

Estephane Cristina de Faria Abreu
Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: estepfaria@gmail.com

Italoema Pinheiro Bello
Mestranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: italoemapb@hotmail.com

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira
Professor Titular do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. E-mail: coutinho@deg.ufla.br

Camila Silva Franco
Professora Adjunta do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. E-mail: camila.sfranco@deg.ufla.br

HIETOGRAMAS OBTIDOS A PARTIR DE RELAÇÕES IDF PARA AS MESORREGIÕES SUL/SUDOESTE E CAMPO DAS VERTENTES, MG

Resumo: Os hietogramas são representações da distribuição temporal da precipitação pluvial, importantes na entrada dos modelos chuva-vazão empregados no dimensionamento de obras hidráulicas. O conhecimento do padrão da chuva é essencial para que estruturas hidráulicas sejam dimensionadas de forma a se evitar acidentes relacionados às inundações nas áreas urbanas. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho gerar os hietogramas pelo método dos blocos alternados, empregando as relações IDF (intensidade-duração-frequência) ajustadas para algumas localidades de Minas Gerais. As relações IDF foram adquiridas utilizando-se a técnica da desagregação das precipitações máximas anuais de um dia, obtidas no banco de dados de chuvas do sistema Hidroweb. Posteriormente, foi feita a análise frequencial das chuvas intensas, empregando para tal a distribuição de Gumbel, com a finalidade de se obter as probabilidades dos eventos extremos associados a diferentes períodos de retorno. Por fim, empregando o método dos blocos alternados, foram gerados os hietogramas de projeto para os padrões adiantado, centralizado e atrasado. Para todas as estações pluviométricas empregadas neste estudo, obteve-se um ajuste satisfatório da relação IDF, demonstrando confiabilidade da sua utilização na geração dos hietogramas de projeto. Os hietogramas gerados apresentaram padrões semelhantes, com bom desvio padrão (0,37 mm) com amplitude entre a maior e a menor lâmina precipitada máxima de 1,11 mm, demonstrando que a região avaliada pode ser considerada hidrológicamente homogênea. Para a estação de Alfenas, observou-se a maior lâmina precipitada (5,79 mm) enquanto que, para a estação de Pouso Alegre foi a que apresentou a menor lâmina precipitada (4,68 mm).

Palavras-chave: Chuvas intensas. Drenagem urbana. Desagregação de chuva. Relação intensidade-duração-frequência.

RAINFALL INTENSITY CURVES OBTAINED FROM IDF RELATIONS FOR THE SOUTH / SOUTHWESTERN AND CAMPO DAS VERTENTES REGIONS, MG

Abstract: The rainfall intensity curves are representations of the temporal distribution of rainfall, important in the entry of rain-flow models used in the design of hydraulic works. Knowledge of the rainfall pattern is essential for hydraulic structures to be dimensioned so as to avoid flood-related accidents in urban areas. In this context, the objective of this work was to generate rainfall intensity curves by the alternating

blocks method, using the IDF (intensity-duration-frequency) relations adjusted for some localities of Minas Gerais. The IDF relations were obtained using the technique of disaggregation of the annual maximum maximum precipitations obtained in the Hidroweb rainfall database. Subsequently, the frequency analysis of intense rains was carried out, using the Gumbel distribution, in order to obtain the probabilities of extreme events associated to different return periods. Finally, using the alternating blocks method, the design logs for the advanced, centralized and delayed patterns were generated. For all the rainfall stations used in this study, a satisfactory adjustment of the IDF ratio was obtained, demonstrating reliability of its use in the generation of project hybrids. The generated rainfall intensity curves presented similar patterns, with a standard deviation of 0.37 mm with one of the amplitude between the largest and the smallest precipitated maximum leaf (1.11 mm), demonstrating that the region evaluated can be considered hydrologically homogeneous. For the Alfenas station, the largest precipitated blade (5.79 mm) was observed, while for the Pouso Alegre station it was the one with the smallest precipitated blade (4.68 mm).

Keywords: Storms. Urban drainage. Disaggregation of rain. Intensity-duration-frequency relationship.

Recebido em: 12/08/2018 - Aprovado em: 05/09/2018 - Disponibilizado em: 25/11/2018

INTRODUÇÃO

O avanço do uso e ocupação do solo em áreas urbanas e rurais exige o planejamento correto de obras de engenharia, sendo de suma importância a análise de diversas variáveis ambientais relacionadas à área a ser ocupada (ALVES, FERREIRA, 2013; CORRÊA, SILVA, 2015).

As chuvas intensas elevam o risco de erosão do solo, de perdas agrícolas e acarretam problemas em reservatórios (ARAÚJO et al., 2008). Além disso, quando há condições de relevo movimentado, características do solo

adversas, uso e manejo dos solos inadequados, tornam as características das precipitações intensas mais significativas (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010). Conhecer as características das chuvas, como a sua intensidade, duração e frequência ou probabilidade de ocorrência, é imprescindível em projetos de drenagem urbana e rural e obras hidráulicas, como barragens, bueiros e projetos de irrigação evitando a implantação de estruturas inadequadas (SILVA; OLIVEIRA, 2017).

Uma forma de caracterizar a variabilidade temporal das precipitações

pluviais é pela análise dos registros pluviográficos. Porém, estes registros são escassos na maioria das regiões de importância urbana, industrial e agrícola, tornando difícil o acesso de informações hidrométricas (MACHADO et al., 2014). Portanto, para contornar este problema são utilizados registros pluviométricos (BACK, GONÇALVES, 2017, LUCAS ET AL., 2013).

Para se utilizar a rede de pluviômetros existentes no estudo de precipitações máximas, foram ajustadas metodologias matemáticas em cada localidade para obtenção da relação intensidade-duração-frequência a partir das séries históricas (BORGES, THEBALDI, 2016; DAMÉ et al., 2014). As metodologias se baseiam em gerar chuvas com menores durações de forma a estimar as intensidades das precipitações correspondentes (PASSOS, RAPOSO, MENDES, 2017, BASSO et al., 2016, MARTINOTTO et al., 2016). Um dos métodos mais utilizados é o da desagregação da chuva de um dia do Dae-Cetesb (1980). A partir dessa metodologia, são aplicados modelos de distribuição de probabilidade para avaliar a frequência de ocorrência das chuvas, permitindo, assim, a obtenção da relação IDF. Uma vez ajustadas as relações, pode-se utilizar os resultados na

elaboração de padrões de chuvas de projeto, servindo de entrada em modelos de simulação de chuva-vazão (RANGEL, HARTWIG, 2017, PEREIRA, DUARTE, SARMENTO, 2017). Deste modo, a partir dos valores de intensidades máximas das precipitações são definidos os hietogramas de projeto que indicam como a chuva é distribuída no tempo (ABREU, ANGELINI SOBRINHA, BRANDÃO, 2017, GUASSELLI et al., 2016).

O hietograma é uma representação gráfica da distribuição temporal de uma chuva isolada, que permite a extração de informações importantes sobre as chuvas para as quais as obras devem ser projetadas (BEMFICA; GOLDENFUN; SILVEIRA, 2000). Dentre os métodos existentes na literatura, foi utilizado neste trabalho os Blocos Alternados (DAMÉ et al., 2009). Na obtenção do hietograma, faz-se necessário a análise dos dados de chuvas das estações pluviométricas, tais como: os eventos extremos; a distribuição frequencial desses eventos; a verificação da aderência de modelos de probabilidade; a estimativa dos valores extremos associados aos períodos de retorno e aplicação dos modelos de construção dos hietogramas (ALAMY FILHO et al., 2017, REZENDE, ALAMY FILHO, 2017). Sendo assim, este trabalho é essencial para análise de cheias em bacias

hidrográficas, para a estimação de vazão de projeto e para o dimensionamento correto de obras de drenagem, além de contribuir na preservação da qualidade de

vida, prevenção de acidentes e diminuição de gastos com estruturas mal dimensionadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram empregados os registros de estações pluviométricas das estações pluviométricas da rede da Agência Nacional das Águas, disponíveis no sistema Hidroweb, dos municípios de

Pouso Alegre, Poços de Caldas, Passos, Alfenas, Itajubá, Guaxupé, Três Corações e Três Pontas situadas na Mesoregião Sul do estado de Minas Gerais e de Lavras localizada no Campo das Vertentes (Tabela 1).

Tabela 1. Informações sobre as estações pluviométricas empregadas

Estação	Código	Latitude	Longitude	Precipitação total média anual (mm)	Intervalo observado (anos)
Poços de Caldas	2146048	-21,78	-46,55	1382,18	1941-1951; 1956-1970; 1979-1981; 1983-1985; 1992-1998
Pouso Alegre	2245077	-22,14	-45,57	1306,38	1941-1963; 1965; 1967-2002; 2007-2017
Três Corações	2145003	-21,72	-45,26	1325,45	1941-1946; 1948; 1969-2017
Três Pontas	2145043	-21,36	-45,5	1217,19	1983-1999; 2001-2017
Passos	2046000	-20,72	-46,62	1182,42	1941-1943; 1949-1962
Itajubá (Inmet)	2245073	-22,43	-45,45	1201,66	1941-1944; 1946-1965; 1967-1969
Alfenas	2145042	-21,45	-45,94	1257,61	1983-2017
Lavras (Usina Couro do Cervo)	2145007	-21,34	-45,17	1295,55	1941-1956; 1958-1965; 1967-1968; 1970-1985; 1987-1995; 1997-2012; 2014-2017
Guaxupé	2146026	-21,29	-46,7	1288,42	1912-1927; 1936; 1938; 1940; 1942-1944; 1969-1998; 2009

Para a escolha das estações foram selecionadas as que continham menor número de falhas e com mais de 15 anos de observações diárias. Foram retirados os anos que continham falhas e posteriormente, para cada estação, foi obtida uma série anual de valores

extremos de chuvas. As séries históricas podem conter valores de precipitações máximas diárias atípicas que podem influenciar no ajuste dos dados. Desta forma, através do Excel[®], foi feita a remoção de outliers por meio do gráfico box-plot que apresenta limites inferior e

superior, o primeiro e terceiro quartil, e a mediana mostrando a distribuição dos dados. As medidas de posição (quartis) e a mediana são representadas por porcentagens de dados amostrais (25%, 50% e 75%), sendo que, o primeiro quartil (Q1) deixa 25% dos dados abaixo dele, a mediana (Q2) deixa 50% dos dados abaixo dela e o terceiro quartil (Q3) deixa 75% dos dados abaixo dele.

A partir das chuvas máximas diárias anuais, foi utilizado o método da desagregação de chuvas de um dia, proposto pelo Daee-Cetesb (1980) para a obtenção das chuvas intensas com durações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos e de 1, 6, 8, 10, 12, 24 h. Com as chuvas desagregadas foram estimados os eventos máximos para cada duração para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Nesta etapa empregou-se a distribuição de probabilidade de Gumbel, com os parâmetros ajustados pelo método dos momentos. A aderência da distribuição de Gumbel aos dados observados foi verificada empregando o teste de Qui-Quadrado ao nível de 5% de significância.

Uma vez verificada a aderência da distribuição de Gumbel, foi realizado o ajuste dos parâmetros da relação IDF (Equação 1) para cada estação. Para tal, empregou-se a rotina Solver de modo a

minimizar a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados e estimados.

$$i = (K TR^a)/(t+b)^c \quad (1)$$

em que: i = intensidade média máxima (mm h^{-1}); TR = Período de retorno (ano); t = tempo de duração da chuva (min); K , a , b e c = coeficientes locais ajustados pelo método dos mínimos quadrados.

A partir do ajuste dos parâmetros da relação IDF foram calculadas as intensidades médias máximas de precipitação para intervalos de tempo de duração de 2 minutos para chuvas com duração limite de 30 e 60 minutos, fixado o período de retorno em 5 anos, comumente empregado nos projetos de microdrenagem urbana. Assim, foram definidas as chuvas de projeto para cada localidade por meio dos hietogramas centralizados, adiantados e atrasados construídos empregando a metodologia dos Blocos Alternados, conforme descrito por (SILVEIRA, 2010).

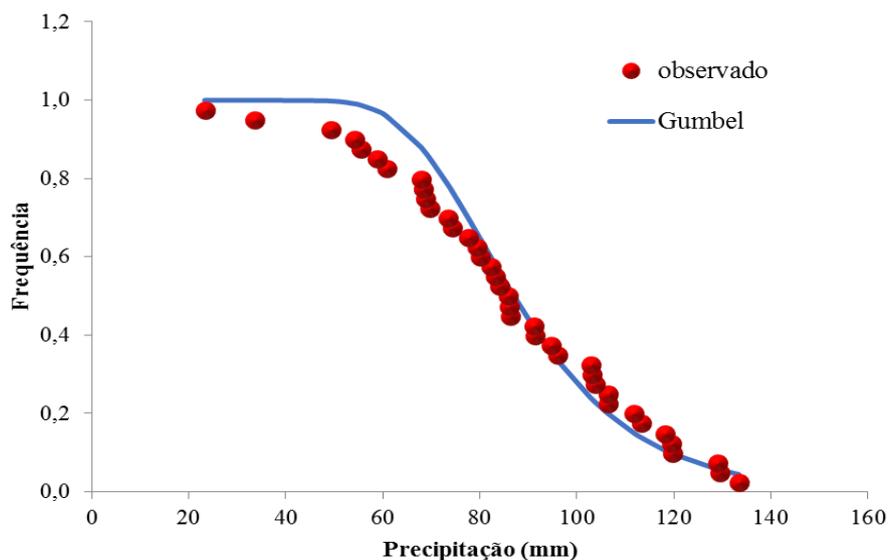
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise da distribuição frequencial das precipitações máximas diárias, para as diferentes durações, verificou-se que para todas as

estações pluviométricas avaliadas neste estudo a distribuição de Gumbel se aderiu aos dados observados, segundo o teste de Qui-quadrado para o nível de significância de 5%. Na Figura 1 está representada a

distribuição frequencial das precipitações máximas diárias observadas e a teórica obtida pela distribuição de Gumbel, para a estação de Poços de Caldas.

Figura 1 - Distribuição de frequência para chuva de 24h para a estação de Poços de Caldas, MG



Observa-se no referido gráfico a boa aderência das frequências teóricas às observadas. Comportamento semelhante foi verificado para as demais estações pluviométricas avaliadas. Resultados semelhantes foram observados por SANTOS et al. (2010); BACK et al. (2011); SOUZA et al. (2012); MELLO, VIOLA (2013); FRANCO et al. (2014), MARTINS et al. (2017) e WANDERLEY et al. (2018), justificando a utilização da distribuição de Gumbel na análise de eventos extremos.

Uma vez analisada a aderência da distribuição de Gumbel, foram ajustados os parâmetros da relação IDF para as estações pluviométricas empregadas neste trabalho (Tabela 2).

Para todas as estações obteve-se um bom ajuste das relações IDF com coeficientes de determinação (r^2) próximos de 1, o que confere uma boa precisão nas estimativas das chuvas intensas.

A Figura 2 apresenta a qualidade do ajuste dos parâmetros dos modelos para a estação de Poços de Caldas.

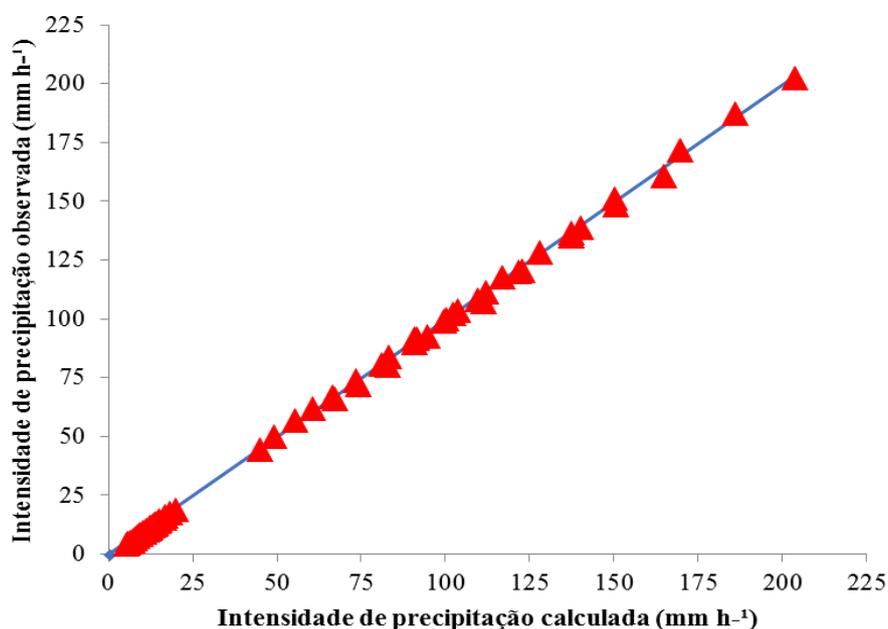
Tabela 2 - Parâmetros locais das relações IDF ajustadas para as estações pluviométricas estudadas

Estação	K	a	B	c	r ²
Poços de Caldas	777,9821	0,1320	9,7804	0,7241	0,9995
Pouso Alegre	659,0384	0,1497	9,7867	0,7243	0,9995
Três Corações	821,1875	0,1401	9,7857	0,7242	0,9995
Três Pontas	754,5470	0,1272	9,7879	0,7243	0,9996
Passos	705,7108	0,1725	9,7858	0,7242	0,9994
Itajubá (Inmet)	678,5479	0,1609	9,7852	0,7242	0,9996
Alfenas	806,9634	0,1563	9,7857	0,7243	0,9994
Lavras (Usina Couro do Cervo)	787,1966	0,1457	9,7866	0,7242	0,9996
Guaxupé	744,1840	0,1346	9,7804	0,7241	0,9995

Observa-se na referida figura que as estimativas das intensidades das chuvas para diferentes durações e períodos de

retorno, estão próximas à reta 1:1, reafirmando a boa qualidade do ajuste para esta estação.

Figura 2 - Intensidades de precipitação observadas e calculadas para a estação de Poços de Caldas



Utilizando as relações IDF, foram gerados os hietogramas de projeto para os padrões adiantado, centralizado e atrasado, que mostram o comportamento das chuvas em bacias hidrográficas, com

tempos de duração de 30 e 60 minutos, que são usualmente adotados para projetos de microdrenagem (Figuras 3 a 11).

Figura 3 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Poços de Caldas com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,38 mm

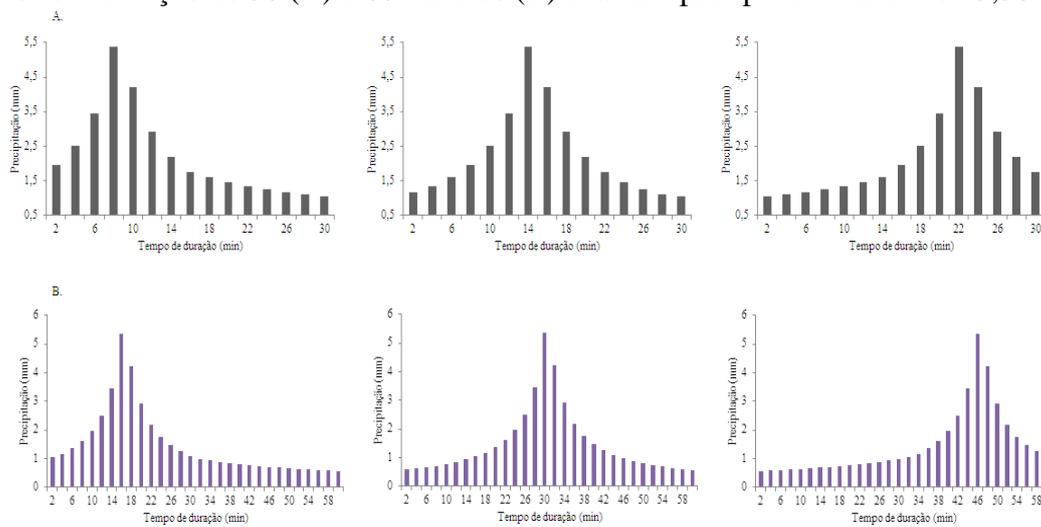


Figura 4 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Pouso Alegre com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 4,68 mm

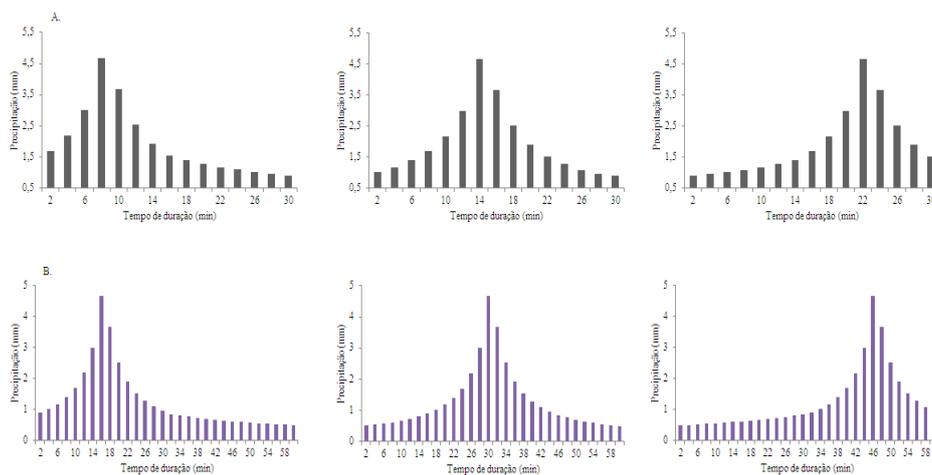


Figura 5 - Hietogramas de duração de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Três Corações com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,75 mm

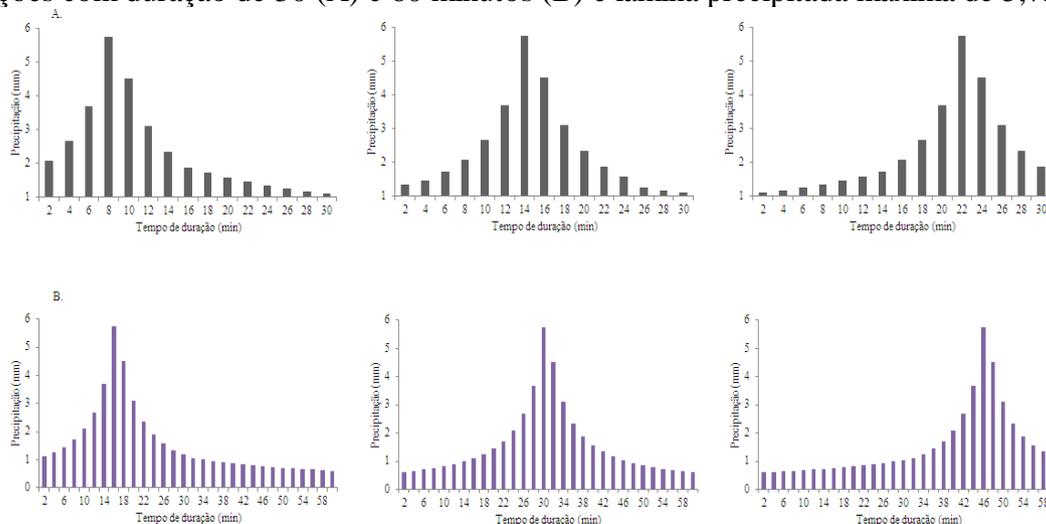


Figura 6 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Três Pontas com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,17 mm

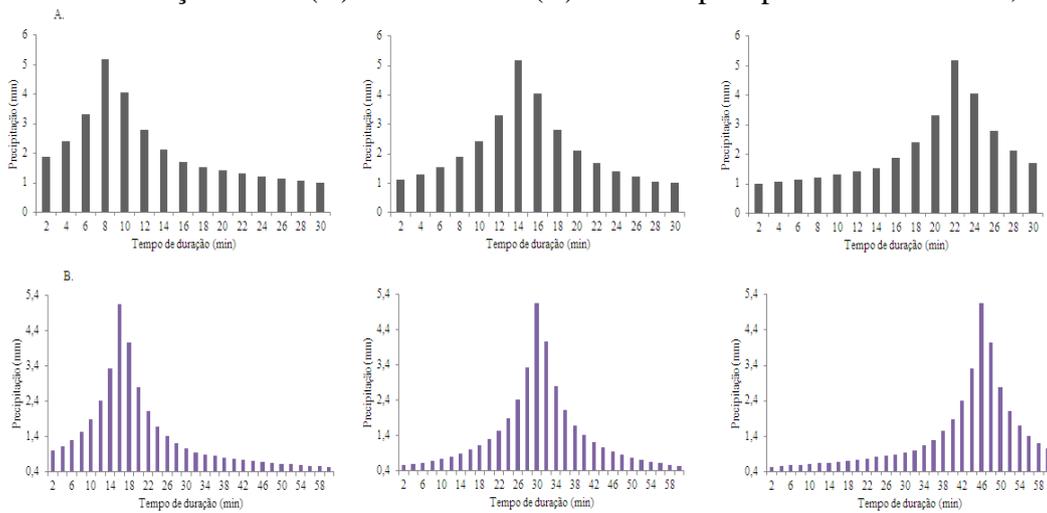


Figura 7 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Passos com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,20 mm

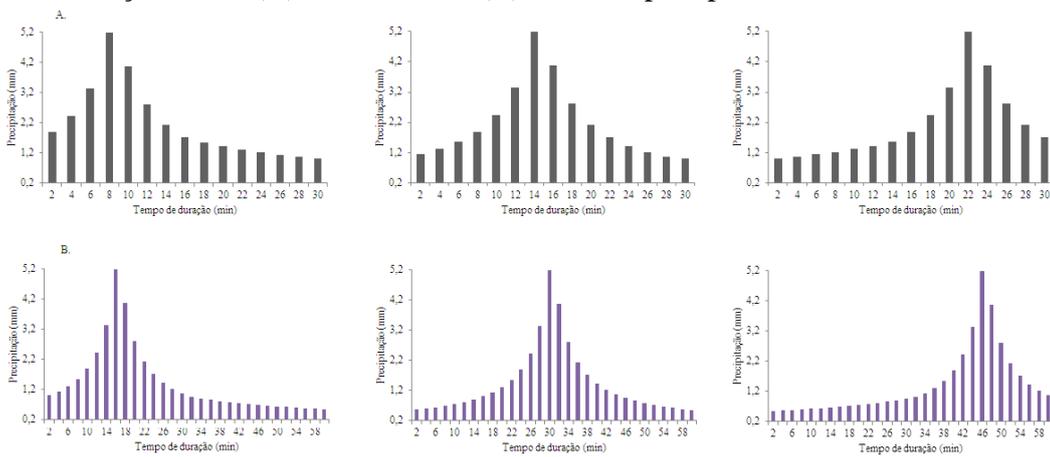


Figura 8 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Itajubá com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 4,91 mm

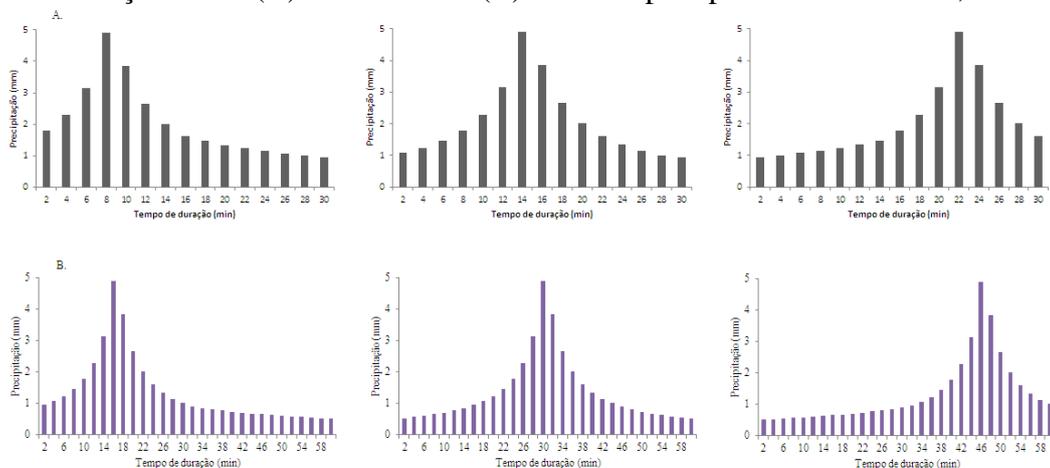


Figura 9 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Lavras (Usina Couro do Cervo) com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,56 mm

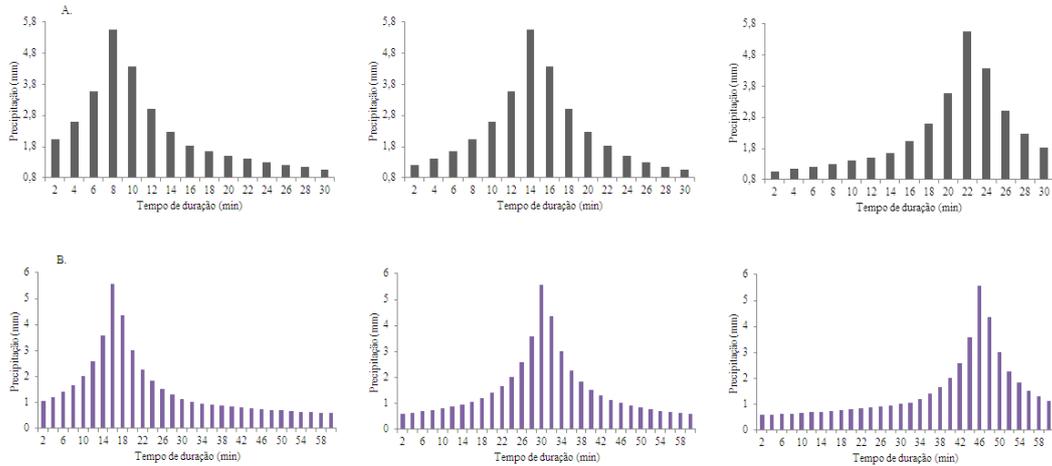


Figura 10 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Guaxupé com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,16 mm

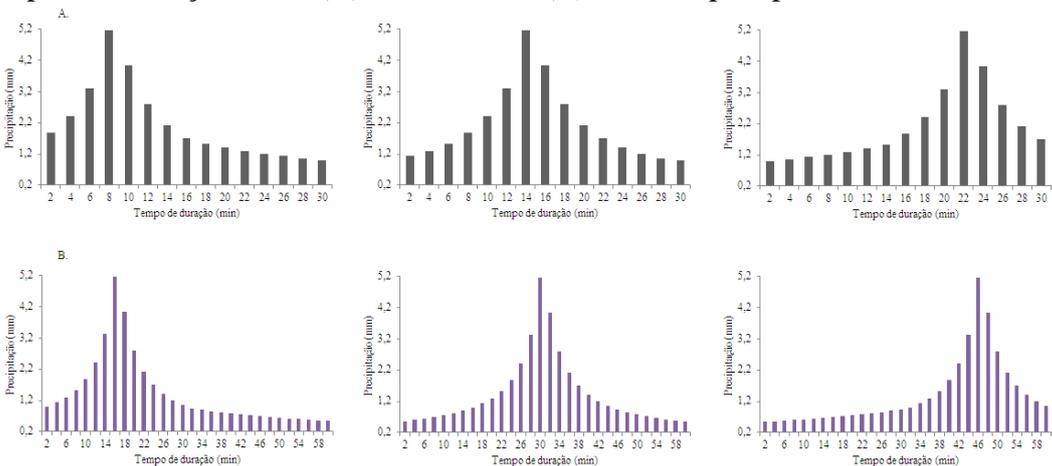
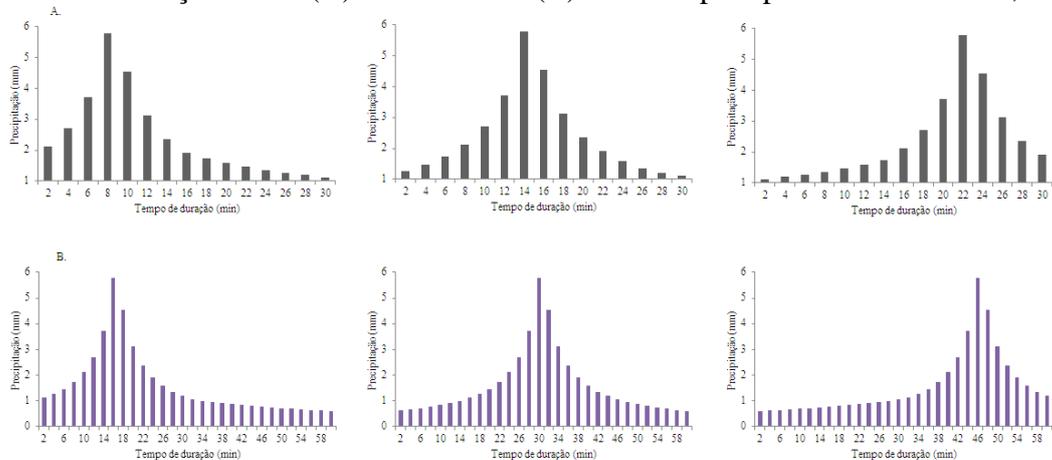


Figura 11 - Hietogramas de padrões adiantado, centralizado e atrasado da estação de Alfenas com duração de 30 (A) e 60 minutos (B) e lâmina precipitada máxima de 5,79 mm



De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que para todas as estações estudadas as precipitações médias anuais ficaram dentro da média calculada para o estado de Minas Gerais, segundo a Embrapa (2010).

Em relação ao padrão da chuva de projeto gerado, para todas as estações pluviométricas estudadas, verificou-se um comportamento semelhante, tanto para ao tempo de duração de 30 minutos quanto para ao tempo de duração de 60 minutos.

Isto se deve ao fato de as regiões em estudo possuírem características homogêneas em relação ao clima. Para confirmar a semelhança entre os hietogramas, a Tabela 3 mostra o valor obtido do desvio padrão entre as lâminas precipitadas máximas calculadas para todas as estações estudadas. Além disso, mostra a média entre as lâminas precipitadas máximas, as estações com a maior e a menor lâmina precipitada máxima e a amplitude entre estas estações.

Tabela 3 - Informações sobre as lâminas precipitadas obtidas na construção dos hietogramas

Média	5,29 mm
Desvio padrão	0,37 mm
Maior lâmina precipitada máxima (Alfenas)	5,79 mm
Menor lâmina precipitada máxima (Pouso Alegre)	4,68 mm
Amplitude	1,11 mm

De acordo com os modelos aplicados (adiantado, centralizado e atrasado), o modelo em que o pico da precipitação se encontra no final do evento, foram observadas chuvas que possivelmente irão acarretar um escoamento superficial maior em relação ao modelo em que o pico se encontra no começo do evento (ABREU, ANGELINI SOBRINHA, BRANDÃO, 2016).

A posição dos picos dos hietogramas também mostrou uma prévia

da forma de hidrogramas simulados. Desta forma, em modelos simulados de chuva-vazão, em que a intensidade de precipitação máxima ocorrer ao final do evento chuvoso, a vazão será maior em relação ao início do evento.

Segundo DAMÉ et al. (2009), há uma coerência entre os valores dos hietogramas efetivos e hidrogramas de projeto resultantes, para todos os períodos de retorno avaliados pelos autores e que os hietogramas obtidos mediante

desagregação de precipitação diária se apresentaram superestimados em relação aos obtidos, conforme a curva IDF. Souza, Crispim, Formiga (2012) empregaram no estudo comparativo dos modelos de simulação de escoamento superficial SWMM e HEC-HMS hietogramas obtidos pelo método dos blocos alternados, não verificando diferenças nos hidrogramas simulados. Com base nessa informação, pode-se inferir que os hietogramas gerados apresentam uma boa ferramenta nos modelos chuva-vazão para as estações pluviométricas avaliadas

CONCLUSÕES

O ajuste da relação IDF foi satisfatório, demonstrando confiabilidade da sua utilização na estimativa de chuvas de projeto e na implantação de obras de drenagem. Em relação aos hietogramas

gerados para as localidades estudadas, a estação de Alfenas obteve a maior lâmina precipitada máxima (5,79 mm) enquanto a estação de Pouso Alegre obteve a menor lâmina precipitada máxima (4,68 mm) em relação às demais estações. Todos os hietogramas apresentaram padrões semelhantes, de acordo com o valor baixo obtido do desvio padrão (0,37 mm) e o valor da amplitude entre a maior e a menor lâmina precipitada máxima (1,11 mm), demonstrando que a região pode ser considerada hidrológicamente homogênea. Atentando ao fato de que os hietogramas de projeto são construídos com poucos dados e de maneira simplificada, pode-se gerar sub e superestimação de dados quando aplicados em hidrogramas de cheia. Para diminuir os erros e desvios, recomenda-se comparar o método dos Blocos Alternados com outros métodos de distribuição temporal de chuvas definindo, assim, qual possui melhor aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

ABREU, F.G.; ANGELINI SOBRINHA, L.; BRANDÃO, J.L.B. Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.2, p.239-250, 2017.

ABREU, F.G.; ANGELINI SOBRINHA, L.; BRANDÃO, J.L.B. Análise da distribuição temporal das chuvas em

eventos hidrológicos extremos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.2, p.239-250, 2016.

ALAMY FILHO, J.E.; SALLA, M.R.; REIS, A.; SILVA JHUNIOR, H.C. Influência da progressiva ocupação urbana na ocorrência de áreas inundáveis. **Ciência & Engenharia**, v.26, n.2, p.21-31, 2017.

- ALVES, G.M.R.; FERREIRA, M.F.M. Uso do solo em áreas de preservação permanente (APP) na bacia do Córrego do Pântano, município de Alfenas-MG - MG. **Revista de Geografia**, v.6, n.4, p.329-337, 2016.
- ARAÚJO, L.E.; SOUSA, F.A.S.; RIBEIRO, M.A.F.M.; SANTOS, A.S.; MEDEIROS, P.C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, p.162-169, 2008.
- BACK, A.J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J.L.R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.2127-2134, 2011.
- BACK, G.; GONÇALVES, F.N. Avaliação da erosividade de chuvas para o vale do Rio Itajaí, SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v.23, p.29-42, 2017.
- 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.
- BEMFICA, D.C.; GOLDENFUN, J.A.; SILVEIRA, A.L.L. Análise da aplicabilidade de padrões de chuva de projeto a Porto Alegre. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.4, p.5-16, 2000.
- BORGES, G.M.R.; THEBALDI, M.S. Estimativa da precipitação máxima diária anual e equação de chuvas intensas para o município de Formiga, MG, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.11, n.4, p.892-902, 2016.
- CORRÊA, R.S.; SILVA, R.V.B. Ocupação urbana e degradação ambiental: ocupação, simbolismo e cidadania ambiental no bairro do Paraíso, Mosqueiro – PA. **Revista Perspectivas do Desenvolvimento: um enfoque multidimensional**, v.3, n.4, p.1-25, 2015.
- DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental 1980. Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo: DAEE-CETESB. 466p.
- DAMÉ, R.C.F.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A.; VILLELA, F.A.; SANTOS, J.P.; WINKLER, A.S. Relação intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial diária desagregada no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Engenharia Agrícola**, v.34, n.4, p.660-670, 2014.
- DAMÉ, R.C.F.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A.; TERRA, V.S.S.; ROSSKOFF, J.L.C. Hidrograma de projeto em função da metodologia utilizada na obtenção da precipitação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.46-54, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Índices Pluviométricos em Minas Gerais. Sete Lagoas, MG, 2010. 90p.
- FRANCO, C.S; MARQUES, R.F.P.V.; OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, L.F.C. Distribuição de probabilidades para precipitação máxima diária na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.735-741, 2014.
- GUASSELLI, L.A.; OLIVEIRA, G.G.; QUEVEDO, R.P.; BRUBACHER, J.P. Modelagem hidrológica e espacialização de áreas suscetíveis às inundações no município de Igrejinha, RS. **Geo UERJ**, n.28, p.353-380, 2016.

LUCAS, T.P.B.; PLEC, D.; ABREU, M.L.; PARIZZI, M.G. Identificação de interpoladores adequados a dados de chuva a partir de parâmetros estatísticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, n.9, p.7-21, 2013.

MACHADO, D.O.; ALVES SOBRINHO, T.; RIBEIRO, A.S.; IDE, C.N.; OLIVEIRA, P.T.S. Erosividade da chuva para o bioma Pantanal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19 n.2, p.195-202, 2014.

SILVEIRA, G.M. **Análise de sensibilidade de hidrogramas de projeto aos parâmetros de sua definição indireta**. 2010, 243f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, 2010.

MARTINOTTO, T.T.; BERTOLDI, L.; SANTOS, A.T.; LEZONIER, L.S. Análise hidrológica da região de São Miguel do Oeste para obtenção de uma equação de chuvas intensas (IDF). **Unoesc & Ciência**, v.7, n.2, p. 145-154, 2016.

MARTINS, D.; KRUK, N.S.; MAGNI, N.L.G.; QUEIROZ, PIB. Comparação de duas metodologias de obtenção da equação de chuvas intensas para a cidade de Caraguatatuba (SP). **Revista DAE**, n.207, p.34-49, 2017.

MELLO, C.R.; VIOLA, M.R. Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.37-44, 2013.

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.

PEREIRA, D.C.; DUARTE, L.R.; SARMENTO, A.P. Determinação da

curva de intensidade, duração e frequência do município de Ipameri – Goiás. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n.2, p.233-246, 2017.

RANGEL, E.M.; HARTWIG, M.P. Análise das curvas de intensidade-duração-frequência para a cidade de Pelotas através de uma função de desagregação. **Revista Thema**, v.14, n.1, p.63-77, 2017.

REZENDE, G.B.M.; ALAMY FILHO, J.E. Estimativa de áreas de inundação: modelo hidrológico e hidráulico para uma sub-bacia de Rio Verde – GO. **ENGEVISTA**, v.19, n.4, p.839-861, 2017.

SANTOS, G.G.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, L.F.C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.115–123, 2010.

SANTOS, W.O.; MESQUITA, F.O.; BATISTA, B.D.O.; BATISTA, R.O.; ALVES, A.S. Precipitações máximas para o município de Mossoró de 1964 a 2011 pela distribuição de Gumbel. **Irriga**, v.19, n.2, p.207-213, 2014.

SILVA, C. B.; OLIVEIRA, L.F.C. Relação intensidade-duração-frequência de chuvas extremas na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.20, n.13, p.267-283, 2017.

SOUZA, R.O.R.M.; SCARAMUSSA, P.H.M.; AMARAL, M.A.C.M.; NETO, J.A.P.; PANTOJA, A.V.; SADECK, L.W.R. Equações de chuvas intensas para o estado do Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.999-1005, 2012.

SOUZA, R.M.; CRISPIM, D.C.; FORMIGA, K.T.M. Estudo comparativo

entre os modelos SWMM e HEC-HMS
para simulação de escoamento superficial
– caso de estudo bacia
do Córrego Samambaia. **Revista
Eletrônica de Engenharia Civil**, v.5, n.2,
p.1-11, 2012.

WANDERLEY, L.S.A.; NÓBREGA,
R.S.; MOREIRA, A.B.; ANJOS, R.S.;
ALMEIDA, C.A.P. As chuvas na cidade
do Recife: uma climatologia de extremos.
Revista Brasileira de Climatologia,
v.22, n.14. p.149-164,2018.