



Relações intensidade-duração-frequência de precipitações para o município de Tucano, Bahia

Yuri dos Santos Nascimento^{1*}, Janisson Batista de Jesus²

RESUMO: O conhecimento da intensidade-duração-frequência das chuvas intensas é fundamental para os projetos de obras hidráulicas e planejamentos agrícolas. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo gerar as intensidades de chuvas, relacionando com as diferentes durações e frequências de precipitação, obtendo as curvas IDF para o município de Tucano, Bahia. A obtenção dos parâmetros da equação IDF foi realizada através do software Plúvio 2.1, e para a estimativa da intensidade de chuva foram considerados os tempos de retorno de: 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anos, analisando as durações de 15, 30, 60, 120, 180, 240, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos. O maior valor de precipitação foi de 216,74 mm/h com 15 min de duração e um tempo de retorno de 100 anos, e o menor de 3,35 mm em uma chuva de 1440 min com um período de retorno de 1 ano. O estudo permitiu elaborar a equação de intensidade de chuva e as curvas IDF para o município de analisado, as quais apresentaram um comportamento padrão para a relação entre as grandezas.

Palavras-chave: hidrologia, curvas IDF, chuvas intensas

Relations intensity-duration-frequency of precipitation for the municipality of Tucano, Bahia

ABSTRACT: The knowledge of the intensity-duration-frequency of intense rains is fundamental for the projects of hydraulic works and agricultural planning. Thus, the presente study aims is to generate rainfall intensities, relating to different rainfall durations and frequencies, obtaining the IDF curves for the municipality of Tucano, Bahia. The parameters of the IDF equation were obtained through the Plúvio 2.1, and for the estimation of the rainfall intensity were considered the return times of: 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 100 years, analyzing the durations of 15, 30, 60, 120, 180, 240, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutes. The highest precipitation value was of 216.74 mm/h with a 15 min duration and a return time of 100 years, and the lowest 3.35 mm/h in a rainfall of 1440 min with a return period of 1 year. The study allowed to elaborate the rain intensity equation and the IDF curves for the analyzed municipality, which presented a standard behavior for the relation between the greatness.

Keywords: hydrology, IDF curves, intense rains

INTRODUÇÃO

A precipitação é a principal variável de entrada de água no ciclo hidrológico, sendo essencial o entendimento da sua dinâmica nesse sistema bem como no meio físico, sendo fundamental para o planejamento das atividades humanas, tanto urbanas como rurais, e para isto é necessário o conhecimento do volume a ser precipitado (BARRETO et al., 2015).

Entre as características da precipitação, a intensidade, duração e frequência da chuva, são de enorme relevância para planejamentos de atividades agrícolas e elaboração de projetos de engenharia, tais como de controle de erosão, dimensionamento de aterros, estruturas hidráulicas como galerias, bueiros, vertedores de barragens, além de vãos de pontes, por isso é importante o conhecimento das suas relações (relação IDF) (BASSO et al., 2016).

De acordo com Borges, Thebaldi (2016), é imprescindível a compreensão destas três grandezas

(intensidade, duração e frequência) que caracterizam a precipitação máxima em um determinado local, principalmente para obras que tem influência direta da precipitação, como de proteção contra cheias, erosão hídrica, dimensionamento de drenos, vertedores.

O estudo dessas grandezas como variáveis hidrológicas permite, por exemplo, relacionar a magnitude de um determinado evento (precipitação), em uma área, em função da probabilidade de sua ocorrência, podendo ser avaliado por meio da aplicação de uma análise estatística (COELHO FILHO et al., 2017). Especificamente sobre a intensidade, duração e frequência de uma chuva intensa, vários modelos matemáticos já foram propostos para relacionar essas grandezas (OLIVEIRA et al., 2008), que é conhecida como curvas ou equações IDF (DAMÉ et al., 2008).

Recebido em 04/09/2017; Aceito para publicação em 06/12/2017

¹ Faculdade Dom Luiz de Orleans e Bragança.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*E-mail: yuri.dnsantos@gmail.com

Estudos que abordam essa relação ao longo do país são abundantes, como referência pode-se citar: Garcia et al. (2011), Teodoro et al. (2014), Caldeira et al. (2015), Bielenki Júnior et al. (2016), Martinotto et al. (2016), Penner, Lima (2016). Este tipo de estudo vem se tornando abrangente na região nordeste do Brasil, sendo identificados na literatura científica, os realizados por Rodrigues et al. (2008), Freire et al (2012), Aragão et al. (2013), Campos et al. (2014), Fachine Sobrinho et al. (2014), Campos et al. (2015), Passos et al. (2017). Porém no estado da Bahia existe apenas o de Silva et al. (2002) que estudaram 19 estações pluviográficas, gerando as equações para essas localidades estudadas, existindo assim, ausência de produção de dados para os demais municípios baianos, principalmente do nordeste do estado, incluindo o município de Tucano.

Portanto, o objetivo do presente estudo é gerar as intensidades de chuvas, relacionando com as diferentes durações e frequências de precipitação, obtendo as curvas IDF para o município de Tucano, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para o município de Tucano, estado da Bahia, localizado entre as coordenadas UTM (X/Y): 552151,32/8740373,09 e 482422,268/8817963,622, na porção central da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru, situado na região climática semiárida, com chuvas anuais inferiores a 700 mm, apresentando uma cobertura vegetal com predomínio de pastagens entremeadas por áreas com vegetação de Caatinga (INEMA, 2017). Possui uma área de 2.185,013 km² e população de 52.418 (IBGE, 2010).

Tabela 1. Parâmetros da equação para o município de Tucano, conforme latitude e longitude adotadas pelo Plúvio 2.1.

Latitude	Longitude	a	b	c	k
10°57'47"	38°47'12"	0,214	51,549	1,024	5954,419

$$i = \frac{5954,42 \cdot TR^{0,214}}{(t + 51,543)^{1,024}} \quad (\text{Equação 2})$$

As intensidades de chuva para o município de Tucano podem ser observadas na Tabela 2, onde nota-se que essa grandeza aumenta à medida que se aumenta o tempo de retorno da precipitação, e reduz quanto se aumenta a duração da chuva, com os maiores valores de precipitação 216,74 mm/h com 15 min de duração e com TR de 100 anos, e 3,35 mm/h em uma chuva de 1440 min e com um período de retorno de 1 ano. Essa relação entre as grandezas foi vista também nos estudos encontrados na literatura científica como os de Back (2006), Damé

A relação IDF das precipitações foi realizada a partir da equação 1 a seguir:

$$i = \frac{k \cdot TR^a}{(t+b)^c} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: i = intensidade de chuva (mm.h⁻¹); TR = período ou tempo de retorno (anos); t = duração da chuva (min); k, a, b, c = parâmetros da equação.

Para a obtenção dos parâmetros da equação de IDF da precipitação referente ao município de Tucano foi utilizado o software Plúvio 2.1 (GPRH, 2006) desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Para a estimativa da intensidade de chuva foram considerados 8 tempos de retorno (1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anos), analisando as durações de 15, 30, 60 (1h), 120 (2h), 180 (3h), 240 (4h), 360 (6h), 480 (8h), 600 (10h), 720 (12h) e 1440 (24h) minutos. A seguir, foram elaboradas as curvas IDF em função tanto do tempo de retorno como das durações das precipitações, e formulada a equação geral de intensidade de chuva para a área de estudo a partir dos parâmetros obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos parâmetros gerados pelo software Plúvio 2.1 constatados na Tabela 1, obteve-se a equação empírica (2), uma vez que tem como entrada tais dados, permitindo elaborar a equação geral de intensidade de chuva para o município de Tucano.

et al. (2008), Rodrigues et al. (2008), Teodoro et al. (2014). Porém, chama a atenção o realizado por Schardong et al. (2014) ao atualizarem a equação IDF para a cidade de São Paulo pois seus resultados mostram o aumento da intensidade de chuva em função do período de retorno, mas há também o aumento dessa grandeza com chuvas de maiores durações, condição não explicada ou comparada pelos autores com demais estudos.

Comparando com estudos no nordeste do país, observa-se semelhança dos dados de intensidade de

chuva obtidos no presente estudo com os do município de Juazeiro-BA (estação mais próxima ao município de Tucano), realizado por Silva et al. (2002), ao tempo de retorno de 1 ano. Relacionando ao estudo de Aragão et al. (2013) para a porção semiárida do estado de Sergipe, os valores foram superiores à máxima intensidade média ao longo das diferentes durações.

Ao comparar com as estações analisadas por Campos et al. (2014) no período de retorno de 10 anos nota-se uma variação nos valores de intensidade nas diferentes durações de chuva para os municípios de Porto, Elesbão Veloso e Monte Alegre do Piauí do estado de Piauí, levando em conta a estimativa linear como a não linear adotada em seu estudo.

A mesma variação foi vista ao equiparar com o estudo de Rodrigues et al. (2008) para a estação pluviométrica em Fortaleza no Ceará tantos nos diferentes tempos de retornos como nas durações das chuvas. Já Fachine Sobrinho et al. (2014) desenvolveram o método de isozonas na região semiárida do nordeste e verificaram a viabilidade da utilização deste procedimento como alternativa na elaboração das equações IDF em regiões não monitoradas, tendo em vista a não disponibilidade de uma vasta rede de estações de monitoramento nesta região.

Tabela 2. Valores de intensidades de chuva (mm.h^{-1}) para as diferentes durações (minutos) e tempos de retorno (anos) para o município de Tucano, Bahia.

Duração (min)	Tempo de retorno (anos)							
	1	2	5	10	20	30	50	100
15	80,90	93,83	114,16	132,42	153,59	167,51	186,86	216,74
30	65,70	76,20	92,71	107,53	124,73	136,03	151,75	176,01
60	47,67	55,29	67,27	78,03	90,50	98,70	110,11	127,71
120	30,68	35,58	43,29	50,21	58,24	63,52	70,86	82,19
180	22,57	26,17	31,84	36,94	42,84	46,72	52,12	60,46
240	17,82	20,67	25,15	29,17	33,84	36,90	41,17	47,75
360	12,52	14,52	17,67	20,50	23,77	25,93	28,92	33,55
480	9,64	11,18	13,60	15,77	18,29	19,95	22,26	25,82
600	7,82	9,07	11,04	12,80	14,85	16,20	18,07	20,96
720	6,58	7,63	9,28	10,77	12,49	13,62	15,20	17,63
1440	3,35	3,89	4,73	5,48	6,36	6,94	7,74	8,98

Além disso, pode-se constatar nas curvas IDF na Figura 1 e na Figura 2, em função tanto do tempo de retorno como da duração da precipitação, que a intensidade de chuva apresenta maiores valores nas

chuvas de menores durações em todos os períodos de retorno, e ao aumentar a duração das chuvas nota-se uma menor variação da intensidade para também em todos os períodos de retorno.

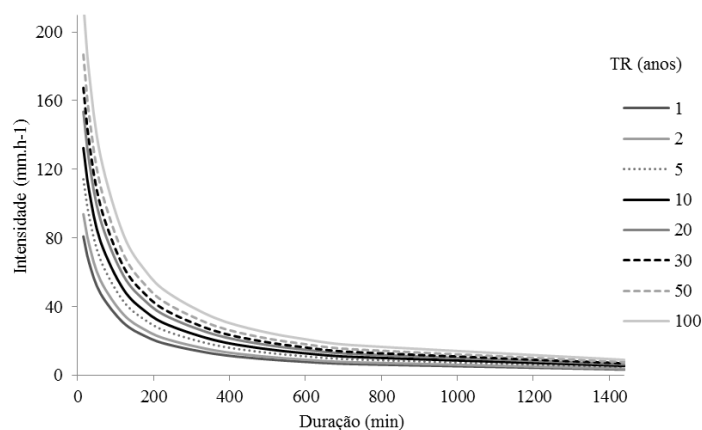


Figura 1. Curvas IDF em função do tempo de retorno TR (anos) para o município de Tucano, Bahia.

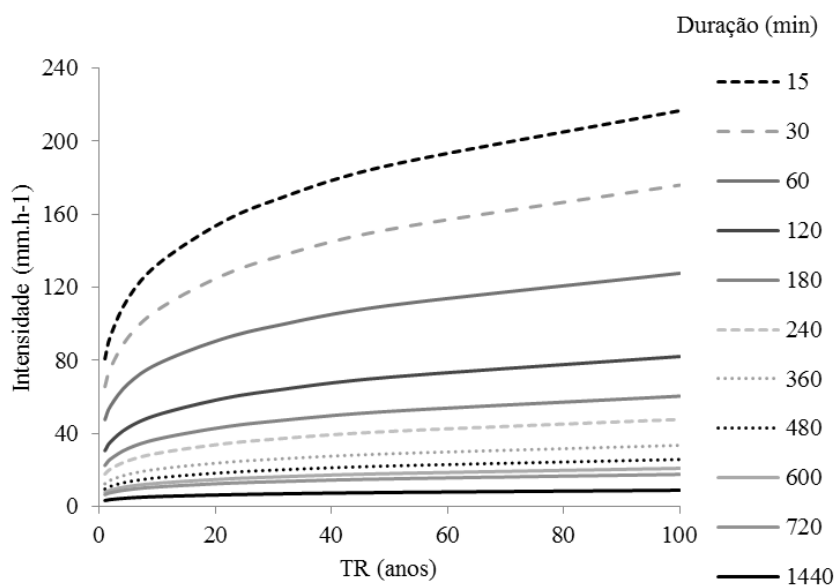


Figura 2. Curvas IDF em função da duração (minutos) para o município de Tucano, Bahia.

Esse padrão das curvas IDF para Tucano segue o comportamento típico a ser esperado, evidenciado por Martinotto et al. (2016) que constataram pouca diferença de intensidade conforme a duração seja maior e a intensidade menor, e que essa diferença também é mais acentuada conforme menor a duração e maior a intensidade, entre todos os tempos de retorno analisados.

Essa condição de maiores intensidades nas menores durações foi vista no presente estudo, em que as durações de chuva principalmente até os 60 minutos, se destacam pela intensidade em todos os períodos de retorno. Verifica-se, portanto, um padrão nas curvas IDF geradas (Figura 1 e 2), mesmo ao longo das diferentes intensidades de chuva.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu elaborar as curvas IDF para o município de Tucano, Bahia, indicando a relação entre as grandezas estudadas, estimando a intensidade de chuva em função tanto da sua duração como do seu período de retorno para a localidade analisada, apresentando um comportamento padrão quanto às respostas das curvas. Além disto, os resultados contribuem como base para estudos hidrológicos no município em questão, servindo também como referência para projetos de engenharia e prevenções às épocas de chuvas de maiores intensidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, R. de; SANTANA, G. R. de; COSTA, C. E. F. F. da; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E. de; SRINIVASAN, V. S. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 3, p. 243-252, 2013.

BACK, A. J. Relações Intensidade-Duração-Frequência de chuvas intensas de Chapecó, Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 575-581, 2006.

BARRETO, H. B. F.; PEREIRA, G. M.; SANTOS, W. de O.; FREIRE, F. G. C.; MAIA, P. de M. E. Avaliação de funções de probabilidade e relação-intensidade-duração-frequência para precipitação extrema em Nepomuceno-MG. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 118-127, 2015.

BASSO, R. E.; ALLASIA, D. G.; TASSI, R.; PICKBRENNER, K. Revisão das isozonas de chuvas intensas do Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 635-641, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016133691>.

BIELENKI JÚNIOR, C.; BRABASSA, A. P.; MIRANDA, R. B. de; MAUAD, F. F. Determinação de curva intensidade-duração-frequência por meio do emprego do método paramétrico de ajustamento de observações. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 12, v. 19, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v19i0.44083>.

BORGES, G. M.; THEBALDI, M. S. Estimativa da precipitação máxima diária anual e equação de chuvas intensas para o município de Formiga, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 891-902, 2016. DOI:10.4136/ambi-agua.1823.

CALDEIRA, T. L.; BESKOW, S.; MELLO, C. R. de; VARGAS, M. M.; GUEDES, H. A. S.; FARIA, L. C. Daily rainfall disaggregation: an analysis for the Rio Grande do Sul state. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 3, p. 1-21, 2015.

- CAMPOS, A. R.; SANTOS, G. G.; SILVA, J. B. L.; IRENE FILHO, J.; LOURA, D. de S. Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 488-498, 2014.
- CAMPOS, A. R.; SANTOS, G. G.; ANJOS, J. C. R. dos; ZAMBONI, D. C. S.; MORAES, J. M. F. Equações de intensidade de chuvas para o estado do Maranhão. **Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 5, p. 435-447, 2015.
- COELHO FILHO, J. A. P.; MELO, D. C. de R.; ARAÚJO, M. de L. M. Estudo de chuvas intensas para a cidade de Goiânia/GO por meio da modelação de eventos máximos anuais pela aplicação das distribuições de Gumbel e Generalizada de Valores Extremos. **Ambiência**, v. 13 n. 1, p. 75-88, 2017. DOI:10.5935/ambiencia.2017.01.05.
- DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S. Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para pelotas-RS. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 245-255, 2008.
- FECHINE SOBRINHO, V.; RODRIGUES, J. O.; MENDONÇA, L. A. R.; ANDRADE, E. M. de; TAVARES, P. R. L. Desenvolvimento de equações Intensidade-Duração-Frequência sem dados pluviográficos em regiões semiáridas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 727-734, 2014.
- FREIRE, F. G. C.; OLIVEIRA, A. M. de P.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; BATISTA, R. O.; SANTOS, W. de O.; BARRETO, H. B. F. Estudo das precipitações máximas para o município de Mossoró-RN, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 1, p. 3-7, 2012.
- GARCIA, S. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; STOPA, W. H. Determinação da equação intensidade-duração-frequência para três estações meteorológicas do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 575-581, 2011.
- GRUPO DE PESQUISAS EM RECURSOS HÍDRICOS-GPRH. **Plúvio 2.1**, 2006. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=293190>. Acesso em: 01 jun. 2017.
- INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-itapicuru/>. Acesso em: 01 jun. 2017.
- MARTINOTTO, T. T.; BERTOLDI, L.; SANTOS, A. T. dos; LEZONIER, L. S. Análise hidrológica da região de São Miguel do Oeste para obtenção de uma equação de chuvas intensas (IDF). **Unoesc & Ciência - ACET**, v. 7, n. 2, p. 145-154, 2016.
- OLIVEIRA, L. F. C. de; ANTONINI, J. C. dos A.; GRIEBELER, N. P. Estimativas de chuvas intensas para o estado de Goiás. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 22-33, 2008.
- PASSOS, M. L. V.; RAPOSO, A. B.; MENDES, T. J. Análise de eventos pluviométricos extremos no município de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1476-1483, 2017. DOI: 10.7127/rbai.v11n300502.
- PENNER, G. C.; LIMA, M. P. Comparação entre métodos de determinação da equação de chuvas intensas para a cidade de Ribeirão Preto. **Geociências**, v. 35, n. 4, p. 542-559, 2016.
- RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M. de; OLIVEIRA, T. S. de; LOBATO, F. A. de O. Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para as localidades de Fortaleza e Pentecoste, Ceará. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 511-519, 2008.
- SCHARDONG, A.; SRIVASTAV, R. K.; SIMONOVIC, S. P. Atualização da equação intensidade-duração-frequência para a cidade de São Paulo sob efeito de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p. 176-185, 2014. DOI: 10.21168/rbrh.v19n4.p176-185.
- SILVA, D. D. da; GOMES FILHO, R. R.; PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F. de. Chuvas intensas no Estado da Bahia Chuvas intensas no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 362-367, 2002.
- TEODORO, P. E.; NEIVOCK, M. P.; MARQUES, J. R. F.; FLORES, A. M. F.; RODRIGUES, C. C. B. Influência de diferentes coeficientes de desagregação na determinação de equações IDF para Aquidauana/MS. REEC - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 9, n. 2, p. 1-9, 2014. DOI: 10.5216/reec.v9i2.28701.