



## ANÁLISE COMPARATIVA DE CHUVAS EM CIDADES NO PARANÁ, SANTA CATARINA E SÃO PAULO

Marielly Cruz<sup>1</sup> Janaína de Melo Franco<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a metodologia e os resultados da análise das chuvas intensas ocorridas em nove cidades localizadas nos Estados do Paraná, de São Paulo e de Santa Catarina. Os gráficos foram gerados pelo programa Microsoft Excel, através da determinação da relação intensidade-duração-frequência, com a utilização de dados pluviométricos obtidos por meio do software Plúvio 2.1. O resultado foi a determinação da intensidade das chuvas com duração de 5, 10, 20, 50 e 100 minutos, para os períodos de retorno de 5, 10, 50 e 100 anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chuvas intensas; Índice IDF; Análise pluviométrica.

### 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento dos picos das chuvas em diferentes regiões do Brasil, assim como de outros países, é de extrema importância para a área da Engenharia Civil. É através deste que se pode determinar a relação intensidade-duração-frequência (IDF) de precipitações críticas em determinados locais, para que sejam feitos o correto dimensionamento dos dispositivos de drenagem, o planejamento das ocupações urbanas, de barragens e obras de proteção contra cheias e erosão hídrica.

Muitas cidades vêm sofrendo com o crescimento desordenado e rápido. Isso provoca um choque brusco nos sistemas de drenagem urbana e de captação de águas pluviais. Como exemplo, pode-se citar a tragédia que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro em 2011, um combinado de fortes chuvas, ocupação irregular do solo e falta de infraestrutura adequada, que provocaram um grande deslizamento, deixando 710 pessoas mortas em quatro cidades.

Um caso mais recente, mas menos impactante, ocorreu em 24 de julho de 2015 na cidade de Blumenau, Santa Catarina. Segundo o meteorologista Leandro Puchalski, da Central RBS de Meteorologia, na Capital, o Sul da Ilha recebeu um volume de chuva de 134mm, e o Centro de 108mm. Foram registrados alguns desmoronamentos de muros e alagamentos em casas e ruas de vários bairros.

O presente trabalho faz um estudo comparativo da intensidade das chuvas ocorridas em cidades localizadas nos Estados do Paraná, São Paulo e Santa Catarina.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse estudo comparativo foram utilizados métodos quantitativos, baseando-se em artigos sobre o assunto, bases de internet e a utilização de programas computacionais para geração de tabelas e gráficos.

A obtenção dos dados pluviométricos das cidades de Cascavel, Guarapuava, Foz do Iguaçu, Araçatuba, São Paulo, Santos, Blumenau, Florianópolis e São Francisco do Sul foram feitas através do software Plúvio 2.1, que apresentam os melhores resultados na estimativa da intensidade máxima média de precipitação.

Os gráficos foram gerados pelo programa Microsoft Excel, através de uma tabela com a equação IDF – Tipo geral (Equação 1), utilizando os dados do software e tempos de retorno de 5, 10, 50 e 100 anos.

$$i = \frac{K \cdot T^a}{(t+b)^c}$$

Equação 1

Onde:

i= intensidade pluviométrica (mm/h); T= período de retorno (anos); t= duração das chuvas (min); K, a, b, c= parâmetros relativos ao ajuste da equação conforme cidade.

SOARES e SOARES (1985) apresentam uma metodologia que pode ser empregada para o dimensionamento do sistema de coleta e águas pluviais e de bueiros e, na micro e na macro drenagem, onde podem apenas variar o tempo de duração de chuva e o período de retorno a serem adotados em cada caso. Para determinar a vazão de projeto para um galpão com cobertura composta por dois planos inclinados, com uma altura central de 2 metros, largura de 6 metros e comprimento de 10 metros. Considerando a área de contribuição para superfície plana inclinada (NBR 10844/1988) tem-se:

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR, Maringá/PR. E-mail: mariellycruz@outlook.com.

<sup>2</sup> Professora, Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR, Maringá/PR. E-mail: janaina.franco@unicesumar.edu.br.



$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) * b = \left(6 + \frac{2}{2}\right) * 10 = 70m^2$$

Equação 2

Onde:

A= área (m²); a= largura (m); b= comprimento (m); h= altura central (m).

Substituindo os parâmetros da cidade de Guarapuava, tem-se que para um período de retorno de 5 anos e uma duração da chuva de 5 minutos, a intensidade da chuva é 157,30 mm/h. Aplicando-se o método racional (BIDONE e TUCCI, 1995; CHOW, MAIDMENT e MAYS, 1998), que é dado pela equação:

$$Q = \frac{i * A}{60}$$

Equação 3

Onde:

Q=vazão de projeto (l/min); A=área de contribuição (m²); i=intensidade pluviométrica (mm/h);

Tem-se que a vazão de projeto é de 183,52 l/min.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O clima subtropical é encontrado em territórios localizados ao sul do Trópico de Capricórnio, como o Estado do Paraná e Santa Catarina. Um dos seus subclimas é o mesotérmico úmido, predominante nos dois estados, que numa linguagem menos técnica significa que o território possui estações do ano bem definidas e que ocorre chuva o ano inteiro, fatores que podem ser observados com mais clareza nos gráficos presentes no Quadro 01. A precipitação média anual das cidades de Blumenau e Florianópolis é de 1.500mm/ano, das cidades de Guarapuava, Foz do Iguaçu e São Francisco do Sul é de 1.800mm/ano e da cidade de Cascavel é de 1.970mm/ano.

O principal responsável pela diversidade climática é o relevo, onde em baixas altitudes, como nas cidades de Blumenau (21m de altitude), Florianópolis (22,3m de altitude) e São Francisco do Sul (22m de altitude) o inverno é mais ameno e o verão mais quente, já nas altas altitudes, como em Guarapuava e Cascavel, com 1030m e 815m de altitude respectivamente, o inverno é mais rigoroso e o verão mais ameno. A cidade de Foz do Iguaçu possui uma altitude de 200m, portanto possui um equilíbrio maior entre as temperaturas no inverno e verão.

No Estado de São Paulo o clima predominante é o tropical atlântico nas áreas com proximidade ao litoral, como Santos com 2m de altitude, e tropical de altitude, que prevalece no interior, como nas cidades de São Paulo e Araçatuba, com 750m e 390m de altitude em relação ao nível do mar, respectivamente, tendo uma temperatura média anual de 20°C a 22°C. Nas duas últimas cidades, o ano possui duas estações bem distintas entre si, sendo elas a seca e a chuvosa, com precipitações médias anuais entre 1.340mm e 1.206mm. A cidade de Santos, estando localizada na faixa litorânea, não possui um período de estiagem, tendo chuva o ano todo, com uma precipitação média anual de 1.800mm/ano.

Os gráficos abaixo foram retirados do site CLIMATEMPO (2015) e representam as médias climatológicas (comportamento da chuva e da temperatura) ao longo do ano nas cidades estudadas, calculadas com base em uma série de dados observados durante 30 anos.

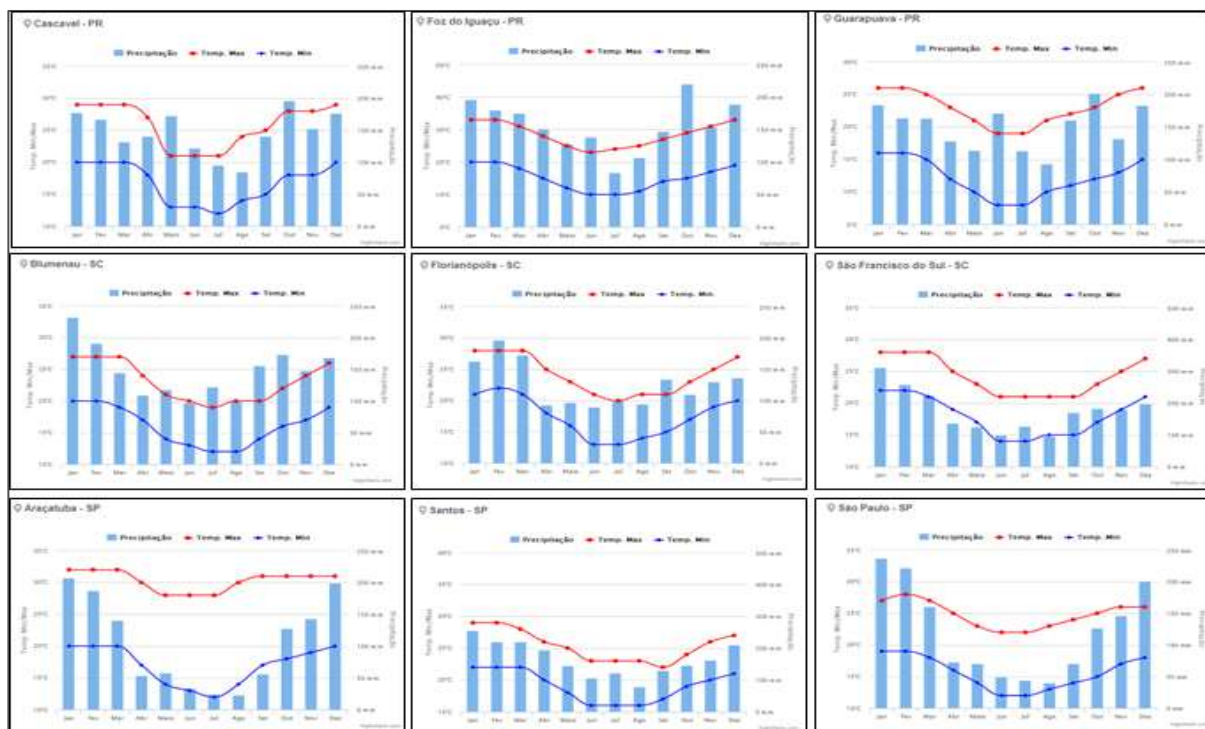
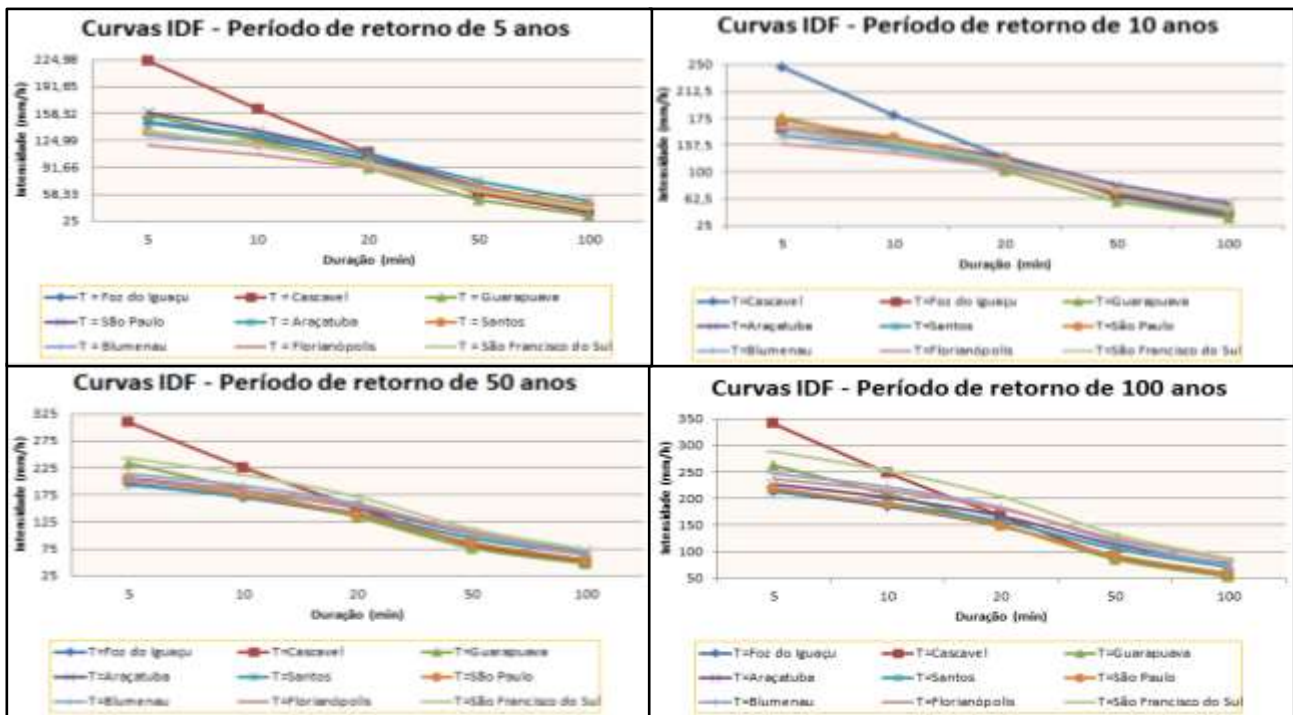


Gráfico 1 - Comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano.

Fonte: INMET/CFS/Interpolação – Climatepo (2015)



**Gráfico 2** – Curvas IDF referentes aos períodos de retorno de 5, 10, 50 e 100 anos.

**Fonte:** Autor (2015)

Foram gerados gráficos de curvas IDF, como pode ser visto acima, para os períodos de retorno de 5, 10, 50 e 100 anos, de acordo com os cálculos apresentados na metodologia e nas aplicações. Através deles pode-se observar que, para todos os períodos de retorno, a cidade de Cascavel obteve uma maior intensidade de precipitação para as chuvas de duração de 5 min. Com isso, pode-se fazer um comparativo entre os resultados obtidos, nas mesmas condições, para o restante das cidades.

Para o período de 5 anos e duração de 5 minutos, tem-se que as intensidades pluviométricas das cidades de Cascavel, Florianópolis e São Paulo são, respectivamente, 223,39mm/h, 119,21mm/h e 159,24mm/h. Portanto, pode-se influir que se o engenheiro projetista adotar o valor de intensidade da chuva de Florianópolis para uma obra de micro drenagem em Cascavel cometerá um erro por falta na vazão de projeto de 121,53l/min, o que poderá ocasionar diversos alagamentos no local.

Se ele utilizar os dados de Cascavel para um projeto de drenagem em São Paulo ocorrerá um erro para mais de 74,83l/min, sendo que haverá um gasto maior e desnecessário para a execução desse projeto tendo em vista que a vazão da cidade de São Paulo é bem menor que a de Cascavel.

#### 4 CONCLUSÃO

Devido às chuvas intensas serem originadas por precipitações do tipo convectivas, a semelhança entre as relações intensidade-duração-frequência IDF é grande, por isso uma equação desenvolvida para determinada região pode ser aplicada em locais próximos, desde que tenha uma semelhança de relevo.

No caso de Guarapuava, podemos observar que a precipitação anual é semelhante à de Foz e menor que a de Cascavel, e em contra partida, Guarapuava é a cidade que possui a maior altitude comparada às outras duas estudadas.

A determinação da intensidade máxima da chuva em certa duração, associada a um certo período de retorno, pode ser feita através de equações de chuvas intensas locais, de relações entre chuvas intensas de diferentes durações e de equações de chuvas intensas generalizadas.

Com isso, fica claro que um estudo mais aprofundado na precipitação e nas características climatológicas do local escolhido para se executar uma obra é de extrema importância na área da Engenharia Civil, tornando a obra menos onerosa que o necessário, prolongando sua vida útil e proporcionando uma melhor qualidade de vida para as pessoas.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalações prediais de águas pluviais**. NBR – 10844, 1998.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied hydrology**. New York, McGraw-Hill, 1988. 572p.

CLIMATEMPO. Disponível em: [www.climatempo.com.br](http://www.climatempo.com.br). Acesso em 10 de Junho de 2015.

SOARES, Paulo Fernando; SOARES, Doralice Ap. Favaro. **Chuvas intensas em Maringá: metodologia e aplicação**. Disponível em: [www.moodle.cesumar.br/file.php/11368/2\\_BIMESTRE/Artigo\\_1\\_Chuvras\\_intensas\\_em\\_Maringa\\_metodologia\\_e\\_a\\_plicacao.PDF](http://www.moodle.cesumar.br/file.php/11368/2_BIMESTRE/Artigo_1_Chuvras_intensas_em_Maringa_metodologia_e_a_plicacao.PDF). Acesso em: 30 maio de 2015.

TUCCI, Carlos, VILANUEVA, Adolfo. **Plano diretor de drenagem urbana**. Manual de drenagem urbana, Porto Alegre (RS), Setembro de 2005.