

Estudo de Chuvas Intensas em Aracaju-SE

Frederico César de Santana Ferreira¹ & Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo²

RESUMO: *Este trabalho teve como objetivo o estudo de chuvas intensas em Aracaju-SE através do método das Isozonas. O tratamento estatístico foi realizado com a distribuição de Gumbel. A aplicação desta metodologia permitiu o traçado das curvas intensidade–duração–frequência. Estas curvas também foram traçadas a partir do método de Otto Pfafstetter, descrito no estudo intitulado Chuvas Intensas no Brasil, que entre várias localidades, contemplou Aracaju. Os resultados provenientes do uso destas duas metodologias foram comparados.*

Palavras-chave: Curvas intensidade-duração-frequência, método das Isozonas, método de Otto Pfafstetter.

INTRODUÇÃO

O dimensionamento de estruturas hidráulicas como sistemas de drenagem, galerias pluviais e vertedores de barragens, requer a estimativa da cheia de projeto, ou seja, a vazão máxima para qual a estrutura é projetada. Para a determinação deste parâmetro necessita-se dispor de uma série histórica de vazões na seção de interesse. Os dados observados são ajustados, então, a uma distribuição de probabilidade apropriada para a estimativa da vazão máxima associada a dado período de retorno.

Em muitas ocasiões, porém, não se dispõe de registros de medições de vazões, o que inviabiliza o uso deste método.

Devido à maior facilidade de obtenção de séries de dados de precipitação de longo período e a possibilidade de se correlacionar chuvas e vazões, procura-se determinar a chuva de projeto, de importância fundamental ao estudo das chuvas intensas.

Define-se chuvas intensas como aquelas chuvas de maiores intensidades observadas para uma dada duração, sendo a duração crítica aquela que coincide com o tempo de concentração da bacia (Carneiro et al., 2002).

No Brasil, no entanto, a rede de estações pluviográficas capazes de proporcionar dados para a determinação das chuvas intensas ainda é pequena, o que obriga, muitas vezes, os hidrólogos a fazerem extrapolações a partir de postos pluviográficos distantes da área do projeto, ignorando-se se os dados dos postos aludidos são representativos para as bacias do projeto. Por outro lado, o número de estações pluviométricas com registros de precipitações diárias é muito maior, cobrindo áreas distantes, o que permite caracterizar melhor os microclimas.

O Engenheiro José Jaime Taborga Torrico desenvolveu, então, o método das Isozonas, no qual a idéia central foi a utilização dos dados diários das estações pluviométricas para estimar, através de um processo de desagregação, alturas de chuva com durações que variam de 6 minutos a 24 horas (Torrico, 1947).

Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivo o estudo das chuvas intensas em Aracaju-SE através deste método. O método do Engenheiro Otto Pfafstetter foi utilizado para fins de comparação dos resultados.

MATERIAIS E MÉTODO

O estudo das chuvas intensas se dá através da geração das chamadas curvas Intensidade–Duração–Frequência (curvas IDF), as quais relacionam as grandezas características da

¹ Aluno do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, Campus III, Avenida Tancredo Neves, 5655, Bairro Jabotiana, Aracaju, SE, CEP: 49080-470, santanafred@ig.com.br ([apresentador do trabalho](#));

² Professor, Faculdade Pio Décimo, Campus III, Avenida Tancredo Neves, 5655, Bairro Jabotiana, Aracaju, SE, CEP: 49080-470, apbam@uol.com.br; Engenheira civil, Superintendência de Recursos Hídricos, Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Av. Gonçalo Prado Rollemberg, 53, Bairro São José, Aracaju, SE, CEP: 49010-410, anapaula.macedo@semarh.se.gov.br;

precipitação, ou seja, intensidade (i), duração (t), frequência (F), esta última traduzida em termos do período de retorno (Tr).

O método das Isozonas, utilizado para a determinação das curvas IDF, tem como base o uso de zonas homólogas (isozonas), nas quais as relações entre as alturas de chuva de 1 hora e 24 horas e 6 minutos e 24 horas são constantes para um dado período de retorno.

A aplicação do método das isozonas seguiu a sequência descrita a seguir:

1. Seleção do posto pluviométrico.

A priori identificou-se, no banco de dados hidrometeorológicos da Agência Nacional de Águas (ANA) - HIDROWEB, a existência de duas estações pluviométricas no município de Aracaju com registros de precipitação suficientemente longos de modo que permitissem o estudo de chuvas intensas.

Dentre elas, selecionou-se a estação Aracaju, com código 1037002, coordenadas 10°54' de latitude Sul e 37°03' de longitude Oeste, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), por possuir um menor número de falhas em seus registros. Foram utilizados dados diários de precipitação relativos ao período de 1913 a 1970. Excluídos os anos que possuíam falhas em seus registros, trabalhou-se com uma série com 53 anos de observação.

2. Seleção, para cada ano, do valor da precipitação máxima diária e formação da série de máximas anuais.

3. Ajuste da série de máximas anuais a uma distribuição de probabilidade apropriada a fim de estimar para os períodos de retorno desejados, a chuva intensa de 1 dia de duração.

A série das máximas anuais foi ajustada à distribuição de Gumbel através da Equação Geral para Análises Hidrológicas de Frequência devida a Ven Te Chow ($P_{1\text{dia}} = P_{\text{med}} + ks$) (Equação 1) para o cálculo da altura de chuva de 1 dia de duração ($P_{1\text{dia}}$) para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos (Naghetini e Pinto, 2007). P_{med} é a média simples, s é o desvio padrão e k é o fator de frequência da distribuição de Gumbel, tabelado em função do período de retorno e do tamanho da amostra.

4. Transformação da chuva de um dia ($P_{1\text{dia}}$) em chuva de 24 horas de duração ($P_{24\text{h}}$), para os períodos de retorno selecionados, através da expressão:

$$(P_{24\text{h}}) = (P_{1\text{dia}}) \times (R_{24\text{h}}) = (P_{1\text{dia}}) \times 1,095 \quad (\text{Equação 2})$$

onde $R_{24\text{h}}$ é a relação entre a chuva de 24 horas e a chuva de 1 dia.

5. Localização da isozona do posto estudado e obtenção dos valores percentuais das relações entre a chuva de 1 hora e 24 horas ($R_{1\text{h}}$) e 6 minutos e 24 horas ($R_{6\text{min}}$), para os períodos de retorno selecionados.

Verificou-se que a isozona correspondente à estação em estudo é a isozona B. Para esta isozona, a Tabela 1 apresenta os seguintes valores percentuais para as relações entre a chuva de 1 hora e 24 horas ($R_{1\text{h}}$) e 6 minutos e 24 horas ($R_{6\text{min}}$).

Tabela 1. Valores percentuais das relações $R_{1\text{h}}$ e $R_{6\text{min}}$ para a isozona B.

ZONA	CHUVA 1 hora / 24 horas					CHUVA 6 min / 24 h	
	5	10	25	50	100	5-50	100
B	38,1	37,8	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5

Fonte: Torrico(1974).

6. Cálculo da chuva de 6 minutos ($P_{6\text{min}}$) de duração através da multiplicação da chuva de 24 horas (Equação 2) pelo fator ($R_{6\text{min}}$):

$$(P_{6\text{min}}) = (R_{6\text{min}}) \times (P_{24\text{h}}) \quad (\text{Equação 3})$$

7. Cálculo da chuva de 1 hora de duração ($P_{1\text{h}}$) através da multiplicação da chuva de 24 horas (Equação 2) pelo fator ($R_{1\text{h}}$):

$$(P_{1\text{h}}) = (R_{1\text{h}}) \times (P_{24\text{h}}) \quad (\text{Equação 4})$$

8. Traçado no papel de probabilidade das retas das precipitações de 6 minutos para 1 hora e de 1 hora para 24 horas relativas aos períodos de retorno selecionados.

9. Retirada das retas Precipitação-Duração-Frequência traçadas em papel de probabilidade, os valores de altura da precipitação no intervalo de duração de 6 minutos a 24 h.

10. Cálculo das intensidades da chuva dividindo-se os valores de altura de precipitação pela respectiva duração.

As curvas intensidade-duração-frequência também foram elaboradas a partir das precipitações máximas calculadas com a expressão padrão do método do Engenheiro Otto Pfafstetter aplicada a uma série pluviográfica de 24 anos de observação pertencente a estação meteorológica ARACAJU, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), coordenadas 10° 55'S e 37°03'W. Este método está descrito no estudo intitulado *Chuvas Intensas no Brasil*, o qual constitui-se no trabalho mais significativo sobre chuvas intensas no nosso país. Neste trabalho, Pfafstetter (1982) determinou gráficos que relacionam a intensidade, duração e frequência das precipitações intensas registradas em 98 postos pluviográficos do antigo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura distribuídas pelo território nacional. Das estações selecionadas para este estudo, apenas a estação acima citada está inserida no estado de Sergipe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, as curvas intensidade–duração–frequência calculadas a partir dos métodos das isozonas e de Otto Pfafstetter.

As curvas IDF apresentaram comportamento esperado: as intensidades pluviométricas diminuem com o aumento da duração da precipitação. Observa-se também que para uma mesma duração, quanto maior o período de retorno, maior a intensidade pluviométrica.

Comparando-se os resultados obtidos pelas diferentes metodologias, observa-se que os valores das intensidades pluviométricas decorrentes da aplicação do método das Isozonas foram superiores em relação aqueles resultantes do método de Otto Pfafstetter. Por exemplo, para um período de retorno de 25 anos e duração da precipitação de 6 horas, as intensidades pluviométricas estimadas pelos métodos das Isozonas e de Otto Pfafstetter são 25 mm/h e 20 mm/h, respectivamente.

Vale ressaltar, contudo, que as séries de dados pluviométricos utilizados nos cálculos foram de períodos distintos. A série de dados usada no método das Isozonas correspondeu ao período 1913-1970, com 53 anos de observação excluindo os anos com falha. Já a série usada no método de Otto Pfafstetter é relativa a 24 anos de observação, o autor, porém, não relata a qual período estes dados pertence.

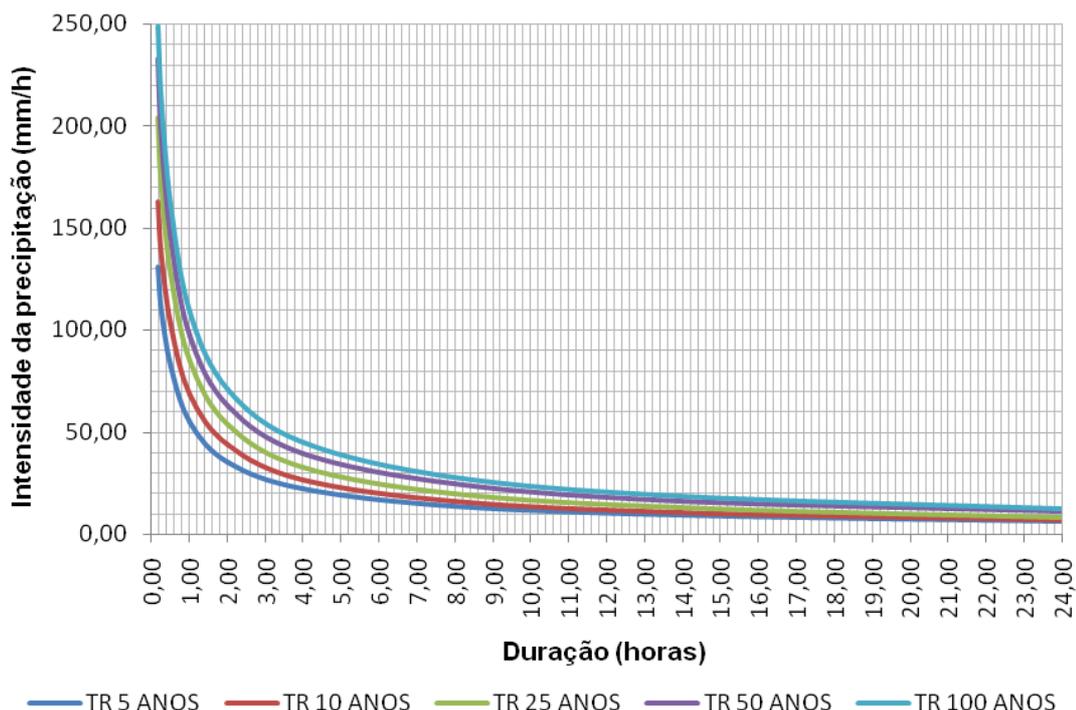


Figura 1. Curvas intensidade-duração-frequência obtidas através do Método das Isozonas.

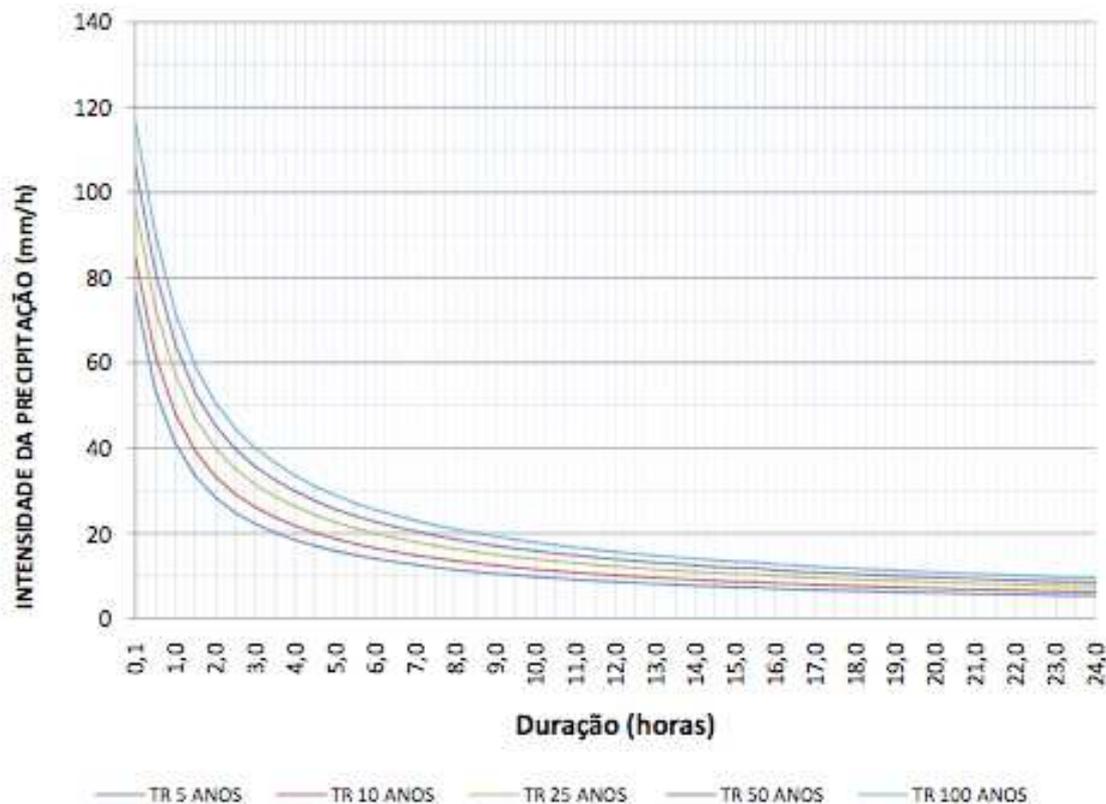


Figura 2. Curvas intensidade-duração-frequência obtidas através do Método de Otto Pfafstetter.

CONCLUSÕES

1. Os procedimentos para obtenção da relação intensidade–duração–frequência pelo método das Isozonas é simples e de fácil implementação. Além disso, este método permite a obtenção destas curvas através de dados pluviométricos, muito mais abundantes que os dados pluviográficos;
2. Os resultados provenientes do uso das duas metodologias empregadas, ou seja, o método das Isozonas e o método de Otto Pfafstetter, mostraram que a primeira metodologia estimou valores mais elevados para as intensidades pluviométricas. Porém, como já dito, ressalta-se que os períodos das séries de dados usadas em cada método foram distintos pelos motivos já expostos;
3. Para uma melhor avaliação, recomenda-se o emprego das duas metodologias com séries pluviométricas referentes ao mesmo período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, P. H.; MARTINZ, D. D. G.; STUDART, T. M. de C. & CAMPOS, J. N. B. Emprego de ferramentas computacionais na determinação de chuvas intensas: um instrumento adicional para o ensino de Hidrologia. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. 6., 2002. Anais. Maceió – AL, 2002. CD-ROM.
- NAGHETTINI, M. & PINTO, E.J. de A. Hidrologia estatística . Belo Horizonte, CPRM, 2007. 552 p.
- PFALSTETTER, O. Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas registradas com pluviógrafos em 98 postos meteorológicos. 2.ed. Rio de Janeiro, DNOS, 1982. 426 p.
- TORRICO, J. J. T. Práticas hidrológicas. Rio de Janeiro, TRANSCON, 1974. 119 p.