

CONSIDERAÇÃO DA ESTATÍSTICA DE INUNDAÇÕES NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM ÁREAS URBANAS

Maria Luísa Lustosa Pascoal ¹

Jessica Paola Silva Fuchs ²

Bruna Zambrano dos Santos ³

Leonardo Koga ⁴

Amanda Larissa Alves Martins ⁵

Michele da Silva Santos ⁶

Resumo:

Sabendo que o homem lida com inundações em perímetros urbanos desde que iniciou sua vivência inerte em comunidade nas cidades ou aglomerações às margens de rios, conseguimos compreender que devido ao comportamento natural dos rios, este será um problema sempre enfrentado. Nesta perspectiva, são feitos estudos para prever e compreender os fenômenos. Quando há excesso do volume da chuva que não consegue ser drenado, há a ocupação da área conhecida como várzea, que causa a inundação de acordo com a topografia local das áreas mais próximas, e é compreendendo tais áreas e o comportamento da água como um ciclo que podemos, a partir da estatística, prever e dimensionar para que sejam tomadas as devidas decisões de conformidade da vivência urbana por suas determinadas autoridades. É assim que vemos a importância da estatística no processo de tomada de decisão de áreas urbanas de risco. Este trabalho reunirá alguns exemplos de estudos de área como levantará a justa importância que a hidroestatística tem quando se é tratado de eventos como inundações e enchentes.

Palavras-chave: Inundação, Enchentes, Estatísticas, Tomadas de Decisão

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

CONSIDERAÇÃO DA ESTATÍSTICA DE INUNDAÇÕES NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM ÁREAS URBANAS

¹ Aluno de graduação. malu.lusps@gmail.com. Autor principal

² Aluno de Graduação. jessicapaulafuchs@gmail.com. Co-autor

³ Aluno de Graduação. brunazambrano@outlook.com.br. Co-autor

⁴ Aluno de Graduação. lekogax@gmail.com. Co-autor

⁵ Aluno de Graduação. amandamartins2503@gmail.com. Co-autor

⁶ Docente. michelef1v@hotmail.com. Orientador

CONSIDERAÇÃO DA ESTATÍSTICA DE INUNDAÇÕES NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM ÁREAS URBANAS

1 INTRODUÇÃO

O homem lida com a inundação urbana desde que iniciou cidades ou aglomerações em margens de rios. Isto se explica pois, devido ao comportamento natural dos rios, quando há excesso do volume da chuva que não consegue ser drenado, há a ocupação de sua várzea, causando inundação de acordo com a topografia local das áreas mais próximas, além de contar com alterações produzidas pelo homem na urbanização, seja por superfícies impermeabilizadas ou canalização dos rios (BABOSA, 2006).

Desastres naturais são presentes no cotidiano das pessoas, considerando que, com o crescimento da população há proporcionalmente crescimento de habitações em áreas de risco. Assim, vê-se que o estudo de variáveis hidrológicas como precipitação média, intensa ou outras, é de grande importância para compreender consequentes desastres, podendo auxiliar em seu gerenciamento, prevenção e suavização (MEDEIROS, 2013).

Com a chegada de computadores mais poderosos, é decisivo que estatística se torne mais acessível aos pesquisadores de diferentes campos de atuação. Compreendendo os fenômenos já abordados, pode-se apropriar da ideia de equipamentos e softwares que permitam a manipulação de grande quantidade de dados numéricos para melhor auxiliar uma população e sua infraestrutura urbana básica (IGNÁCIO, 2010).

Com a grande quantidade de informação hoje transmitida, a estatística passou a ser uma ferramenta essencial na produção e disseminação do conhecimento de implicações no cotidiano, sendo definida como o conjunto de métodos e técnicas providas de etapas de pesquisa, podendo ter seus dados levantados desde o planejamento ou coordenação, por meio de amostragem ou censo, aplicação de questionários, entrevistas e medições com a máxima quantidade de acurácia possível, contando com um dado custo. Do processamento destes dados há a organização, análise e interpretação dos mesmos para explicar fenômenos desde a inferência, o cálculo do nível de confiança e do erro existente na resposta para uma determinada variável e a disseminação das informações (IGNÁCIO, 2010).

É possível voltar o uso da estatística na compreensão de obras e apontamentos hidrológicos de um local, auxiliando com o controle de enchentes e inundações a partir de previsões de eventos extremos em áreas de risco. Os dados apontados são usados em modelos de transformação chuva-vazão e em modelos hidrodinâmicos, possivelmente determinando a várzea de inundação, facilitando a prévia sinalização de alerta (MEDEIROS, 2013).

Este trabalho tem por objetivo caracterizar uma inundação, diferenciando-a de enchente, e destacando a importância da estatística no processo de reconhecimento e tomada de decisão de localidades urbanas de risco.

Em seguida será visto a base bibliográfica levantada, que baseou o desenvolvimento do trabalho.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão de bibliografias que abrangem a conceituação em especial de inundação e enchente, ressaltando o papel da estatística no processo de tomada de decisão contextualizada com a realidade de algumas cidades que enfrentaram inundação ou enchentes, e levantaram a influência da hidroestatística na tomada de decisões locais.

Barbosa (2006) aborda um estudo relacionado com a problemática de inundações em áreas ribeirinhas na bacia hidrográfica do rio Mamanguape, PB, cuja população sofreu com a força das águas dos rios que cortam as cidades em seu trajeto, principalmente o rio principal,

rio Mamanguape, que se estende desde o brejo paraibano até o Oceano Atlântico. Observando a enchente ocorrida no início de 2004, houve um forte catalisador para a população, principalmente, os governos estadual e municipal, levando-os a se preocupar quanto à questão de enchentes urbanas, passando a discutir políticas públicas de controle e proteção de inundações em todo o Estado da Paraíba.

Abordando o uso do planejamento e correção baseados em dados estatísticos, pode-se contextualizar o uso de pesquisas estatísticas internas a uma grande empresa, como feito por Leandro (2008), com a possibilidade de otimização de serviços da gestão pública de cidades com moradores ribeirinhos afetados por inundações ou enchentes.

Leandro (2008) ainda demonstra a importância da utilização de ferramentas estatísticas em uma empresa de grande porte na análise de processos extensos através de ferramentas visuais que auxiliaram no estudo de caso na Unidade Zinco da empresa Votorantim Metais, localizada em Juiz de Fora, MG, o que se estende no uso de atributos visuais em possíveis campanhas municipais.

Costa (2015) discorre sobre como o ser humano é capaz de esculturar o relevo e gerar impactos a partir da intervenção no equilíbrio dinâmico de processos naturais, estudando os principais pontos de ocorrência de enchentes e inundações atreladas ao Córrego do Capim na cidade de Capinópolis, MG, além da caracterização das áreas de risco, pois devido ao processo de ocupação inadequada de habitantes na planície de inundação, passou a provocar impactos socioambientais que atingiram a população que vive nas margens do córrego, além disso, buscou-se destacar por meio dos dados pluviométricos e histórico de ocupação local, relacionar os eventos ocorridos nas últimas décadas.

A seguir, é brevemente explanado a conceituação das inundações e enchentes, é definido a classificação de desastres, assim como explicado o importante papel da estatística no estudo de fenômenos hidrológicos e seu uso preventivo.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Desastres, Segundo Medeiros (apud AMARAL e GUTJAHR, 2011; 2013), podem ser descritos como fenômenos que ocasionam grave perturbação de área que atinja uma comunidade ou população.

Para classificar um desastre, observa-se o envolvimento de ações do homem, podendo ser nomeado como antropogênico, natural ou misto. Um desastre classificado como antropogênico tem a participação direta do homem, seja em um acidente de trânsito ou contaminação hídrica por efluentes industriais. Um desastre natural apresenta fenômenos de origem externa ou provinda da natureza, independente da ação do homem, como avalanches. Por último, um desastre misto tem origem em eventos naturais, porém se agrava na omissão ou ação do homem, como com o efeito estufa (MEDEIROS, 2013).

É importante esclarecer que inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem em períodos de acordo com seus cursos d'água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. A frequência e magnitude das inundações varia em função da intensidade e distribuição da precipitação, além de ser necessário lembrar da taxa de infiltração de água, do grau de saturação do solo e das características morfológicas de uma bacia. Na Figura 1, é demonstrada a comparação do volume de água de um canal de curso d'água e nos eventos de enchente e inundação. Em condições naturais, as planícies de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas que, nas áreas urbanas, tem seus fenômenos intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação ou assoreamento de cursos d'água o que favorece resultados catastróficos (TAVARES & SILVA, 2008; apud AMARAL, 2009).

Figura 1 – Perfil do Processo de Enchente e Inundação

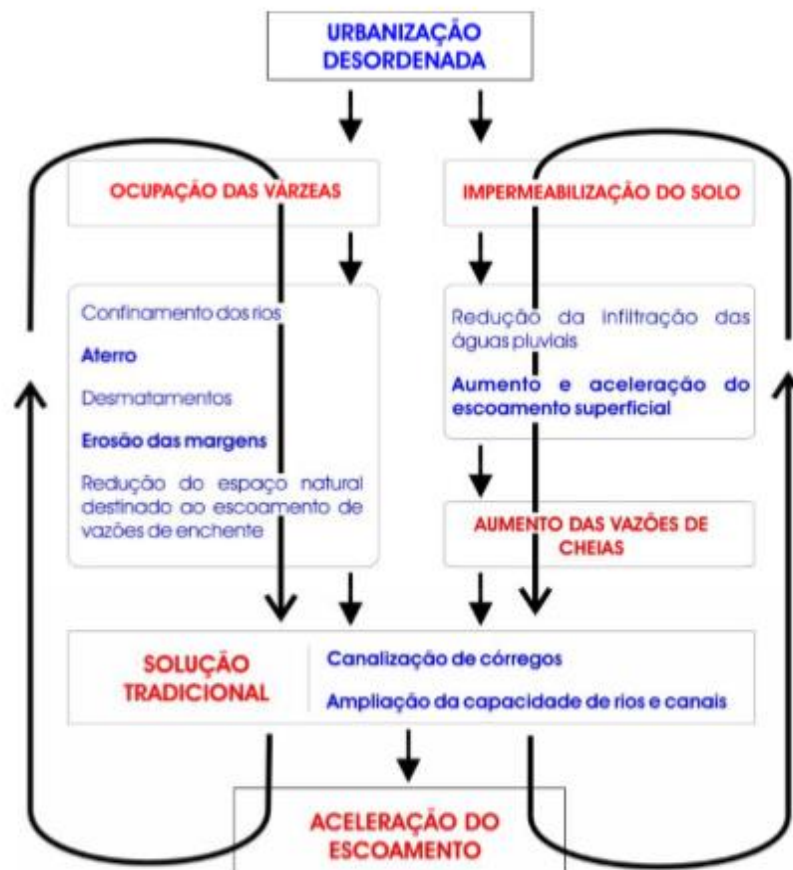


Fonte: Min. Cidades/IPT, 2007; apud Amaral e Ribeiro, 2009.

Ainda explicando a Figura 1, é visto que enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água de um canal com o aumento de vazão, atingindo a cota máxima do mesmo, porém, sem extravasar seus limites topográficos. Inundação ocorre quando há o transbordamento das águas da vazão do curso d'água, atingindo a planície de inundação, também conhecida como área de várzea (Min. Cidades/IPT, 2007; apud AMARAL e RIBEIRO, 2009).

Lidar com a gestão dos problemas geoambientais requer intenso planejamento territorial, organização institucional e participação da comunidade. Isto só se dá ao se contemplar metas que respondam à diversas situações presentes no antes, durante e depois dos eventos de inundações ou enchentes para alcançarem maior eficiência nos resultados sociais (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

Figura 2 – Esquema de Urbanização Desordenada



Fonte: Sudersha, 2002; adaptado apud Barbosa, 2006.

Um outro estudo de caso foi a análise mais criteriosa para o município de Alagoa Grande, localizado no médio curso do rio Mamanguape. Um plano de medidas dos aspectos de prevenção contra a ocupação dos espaços de riscos de enchentes com base nessas informações de registro, a partir do mapeamento de áreas inundadas com suas respectivas medições, planejando o uso e ocupação do solo em áreas ribeirinhas e de risco, para evitar ou pelo menos diminuir os prejuízos provocados por enchentes e inundações no Estado (BARBOSA, 2006). Como visto na Figura 2, com a ocupação das várzeas, diminui-se a permeabilidade do solo, aumentando o escoamento superficial.

Para evidenciar os cálculos estatísticos básicos que podem ser utilizados deve, segundo Medeiros (2013), ser feita a análise estatística dos dados de chuva para se caracterizar o regime de chuvas das regiões, com o registro de sua magnitude e ocorrência, utiliza-se das médias mensais, anuais, das máximas diárias dos meses de pico denotando o comportamento da precipitação de uma região em determinado período.

De acordo com Medeiros (2013), as chuvas máximas diárias são ordenadas crescentemente e é calculada a posição de plotagem (q_i), o Período de Retorno (Tr), a média (μ), o desvio-padrão (σ) e a assimetria (γ) da distribuição empírica, a partir da ordem de classificação da chuva (i) e do tamanho da série (N), como demonstrado na Equação 1 e 2:

Equação 1 – Fórmula de Weibull

$$q_i = i / (N + 1)$$

Equação 2 – Período de Retorno Estimado

$$Tr = 1 / (q_i)$$

Na Equação 2, vemos que o Período de Retorno é estimado no inverso da probabilidade de ocorrência de chuva. Em seguida são ajustadas as distribuições Log-Normal e Gumbel.

Medeiros (2013) descreve que na distribuição Log-Normal é suposto que o logaritmo dos valores de chuva segue uma distribuição normal. Para efetuar este cálculo estatístico é aplicado o logaritmo da precipitação máxima de uma série e utiliza-se do desvio-padrão dos logaritmos das vazões máximas anuais e um valor obtido na tabela de distribuição normal (k), segue a Equação 3:

Equação 3 – Distribuição Log-Normal

$$\log x = \overline{\log x} + K \cdot \sigma$$

Para a Distribuição de Gumbel, expressa na Equação 4, temos a probabilidade (P), a base dos logaritmos naturais (e), o valor b encontrado a partir da Equação 5, que usa da média das chuvas máximas anuais e desvio-padrão das chuvas anuais, utilizados:

Equação 4 – Distribuição de Gumbel

$$P = 1 - e^{-e^{-b}}$$

Equação 5 – Valor de b

$$b = \frac{1}{0,7797 \cdot \sigma} \cdot (x - \bar{x} + 0,45 \cdot \sigma)$$

Medeiros (2013), aplica os dados do Vale do Itajaí, comparando dados providos de 2008 e de 2011. A partir dos estatísticos, foi observada a ocupação desordenada do solo, em que a população habita áreas de risco como margens de rios e encostas de morros, estando suscetíveis à ocorrência de inundações e escorregamentos.

Assim, vemos que dentre essas tarefas, a estatística é responsável pelo planejamento de experimentos, interpretação dos dados obtidos através de pesquisas feitas em campo e aferição de cálculos que visam facilitar a tomada de decisões por parte do pesquisador/gestor (IGNÁCIO, 2010).

Prévia à tomada de decisões locais, deve-se averiguar a necessidade de aplicar medidas disciplinares regionais sobre o uso e ocupação de certas áreas, consideradas frágeis, onde uma parte da população comumente habita. Viu-se que é de fundamental importância adaptar a ocupação considerando o regime hidrológico identificado na região do Vale do Itajaí, a partir dos dados selecionados em 2008 e 2011 (MEDEIROS, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto nas inundações na extensão do Córrego do Capim na cidade de Capinópolis, MG, inundações em áreas ribeirinhas da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, PB, Cálculos feitos a partir dos dados do Vale do Itajaí, e outros, conferimos que a estatística não só auxilia no registro das características de fenômenos hídricos locais, mas também ampara a prevenção de desastres uma vez que baseia o diagnóstico de uma região, a partir da denotação de eventos classificados com a atuação do ciclo hidrológico em que está inserida, não deixando de lado a participação do homem.

Neste contexto a estatística apresenta-se como uma ferramenta de controle, podendo delinear objetivos de acordo com recursos e formas de análise de dados locais, para que tomada de decisão caracterizada por uma situação problemática, possa ser solucionada da forma mais concisa possível, otimizando a reação de municípios de habitantes ribeirinhos ao enfrentar um desastre como uma inundação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

BARBOSA, F. A. R. **Medidas de Proteção e Controle de Inundações Urbanas na Bacia do Rio Mamanguapé – PB**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade da Paraíba, João Pessoa, 2006.

COSTA, H. R. O.; MIYAZAKI L. C. P. Análise Preliminar dos Dados Pluviométricos e Caracterização das Áreas de Risco à Enchente, Inundação e Alagamento da Cidade de Capinópolis/MG. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 46-67, set/dez. 2015.

IGNÁCIO, S. A. Importância da Estatística para o Processo de Conhecimento e Tomada de Decisão. **Nota Técnica do Ipardes**, Curitiba, n. 6, out. 2010.

LEANDRO, F. L. **A Utilização da Estatística como Ferramenta na Tomada de Decisão: Estudo de Caso em uma Indústria Base**. 2008. 47f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

MEDEIROS, V. S. **Análise Estatística de Eventos Críticos de Precipitação Relacionados a Desastres Naturais em Diferentes Regiões do Brasil**. 2013. 223f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.