímos que o concreto permeável é uma boa saída para a prevenção de alagamentos.

De acordo com pesquisas já feitas, existem 3 (três) tipos de concretos permeáveis:

“Existem três tipos de concretos permeáveis que podem ser caracterizados pelo nível de resistência e drenabilidade. O primeiro, conhecido como concreto permeável hidráulico, é um material com baixa resistência mecânica e elevada permeabilidade, utilizado para aplicações não estruturais. O concreto permeável normal possui resistência e permeabilidade intermediárias, e pode ser utilizado para estacionamentos e calçadas, sendo representado por uma mistura sem adição de agregado miúdo. Por fim, existe o concreto permeável estrutural, que possui elevada resistência mecânica e baixa permeabilidade, sendo caracterizado pela adição de materiais de granulometria reduzida na mistura. Este tipo pode ser utilizado em estacionamentos, ruas e avenidas que possuam tráfego de veículos pesados.” (Dellate e Clearly, 2006)

Dessa forma, é possível utilizar o concreto permeável (figura 2) comum em áreas de baixa movimentação e, posteriormente, empregar o concreto permeável estrutural em locais com maior fluxo. Essa abordagem permite a preservação das estradas, ruas e avenidas, ao mesmo tempo em que promove a sustentabilidade e evita a ocorrência de problemas socioeconômicos.

Figura 2 – Concreto permeável



Fonte: Tecnosil, 2023

Portanto, esta tecnologia pode ser utilizada de forma a contribuir para a melhoria das cidades de maneira simples e eficaz, com um simples aprimoramento de uma tecnologia já conhecida a décadas em todo o mundo.



### **3. METODOLOGIA**

A visita técnica é uma atividade educacional ou profissional que envolve a identidade de pessoas a locais específicos com o propósito de conhecer, observar e interagir com processos, equipamentos ou práticas relacionadas a uma determinada área de estudo ou setor. Essas visitas são geralmente realizadas por estudantes, profissionais ou específicos para aprofundar seus conhecimentos práticos em um campo específico.

“As visitas técnicas quando presente no processo de ensino e aprendizagem do conhecimento de física, pode se tornar uma atividade essencial a formação dos estudantes. A metodologia de aprendizagem adotada por meio de visitas técnicas, permite ao aluno, construir conhecimentos diversificados de uma maneira rápida e eficaz, além de despertar o senso crítico.” José Carlos de Andrade 07/12/18.

#### **3.1. NATUREZA DO ESTUDO**

A Universidade de São Paulo (USP) é uma das principais instituições de ensino superior do Brasil. Sua história remonta a 1934, quando a Escola Livre de Sociologia e Política foi fundada, marcando o início do que mais tarde se tornaria a USP. Em 1934, a universidade foi oficialmente criada pelo governador do Estado de São Paulo, Armando de Sales Oliveira.

A USP cresceu ao longo dos anos, incorporando diversas faculdades e institutos em diversas áreas do conhecimento. Hoje, a USP é uma universidade de renome internacional, com múltiplos campi em diferentes cidades do estado de São Paulo, oferecendo uma ampla gama de cursos de graduação e pós-graduação em diversas áreas do conhecimento.

A universidade desempenha um papel fundamental na pesquisa, na cultura e no desenvolvimento do Brasil, contribuindo significativamente para o avanço da ciência, da tecnologia e das artes no país e no mundo.

#### **3.2. COLETA DE DADOS**

Através da leitura de artigos, trabalhos de conclusão de curso e visita técnica, foram obtidas as informações necessárias para o desenvolvimento do protótipo e comprovação de que, o concreto permeável, pode ser utilizado na prevenção e combate aos alagamentos na cidade de São Paulo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No dia 20 de setembro de 2023, foi realizada uma visita técnica a Universidade de São Paulo, onde foi implementado concreto e asfalto permeável no estacionamento da sua Escola Politécnica. Através da comunicação com membros da instituição, eles disponibilizaram uma amostra de concreto permeável, conforme figura 3.

Figura 3 – Protótipo de Concreto permeável obtido na USP



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

Além da visita, foi desenvolvido um protótipo de concreto permeável utilizando o laboratório da ETEC Itaquera II, com auxílio da coorientadora Isabela Ribeiro, conforme demonstrado nas figuras 4 a 8.

1. Foram adicionadas 3 partes de cimento.

Figura 4 – Adição do cimento



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

2. Duas partes de brita

Figura 5 – Adição da brita



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

3. E uma pare e meia de água

Figura 6 – Adição de água



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

4. Após, foi feita a mistura.

Figura 7 – mistura



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

5. Por fim, colocou-se o concreto em uma forma e em um molde de corpo de prova para realização de ensaios.

Figura 8 – Adição as formas



Fonte: elaborado pelos autores, 2023

O objetivo com o desenvolvimento do protótipo foi mostrar a sua viabilidade e potencial para solucionar a problemática dos alagamentos em São Paulo, mostrando ser uma tecnologia simples, de fácil execução, porém efetiva.

Após testes concluiu-se que o traço adequado para o concreto permeável é 2:3:1. Os materiais utilizados no desenvolvimento do protótipo foram: cimento CP V ARI, brita 01 e água, além das formas e do desmoldante para concreto.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os alagamentos emergem como desafios prementes, exacerbados pelas mudanças climáticas, colocando milhares de pessoas em situações de risco tanto em São Paulo quanto globalmente.

A exploração realizada através da visita técnica à USP e do desenvolvimento do protótipo resultou em um aprofundamento substancial do conhecimento sobre a tecnologia do concreto permeável. Esse aprimoramento proporcionou uma compreensão mais abrangente, destacando tanto os benefícios quanto as limitações do material em questão. Além de promover uma significativa melhoria na qualidade de vida da população, essa abordagem inovadora também desempenha um papel fundamental na preservação do meio ambiente.

Assim, torna-se relevante considerar e implementar estratégias que envolvam o uso do concreto permeável como parte integrante de um plano abrangente para enfrentar os desafios das inundações urbanas, contribuindo efetivamente para a construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

Conclui-se, portanto, que, mediante o investimento adequado, o concreto permeável se configura como uma solução tecnológica viável para prevenir e mitigar os alagamentos em São Paulo, com ênfase nas áreas mais vulneráveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEVANTE ENGENHARIA: impermeabilidade do solo. Disponível em: <https://allevant.com.br/conheca-as-causas-das-enchentes-no-brasil/#:~:text=Chuvas%20intensas%2C%20impermeabilidade%20do%20solo,fortes%20chuvas%20que%20ocasionam%20enchentes>. Acesso em: 05 mai.2023

MARQUES, Vinícius. Enchentes: conceito, causas e soluções. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/enchetes/>. Acesso em: 5 mai. 2023

UFRRJ. Mapas mentais dos problemas ambientais. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma10.htm>. Acesso em: 05 mai.2023

RGS ENGENHARIA. Drenagem urbana: entenda o que é e a sua importância. Disponível em: <https://www.rgsengenharia.com.br/blog/drenagem-urbana-entenda-o-que-e-e-sua-importancia>. Acesso em: 05 ma.2023

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Verão 2022/2023 em São Paulo. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ver%C3%A3o-2022-2023-s%C3%A3o-paulo-sp-teve-chuvas-acima-e-temperaturas-pr%C3%B3ximo-da-m%C3%A9dia-durante-esta%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 01 jun.2023.

BATEZINI, Rafael. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves . 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.3.2012.tde-19072013-155819. Acesso em: 2023-06-11.

FREITAS CM DE, XIMENES EF. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Ciênc saúde coletiva [Internet]. 2012Jun;17(6):1601–16.

SANTOS, Eliane Teixeira dos. Impactos econômicos de desastres naturais em megacidades: o caso dos alagamentos em São Paulo. 2013. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, University of São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.12.2013.tde-17022014-143009. Acesso em: 2023-08-04.

IPOG BLOG. Sistemas de drenagem. Disponível em: <https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/drenagem-de-rodovias/>. Acesso em: 05/05/2023

FELIPE SOUZA E LEANDRO MACHADO, BBC. Por que a cidade de São Paulo não consegue evitar enchentes frequentes. Disponível em: <https://g1.globo.com/google/amp/sp/sao-paulo/noticia/2020/02/10/por-que-a-cidade-de-sao-paulo-nao-consegue-evitar-as-enchentes-frequentes.ghtml>. Acesso em: 05/05/2023

DESLANGE PAIVA E GUSTAVO HONÓRIO, g1 SP. São Paulo utiliza apenas 4% da verba para prevenção de enchentes. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/03/21/prefeitura-de-sp-utilizou-ate-agora-apenas-4percent-da-verba-destinada-ao-combate-a-enchentes-e-alagamentos-na-cidade-em-2023.ghtml>> Acesso em: 15/05/2023

IBGE. População em áreas de risco no Brasil, disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf> Acesso em: 20/05/2023

LUIS CARLOS HERNANDEZ, Controle de enchentes. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes#:~:text=As%20enchentes%20tamb%C3%A9m%20geram%20impactos,a%20ocorr%C3%Aancia%20de%20crises%20h%C3%ADdricas> Acesso em: 01/06/2023.