



Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul

Glenio G. Santos¹, Cícero C. de Figueiredo², Luiz F. C. de Oliveira³ & Nori P. Griebeler⁴

RESUMO

A ausência de equações de chuvas intensas para o Estado do Mato Grosso do Sul e a necessidade de maior segurança na elaboração de projetos e dimensionamento de obras hidráulicas, foram o alicerce para, com este estudo, se obtivessem e espacializassem as relações de intensidade, duração e frequência de precipitações para o Estado. Utilizou-se, então, da metodologia da desagregação da chuva de 24 h e se utilizaram dados pluviométricos consistidos de 109 estações disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas. As equações de chuvas intensas apresentaram bom ajuste, com coeficientes de determinação acima de 0,99 para todas as localidades estudadas. Os parâmetros ajustados apresentaram alta variabilidade resultando em grandes diferenças nos valores de precipitações intensas esperadas para as diferentes localidades. A espacialização permitiu boa visualização das diferenças evidenciando maiores intensidades esperadas na região centro-norte e as menores intensidades nas regiões sudeste e sudoeste do Estado. Os resultados demonstram a importância da obtenção da equação de intensidade-duração-frequência para cada localidade e sua utilização para a realização de estudos e projetos hidráulicos.

Palavras-chave: drenagem, estação pluviométrica, hidrologia, precipitação pluvial

Intensity-duration-frequency of rainfall for the State of Mato Grosso do Sul

ABSTRACT

Rain intensity data are necessary to increase security of hydraulic projects. The objective of this study was to determine the rain storm equations and the spatial distribution of rain intensity for the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. The equations were obtained by disaggregation of 24 h rain data from 109 pluviometric stations available in the National Water Agency (ANA) data bank. These equations resulted in coefficients of determination above 0,99 for all localities. The adjusted parameters showed high variability, resulting from different rain intensities in different places of the State. The interpolation of data allowed good visualization of the differences, evidencing higher intensities of rains in the central and northern regions and lower intensities in the southeastern and southwestern regions of the State. These results demonstrated the importance of intensity-duration-frequency relationship and its use for studies and hydraulic projects based on data from each place.

Key words: drainage, hydrology, pluviometric station, rainfall

¹ Doutorando, PPGA-EA/UFMG. Rodovia Goiânia-Nova Veneza, km zero, CP 131, CEP 74.001-970. Goiânia, GO. Fone (62) 3521-1542. E-mail(s): gleniogm@gmail.com;

² UnB, CEP 70910-900. Brasília, DF. Fone: (61) 3307-2801. E-mail: cicerocf@unb.br

³ UFLA, Pesquisador em Produtividade do CNPq. Fone (35) 3829-1481. E-mail: lfc@ppq.cnpq.br

⁴ EA/UFMG. Fone (62) 3521-1534. E-mail: griebeler@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A caracterização da variabilidade temporal das chuvas intensas é, ao longo de sua duração, imprescindível para quantificar adequadamente os efeitos ocasionados, de modo especial, ao controle do escoamento superficial em áreas urbanas e rurais (Cruciani et al., 2002; Beijo et al., 2003). A relação intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas intensas, tem sido usada como ferramenta importante na previsão de eventos extremos empregados na elaboração de obras de drenagem, nos mais diversos campos da engenharia. Normalmente, essas relações são representadas por modelos matemáticos gerados a partir de uma série de dados pluviográficos obtidos para cada localidade.

Genovez & Zuffo (2000) após ampla revisão sobre os métodos de estimativa de chuvas intensas para o Estado de São Paulo, concluíram que os métodos que se baseiam nas relações entre chuvas intensas de diferentes durações têm validade regional. Ainda de acordo com os autores, para estimativas locais é conveniente se estabelecer novos coeficientes relacionados às características locais dos microclimas.

Alguns pesquisadores se têm dedicado à tarefa de gerar informações regionalizadas para estados que tenham estações com séries contínuas de dados. O trabalho clássico de estudos de chuvas intensas no Brasil foi publicado por Pfafstetter (1957). Na literatura, os mais recentes são os de Pinto et al. (1999) e Mello et al. (2003) para o Estado de Minas Gerais, Costa & Brito (1999) para o Estado de Goiás e duas cidades de Tocantins, Silva et al. (1999a, 1999b, 2002, 2003) para os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Tocantins e Oliveira et al. (2005, 2008) para o Estado de Goiás e Distrito Federal.

A dificuldade da geração dos modelos que descrevem a relação IDF, se resume na disponibilidade dos registros pluviográficos e na baixa densidade desses registros no território brasileiro; além disso, a metodologia para sua obtenção exige um exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de grande quantidade de pluviogramas (Cecílio & Pruski, 2003). Por outro lado, existe uma vasta rede pluviométrica instalada principalmente para atender ao setor de geração de energia elétrica (Oliveira et al., 2005).

Algumas metodologias foram desenvolvidas no Brasil para a obtenção de chuvas de menor duração a partir de registros pluviométricos diários, pelo emprego de coeficientes multiplicativos, dentre as quais estão a das isozonas e da desagregação da chuva de 24 h (Oliveira et al., 2005). Barbosa et al. (2000) empregaram a metodologia da desagregação de chuvas de 24 h para algumas localidades do Estado de Goiás, a qual se mostrou adequada, com valores de desvios menores que 14,4%, quando comparados com as relações intensidade-duração-frequência geradas por Costa & Brito (1999), que recomendaram o uso da metodologia em localidades em que não há disponibilidade de registros pluviográficos. Oliveira et al. (2005) ajustaram, para algumas localidades do Estado de Goiás e Distrito Federal, a relação intensidade-duração-frequência empregando o método de desagregação de chuvas de 24 h. Os resultados obtidos pelas relações ajustadas apre-

sentaram desvios relativos médios que variaram de -1,6 a 43,9%.

Em razão da carência de equações de chuvas intensas para o Estado do Mato Grosso do Sul e da necessidade de maior segurança na elaboração de projetos e dimensionamento de obras hidráulicas propôs-se, neste estudo, a obtenção e a espacialização das relações de intensidade, duração e frequência de precipitações para este Estado, utilizando-se a metodologia da desagregação da chuva de 24 h.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se séries históricas de dados pluviométricos diários do Estado do Mato Grosso do Sul, obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007). Os dados foram submetidos a uma análise de consistência e eliminados postos cujas séries apresen-

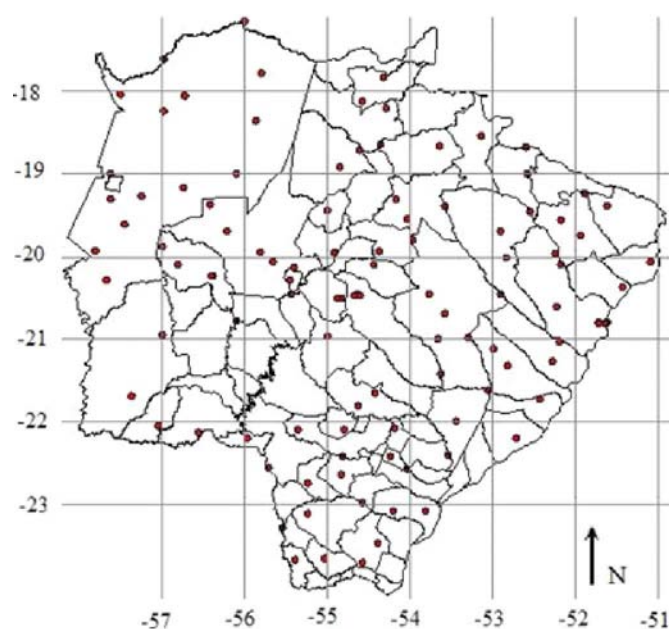


Figura 1. Distribuição espacial dos postos pluviométricos no Estado do Mato Grosso do Sul

Tabela 1. Coeficientes de desagregação da chuva de 24 h de duração

Duração	Coefficientes
24h 24h ⁻¹	1,14
12h 24h ⁻¹	0,85
10h 24h ⁻¹	0,82
8h 24h ⁻¹	0,78
6h 24h ⁻¹	0,72
1h 24h ⁻¹	0,42
30 min h ⁻¹	0,74
25 min h ⁻¹	0,91
20 min h ⁻¹	0,81
15 min h ⁻¹	0,70
10 min h ⁻¹	0,54
5 min h ⁻¹	0,34

Fonte: DAEE/CETESB (1980)

tavam menos de 15 anos de observações completas, resultando em 109 postos (Figura 1). Para cada estação foram montadas as séries históricas dos valores máximos anuais.

As chuvas extremas de 24 h de duração foram desagregadas em chuvas de menor duração, empregando-se a metodologia proposta pelo DAEE-CETESB (1980); obtiveram-se, então, as séries anuais para as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, e 30 min e de 1, 6, 8, 10, 12 e 24 h, pelo emprego dos coeficientes multiplicativos, apresentados na Tabela 1.

Para cada série de valores extremos e diferentes tempos de duração verificou-se, pelo teste de Kolmogorov-Sminorv, para um nível de significância de 1%, a aderência dos dados observados à distribuição de Gumbel (Eq. 1).

$$h_{TR} = a - b \ln \left[\ln \left(\frac{T_R}{T_R - 1} \right) \right] \quad (1)$$

em que:

h_{TR} - altura pluviométrica associada a um período de retorno T_R , mm

a e b - parâmetros da distribuição de Gumbel, obtidos pelo método dos momentos (Eqs. 2 e 3)

$$E(h) = a + 0,577b \quad (2)$$

$$VAR(h) = 1,645b^2 \quad (3)$$

em que:

$E(h)$ - valor esperado estimado pela média dos valores máximos anuais

$VAR(h)$ - variância dos valores máximos anuais, estimada a partir da série de dados

Após a verificação da aderência dos dados à distribuição de Gumbel, para cada série de duração de chuva, realizaram-se as estimativas das chuvas máximas para diferentes períodos de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos). Com os valores estimados de chuvas máximas para diferentes tempos e períodos de retorno, estimaram-se os parâmetros utilizados nas equações que expressam as relações IDF, para cada estação, pelo método dos mínimos quadrados, conforme a Eq. 4:

$$i_{\max} = \frac{KTR^a}{(t+b)^c} \quad (4)$$

em que:

i - intensidade máxima média, mm h^{-1}

TR - período de retorno, anos

t - tempo de duração da chuva, min

K, a, b e c - coeficientes locais ajustados pelo método dos mínimos quadrados

A espacialização dos dados de intensidade de precipitação esperados, foi realizada no software Surfer, com o interpolador inverso da potência da distância (IPD), com expoente dois e seis postos como limite de abrangência. Considerou-se, para a espacialização, um período de retorno de 15 anos com duração de precipitações de 30, 360, 720 e 1440 min, respectivamente. Os resultados obtidos com a interpolação foram importados no software Idrisi permitindo,

assim, a geração das imagens e a visualização da distribuição de chuvas intensas no Estado, considerando-se os parâmetros utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as localidades estudadas a distribuição de Gumbel mostrou-se adequada para representar as estimativas dos valores das intensidades das chuvas, no nível de 1% de significância, pelo teste de Kolmogorov-Sminorv. A Figura 2 apresenta os valores observados e estimados pela distribuição de Gumbel para a estação localizada no município de Corumbá e diferentes tempos de duração.

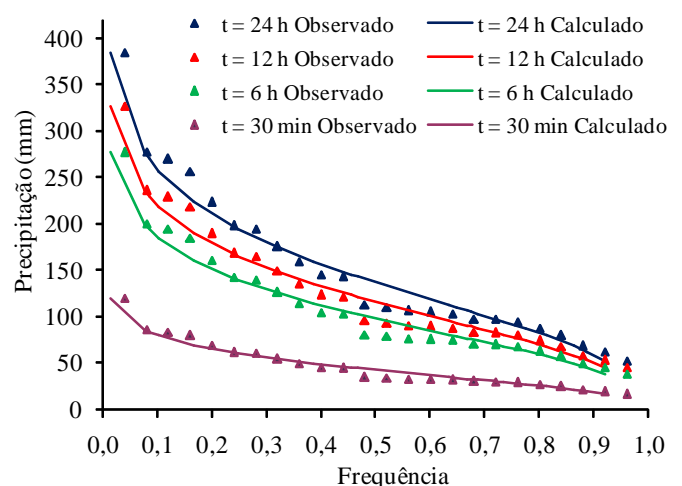


Figura 2. Precipitações observadas e estimadas pela distribuição de Gumbel, para o tempo de 1440, 720, 360 e 30 min em estação pluviográfica, no município de Corumbá

A Tabela 2 apresenta as estimativas dos parâmetros ajustados para as relações IDF para diversas localidades no Estado do Mato Grosso do Sul, verificando-se bom ajuste das equações de intensidade-duração-frequência (valores de r^2 acima de 99% para todas as localidades estudadas).

Pode-se observar, na Tabela 2, grande variação nos coeficientes das relações IDF. O parâmetro "a", por exemplo, variou de 0,0976 na localidade de Costa Rica a 0,2223 em Corumbá. Os valores de K variaram de 663,2850 (Três Lagoas) a 1.443,4440 (Corumbá), sendo que para os postos avaliados no município de Três Lagoas as variações foram da ordem de 69,34% e nos postos avaliados no município de Corumbá, as variações foram de 62,29%; esses resultados indicam grande variação nas intensidades de precipitação esperadas para as diferentes regiões do Estado, conforme visualizado na Figura 3; esta variabilidade, por sua vez, reforça os resultados obtidos por Silva et al. (2003) e Oliveira et al. (2005), mostrando a grande importância na obtenção das relações intensidade-duração-frequência para cada local específico.

A Figura 3 mostra a distribuição espacial de chuvas com intensidade máxima de 30, 360, 720 e 1440 min, sendo que precipitações entre 80 e 100 mm h^{-1} (Figura 3A) predominam para

Tabela 2. Coeficientes K, a, b e c das equações de chuvas intensas ajustadas para várias localidades no Estado de Mato Grosso do Sul e respectivos coeficientes de determinação (r^2)

N° da Estação	Município	Latitude	Longitude	K	a	b	c	r^2
2052002	Água Clara	20° 26' 42"	52° 54' 05"	882,8770	0,1593	10	0,7419	0,9991
2052003	Água Clara	20° 01' 00"	52° 50' 00"	928,7530	0,1587	10	0,7419	0,9992
1952001	Água Clara	19° 40' 41"	52° 53' 47"	909,0756	0,1735	10	0,7419	0,9990
1953000	Água Clara	19° 22' 36"	53° 34' 08"	932,3951	0,1763	10	0,7419	0,9990
1953003	Água Clara	19° 22' 36"	53° 34' 08"	917,4872	0,1436	10	0,7419	0,9993
2355001	Amambai	23° 15' 54"	55° 31' 33"	947,5453	0,1401	10	0,7419	0,9993
2355002	Amambai	23° 38' 56"	55° 23' 29"	997,9758	0,1327	10	0,7419	0,9980
2355000	Amambai	23° 05' 58"	55° 14' 27"	1.137,1040	0,1512	10	0,7419	0,9992
2055002	Anastácio	20° 26' 53"	55° 25' 39"	1.040,8780	0,1793	10	0,7419	0,9989
2252000	Anaurilândia	22° 10' 54"	52° 43' 01"	944,7132	0,1403	10	0,7419	0,9993
2255002	Antônio João	22° 11' 08"	55° 56' 31"	1.127,1970	0,1490	10	0,7419	0,9992
2051046	Aparecida Taboado	20° 04' 04"	51° 06' 11"	726,9420	0,1465	10	0,7419	0,9993
2055003	Aquidauana	20° 17' 29"	55° 26' 41"	945,1480	0,1699	10	0,7419	0,9990
2055001	Aquidauana	20° 07' 37"	55° 23' 34"	1.042,5570	0,1828	10	0,7419	0,9989
2055004	Aquidauana	20° 04' 13"	55° 38' 39"	1.085,1760	0,1688	10	0,7419	0,9990
1755004	Aquidauana	17° 10' 00"	55° 59' 00"	906,3585	0,1674	10	0,7419	0,9983
1955000	Aquidauana	19° 56' 35"	55° 47' 32"	1.155,5800	0,1851	10	0,7419	0,9989
1956003	Aquidauana	19° 40' 41"	56° 12' 15"	950,8237	0,1330	10	0,7419	0,9994
1956008	Aquidauana	19° 21' 33"	56° 24' 23"	918,3326	0,1246	10	0,7419	0,9994
1954005	Bandeirantes	19° 55' 04"	54° 21' 31"	933,0394	0,1644	10	0,7419	0,9991
2152001	Bataguassu	21° 42' 57"	52° 26' 14"	925,9770	0,1553	10	0,7419	0,9992
2256001	Bela Vista	22° 06' 32"	56° 31' 35"	1.107,8990	0,1386	10	0,7419	0,9993
2056003	Bonito	20° 45' 43"	56° 05' 28"	931,7510	0,1365	10	0,7419	0,9993
2152000	Brasilândia	21° 01' 00"	52° 11' 00"	823,0000	0,1336	10	0,7419	0,9994
2053004	Brasilândia	20° 57' 39"	53° 17' 16"	835,9880	0,1502	10	0,7419	0,9992
2152016	Brasilândia	21° 06' 00"	52° 59' 00"	847,6180	0,1472	10	0,7419	0,9993
2152005	Brasilândia	21° 17' 42"	52° 48' 37"	847,8130	0,1219	10	0,7419	0,9994
2152014	Brasilândia	21° 14' 54"	52° 17' 17"	903,2330	0,1499	10	0,7419	0,9992
2254000	Caarapó	22° 37' 27"	54° 49' 28"	860,9938	0,1403	10	0,7419	0,9993
2354002	Caarapó	22° 58' 13"	54° 33' 48"	928,9664	0,1525	10	0,7419	0,9992
1853005	Camapuã	18° 40' 25"	53° 38' 29"	937,1303	0,1542	10	0,7419	0,9992
1954004	Camapuã	19° 32' 01"	54° 02' 08"	988,0980	0,1479	10	0,7419	0,9992
1954006	Camapuã	19° 18' 09"	54° 10' 22"	976,1128	0,1674	10	0,7419	0,9991
2054014	Campo Grande	20° 27' 30"	54° 36' 17"	864,5700	0,1458	10	0,7419	0,9993
2054010	Campo Grande	20° 27' 00"	54° 38' 00"	910,7520	0,1478	10	0,7419	0,9993
2054001	Campo Grande	20° 28' 00"	54° 40' 00"	923,6340	0,1589	10	0,7419	0,9992
2054020	Campo Grande	20° 40' 36"	53° 34' 14"	931,3220	0,1692	10	0,7419	0,9967
2257000	Caracol	22° 01' 51"	57° 01' 45"	993,1160	0,1337	10	0,7419	0,9993
1852003	Cassilândia	18° 41' 20"	52° 35' 41"	898,4626	0,1161	10	0,7419	0,9994
1951004	Cassilândia	19° 13' 45"	51° 52' 30"	937,7779	0,1532	10	0,7419	0,9992
1952000	Chapadão do Sul	19° 26' 39"	52° 33' 28"	875,1853	0,1909	10	0,7419	0,9988
1957006	Corumbá	19° 36' 20"	57° 26' 14"	899,0830	0,2020	10	0,7419	0,9986
1957002	Corumbá	19° 00' 21"	57° 36' 07"	906,3580	0,1847	10	0,7419	0,9989
1957004	Corumbá	19° 55' 07"	57° 47' 22"	940,1560	0,1539	10	0,7532	0,9986
2057000	Corumbá	20° 17' 27"	57° 38' 52"	951,2620	0,1960	10	0,7419	0,9987
1957005	Corumbá	19° 18' 19"	57° 35' 36"	1.443,4440	0,2223	10	0,7419	0,9982
1755001	Corumbá	17° 47' 05"	55° 47' 22"	980,1668	0,1603	10	0,7419	0,9991
1756002	Corumbá	18° 03' 09"	56° 42' 10"	1.176,2510	0,2107	10	0,7419	0,9984
1756003	Corumbá	17° 37' 23"	56° 57' 55"	1.028,9636	0,1741	10	0,7419	0,9990
1857001	Corumbá	18° 02' 19"	57° 29' 19"	924,6982	0,1502	10	0,7419	0,9992
1857002	Corumbá	18° 14' 11"	56° 58' 23"	916,6425	0,1554	10	0,7419	0,9992
1956001	Corumbá	19° 10' 24"	56° 42' 44"	910,3324	0,2158	10	0,7419	0,9983
1956004	Corumbá	19° 00' 12"	56° 05' 20"	933,0394	0,1296	10	0,7419	0,9994
1956005	Corumbá	19° 51' 42"	56° 59' 05"	992,6588	0,1596	10	0,7419	0,9992
1853004	Costa Rica	18° 32' 48"	53° 08' 02"	894,7465	0,0976	10	0,7419	0,9948
1853002	Coxim	18° 11' 54"	54° 16' 41"	842,9465	0,1314	10	0,7419	0,9994
1854003	Coxim	18° 38' 57"	54° 21' 26"	880,6432	0,1557	10	0,7419	0,9992

Continua...

Continuação...

Nº da Estação	Município	Latitude	Longitude	K	a	b	c	r ²
1855000	Coxim	18° 21' 00"	55° 51' 00"	958,9589	0,1245	10	0,7419	0,9994
2254004	Deodápolis	22° 04' 29"	54° 11' 19"	929,6083	0,1340	10	0,7419	0,9993
2254001	Dourados	22° 23' 50"	54° 47' 31"	875,5884	0,1290	10	0,7419	0,9994
2255004	Dourados	22° 05' 18"	55° 21' 07"	881,2518	0,1669	10	0,7419	0,9991
2254003	Glória de Dourados	22° 24' 18"	54° 14' 06"	956,5331	0,1315	10	0,7457	0,9992
2354001	Iguatemi	23° 40' 55"	54° 33' 46"	922,1467	0,1466	10	0,7419	0,9993
2354004	Iguatemi	23° 27' 02"	54° 23' 22"	918,1212	0,1375	10	0,7419	0,9993
1951005	Inocência	19° 44' 11"	51° 55' 57"	879,0225	0,1807	10	0,7419	0,9989
1952002	Inocência	19° 33' 11"	52° 09' 59"	858,4203	0,1298	10	0,7419	0,9994
2254005	Itaporã	22° 04' 32"	54° 47' 01"	922,9964	0,1444	10	0,7419	0,9993
2253000	Ivinhema	22° 22' 59"	53° 31' 51"	824,1381	0,1206	10	0,7419	0,9994
2054019	Jaraguari	20° 06' 06"	54° 26' 01"	797,6270	0,1790	10	0,7419	0,9989
2253015	Jatei	22° 32' 42"	54° 01' 40"	838,8803	0,1376	10	0,7419	0,9993
1957003	Landário	19° 15' 30"	57° 14' 07"	1.074,9790	0,1564	10	0,7424	0,9992
2056001	Miranda	20° 14' 29"	56° 22' 06"	1.013,4450	0,1900	10	0,7419	0,9988
2056006	Miranda	20° 14' 00"	56° 23' 00"	1.053,9010	0,1921	10	0,7419	0,9988
2056007	Miranda	20° 55' 36"	56° 59' 02"	1.076,7130	0,1217	10	0,7419	0,9994
2056005	Miranda	20° 06' 07"	56° 47' 43"	1.116,6060	0,1804	10	0,7419	0,9989
2353048	Navirai	23° 04' 24"	53° 49' 11"	1.005,3100	0,1443	10	0,7419	0,9993
2354000	Navirai	23° 03' 48"	54° 12' 01"	1.004,8470	0,1558	10	0,7419	0,9992
2153003	Nova Andradina	21° 58' 55"	53° 26' 23"	807,2350	0,1278	10	0,7419	0,9994
2153000	Nova Andradina	21° 36' 52"	53° 03' 04"	981,0700	0,1858	10	0,7419	0,9988
1852002	Paranaíba	18° 59' 48"	52° 35' 14"	898,0489	0,1086	10	0,7419	0,9995
1951003	Paranaíba	19° 23' 26"	51° 36' 31"	836,1804	0,1424	10	0,7419	0,9993
1854001	Pedro Gomes	18° 06' 59"	54° 33' 37"	852,9037	0,1913	10	0,7419	0,9967
2255001	Ponta Porá	22° 32' 00"	55° 42' 00"	935,1903	0,1800	10	0,7419	0,9989
2255003	Ponta Porá	22° 43' 50"	55° 14' 27"	940,3727	0,1152	10	0,7419	0,9994
2157005	Porto Murtinho	21° 41' 18"	57° 21' 28"	1.061,6960	0,1533	10	0,7419	0,9992
2053001	Ribas do Rio Pardo	20° 40' 35"	53° 34' 14"	827,1800	0,1368	10	0,7419	0,9993
2153004	Ribas do Rio Pardo	20° 58' 55"	53° 38' 30"	860,9940	0,1287	10	0,7419	0,9994
2153002	Ribas do Rio Pardo	21° 24' 30"	53° 36' 46"	869,1610	0,1805	10	0,7419	0,9989
2053000	Ribas do Rio Pardo	20° 26' 36"	53° 45' 27"	928,7530	0,2026	10	0,7419	0,9986
1953001	Ribas do Rio Pardo	19° 46' 41"	53° 58' 18"	781,9878	0,1491	10	0,7419	0,9992
2154000	Rio Brilhante	21° 38' 47"	54° 25' 28"	785,7780	0,1310	10	0,7419	0,9994
2154001	Rio Brilhante	21° 47' 47"	54° 37' 21"	901,7790	0,1825	10	0,7419	0,9989
1954003	Rio Negro	19° 26' 22"	54° 59' 00"	891,6615	0,1854	10	0,7419	0,9988
1854002	Rio Verde	18° 54' 36"	54° 49' 56"	911,1712	0,1335	10	0,7419	0,9993
1854006	Rio Verde	18° 43' 27"	54° 35' 56"	940,1562	0,1512	10	0,7419	0,9992
1954002	Rochedo	19° 57' 06"	54° 53' 31"	830,9980	0,1395	10	0,7419	0,9993
2054021	Sidrolândia	20° 57' 07"	54° 58' 44"	1.052,4460	0,1697	10	0,7419	0,9990
1754004	Sonora	17° 49' 51"	54° 18' 47"	875,9920	0,1381	10	0,7419	0,9993
2355003	Tacuru	23° 38' 23"	55° 01' 11"	944,0609	0,1215	10	0,7419	0,9994
2054009	Terenos	20° 29' 42"	54° 52' 18"	943,8440	0,1410	10	0,7419	0,9993
2054005	Terenos	20° 29' 37"	54° 48' 42"	965,6060	0,1314	10	0,7419	0,9994
2051028	Três Lagoas	20° 48' 00"	51° 43' 00"	663,2850	0,1632	10	0,7419	0,9991
2052004	Três Lagoas	20° 35' 54"	52° 13' 10"	784,5130	0,1574	10	0,7419	0,9992
2051027	Três Lagoas	20° 47' 00"	51° 43' 00"	824,5180	0,1525	10	0,7419	0,9992
2052006	Três Lagoas	20° 05' 37"	52° 09' 35"	851,3340	0,1471	10	0,7419	0,9993
2051045	Três Lagoas	20° 21' 45"	51° 25' 39"	856,4460	0,1340	10	0,7419	0,9993
2051009	Três Lagoas	20° 47' 00"	51° 37' 00"	870,7630	0,1449	10	0,7419	0,9993
2051037	Três Lagoas	20° 48' 00"	51° 38' 00"	898,4630	0,1741	10	0,7419	0,9990
1952003	Três Lagoas	19° 57' 48"	52° 13' 34"	956,5331	0,1390	10	0,7419	0,9993

a maioria dos postos avaliados. As precipitações acima de 100 milímetros estão concentradas em algumas localidades distribuídas no Estado, sobretudo na região centro-norte, enquanto as precipitações entre 50 e 80 mm h⁻¹ estão distribuídas em postos localizados nas regiões sudeste e sudoeste.

A grande variabilidade de valores de intensidade de precipitação observada nas diferentes regiões do Estado evidencia a necessidade da consideração de informações locais para a realização de estudos e projetos hidráulicos, interferindo na segurança de dimensionamento e nos custos das obras.

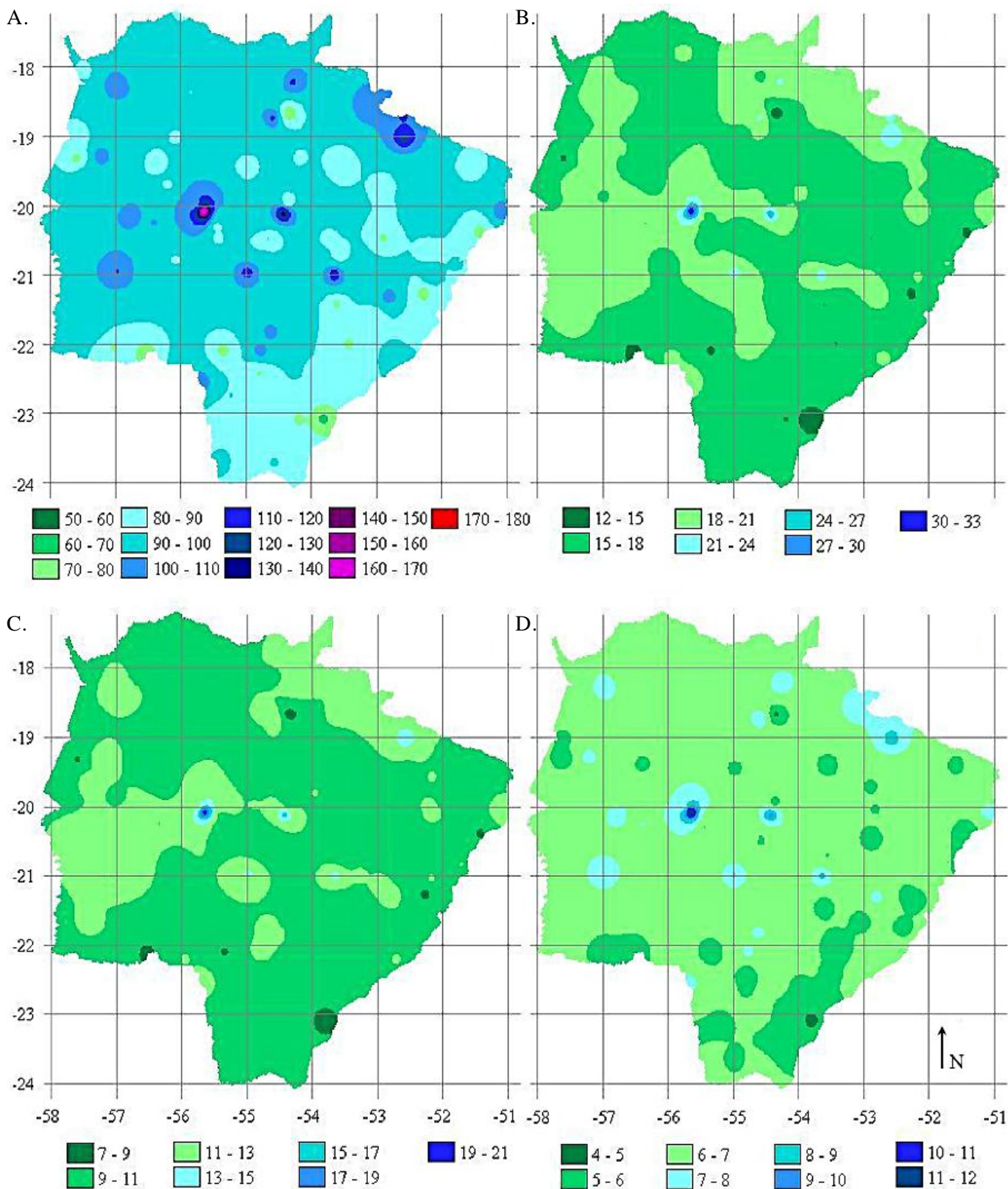


Figura 3. Distribuição espacial de chuvas no Estado do Mato Grosso do Sul, com período de retorno de 15 anos, em mm h⁻¹. A) intensidade máxima de 30 min, B) intensidade máxima de 360 min, C) intensidade máxima de 720 min, D) intensidade máxima de 1440 min

CONCLUSÕES

1. As equações de chuvas intensas apresentaram bom ajuste, com coeficientes de determinação acima de 99%.

2. Os parâmetros das equações intensidade-duração-frequência ajustados, apresentaram alta variabilidade.

3. A espacialização permitiu boa visualização das diferenças, evidenciando maiores intensidades previstas na região

centro-norte e menores nas regiões sudeste e sudoeste do Estado.

LITERATURA CITADA

- ANA - Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. <http://hidroweb.ana.gov.br>. 17 Mar. 2007.
- Barbosa, F. O. A.; Oliveira, L. F. C.; Cortês, F. C.; Romão, P. A.; Carvalho, D. F. Obtenção de equações de chuva intensa para algumas localidades no Estado de Goiás: Método da desagregação de chuvas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29, 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBEA, 2000, CD-Rom
- Beijo, L. A.; Muniz, J. A.; Volpe, C. A.; Pereira, G. T. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal, SP, pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.11, n.1, p.141-147, 2003.
- Cecílio, R. A.; Pruski, F. F. Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.501-504, 2003.
- Costa, A. R.; Brito, V. F. Equações de chuva intensa para Goiás e sul de Tocantins. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999, CD-Rom
- Cruciani, D. E.; Machado, R. E.; Sentelhas, P. C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.76-82, 2002.
- DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana: Manual de projeto. São Paulo: DAEE-CETESB, 1980. 466p.
- Genovez, A. M.; Zuffo, A. C. Chuvas intensas no Estado de São Paulo: Estudos existentes e análise comparativa. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.5, n.3, p.45-58, 2000.
- Mello, C. R.; Silva, A. M.; Lima, J. M.; Ferreira, D. F.; Oliveira, M. S. Modelos matemáticos para predição da chuva de projeto para regiões do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.1, p.121-128, 2003.
- Oliveira, L. F. C.; Antonini, J. C. A.; Fioreze, A. P.; Silva, M. A. S. Métodos de estimativa de precipitação máxima para o Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.6, p.620-625, 2008.
- Oliveira, L. F. C.; Cortês, F. C.; Wehr, T. R.; Borges, L. B.; Sarmento, P. H. L.; Griebeler, N. P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.35, n.1, p.13-18, 2005.
- Pfafstetter, O. Chuvas intensas no Brasil. Brasília: Departamento Nacional de Obras e Saneamento, 1957. 246p.
- Pinto, F. A.; Ferreira, P. A.; Pruski, F. F.; Alves, A. R.; Cecon, P. R. Equações de chuvas intensas para algumas localidades do Estado de Minas Gerais. *Engenharia Agrícola*, v.16, n.1, p.91-104, 1999.
- Silva, D. D.; Gomes Filho, R. R.; Pruski, F. F.; Pereira, S. B.; Novaes, L. F. Chuvas intensas para o Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.362-367, 2002.
- Silva, D. D.; Pereira, S. B.; Pruski, F. F.; Gomes Filho, R. R.; Lana, A. M. Q.; Baena, L. G. N. Equações de Intensidade-Duração-Frequência da precipitação pluvial para o Estado de Tocantins. *Engenharia na Agricultura*, v.11, n.1-4, p.7-14, 2003.
- Silva, D. D.; Pinto, F. R. L. P.; Pruski, F. F.; Pinto, F. A. Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. *Engenharia Agrícola*, v.18, n.3, p.11-21, 1999a.
- Silva, D. D.; Valverde, A. E. L.; Pruski, F. F.; Gonçalves, R. A. B. Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para o Estado de São Paulo. *Engenharia Agrícola*, v.7, n.2, p.70-87, 1999b.