

# **INTENSIDADE, MAGNITUDE E FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO: fatores deflagradores e danos associados**

**Palavras-Chave: Inundações; Chuvas; Relatos; São Paulo.**

**Autores:**

**José Antonio Lemos Veronesi, IG – UNICAMP**

**Prof. Dr. Raul Reis Amorim (orientador), IG - UNICAMP**

---

## **INTRODUÇÃO:**

Os desastres naturais são processos que se tornaram corriqueiros na realidade humana, apresentando as mais diversas formas, intensidades, causas, efeitos e consequências. Neste contexto, a água se torna um dos principais agentes e vetores dos desastres, tanto na forma de precipitação pluviométrica quanto em concentrações de massa e sua ação. Gera-se, assim, uma noção de risco (Amaral e Gutjhar, 2015; Brasil, 2017; Collischonn, 2017; Portugal, 2018; Veyret, 2019) em relação a esse agente comum da nossa realidade. Uma forma de desastre natural causado pelas águas é a inundação (Miguez; Di Gregório e Veról, 2018). Segundo Pereira e Cunha (2022), as inundações são o tipo de desastre natural que mais afeta a vida no mundo, pois estão se tornando mais frequentes e imprevisíveis com a crescente urbanização.

As inundações são processos em que a água é o principal agente, causando danos e estragos de diversos níveis e formas. Sua gênese está muito relacionada com as chuvas, que aumentam o nível dos rios e provocam o extravasamento do canal, gerando a inundação (Zuquette, 2018). Elas podem também ser ocasionadas por construções antrópicas, como barragens, reservatórios e tubulações, que podem estourar e causar grandes vazamentos de água. Assim, com o extravasamento do canal, a água passa a atingir áreas acima do limite original, afetando o funcionamento social e produtivo de uma região, levando muitas vezes a desastres, crises e calamidades (Zuquette, 2018, p. 153).

Dados de Miguez, Di Gregório e Veról (2018) mostram como a ocorrência de inundações cresce de forma descontrolada no mundo, havendo um aumento no número de casos, mortes e pessoas afetadas, além de altíssimos danos financeiros e à vida causados por toda a destruição e suas consequências no cotidiano dos afetados. Pereira e Cunha (2022) citam o aumento na frequência desses eventos, relacionando-os com o crescimento populacional e urbano, que obstrui os sistemas de drenagem e aumenta as áreas impermeáveis.

No contexto urbano, as inundações tornam-se desastres maiores devido à incapacidade das cidades de drenar ou armazenar grandes volumes de água, resultantes de mudanças no uso do solo e ações humanas

(Miguez; Di Gregório e Veról, 2018; Pereira e Cunha, 2022). Destaca-se, também, a suscetibilidade do meio físico para os casos de inundações, considerando fatores como tipo de solo, permeabilidade, rugosidade do terreno, cobertura natural, relevo, declividade, uso e ocupação do solo (Amaral e Ribeiro, 2009). A suscetibilidade da bacia hidrográfica é um fator chave, e somada a um agente deflagrador, pode gerar processos de cheia e inundação de certa magnitude (Miguez; Di Gregório e Veról, 2018). Esses fatores devem ser analisados como parte de um sistema maior, que inclui bacias hidrográficas, cidades, dinâmicas socioeconômicas, a atmosfera e os riscos envolvidos (Amaral e Gutjhar, 2015; Brasil, 2017; Collischonn, 2017; Portugal, 2018; Veyret, 2019).

Importante destacar que nem sempre as inundações estão relacionadas a chuvas torrenciais. Elas podem ocorrer após chuvas moderadas em períodos constantes, que saturam o solo, ou podem não ocorrer após chuvas intensas, devido à capacidade de drenagem do solo (Miguez; Di Gregório e Veról, 2018). As inundações causam danos materiais e à vida, resultando em perdas econômicas, ambientais, sociais, interrupções temporárias de serviços básicos, contaminação de água e solos, além de destruição de infraestrutura, afetando especialmente as populações mais vulneráveis (Pereira e Cunha, 2022).

O objetivo deste trabalho foi a partir de uma análise do inventário da Defesa Civil, durante o período entre 2013 e 2022, buscar e reconhecer os eventos de inundação em todo o Estado de São Paulo, por município, não somente os eventos tipificados como Inundações pela Defesa Civil, mas também eventos correlatos, como chuvas, enxurradas e alagamentos, que muitas vezes podem acabar se relacionando com os eventos de inundações. Com isso foram selecionados seis municípios que mais deflagraram os eventos e feito uma busca no inventário para entender todas as inundações que ocorreram no período.

## **METODOLOGIA:**

Para atender aos objetivos do trabalho, primeiramente foi feito o inventário dos relatos de ocorrência de desastres do Sistema Integrado de Defesa Civil do estado de São Paulo (SIDEV), com o objetivo de identificar as ocorrências de inundações. Os documentos foram organizados de forma cronológica e categorizados por tipologia (Código COBRADE). Para essa identificação, foi feita uma busca pelos dados do SIDEV dos municípios que mais houveram casos de inundação no Estado de São Paulo entre 2013 e 2023 e selecionado os sete que mais houveram casos, e posteriormente foi feita uma busca mais minuciosa para encontrar todos os casos de inundação tipificados de outros fenômenos.

Conforme a Instrução Normativa do Ministério do Desenvolvimento Regional nº 36, de 4 de dezembro de 2020 (IN MDR nº 36/2020), os desastres, quando ocorrem de forma simultânea, devem adotar na tipificação o predominante, mas sem deixar de identificar a ocorrência na descrição do evento. Então foi fundamental o entendimento de eventos tipificados não só como Inundações, mas como chuvas, enxurradas e alagamentos, que muitas vezes estavam correlatos aos eventos de inundação.

Foi retirado o município de São Paulo, que estava no plano original do trabalho, pela grande quantidade de dados envolvendo a cidade, o que levaria um tempo maior para toda a análise dos eventos, sendo possível em uma futura sequência da pesquisa.

**Tabela 1:** Número de Inundações entre 2013 e 2022 nos municípios selecionados

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Atibaia	0	0	0	7	1	0	0	5	0	0	13
Capivari	1	1	0	5	1	0	3	2	1	2	16
Guarulhos	0	2	3	4	1	0	1	3	1	1	16
Registro	1	2	0	2	1	1	1	0	0	0	8
Salto	0	0	0	2	1	1	3	2	0	1	10
São Luiz do Paraitinga	3	0	1	1	0	3	0	3	3	1	15

A partir do inventário dos episódios de inundações, selecionaram-se os dois episódios de cada município, tendo como critério a maior intensidade, o que ocasionou danos e perdas tanto humanas quanto econômicas.

Foi feita a caracterização de cada um dos episódios a partir de sua intensidade e distribuição das chuvas, com dados coletados na plataforma do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e analisados dados dos relatórios SIDECA, para analisar áreas afetadas e os danos humanos e estruturais causados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Como resultados foram obtidos todos os dados de inundação dos municípios pelo SIDECA e sistematizados os dados com as chuvas, pelo CEMADEN, a fim de compreender como as chuvas influenciaram na formação do desastre. Assim foram feitos gráficos de cada um dos dois episódios selecionados por município, onde, em cada episódio, fora feita uma análise de quando a chuva deflagradora da inundação começou, além de possíveis chuvas pretéritas que podem ter influenciado na cheia dos rios, que forma extravasados, ocasionando a inundação.

Como exemplos de parte dos resultados, a seguir há dois gráficos que foram obtidos pela análise das tabelas de chuvas do CEMADEN, e feita a análise da chuva durante a deflagração do evento por hora. No Gráfico 1 foi feita a análise de uma inundação em Atibaia (São Paulo) e no Gráfico 2 foi feita uma análise de uma inundação em Guarulhos (São Paulo).

No episódio de Atibaia, foi encontrado chuvas significativas em 98 horas antes da deflagração do evento, as 22:00 do dia 5 de junho, relatado pelo SIDECA, além de uma análise de 24 horas após o evento, para ver se há uma continuidade de chuvas. Com isso foi observado uma grande quantidade de chuvas no



inundações. Sendo de extrema importância a busca feita dos eventos de inundações ocorridos durante os anos selecionados, onde foram identificados diversos episódios de inundação que não foram tipificados como inundação, porém são fundamentais para o entendimento.

Além disso foi essencial a utilização dos dados do CEMADEN e seu posterior tratamento para a formação dos gráficos de chuva, onde foi possível observar como as diferentes incidências de chuvas, nas diferentes épocas do ano tem resultados diferentes, onde há inundações formadas a partir de chuvas de mais curta duração, porém de alta intensidade, e formação de inundações com chuvas de baixa intensidade e longa duração, onde há a cheia do rio e seu posterior transbordamento, formando a inundação.

Pode-se concluir, então que o trabalho é uma análise simples das relações entre chuvas e inundações, que passam por mais outros fatores, porém ao que se propõe, o trabalho relaciona esses dois fenômenos. E com isso fica evidente que o campo de estudos sobre inundações e desastres correlatos ainda tem poucos estudos relacionados, sendo uma continuação deste mesmo necessária para futuras pesquisas correlatas.

## BIBLIOGRAFIA

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, Jair; AMARAL, R. Desastres Naturais: **Conhecer para Prevenir**. Instituto Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1ª edição, 2009.

AMARAL, R.; GUTJAHR, M. R. **Desastres naturais**. São Paulo: IG/SMA, 2015.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. **Módulo de formação: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

COLLISCHONN, E. Compreendendo e Avaliando a Construção dos Riscos Relacionados às Inundações Urbanas. In: MENDONÇA, Francisco. **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associada**. Jundiaí, Paco Editorial: 2017.

DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica. **Hidrologia**. São Paulo: DAEE, 2016. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/site/hidrologia/>. Acesso em: 03 de mai. de 2024.

DA SILVA, C. V. F.; PORTO, M. F. do A.; JÚNIOR, A. V. M. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO COMO BASE PARA O PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO URBANO. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, 2013.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Plano de Contingências para respostas aos desastres ocasionados pelas chuvas intensas**. Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil: Rio de Janeiro, 2022.

IBGE. **Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 de jun. de 2024.

MIGUEZ, M. G.; DI GREGÓRIO, L. T.; VERÓL, A. P. **Gestão de Riscos e Desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

PEREIRA, C. R. P.; CUNHA, S. B. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES. In: JÚNIOR, O. A. de C. et al (org.). **Revista de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. Brasília: Selo Caliandra, 2022. p. 124 - 142. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/376>. Acesso em: 03/05/2023.

PORTUGAL. Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes. **Gestão do Risco de Inundação: documento de apoio a boas práticas**. Carnaxide: Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2018.

SOUSA, R. V. B.; ROCHA, Paulo Cesar. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: revisão bibliográfica e análise comparativa. In: JÚNIOR, O. A. de C. et al (org.). **Revista de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. Brasília: Selo Caliandra, 2022. p. 265-277. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/376>. Acesso em: 03/05/2023.

VEYRET, Y. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2019.

ZUQUETTE, L. V. **Risco, Desastres e Eventos Naturais Perigosos: fontes de eventos perigosos**. Vol. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.