

AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO APLICADOS AO DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM URBANA DO NOROESTE GAÚCHO

GABRIEL DO AMARAL MINUSSI^{1,2*}, JULIANA MARQUES SCHÖNTAG^{2,3}

1 INTRODUÇÃO

A precipitação é um fenômeno aleatório e têm distribuição irregular no tempo e no espaço. Assim, o entendimento de como ocorrem esses fenômenos, associados a estudos de erosão do solo, inundações, perdas agrícolas, dimensionamento de estruturas hidráulicas e reservatórios, se tenha a contribuição para projetos de engenharia, para haver melhores dimensionamentos de obras (Tucci, 2013).

Os eventos chuvosos são caracterizados por três parâmetros, a intensidade, a duração e sua frequência. A relação entre todos esses parâmetros é chamada de equação ou curva de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) (Tucci, 2013). Devido a sua importância em projetos de drenagem, as relações de IDF devem estar sempre atualizadas e disponíveis em um banco de dados acessível e simples (Netto *et al.*, 1998).

Dessa forma, a precipitação que tenha pouca probabilidade de ser igualada ou superada pelo menos uma vez ao longo da vida útil de uma obra é denominada de chuva de projeto. Para determinação da chuva de projeto é necessário o conhecimento das relações de IDF (Netto *et al.*, 1998).

Porém, caso haja a inexistência das relações IDF para alguma região, onde se deseja realizar algum tipo de obra, podem ser considerados dados de uma região próxima a localidade desejada (Tucci, 2013). Entretanto, o uso de relações de IDF de outros locais pode gerar subdimensionamento e inadequações nas obras de drenagem para o município, podendo resultar em alagamentos durante eventos de precipitação acentuada (Tucci, 2013).

2 OBJETIVOS

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo obter curvas e equações IDF para a região noroeste do Rio Grande do Sul, onde utilizou dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo esses dados provenientes da estação meteorológica convencional de São Luiz Gonzaga e estações meteorológicas automatizadas dos municípios de Cruz Alta, Santa Rosa e Santo Augusto. O período investigado para a para

1Bacharelado em engenharia ambiental e sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo, contato: gabrielminussi@outlook.com

2 Grupo de Pesquisa: Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas - RETEC

3 Professora Doutora Juliana Marques Schöntag, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientadora**.

a obtenção das curvas e equações IDF foi de 2000 a 2020.

3 METODOLOGIA

Através da série de dados provenientes do INMET foram obtidas as precipitações médias anuais para cada um dos municípios, nos quais foram selecionados os maiores valores de precipitação de cada um dos anos analisados, para assim obter as curvas IDF. Assim, os dados foram ajustados aos parâmetros da distribuição de Gumbel, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Posteriormente os dados foram plotados e verificados pelo teste de aderência Kolmogorov-Sminorv.

Realizada a verificação os dados, foram realizados 2 métodos de desagregação de dados. O método proposto pela CETESB (1979) e também foi utilizado a metodologia proposta por Robaina e Peiter (1992). O objetivo da desagregação é obter a precipitação em cada uma das durações definidas, as quais foram de: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 240, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos, para cada um dos períodos de retornos estabelecidos. Assim, teremos os valores de precipitação e a duração dos eventos, onde será possível obter a intensidade.

Uma vez obtidos os valores de desagregação por ambos os métodos, foram geradas as curvas IDF, essa curva pode ser expressa pela Equação 1. A qual é uma equação do tipo Chen (1983), e essa equação é uma fórmula empírica que resume a experiência de vários estudos. Todos os cálculos realizados no estudo foram realizados pelo software Microsoft Excel.

$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{(t + b)^n} \quad \text{Equação 1.}$$

Onde: i se refere a intensidade máxima dada em $\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$; Tr o período de retorno em anos; t sendo a duração do evento em minutos; e K , m , b e n são parâmetros a serem determinados de acordo com a localidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ser realizada a verificação da aderência à distribuição de Gumbel, foram obtidos os valores de precipitações máximas diárias anuais. Posteriormente, foram aplicados os métodos de desagregação proposto pela CETESB e também por Robaina e Peiter. Os valores desagregados estão discriminados na Tabela 1.

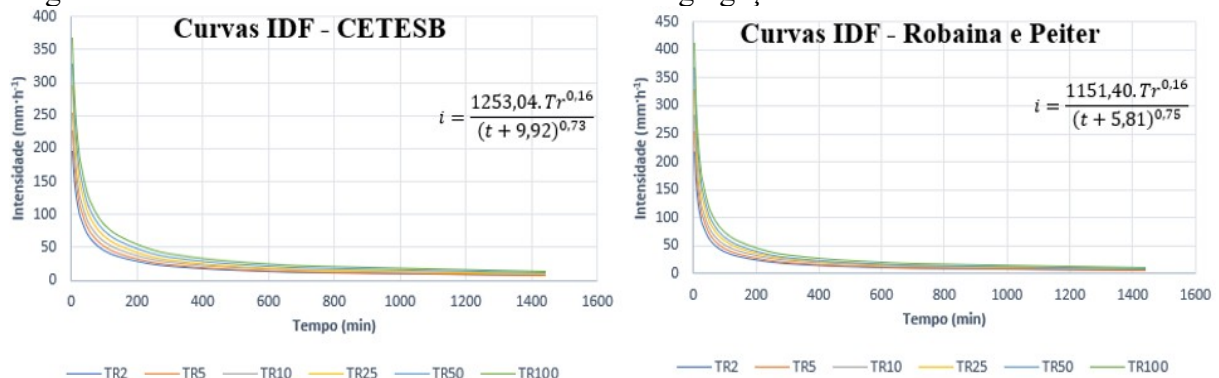
Tabela 1 – Valores obtidos pelos métodos de desagregação da CETESB e Robaina e Peiter.

TR (anos)	2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
t (min)	CETESB						Robaina e Peiter					
	i (mm·h ⁻¹)											
1440	6,02	7,59	8,64	9,95	10,93	11,90	5,17	6,52	7,41	8,54	9,38	10,21
720	10,23	12,91	14,68	16,92	18,58	20,22	8,52	10,74	12,21	14,08	15,46	16,83
600	11,85	14,94	16,99	19,58	21,51	23,41	9,78	12,34	14,04	16,17	17,76	19,34
480	14,09	17,77	20,21	23,29	25,57	27,84	11,60	14,63	16,64	19,18	21,06	22,92
360	17,34	21,87	24,87	28,66	31,47	34,26	14,44	18,22	20,72	23,87	26,22	28,54
240	22,76	28,70	32,64	37,62	41,31	44,97	19,63	24,75	28,15	32,44	35,62	38,78
120	37,57	47,38	53,88	62,10	68,19	74,24	32,75	41,30	46,97	54,13	59,44	64,71
60	60,68	76,54	87,04	100,31	110,15	119,92	53,29	67,21	76,43	88,08	96,72	105,30
30	89,81	113,28	128,82	148,46	163,02	177,48	83,54	105,37	119,82	138,08	151,63	165,08
25	98,08	123,71	140,67	162,11	178,02	193,81	93,29	117,67	133,81	154,20	169,33	184,35
20	109,12	137,64	156,52	180,38	198,07	215,64	106,23	133,99	152,37	175,59	192,82	209,92
15	125,74	158,60	180,35	207,84	228,23	248,47	124,44	156,96	178,49	205,70	225,88	245,91
10	145,50	183,52	208,69	240,50	264,10	287,52	152,53	192,39	218,79	252,13	276,87	301,42
5	183,22	231,10	262,80	302,85	332,57	362,06	203,63	256,84	292,07	336,59	369,61	402,39

Fonte: Elaborado pelos autores, (2021).

Foi constatado que à medida que os períodos de retornos foram maiores, os valores de precipitação aumentaram. Outra constatação foi que conforme os períodos de retorno aumentam ocorrem precipitações mais intensas em um curto período de tempo. Realizando uma comparação entre os métodos de desagregação, há uma variação nos valores obtidos, no qual podem conduzir ao subdimensionamento ou superdimensionamento das vazões utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas, tornando as obras de drenagem onerosas e ineficientes.

Figura 1 – Curvas IDF através dos métodos de desagregação da CETESB e Robaina e Peiter.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2021).

Analisando as curvas IDF obtidas por ambos os métodos de desagregação na Figura 1, foi possível observar que a relação entre a intensidade e duração das chuvas é inversamente proporcional, onde os maiores valores de intensidade de precipitação estão relacionados com as menores durações em todos os períodos de retorno (Netto et al., 1998).

A partir das equações obtidas para cada um dos métodos propostos, pode-se perceber que houve uma variação dos parâmetros K , b e n . Isso pode ser explicado pelo fato de ambos

os métodos utilizarem coeficientes de desagregação diferente. Porém, o fato de o parâmetro m ter sido igual em ambos os métodos pode ser explicado pelo fato de ser a mesma região.

No estudo realizado por Otto Pfafstetter (1957), no qual se obteve uma equação do tipo Chen para o município de São Luiz Gonzaga, onde obteve os seguintes valores dos parâmetros, $K=1038,51$, $m=0,15$, $b=6,00$ e $n=0,76$. No qual esse estudo possui valores próximos a metodologia aplicada de Robaina e Peiter, visto que o município de São Luiz Gonzaga se encontra na região de estudo.

Em um estudo similar na cidade de Iraí, Arboit et al., 2017 obtiveram valores dos coeficientes de $K=1086,604$, $m=0,184$, $b=9,886$ e $n=0,728$. Em outro estudo realizado na cidade de Itaqui, Ogassawara e Oliveira (2017) obtiveram os seguintes parâmetros para as equações IDF, $K=991,9557$, $m=0,1591$, $b=10$ e $n=0,7305$. Comparando os valores dos trabalhos destacados com os resultados obtidos através do método de desagregação da CETESB os valores dos parâmetros m , b e n são similares, isso pode ser justificado pelo fato de serem municípios vizinhos a região de estudo e isso também explicaria a variação do parâmetro K .

Já em outro estudo realizado por Oliveira et al. (2018) nos municípios de Campo Bom e Porto Alegre, foi utilizado o método de desagregação proposto por Robaina e Peiter. Onde foram obtidos os parâmetros da equação IDF para o município de Campo Bom, no qual $K=863,3315$, $m=0,1401$, $b=7,6983$ e $n=0,7315$. Já para o município de Porto Alegre os parâmetros obtidos foram de $K=755,4064$, $m=0,1471$, $b=7,4266$ e $n=0,7242$.

Realizando um comparativo com os valores obtidos no presente trabalho os parâmetros têm uma divergente por se tratarem de regiões diferentes dentro do estado, porém o parâmetro n foi um dos quais se obteve um valor similar em ambos os valores. Desta forma, como o estudo realizado por Robaina e Peiter (1992) foi desenvolvido com coeficiente de desagregações aplicáveis ao Rio Grande do Sul, pressupõe-se que seja o método mais adequado pelo fato de gerar dados mais realísticos para a região. Contudo, destaca-se a importância de manter esses estudos de IDF atualizados, visto que são dados de suma importância para o dimensionamento de obras de engenharia.

5 CONCLUSÃO

O entendimento de como se distribuem e ocorrem as precipitações é de suma importância para o dimensionamento de projetos de engenharia. Assim, através das equações e curvas IDF é possível obter dados de precipitações em determinados períodos de retornos e tempo de duração da precipitação estabelecidos.

Através das duas metodologias utilizadas foram obtidas equações e curvas IDF. Onde os valores obtidos nas equações foram comparados com estudos similares no estado do Rio

Grande do Sul, onde se concluiu que os parâmetros obtidos nesse estudo são válidos e são similares a alguns desses estudos da região. Também se percebeu a necessidade de estudos atualizados sobre as relações de IDF, devido à possibilidade de grande variação dos índices, quando considerada as mudanças climáticas.

Os valores de intensidade variam em função das durações e períodos de retorno. Dessa forma essas informações obtidas contribuem para o dimensionamento de obras de engenharia da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, de modo que quando forem levadas em considerações no planejamento das obras diminuirão e evitar readequações das obras após estarem prontas, assim, tornando as obras menos onerosas.

Palavras-chave: Curvas IDF; Desagregação; Equações IDF; Precipitação.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2020-0094

Financiamento: Universidade Federal da Fronteira Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBOIT S. N. K.; ANDREA MANCUSO, M.; FIOREZE, M. Ajuste de Equação IDF por Desagregação de Chuvas Diárias para o Município de Iraí, RS. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 3, 2017.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana, manual de projetos. In: Drenagem urbana, manual de projetos. 1979.

NETTO, A.; FERNANDEZ, F. M.; ARAUJO, R.; ITO, E. A. Manual de Hidráulica. Edgard Blucher LTDA. 669p., 1998.

OGASSAWARA, J. F.; OLIVEIRA, L. J. C. Determinação das curvas de intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para Itaqui-RS. 2017.

OLIVEIRA, J., TORALLES, S. L., ADAM, K. N., FLECK, P. R., DE QUEVEDO, D. M. Impacto das mudanças climáticas em projetos de drenagem urbana. 2018.

ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X. “Modelo De Desagregação E De Geração De Chuvas Intensas No Rs”. In Anais Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola. Santa Maria: Sociedade Brasileira De Engenharia Agrícola. 1992, pp. 746-53. 1992.

TUCCI, C. E. M. (2013). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS. ABRH. 943p.