

ESTIMATIVA DE CHUVA DE PROJETO UTILIZANDO O MÉTODO PROBABILÍSTICO DE GUMBEL PARA O MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE - PB

Gustavo Fernando Santos ¹
Yago Rocha de Souza ²
Jéssica Araújo Leite Martildes ³
William de Paiva ⁴
Laércio Leal dos Santos ⁵

INTRODUÇÃO

Sabe-se que as concentrações populacionais nos centros urbanos provocam a impermeabilização do solo e a conseqüente redução do Tempo de Concentração (T_c) provocando o rápido escoamento das precipitações sobre uma determinada área, fazendo com que a capacidade da rede de drenagem seja rapidamente esgotada e provocando assim o transbordamento e alagamentos em vários pontos das áreas urbanas nas cidades.

Para o dimensionamento de uma obra hidráulica, como uma rede de drenagem, um bueiro, canais abertos ou fechados é imprescindível o conhecimento das características pluviométricas que ocorrem sobre a área onde as obras serão executadas, de forma a conhecer suas tendências, características de intensidade, duração e frequência de ocorrência, dentre outras características inerentes a hidrologia local.

Um estudo prévio das precipitações com base em modelos matemáticos usados na hidrologia que possa garantir o funcionamento dessas obras e que garanta a sua vida útil, torna-se necessário para possibilitar a execução e dimensionamento correto considerando o melhor custo benefício.

Denomina-se chuva de projeto, a precipitação que tenha pouca probabilidade de ser igualada ou superada pelo menos uma vez dentro da vida útil da obra. Logo, a chuva de projeto está diretamente associada a um tempo de retorno que pode ser definido como o tempo médio em anos que um evento pode ser igualado ou superado, pelo menos uma vez (Oliveira, 2017).

Vários modelos matemáticos são propostos na hidrologia para determinação da chuva de projeto, dentre eles, o método baseado na distribuição probabilística de Gumbel que se baseia no método da relação para elaborar tabela de chuvas e com base em vários períodos de retorno analisados, determina-se a chuva de projeto.

O presente trabalho tem por objetivo, estimar a chuva de projeto com base nos dados de precipitação da série histórica pluviométrica do município de Campina Grande-PB, utilizando o método probabilístico de Gumbel, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 50 anos, possibilitando a análise das precipitações de projeto para as mais variadas obras civis.

¹ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, gustavofernandosantos13@gmail.com;

² Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, yagorochads@gmail.com;

³ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UE, jessmartildes@gmail.com;

⁴ Doutor em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, wpaiva461@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, laercioeng@yahoo.com.br.

METODOLOGIA

O município de Campina Grande-PB localiza-se no interior do estado da Paraíba, na mesorregião do agreste paraibano, na região nordeste do Brasil, inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba, com latitude: 7°13'50" S, longitude: 35°52'52" W, área: 593,026 km² e altitude: 551 m. É a segunda cidade mais populosa da Paraíba, com uma população de 410.332 habitantes, de acordo com estimativas para 2017 (IBGE, 2017).

O índice pluviométrico da região foi obtido a partir da série histórica dos dados pluviométricos de Campina Grande-PB, disponibilizados através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Logo, será utilizada uma série histórica com dados de 1964 a 2017, considerando que os anos de 1971, 1972, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992 são ausentes de dados, segundo o BDMEP (2018). De acordo com os valores obtidos, observa-se que o ano de 2011 apresenta o maior pico de precipitação no valor de 110,10 mm. Entretanto, o ano de 1993 apresenta a menor precipitação no valor de 4,90 mm, configurando-se possivelmente um cenário de seca nesse período. A precipitação média é de 55,10 mm

Com o intuito de estimar as chuvas de projeto para diferentes tempos de retorno, será utilizado o método probabilístico de distribuição de Gumbel, conforme Righetto (1998), que consiste na disposição das precipitações máximas diárias anuais para fins de projetos hidráulicos, a partir da seguinte sequência:

- 1° - Ordenar em números cardinais as precipitações máximas diárias anuais em ordem decrescente.
- 2° - Determinar a probabilidade acumulada a partir da Equação 1.
- 3° - Determinar o período de retorno em anos a partir da Equação 2.
- 4° - Determinar o desvio padrão (S) e a média (μ).
- 5° - Em seguida deve-se determinar as variáveis probabilísticas de Gumbel (β e α) a partir das equações 3 e 4.
- 6° - Por fim, para a estimativa da chuva de projeto pela distribuição de Gumbel, conforme Righetto (1998), deve-se utilizar as equações 5 e 6.

$$p = \frac{m}{n+1} \quad (1)$$

Em que:

m: Ordem.

n: Quantidade de dados da série histórica.

$$P = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Em que:

P: Probabilidade.

T: Tempo de retorno em anos.

$$\beta = 6^{0,5} \times S/\pi \quad (3)$$

$$\alpha = (\mu - 0,577 \times \beta) \quad (4)$$

Em que:

β e α : Variáveis probabilísticas de Gumbel.

S = desvio padrão.

μ = média das precipitações.

$$\beta = 6^{0,5} \times S/\pi \quad (5)$$

$$\alpha = (\mu - 0,577 \times \beta) \quad (6)$$

Em que:

P (dia; T): Precipitação máxima em um dia para um período de retorno qualquer

F (P (dia; T)): Frequência de ocorrência de precipitação máxima em um dia para um período de retorno qualquer.

DESENVOLVIMENTO

Período de retorno (T) é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. É um parâmetro fundamental para a avaliação e projeto de sistemas hídricos, como reservatórios, canais, vertedores, bueiros, galerias de águas pluviais, dentre outros (RIGHETTO, 1998).

A probabilidade de ocorrência de um evento hidrológico de uma observação é o inverso do período de retorno, conforme Mays (2001). Como exemplo, para período de retorno de 100 anos a probabilidade é de 0,01. Em outras palavras, a probabilidade de ocorrer em um ano, uma chuva de período de retorno de 100 anos é de 1%. Consequentemente, a probabilidade de não ocorrer é de 0,99, ou seja, 99%.

Para se calcular a probabilidade de chuvas acumuladas, é necessário um conjunto de eventos de precipitações médias anuais para a determinação da probabilidade com os dados de maneira ordenada.

A escolha do período de retorno é um dos grandes problemas da hidrologia, motivo pelo qual há muita discussão sobre o assunto. Não se deve esquecer que em primeiro lugar adota-se um modelo hidrológico adequado que produza menos erros. Dessa forma, se percebe que a escolha do período de retorno adequado deve ser aliada ao modelo adequado (TOMAZ, 2011).

Sendo assim, a utilização do método probabilístico de distribuição de Gumbel possibilita a obtenção da chuva de projeto conforme o potencial pluviométrico local, de maneira mais precisa, evidenciando assim a capacidade de redução de custos no processo de produção de estruturas de armazenamento de água, como reservatórios superdimensionados.

Outro fator determinante é a análise criteriosa do escoamento superficial, que inclui a determinação da vazão de pico, o volume e a forma do hidrograma, bem como o período de retorno associado a esses valores, constitui um dos mais importantes fatores de sucesso de um projeto de drenagem urbana. Erros cometidos nessa fase poderão introduzir incoerências graves no planejamento da bacia e acarretarão obras sub ou superdimensionadas. (PORTO, 1995).

É nesse contexto que o aproveitamento de água pluviais insere-se no que se refere a conservação de água, sendo abordado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) norma NBR 15.527/2007, como toda a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.

É de suma importância frisar que a economia da água potável através do uso da água proveniente das chuvas diminui o desperdício de uma água limpa e pura em atividades como

lavagem de carros, rega de plantas e gramados, descargas em bacias sanitárias, limpeza de calçadas ruas e pátios, espelhos d' água e algumas aplicações industriais (ABNT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da sequência descrita na metodologia para estimar a chuva de projeto pelo método probabilístico de Gumbel, conforme as equações mencionadas, obtêm-se o ordenamento decrescente da precipitação, probabilidade acumulada e tempo de retorno. Em seguida, calculou-se o desvio padrão e a média, sendo respectivamente $S = 20,7$ e $\mu = 56,7$. Com os valores do desvio padrão e da média calcularam-se as variáveis probabilísticas de Gumbel, β e α , conforme as equações 3 e 4, e os respectivos tempos de retorno (T) e chuva de projeto (P), conforme as equações 5 e 6, para cada período de retorno (2, 5, 10, 15, 20, 25 e 50 anos).

Logo, observou-se que para o menor tempo de retorno estimado, 2 anos, o valor da chuva de projeto é um pouco menor que a média e para os demais tempos de retorno o valor da chuva de projeto ultrapassa o valor da média. Logo, para um tempo de retorno de 2 anos o valor da chuva de projeto é igual a 53,28 mm e para o tempo de retorno de 50 anos a chuva de projeto é igual a 110,22 mm, ou seja, para um tempo de retorno de 50 anos a chuva de projeto ultrapassa todos os valores de precipitação máxima da série histórica analisada, de 1964 a 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do método probabilístico de Gumbel, foi possível fornecer valores de chuva de projeto para auxiliar na projeção de obras hidráulicas do município de Campina Grande-PB, com períodos de retorno entre 2 e 50 anos.

Os dados de precipitação determinados, servem como base para futuros projetos de obras hidráulicas que estão diretamente interligados com a hidrologia da região e que pelo seu grau de importância nas áreas urbanas, a sua execução e o dimensionamento devem ser o mais preciso possível, devido aos riscos intrínsecos das mesmas.

Quanto maior o período de retorno analisado significa que a precipitação de projeto também é maior, significando numa obra hidráulica de dimensões e custos mais elevados, e também necessitando de uma área maior para sua execução. Dessa forma, em algumas áreas urbanas que não possuem uma área para execução da obra viável, pode-se utilizar um período de retorno menor, porém assumindo-se o risco que em algum momento a obra irá falhar. Cabe a equipe técnica responsável pelo projeto, calcular esse risco, com base em equações matemáticas, de forma a analisar o que é ou não melhor para ser executado.

Portanto, fica evidenciado a importância de um estudo probabilístico para a determinação da chuva de projeto local do município de Campina Grande-PB, pois poderá reduzir os custos com o dimensionamento de reservatórios através da coleta e armazenamento de águas pluviais, além de propiciar a redução de alagamentos em áreas de riscos.

Palavras-chave: Chuva de projeto, Drenagem urbana, Método probabilístico de Gumbel.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:** Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BDMEP. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **CIDADES**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>. Acesso em: 08 de agosto de 2018.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília, 2018.

MAYS, LARRY W. Water Resources Engineering. New York: John Wiley & Sons, 2001, 1ª ed. ISBN 0-471-29783-6, 761 p.

OLIVEIRA, R. HIDROLOGIA. Campina Grande: UEPB/DESA, 2017. Notas de aula.

PORTO, MONICA F.A. Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In Drenagem Urbana. ABRH: 1995, 1ª ed. 428p. ISBN 85-7025-364-8.

RIGHETTO, ANTONIO MAROZZI. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. 1ª ed. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1998, 819 p.

TOMAZ, Plínio. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. São Paulo: Editora Navegar, 2011.