

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**ESPACIALIZAÇÃO DE INTENSIDADES PLUVIOMÉTRICAS DE CHUVAS INTENSAS  
EM MATO GROSSO DO SUL**

**Manoel Afonso Costa Rondon**

*Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.*

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen

CAMPO GRANDE, DEZEMBRO DE 2001

O que sabemos é uma gota.  
O que ignoramos é um oceano.

*Isaac Newton*  
(1643-1727)

## **APRESENTAÇÃO**

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão primeiramente a Deus e aos meus pais pela vida e as demais, de forma particular:

ao Professor Ruy Luz da Silveira, o inesquecível mestre, que sempre soube que a única forma de conhecer é descobrir, e que fazer descobrir é a única forma de ensinar;

ao Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen, meu orientador, pelo apoio;

aos colegas Docentes e, em especial, aos Professores Me. Luiz Augusto Araujo do Val, Dr. Carlos Nobuyoshi Ide, Dr. Antônio Conceição Paranhos e Dr. Kennedy Francis Roche, pela amizade;

à servidora Técnica-Administrativa Erotilde Ferreira dos Santos Miranda, pela revisão gramatical do texto;

aos funcionários e amigos do Departamento de Hidráulica e Transportes, pelas palavras de estímulo recebidas;

aos meus familiares, pelo incentivo, amor e compreensão.

## RESUMO

### ESPACIALIZAÇÃO DE INTENSIDADES PLUVIOMÉTRICAS DE CHUVAS INTENSAS EM MATO GROSSO DO SUL

No dimensionamento de obras de drenagem pluvial são empregados métodos de determinação de vazões de projeto que utilizam as relações IDF (intensidade x duração x frequência). O estabelecimento dessas relações exige dados locais que sejam representativos de eventos pluviosos intensos, mas que frequentemente não existem. Nestes casos a intensidade pluviométrica de um local pode ser estimada empregando procedimentos de espacialização que utilizam intensidades pluviométricas obtidas de relações IDF de outros locais. Neste estudo foi procedida a análise comparativa de 4 métodos (Superfície Spline, Vizinhos Mais Próximos, Inverso da Distância e Polígonos de Thiessen), utilizando dados de intensidades pluviométricas para diversas combinações entre durações de chuva e períodos de retorno, obtidos de 63 relações IDF, sendo 57 de Estações de MS, uma de MT, 3 do PR e 2 de GO. Os resultados obtidos para as condições estudadas permitiram concluir que o Método dos Vizinhos Mais Próximos, utilizando 12 vizinhos mais próximos, apresentou melhor ajuste na espacialização das intensidades pluviométricas quando comparado com os outros três métodos.

Palavras-chave: relações IDF, chuvas intensas, Mato Grosso do Sul.

## **ABSTRACT**

### **SPACIALIZATION OF PLUVIOMETRIC INTENSITIES OF RAIN STORMS IN MATO GROSSO DO SUL**

In the dimensioning of rain drainage works, project flows are determined using calculation methods which necessitate IDF (intensity x duration x frequency) relationships. The establishment of these relationships requires local data which are representative of intense rainfall events; frequently, such data are non-existent. In such cases, there is the possibility that IDF relationships from other localities can be used, by applying spacialization procedures. In the present study, which deals with the spacialization of pluviometric intensities of rain storms in Mato Grosso do Sul, four methods were studied (Spline Surface, Nearest Neighbor, Distance Inversion, and Thiessen Polygons). In the comparative analysis of the four methods, pluviometric intensities were used from 63 IDF relationships, considering various combinations of rain duration and return periods. The results obtained for the studied conditions allow one to conclude that the Method of Nearest Neighbor, using 12 nearest neighbors, showed the closest adjustment to the pluviometric intensities, as compared to the other three methods.

Key words: IDF relationships, rain storms, Mato Grosso do Sul.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	iii
AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS .....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO .....	6
2.1. Idealização do problema de espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas em Mato Grosso do Sul .....	6
2.2. Objetivos do estudo .....	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
3.1. Relação intensidade – duração - frequência de chuvas intensas.....	8
3.2. Métodos de espacialização de totais pluviométricos .....	13
3.2.1. Polígonos de Thiessen .....	13
3.2.2. Inverso da Potência da Distância.....	15
3.2.3. Inverso da Distância .....	16
3.2.4. Vizinhos Mais Próximos.....	16
3.2.5. Superfície Spline.....	17
4. METODOLOGIA .....	21
4.1. Levantamento das estações pluviométricas que dispõem da relação IDF.....	21
4.2. Aplicação dos métodos.....	22
4.3. Verificação do ajuste dos métodos .....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Programas computacionais .....	24
5.2. Levantamento das estações pluviométricas que dispõem da relação IDF.....	25
5.3. Considerações sobre os dados utilizados.....	31

5.4. Espacialização das relações IDF.....	32
5.4.1. Ajuste à superfície Spline.....	36
5.4.2. Método dos Vizinhos Mais Próximos .....	49
5.4.3. Método do Inverso da Distância.....	56
5.4.4. Método dos Polígonos de Thiessen.....	59
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	62
6.1. Conclusões.....	62
6.2. Recomendações .....	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
ANEXO A .....	70



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1.	Localização do Mato Grosso do Sul.....	2
FIGURA 1.2.	Proposta de Classificação Climática de Mato Grosso do Sul, modificado de ZAVATINI (1992) e UNIDERP (2001).....	3
FIGURA 1.3.	Quadro explicativo da Figura (1.2) (ZAVATINI, 1992).....	4
FIGURA 3.1.	Diagrama de Voronoi (GOLD, 2001).....	15
FIGURA 5.1.	Localização das 63 Estações Pluviométricas do estudo .....	31
FIGURA 5.2.	Histograma da frequência do número de Estações Pluviométricas em intervalos de 5 anos de observações .....	32
FIGURA 5.3.	Distribuição das cartas 1: 1000000 para o Brasil (CÂMARA <i>et al.</i> , 1996).....	35
FIGURA 5.4.	EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando a Superfície Spline, considerando 62 Estações mais próximas, para Períodos de Retorno ( $T$ ) e durações de chuva ( $t$ ).....	43
FIGURA 5.5.	EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações estudadas, utilizando o Método da Superfície Spline, considerando um número variável de 3 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.....	44
FIGURA 5.6.	EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método do Ajuste à Superfície Spline, considerando um número variável de 5 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.....	45
FIGURA 5.7.	EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas para $T = 10$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	46
FIGURA 5.8.	EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas para $T = 50$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	47
FIGURA 5.9.	EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas, para $T = 10$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	48
FIGURA 5.10.	EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas, para $T = 50$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	48
FIGURA 5.11.	EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando 62 Estações mais próximas, para Períodos de Retorno ( $T$ ) e durações de chuva ( $t$ ).....	52

FIGURA 5.12. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando um número variável de 1 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.....	53
FIGURA 5.13. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando um número variável de 2 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.....	53
FIGURA 5.14. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas para $T = 10$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	54
FIGURA 5.15. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas, para $T = 50$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	55
FIGURA 5.16. EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método do Vizinho Mais Próximos em relação ao número de Estações mais próximas para $T = 10$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	55
FIGURA 5.17. EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas para $T = 50$ anos e $t$ variável de 6 min a 1440 min.....	56
FIGURA 5.18. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações utilizando o Método do Inverso da Distância, considerando um número variável de 1 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos .....	57
FIGURA 5.19. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método do Inverso da Distância, em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para $T = 10$ anos .....	58
FIGURA 5.20. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método do Inverso da Distância, em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para $T = 50$ anos .....	58
FIGURA 5.21. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Polígonos de Thiessen (Vizinho Mais Próximo) para 45 combinações entre períodos de retorno e durações de chuva.....	59
FIGURA 5.22. EP das intensidades pluviométricas das 63 Estações Pluviométricas, obtidos utilizando os quatro métodos do estudo (Superfície Spline, Método de Thiessen, Inverso da Distância e Vizinhos Mais Próximos) para a condição $T50t6$ .....	61
FIGURA 5.23. EP das 63 Estações Pluviométricas, obtidos utilizando os Métodos: Polígonos de Thiessen e Vizinhos Mais Próximos (12 Estações) para a condição $T50t6$ .....	61

## LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1.	Densidade de Estações Pluviométricas por Estado .....	25
TABELA 5.2.	Localização das 63 estações pluviométricas do estudo .....	27
TABELA 5.3.	Parâmetros das 63 Estações Pluviométricas do estudo .....	29
TABELA 5.4.	Coordenadas Planas e Intensidades Pluviométricas das 63 estações do estudo (Período de retorno de 5 anos e duração de 6 minutos).....	34
TABELA 5.5.	Pares de valores de Período de Retorno ( $T$ ) e duração ( $t$ ) .....	35
TABELA 5.6.	Parte da Tabela (A.6) - Sequência ordenada dos Vizinhos Mais Próximos das Estações Pluviométricas de número 1 a 21.....	38
TABELA 5.7.	Valores dos elementos do vetor Intensidade Pluviométrica, considerando 7 Estações mais próximas da Estação 1 e $T10t10$ .....	39
TABELA 5.8.	Erro Percentual (%) das intensidades pluviométricas da estação 1, utilizando 62 Estações e a Superfície Spline para ajuste de acordo com o período de retorno ( $T$ ) e duração ( $t$ ).....	42
TABELA 5.9.	Erro Percentual (%) de intensidades pluviométricas da estação 1, utilizando 62 Estações Mais Próximas e o Método dos Vizinhos Mais Próximos para ajuste, para períodos de retorno ( $T$ ) e duração ( $t$ ).....	51
TABELA 5.10.	EQM (mm/h) de intensidades pluviométricas, pelo método dos polígonos de Thiessen, das 63 Estações do estudo para diversas condições de período de retorno e duração de chuva .....	60
TABELA A.1.	Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 2 anos e duração variável de 6 min a 1440 min .....	71
TABELA A.2.	Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 5 anos e duração variável de 6 min a 1440 min .....	72
TABELA A.3.	Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 10 anos e duração variável de 6 min a 1440 min .....	73
TABELA A.4.	Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 25 anos e duração variável de 6 min a 1440 min .....	74
TABELA A.5.	Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 50 anos e duração variável de 6 min a 1440 min .....	75
TABELA A.6.	Sequência ordenada dos Vizinhos Mais Próximos de cada uma das 63 Estações Pluviométricas do estudo.....	76
TABELA A.7.	EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62 .....	79

TABELA A.8. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62 .....	80
TABELA A.9. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62 .....	81
TABELA A.10. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas (mm/h) das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.....	82
TABELA A.11. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62 .....	83
TABELA A.12. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62 .....	84
TABELA A.13. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62 .....	85
TABELA A.14. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62 .....	86
TABELA A.15. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62 .....	87
TABELA A.16. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62 .....	88
TABELA A.17. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.....	89
TABELA A.18. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.....	90
TABELA A.19. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.....	91

TABELA A.20.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.....	92
TABELA A.21.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.....	93

## LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

$\alpha$ .....	coeficiente de ajuste funcional ou parâmetro que depende da duração da chuva
$\beta$ .....	coeficiente de ajuste funcional ou parâmetro que depende da duração da chuva e da estação pluviométrica
$\zeta$ .....	coeficiente de ajuste funcional
$\varphi(x;y), \sigma(x,y)$ .....	funções das variáveis $x$ e $y$
$a, b, B, c, m, n$ .....	parâmetros locais
A, B, C, D, E, F, G, H.....	isozonas
ANEEL.....	Agência Nacional de Energia Elétrica
CVMA.....	coeficiente de variação das alturas pluviométricas máximas anuais
DEM.....	modelo digital de elevações
DEOP.....	Departamento de Obras Públicas
$d_i$ .....	distância entre o local $p$ e a Estação $i$
DNAEE.....	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DPMA.....	desvio padrão das alturas pluviométricas máximas anuais
EP.....	erro percentual
EQM.....	erro quadrático médio
EQMPc.....	erro quadrático médio percentual
$h_{30, T}$ .....	altura pluviométrica correspondente à duração de 30 minutos e período de retorno de $T$ anos
$h_{t, T}$ .....	altura pluviométrica correspondente à duração de $t$ minutos e período de retorno de $T$ anos
$i$ ou $j$ .....	número da Estação
$I$ e $I_i$ .....	intensidades pluviométricas
$I_c, I_T$ e $I_e$ .....	intensidades pluviométricas estimadas
IDF.....	relação intensidade – duração – frequência
$I_o$ .....	intensidade pluviométrica obtida da relação IDF
$K$ .....	fator de probabilidade ou parâmetro local
$K_f$ .....	fator de frequência
$\ln$ .....	logaritmo neperiano
$\log$ .....	logaritmo na base 10
MDA.....	matriz distância para ajuste

MDT .....	matriz distância para teste
MIPD .....	método do Inverso da Potência da Distância
MMA .....	Média das alturas pluviométricas máximas anuais
MNT .....	modelo numérico de terreno
$n$ .....	parâmetro local ou número de Estações pluviométricas
$P$ .....	altura pluviométrica
$P_m$ .....	altura pluviométrica média
PMP .....	precipitação máxima provável
PSSP .....	parâmetros da Superfície Spline
PT .....	Polígono de Thiessen
S .....	desvio padrão das alturas pluviométricas
SAD .....	South American Datum
SIG .....	Sistema de Informações Georreferenciadas
$t$ .....	tempo de duração da chuva
$T$ .....	período de retorno
$t_c$ .....	tempo de concentração
TIN .....	rede triangular irregular
UTM .....	Universal Transverso de Mercator
VMP .....	vizinhos mais próximos
VITt .....	vetor das Intensidades Pluviométricas correspondente ao par $T$ e $t$ das Estações de ajuste
WMO .....	World Meteorological Organization
$x_i$ e $y_i$ .....	coordenadas planas do ponto $i$
$x_j$ e $y_j$ .....	coordenadas planas do ponto $j$
$\gamma$ .....	coeficiente de ajuste funcional ou constante para todas as estações pluviométricas

## 1. INTRODUÇÃO

As precipitações intensas constituem uma das causas das enchentes que podem causar mortes, danos materiais, poluir a água e comprometer a saúde pública. Para o dimensionamento adequado de estruturas e obras de drenagem pluvial, é fundamental o conhecimento técnico do comportamento das chuvas intensas, e o seu desconhecimento pode implicar na ineficiência dos sistemas de drenagem pluvial. A confiabilidade na determinação das vazões de projeto e a eficiência das obras de drenagem pluvial, em grande parte das metodologias desenvolvidas e empregadas ao longo dos anos, dependem da modelação das chuvas intensas. O estabelecimento das equações de chuvas intensas para um dado local onde existe um pluviógrafo, é realizado a partir da análise dos pluviogramas. Na falta destes, utiliza-se a equação de outro local que apresente sob o ponto de vista climático, comportamento similar ao primeiro, ou ainda, interpolam-se resultados obtidos no entorno. Outra forma é a obtenção das equações de chuvas intensas para durações menores que 24 horas, a partir da discretização de totais diários, que são mais facilmente encontrados.

O presente trabalho trata do estudo de métodos de espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas em Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 1.1). Localizado na Região Centro-Oeste do Brasil, entre as latitudes de 17° S e 24° S e longitudes de 51° W e 58° W (MATO GROSSO DO SUL, 2000), Mato Grosso do Sul apresenta uma área de 358158,7 km<sup>2</sup>, representando 4,19% da área do País, com população estimada, para o ano de 1999, de 2026600 habitantes. A densidade demográfica do Estado é de 5,66 habitantes por km<sup>2</sup>, e a distribuição da população é bastante irregular, contando ainda com alguns grupos indígenas em seu território, como os Terenas e os Guaranis, praticamente integrados ao modo de vida da população local. O Estado possui 77 municípios, sua capital é a cidade de Campo Grande, tendo como principais cidades: Dourados, Corumbá, Três Lagoas e Ponta Porã. O relevo do Estado é modesto, não apresentando grandes altitudes. No noroeste destaca-se a Região do Pantanal, com altitudes entre 100 e 300 m, sendo a porção mais baixa do Território Estadual, com mínima de 80 m, no município de Corumbá. No seu interior erguem-se elevações importantes, como a Serra da Bodoquena e o maciço de Urucum, com altitude máxima de 1065,4 m (Morrarias de Urucum, no município de Ladário). Os principais rios do Estado são: o Rio Paraguai; que corre a oeste, em parte se aproximando e em parte servindo de limite internacional entre, a Bolívia e o Paraguai, e o Rio Paraná, que corre a sudeste, separando-o dos Estados de São Paulo e Paraná.



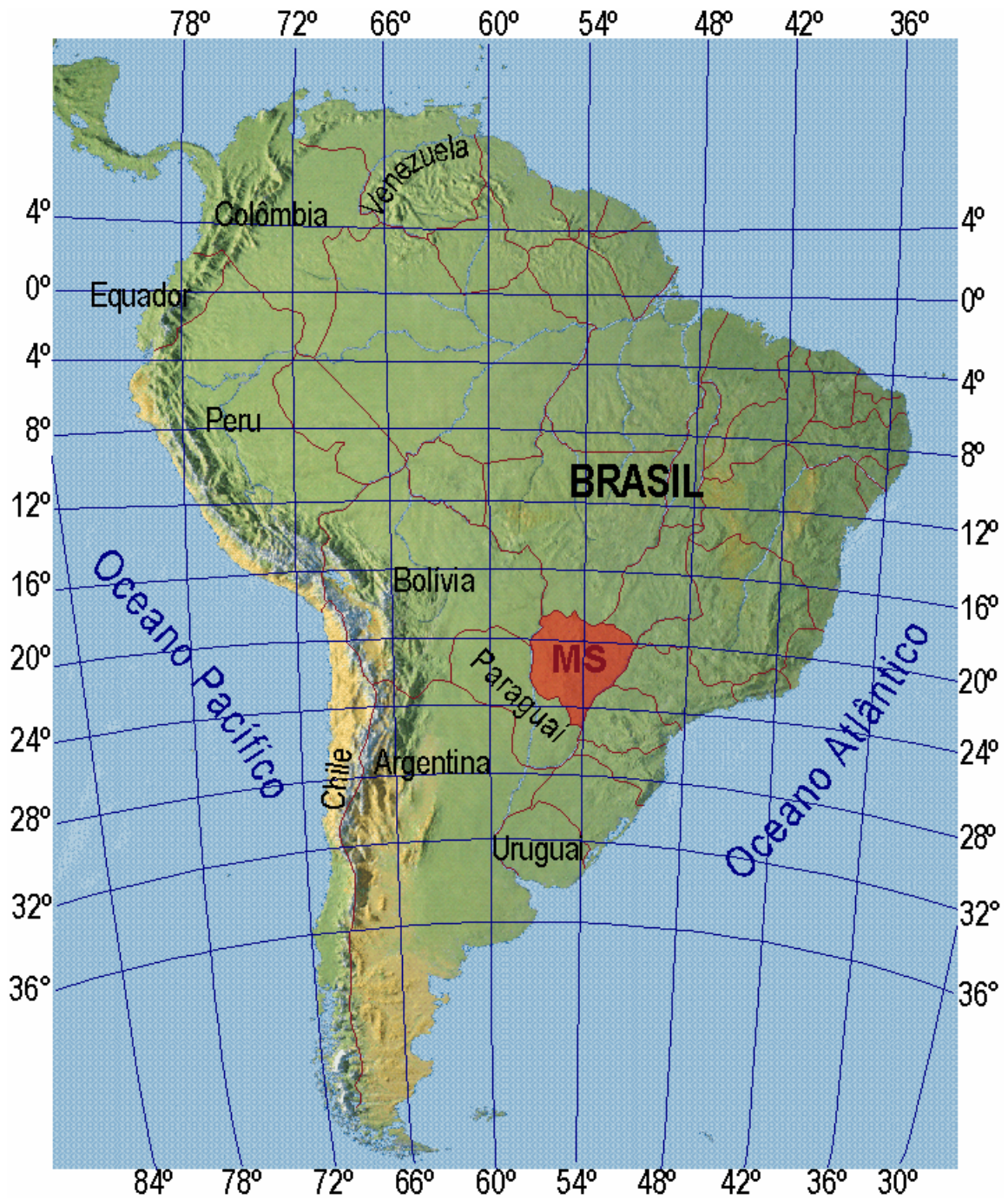


FIGURA 1.1. Localização do Mato Grosso do Sul.

A proposta de classificação climática para o Mato Grosso do Sul (ZAVATINI, 1992), (Figura 1.2), atribui ao Estado climas tropicais, alternadamente secos e úmidos, controlados por massas equatoriais e tropicais, localizados ao sul; e ao norte, climas sub-tropicais úmidos, controlados por massas tropicais e polares.

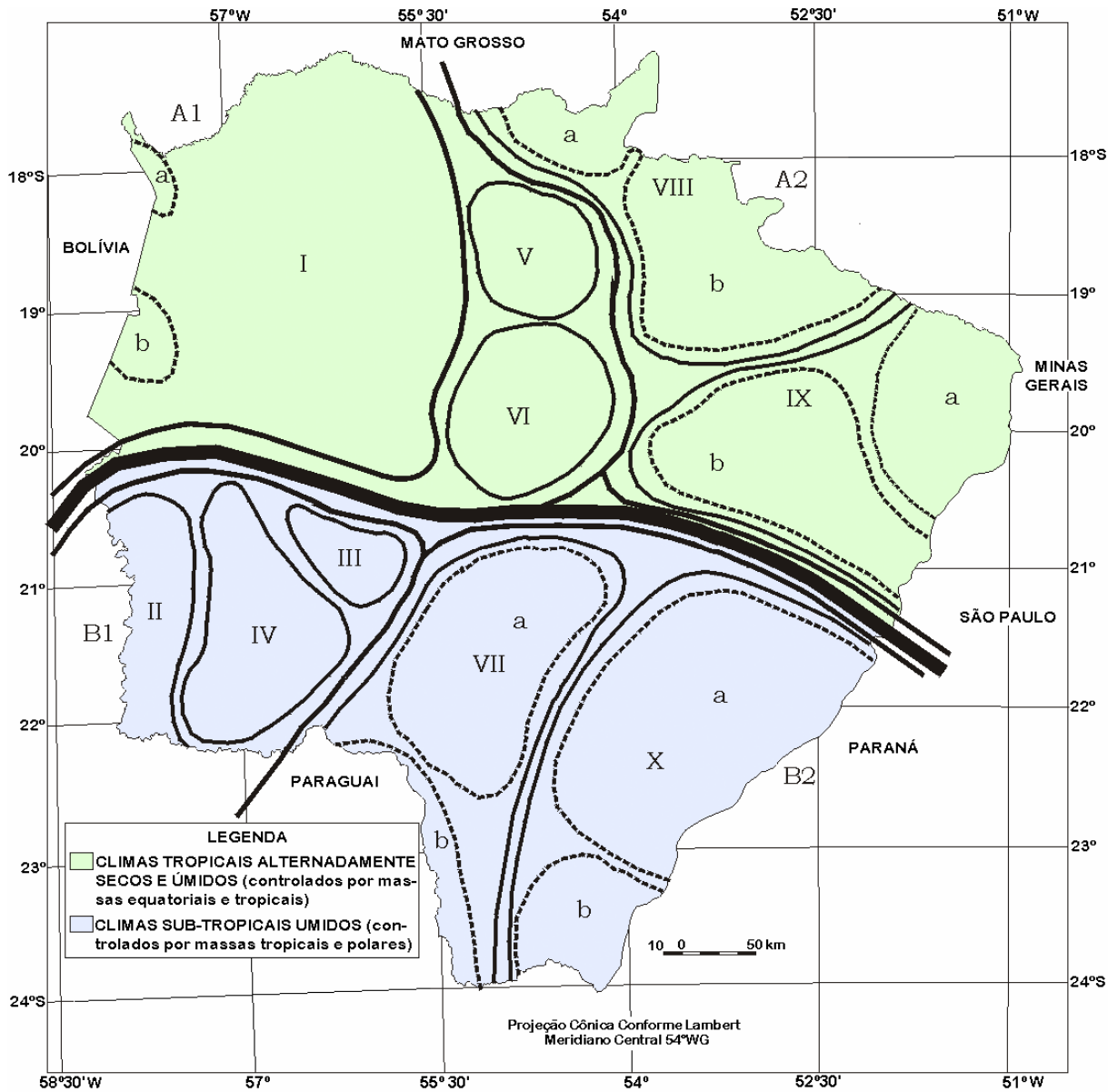


FIGURA 1.2. Proposta de Classificação Climática para o Mato Grosso do Sul, modificado de ZAVATINI (1992) e UNIDERP (2001).

CLIMAS ZONAIS	CLIMAS REGIONAIS	FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NOS CLIMAS REGIONAIS CONFORME A MORFOLOGIA E A PLUVIOMETRIA						
		PANTANAL	REGIÃO DE AQUIDAUANA E MIRANDA	PLANALTO DA BODOQUENA	BACIA SUPERIOR DOS RIOS TAQUARI E COXIM	PLANALTO DIVISOR	BORDAS DO PLANALTO CENTRAL	PLANALTO ARENÍTICO-BASÁLTICO (ALTO PARANÁ)
<b>A</b> CONTROLADOS POR MASSAS EQUATORIAIS E TROPICAIS	Climas Tropicais alternadamente secos e úmidos	Destacada atuação da massa tropical atlântica (TATC). <b>A<sub>1</sub></b>					VIII	IX NORTE
		Participação efetiva da massa tropical continental. Massa equatorial continental com ação esporádica. <b>A<sub>2</sub></b>	I Centro a Serra do Amolar b Serra do Urucum		V Vale do Coxim Alto Taquari	VI NORTE	a Serra do Catapô (Serra Preta) b Serra do Catapô (Serra das Araras)	a Região de Paranaíba (confluência do b Paranaíba e Grande Vale do Rio Verde e Baixo Sucuriú
<b>B</b> CONTROLADOS POR MASSAS TROPICAIS E POLARES	Climas Sub-Tropicais úmidos	Predominância da massa polar atlântica (PA/PV) e participação efetiva da massa tropical continental (TC). <b>B<sub>1</sub></b>	II SUL	III Médios Vales do Aquidauana e Miranda	IV Planalto da Bodoquena			
		Atuação equilibrada das massas tropical atlântica (TATC) e polar atlântica (PA/PV). <b>B<sub>2</sub></b>				VII CENTRO SUL a "Serra" de Maracajú b "Serra" de Amambai		X CENTRO SUL a Porção Central Vales do Ivinhema e Pardo b Porção Meridional Vales do Amambai e Iguatemi

FIGURA 1.3. Quadro explicativo da figura (1.2) (ZAVATINI, 1992).

As coberturas vegetais predominantes em Mato Grosso do Sul são os cerrados e o chamado complexo do Pantanal, com vegetação muito variada.

Apesar da baixa densidade populacional, os recursos naturais de Mato Grosso do Sul vêm sofrendo visível pressão, gerando impactos ambientais e tensões sociais que devem ser consideradas na busca de harmonia entre o homem e o meio ambiente. É necessário que se identifique e estabeleça como devem ser as relações entre o homem e o meio ambiente, influenciando na estrutura educacional, visando subsidiar a sociedade na tomada de decisões e induzindo ao desenvolvimento sustentado. No entendimento da complexidade dessa dinâmica, dentre muitos, um dos temas que devem ser estudados e que contribuirá na gestão dos recursos hídricos, está a precipitação, que interfere de maneira marcante no dia-a-dia das pessoas e do meio ambiente. O entendimento do comportamento dos totais pluviométricos correspondentes a um determinado período em uma bacia hidrográfica é dificultado pelo fato de tratar-se de uma variável descontínua regionalmente para determinados intervalos de tempo, sendo sua variabilidade dependente de diversos fatores, tais como os fenômenos “El Niño” e “La Niña”, que alteram o clima da nossa Região.

Nas obras de drenagem pluvial, as chuvas intensas merecem destaque, tanto no período de projeto como no desempenho eficiente da construção. O presente trabalho, pretende contribuir para o entendimento do comportamento da distribuição espacial das chuvas intensas no Estado de Mato Grosso do Sul, fornecendo elementos para projetos de estruturas e obras de drenagem pluvial, com maior eficiência, para todo o território.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Idealização do problema de espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas em Mato Grosso do Sul**

As relações Intensidade - Duração – Freqüência (IDF) deduzidas a partir da análise de dados constituídos por medidas de quantidades de chuvas, pontualmente utilizando pluviômetros e pluviógrafos, ou através de sensoriamento remoto com uso de radar meteorológico, podem ser estimadas para outros pontos de uma região através de procedimentos de espacialização. Na prática hidrológica de alguns anos atrás, muitos interpoladores esbarravam em problemas computacionais para serem incrementados, fazendo com que fossem privilegiados modelos mais simples, viáveis computacionalmente. Em projetos de drenagem pluvial utilizava-se a mesma relação IDF obtida em local mais próximo. Esta situação está mudando, devido ao desempenho na velocidade de processamento e à capacidade de memória dos atuais computadores, apesar de que nem sempre a complexidade da solução se relaciona com a qualidade dos resultados.

Em publicação do Departamento de Obras Públicas do Estado do Mato Grosso do Sul, (MATO GROSSO DO SUL, 1990), constam relações IDF para 63 locais, e um mapa onde o Estado foi dividido em 54 células, dentro das quais considera-se que seja válida a mesma relação IDF. Portanto, para se obter a relação IDF para determinado local, que não disponha da referida relação, posiciona-se no mapa o local de interesse e utiliza-se a relação correspondente à da célula que lhe é correspondente.

A alternativa de se determinar relações IDF, para Mato Grosso do Sul de forma contínua, a partir das coordenadas geográficas do local de interesse, através de algoritmos, que possam ser processados em computadores pessoais e calculadoras eletrônicas, facilitaria a determinação e o manuseio das referidas relações.

## 2.2. Objetivos do estudo

O presente trabalho, objetiva indicar um método capaz de estimar intensidades pluviométricas correspondentes a determinado período de retorno e dada duração, para qualquer ponto do Estado de Mato Grosso do Sul, como alternativa de espacialização de intensidades pluviométricas proposta por MATO GROSSO DO SUL (1990), que estabeleceu 54 isozonas de relações IDF para o Estado. Para tanto, o comportamento dos valores de intensidades pluviométricas em diferentes condições de período de retorno e duração de chuva obtidos das 63 relações IDF determinadas por MATO GROSSO DO SUL (1990), serão estudadas considerando os métodos: de ajuste a uma Superfície Spline, dos Vizinhos Mais Próximos, do Inverso da Distância, e dos Polígonos de Thiessen.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Na determinação e espacialização das relações IDF das chuvas intensas tem sido desenvolvidos vários métodos. Com a disponibilidade de computadores digitais estes métodos apresentados na literatura tem sido implementados mais eficientemente. Com o objetivo de melhor entender o assunto, na revisão bibliográfica adotar-se-á a seguinte sequência:

3.1. Relação intensidade - duração - frequência de chuvas intensas;

3.2. Métodos de espacialização de totais pluviométricos.

#### **3.1. Relação intensidade – duração - frequência de chuvas intensas**

As precipitações pluviométricas que atingem determinada área da superfície terrestre caracterizam-se pela distribuição espacial, quantidade e duração. A intensidade da chuva é dada pela relação entre a altura pluviométrica e a duração.

A medida da precipitação pontual é realizada tradicionalmente utilizando pluviômetro e pluviógrafo, podendo atualmente ser estimada por sensoriamento remoto, através de satélites e radares meteorológicos, os quais, também permitem a quantificação da precipitação por áreas.

Por chuva intensa entende-se a parte, ou o todo de uma precipitação, cuja intensidade, correspondente a determinada duração, ultrapassa um valor arbitrado considerado crítico, podendo gerar situações de risco em determinada região ou bacia hidrográfica. Em geral, essas durações podem ser de minutos ou até dias. Essas chuvas também influenciam na qualidade das águas, conforme verificado por IDE (1984) ao constatar que o escoamento pluvial urbano pode contribuir com a maioria dos poluentes para os corpos receptores, tais como: metais pesados, derivados de petróleo, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, dentre outros.

A relação entre a Intensidade pluviométrica, duração e frequência (IDF) das chuvas intensas, pode ser expressa através de uma equação na forma:

$$I = \frac{KT^m}{(t + b)^n} \quad (3.1)$$

onde  $I$  = intensidade máxima (mm/h) correspondente à duração  $t$  (min) e período de retorno  $T$  (anos), e  $K$ ,  $m$ ,  $b$ , e  $n$  parâmetros locais. Podendo  $n$  ser dependente do período de retorno.

Na amostragem das precipitações para o estabelecimento das relações IDF, é necessário monitorar sua quantidade e distribuição temporal.

A determinação da relação entre as três variáveis (intensidade - duração - frequência) deve ser deduzida das observações das chuvas intensas durante um período de tempo suficientemente longo, e representativo dos eventos extremos do local (BERTONI & TUCCI 1997).

Segundo WILKEN (1978), o estabelecimento das relações IDF pode ser feito partindo de séries anuais, selecionando as maiores alturas pluviométricas correspondentes a determinada duração, ou das séries parciais (CHOW, 1964; RASMUSSEN & ROSBJERG, 1989), através da seleção de alturas pluviométricas correspondentes a determinada duração, maiores do que determinado valor.

Segundo BERTONI & TUCCI (1997), as precipitações máximas de um determinado local podem ser estimadas pela curva de intensidade, duração e frequência ou através da precipitação máxima provável (PMP). A primeira relaciona a intensidade com a duração e o período de retorno (intervalo médio de anos que um evento leva para ser igualado ou superado em severidade). A PMP segundo WMO (1973), pode ser considerada como uma chuva fisicamente capaz de produzir, sobre uma dada área de drenagem, o maior valor possível de precipitação correspondente a dada duração. Este método é utilizado para o dimensionamento de grandes obras onde o risco de uma catástrofe, devido ao rompimento da obra, deva ser evitado.

Segundo PINTO *et al.* (1976), na maior parte dos casos de dimensionamento de obras de drenagem pluvial, e após considerações de ordem econômica, pode-se assumir o risco de rompimento da estrutura durante a sua vida útil, proveniente de uma vazão decorrente de uma



chuva maior que a de projeto, sendo portanto, necessário analisar estatisticamente as observações hidrológicas realizadas, e após considerar os riscos assumidos e adotar um período de retorno, encontra-se a intensidade média máxima correspondente à determinada duração.

PORTO *et al.* (1997) destacam a dificuldade em se estabelecer objetivamente o período de retorno de projeto, pois a aplicação de métodos puramente econômicos, é limitada pela necessidade de considerar custos e benefícios, de difícil quantificação. Isto faz com que o período de retorno seja estabelecido de acordo com critérios que levem em conta, por exemplo, o tipo de obra e tipo de ocupação da área de drenagem.

A distribuição espacial das chuvas intensas de projeto é dependente do relevo e das características climáticas de uma região. Na literatura técnica, existem diversas formulações que relacionam a chuva média em uma área com a chuva média pontual (ZAHED & MARCELLINI, 1995), dentre as quais, o fator de redução de área estabelecido pelo U.S. WEATHER BUREAU, é amplamente utilizado.

A utilização cada vez mais freqüente do sensoriamento remoto na quantificação das chuvas possibilitará o desenvolvimento de modelos de distribuição espacial de chuvas intensas, mais próximos da realidade.

A duração das chuvas intensas de projeto, considerada pelo método racional para pequenas bacias ( $\leq 2 \text{ km}^2$ ), é igual ao tempo de concentração, que pode ser estimado por equações que relacionam, por exemplo, comprimento e declividade do talvegue principal ou derivadas com base no método da onda cinemática (TUCCI, 1997).

No estabelecimento das relações IDF, os dados das estações pluviométricas, sob forma de pluviogramas ou outro meio, são interpretados, selecionando-se as maiores alturas pluviométricas correspondentes, por exemplo, às durações de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, minutos, e 2, 4, 6, 12, 24 horas, ou outras. Estes dados observados são selecionados, considerando apenas valores maiores que um dado limite (série parcial), ou o máximo de cada ano (série anual).

PFAFSTETTER (1957), em trabalho pioneiro, estabeleceu relações IDF para 98 postos do Brasil, onde no desenvolvimento do trabalho, o autor ajustou para cada posto a seguinte equação.

$$P = K[a \cdot t + b \cdot \log(1 + c \cdot t)] \quad (3.2)$$

onde,  $P$  = precipitação máxima (mm), correspondente à duração  $t$  (horas) e período de retorno  $T$  (anos),  $a$ ,  $b$  e  $c$  constantes para cada posto e  $K$  = um fator de probabilidade, definido como  $K = T^{\alpha + \beta/T^\gamma}$  onde  $\alpha$ , depende da duração,  $\beta$  depende do posto e da duração e  $\gamma$  uma constante igual a 0,25 (para todos os postos). Para o Estado de Mato Grosso do Sul, a única cidade que consta do estudo é Corumbá.

Aplicável a Mato Grosso do Sul e a outros Estados da Região Centro-Sul, com base na análise de 55 estações pluviográficas, PINTO *et al.* (1976) propuseram a expressão:

$$I = 0,264 \cdot h_{30,T} \cdot t_c^{-0,608} \quad (3.3)$$

sendo  $h_{30,T}$  o total precipitado em *mm* correspondente a duração de 30 minutos e período de retorno de  $T$  anos, que pode ser obtido de mapas isoietais para 10, 25 e 50 anos válido para a região do estudo, e  $t_c$ , o tempo de concentração em minutos. O estudo foi baseado nos dados de 55 estações pluviográficas considerando durações de 15, 30, 60, 120 e 240 minutos e períodos de retorno de 10, 25 e 50 anos e na correlação gráfica entre  $\ln(h_{t,T}/h_{30,T})$  e  $\ln(t/30)$ , onde  $h_{t,T}$  corresponde à altura de precipitação para duração de  $t$  minutos e período de retorno de  $T$  anos.

KAVISKI *et al.* (1998) citam uma solução alternativa para aplicação do método proposto por PINTO *et al.* (1976), empregando funções interpoladoras multiquadráticas para estimar os totais precipitados para  $t$  minutos de duração e  $T$  anos de recorrência, em função dos parâmetros latitude, longitude e altitude do local desejado. Ajustando-se uma equação de regressão aos dados interpolados, determina-se a equação de chuvas intensas regionalizadas.

TORRICO (1974), trabalhando com as mesmas estações utilizadas por PFAFSTETTER (1957), estabeleceu um método para regionalizar intensidades de

precipitação intensa, baseado na correlação entre dados pluviográficos e pluviométricos. O método está fundamentado na constatação de que, ao plotar no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson as alturas de chuva de 1 hora e 24 horas “versus” duração, para um mesmo tempo de recorrência, e para diferentes estações pluviográficas, as respectivas semi-retas tendiam a cortar o eixo das ordenadas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas. Torrico então, propôs um mapa com oito isozonas (A, B, C, D, E, F, G e H) para o Brasil, estando o território de Mato Grosso do Sul dentro das isozonas D, E, F e G. Para correlacionar as precipitações intensas de um dia das estações pluviométricas com as precipitações intensas de 24 horas das estações pluviográficas, determinou-se a relação altura de precipitação 24 horas/1 dia, para o tempo base de um ano, encontrando-se um coeficiente de 1,095. Para cada isozona o autor estabeleceu valores médios da relação 1 hora/24 horas, e de 6 minutos/24 horas, os quais permitem discretizar alturas de chuva de um dia em alturas de chuva correspondentes a durações menores.

Para o Estado de Mato Grosso do Sul, desenvolveu-se um trabalho sobre chuvas intensas, (MATO GROSSO DO SUL, 1990), publicado pelo DEOP/MS (Departamento de Obras Públicas do Estado de Mato Grosso do Sul). Iniciando com séries anuais de dados diários de pluviômetros e empregando a formulação de Gumbel e Ven Te Chow

$$P = P_m + K_f \cdot S \quad (3.4)$$

onde  $P$  = precipitação máxima diária correspondente ao período de retorno  $T$ ,  $P_m$  e  $S$  respectivamente a média e desvio padrão da amostra de séries dos máximos totais diários de precipitação, e  $K_f$  = fator de frequência que depende do período de retorno e do tamanho da amostra, calculado por M. D. Reid, e que consta na tabela (7.1) de PINTO *et al* (1976), e seguindo com a discretização dos totais diários para cada período de retorno  $T$  e duração  $t$ , conforme metodologia de TORRICO (1974) descrita anteriormente, estabeleceram para 63 localidades a relação IDF, na forma da equação (3.1).

### 3.2. Métodos de espacialização de totais pluviométricos

Na espacialização de informações hidrológicas, utilizam-se diferentes métodos de interpolação, desde aqueles que produzem resultados discretos, caso dos Polígonos de Thiessen, onde assume que o valor de uma determinada variável seja constante dentro de sua área de influência, assim como aqueles que buscam representar sob forma contínua um fenômeno, caso da modelação utilizando a Superfície Spline, o Método do Inverso da Potência da Distância, Regressão Múltipla e Kriging.

Estes modelos também podem ser classificados como modelos Globais e modelos Locais. Os modelos Globais utilizam todas as informações disponíveis da área de estudo, como é o caso da regressão múltipla, enquanto que os modelos locais (um exemplo é o Método de Thiessen) utilizam informações dos vizinhos mais próximos.

#### 3.2.1. Polígonos de Thiessen

(AURENHAMMER & KLEIN, 2001; REZENDE *et al.*, 2000), destacam que a história do uso do Diagrama de Voronoi inicia-se com Descartes, na ilustração da disposição da matéria no sistema solar, em dois de seus trabalhos: “Le Monde de Mr. Descartes” e “Le Traité de La Lumière”, e no seu livro *Principia Philosophiae*, publicado em 1644. Entretanto, foram os matemáticos Dirichlet em 1850 e Voronoi em 1908, que primeiro formalizaram os conceitos relativos à determinação dos polígonos do Diagrama. Posteriormente, em 1911, o meteorologista de nome Thiessen, iniciou estudos empregando o Diagrama de Voronoi (denominando-o Polígonos de Thiessen) para estimar as médias regionais de precipitação de chuva. Atualmente existem no mercado diversos SIG, dispondo de ferramentas que auxiliam no traçado do Diagrama de Voronoi, dentre eles cita-se o IDRISI<sup>®</sup> (EASTMAN, 1992) e o ARCINFO<sup>®</sup> (ESRI, 1997a; ESRI, 1997b).

(SWAMI & MATOS, 1975; LINSLEY *et al.*, 1975; LINSLEY & FRANZINI, 1972), utilizam na Hidrologia os Polígonos de Thiessen para determinação das áreas de influência, que servem de peso no cálculo da precipitação média de uma região. Para a determinação dessas áreas de influência, unem-se estações pluviométricas vizinhas por meio de segmentos de reta e traçam-se perpendiculares aos pontos médios desses segmentos, o cruzamento do

prolongamento dessas perpendiculares definirão as áreas de influência. Essa técnica tradicional de determinar a precipitação média, com as facilidades computacionais hoje disponíveis, pode ser substituída por técnicas que discretizam a bacia hidrográfica em células ou “pixels” de dimensões extremamente reduzidas em relação à bacia (RIGHETTO, 1998).

Outras aplicações do Diagrama de Voronoi (DRYSDALE, 2001; LIMA, 1986; BOOTS *et al.*, 1995), são na área de: zoologia, para modelar e analisar territórios de animais; antropologia, para identificar partes de uma região sob influência de diferentes tribos neolíticas; robótica, no planejamento do caminho na presença de obstáculos; biologia e ecologia, para modelar e analisar a competição de plantas, além da astronomia, cartografia mineralogia, fisiologia e planejamento urbano e regional.

De acordo com FREITAS (2001), o Diagrama de Voronoi pode ser entendido da seguinte forma: dado um conjunto  $S$  de  $n$  pontos no plano queremos determinar para cada ponto  $p$  de  $S$  qual é a região  $V(p)$  dos pontos do plano que estão mais próximos de  $p$  do que de qualquer outro ponto em  $S$ .

Do exposto no The Voronoi Web Site, GOLD (2001), pode-se enunciar a seguinte definição: dado um conjunto de  $n$  pontos  $p$  de uma região  $S$  do plano  $P$ , a determinação do Diagrama de Voronoi consiste em determinar para cada ponto  $p$  de  $P$ , qual é o conjunto dos pontos da região  $V(p)$  do plano  $P$ , limitado por  $S$ , mais próximos de  $p$  do que de qualquer outro ponto  $p$  de  $S$ .

A figura (3.1), mostra um exemplo de Diagrama de Voronoi, traçado a partir de 14 pontos. Inicialmente foi procedida a triangulação, e em seguida traçada as mediatrizes que definiram polígonos, cujos vértices comuns são equidistantes a três pontos, assim como as arestas comuns a dois polígonos são equidistantes de dois pontos.

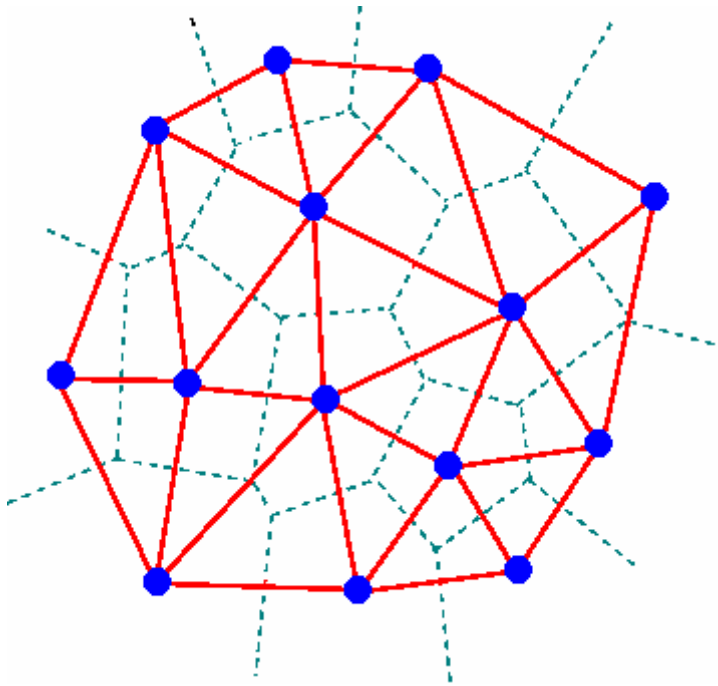


FIGURA 3.1. Diagrama de Voronoi (GOLD, 2001).

### 3.2.2. Inverso da Potência da Distância

O método do Inverso da Potência da Distância (MIPD), assume que a altura pluviométrica, correspondente à dada duração para um determinado local, é diretamente proporcional à precipitação medida em  $n$  postos vizinhos, e inversamente proporcional à distância (elevada a um expoente  $m$ ) entre o referido local e cada um desses postos.

O valor estimado pelo MIPD pode ser expresso pela equação (3.5):

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_i}{d_i^m}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^m}} \quad (3.5)$$

onde:  $I_e$  é a intensidade pluviométrica estimada para determinado local  $p$ ;

$I_i$  é a intensidade pluviométrica no posto  $i$ ;

$d_i$  é a distância entre o local  $p$ , e o posto  $i$ ;

$m$  é o valor do expoente de  $d_i$ .

$i$  é o número do posto; e

$n$  é o número de postos utilizados para a estimativa de  $I_e$ .

De acordo com (ASSAD & SANO, 1998; ASSAD & SANO, 1993; ASSAD 1994 e WEI & MCGUINNESS, 1973), o método do inverso do quadrado da distância permite a interpolação dos dados com variação espacial contínua, e assume que o valor a ser estimado para a variável em um ponto qualquer é proporcional ao valor medido em estações vizinhas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o ponto e cada uma das estações vizinhas.

### 3.2.3. Inverso da Distância

Este método é um caso particular do Método do Inverso da Potência da Distância com o expoente  $m$  assumindo o valor um na equação (3.5), resultando em:

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} \quad (3.6)$$

onde:  $I_e$  é a intensidade pluviométrica estimada para determinado local  $p$ ;

$I_i$  é a intensidade pluviométrica na Estação  $i$ ;

$d_i$  é a distância entre o local  $p$ , e a Estação  $i$ ;

$i$  é o número da Estação; e

$n$  é o número de Estações utilizadas para a estimativa de  $I_e$ .

### 3.2.4. Vizinhos Mais Próximos

Este método pode ser considerado um caso particular do Método do Inverso da Potência da Distância, quando se considera na equação (3.5), o mesmo fator peso para  $n$  Estações mais próximas. Portanto, a Intensidade pluviométrica para um ponto é estimada a partir da média aritmética das Intensidades Pluviométricas correspondentes às  $n$  Estações vizinhas mais Próximas, sendo a correspondente equação dada por:

$$I_e = \sum_{i=1}^n I_i \quad (3.7)$$

onde:  $I_e$  é a intensidade pluviométrica estimada para determinado local  $p$ ;

$I_i$  é a intensidade pluviométrica na Estação  $i$ ;

$i$  é o número da Estação; e

$n$  é o número de Estações utilizadas para a estimativa de  $I_e$ .

### 3.2.5. Superfície Spline

Procedimentos de interpolação utilizando Splines datam do século passado, entretanto só na década de sessenta é que foi desenvolvida a sua formulação matemática. Atualmente, encontra-se disponível em diversos “software”, é o caso do AUTOCAD<sup>®</sup> (AUTODESK, 1997) e IDRISI<sup>®</sup> (EASTEMAN, 1992), com potenciais aplicações em diversas áreas, tais como: elaboração de curvas de nível do terreno; otimização do rastreamento de trajetórias para manipuladores robóticos; ferramenta de cálculo na solução dos problemas de flambagem; transformação de imagens 2D obtidas por um minitomografo em imagens tridimensionais; além de outras aplicações, nas áreas da arte, e do “design”.

PALACIOS-VELEZ & CUEVAS-RENAUD (1992), ao apresentarem o SHIFT (Sistema Hidrológico de Facetas Triangulares), que é um modelo hidrológico integrado de parâmetros distribuídos, na parte do modelo que se refere à criação, edição e visualização do modelo digital de elevação (DEM) de uma bacia hidrográfica, usam o conceito de rede triangular irregular (TIN). Os procedimentos de interpolação são baseados na superfície Spline que minimiza uma quantidade que é, em primeira aproximação, igual à energia de deformação de uma “membrana elástica fina” forçada a passar através dos dados amostrais. Conforme citado pelos autores, este método desenvolvido por (DUCHON, 1976 *apud* PALACIOS-VELEZ & CUEVAS-RENAUD, 1992) e usado por pesquisadores Franceses (DUBRULE, 1984; LEVEL *et al.*, 1987 *apud* PALACIOS-VELEZ & CUEVAS-RENAUD, 1992) evita os problemas de oscilações descontroladas, surgidos na utilização da interpolação polinomial.



Para uma membrana fina (PALACIOS-VELEZ & CUEVAS-RENAUD, 1992; STEFFEN, 1997; CASTANHO & TOZZI, 1997), nas condições acima descritas, a energia de deformação para um ponto é proporcional a  $(\partial^2 \sigma / \partial^2 x)^2 + (\partial^2 \sigma / \partial x \partial y)^2 + (\partial^2 \sigma / \partial y)^2$ .

A função  $J(\sigma)$  para toda a membrana é dada por  $\iint \left[ (\partial^2 \sigma / \partial^2 x)^2 + (\partial^2 \sigma / \partial x \partial y)^2 + (\partial^2 \sigma / \partial y)^2 \right] dx dy$  cuja minimização será obtida através da função

$$\sigma(x, y) = \alpha + \beta \cdot x + \gamma \cdot y + \sum [\zeta_i \cdot \varphi(x, y, x_i, y_i)] \quad (3.8)$$

onde:

$$\varphi(x, y, x_i, y_i) = d_i^2 \cdot \ln(d_i), \text{ e}$$

$$d_i^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2.$$

Os coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\zeta_i$   $i = 1, n$  (sendo  $n$  o número de dados pontuais) são determinados pela equação matricial (3.9).

$$\begin{bmatrix} \varphi(1,1) & \varphi(1,2) & \dots & \varphi(1,n) & 1 & x_1 & y_1 \\ \varphi(2,1) & \varphi(2,2) & \dots & \varphi(2,n) & 1 & x_2 & y_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi(n,1) & \varphi(n,2) & \dots & \varphi(n,n) & 1 & x_n & y_n \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & 0 \\ x_1 & x_2 & \dots & x_n & 0 & 0 & 0 \\ y_1 & y_2 & \dots & y_n & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \dots \\ \zeta_n \\ \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \dots \\ \sigma_n \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Na matriz (3.9), os elementos  $\varphi(i,j)$  são subtendidos como  $\varphi(x_i, y_i; x_j, y_j)$ , representando os índices  $i$  e  $j$  pontos do conjunto de  $n$  valores, portanto  $\varphi(i,i) = 0$ . As coordenadas  $(x_i, y_i)$  correspondem aos dados pontuais e  $\sigma_i = \sigma(x_i, y_i)$  os valores conhecidos da variável que se deseja interpolar.

Para CINTRA (1991), modelos numéricos de terreno representam a variação de uma determinada característica (cota ou outra variável, por exemplo: temperatura, teores de

minério etc.), associada a cada ponto do terreno, possibilitando gerar curvas de isovalor, sendo que na construção de um MNT, parte-se de um conjunto de dados ou informações representadas por coordenadas tridimensionais, onde duas delas estão associadas à distribuição espacial das amostras e a terceira coordenada representa os valores que se quer modelar.

MOORE *et al.* (1991) definem um DEM como um arranjo ordenado de números que representa a distribuição espacial das elevações do terreno, relativas a uma referência arbitrária na bacia hidrográfica. Pode consistir de elevações amostrais em pontos discretos ou da elevação média sobre um trecho específico do terreno. Os dados oriundos de um DEM podem estar dispostos em malhas regulares, redes triangulares irregulares (TIN) ou vetores de curvas de níveis, apresentando cada um, vantagens e desvantagens. Os dados de malha regular apresentam conveniência computacional. A principal desvantagem dos dados baseados em curvas de nível é a grande exigência computacional para seu armazenamento. Os dados de redes triangulares irregulares (TIN) exigem muito menos pontos para a representação de superfícies, quando comparados com as outras formas de rede e podem ser gerados a partir dos modelos de malhas regulares.

ZEVENBERGEN & THORNE (1987) discorrem sobre a importância do estudo das superfícies do terreno e os efeitos da topografia sobre os processos hidrológicos e sedimentares, tecendo considerações sobre os atributos do terreno. Os autores, modificando trabalhos anteriores, escolheram uma superfície, partindo de uma função polinomial com nove coeficientes e que ajusta-se exatamente aos nove pontos de uma malha (3 x 3), pertencente ao conjunto global de pontos. Os nove coeficientes da função, são obtidos através do deslocamento dessa sub-matriz, ao longo do domínio da matriz de elevações.

MOORE *et al.* (1988) descrevem um modelo digital para discretização do terreno em pequenos polígonos ou elementos de formato irregular, com base nas curvas de nível e suas linhas ortogonais. No modelo, as curvas de nível são aproximadas por curtos segmentos de reta e as trajetórias entre curvas de nível adjacentes, como linhas retas. Os erros causados pelas aproximações são pequenos para casos de curvas de nível próximas, mas podem ser substanciais quando afastadas. Dois programas desenvolvem os cálculos no modelo. Um deles faz o pré-processamento das informações digitalizadas para as curvas de nível, permitindo que seja desenvolvida a análise topográfica e o outro calcula as trajetórias e atributos topográficos.

Segundo MOORE *et al.* (1991), o método mais comum de estimar os atributos topográficos, envolve o ajuste de superfícies aos dados de elevação, usando interpolação linear ou não linear. Os métodos não lineares de ajuste de superfícies, podem ser classificados de duas formas: esquemas locais ou globais e em malhas ou pontuais. Os globais utilizam muitos ou todos os dados de elevação para caracterizar a superfície em um ponto, com a vantagem de preservar a continuidade, ao contrário dos métodos locais, onde a superfície ajustada em um ponto depende somente de dados próximos, com menor exigência computacional. As superfícies em malha consistem de pequenas malhas curvadas, unidas de forma suaves, enquanto que os métodos pontuais constroem a superfície usando somente as informações fornecidas em pontos discretos.

## 4. METODOLOGIA

A determinação da intensidade pluviométrica de projeto para um local ou bacia de drenagem obtida a partir das relações intensidade x duração x frequência (IDF) é importante, por ser um parâmetro de entrada em modelos de precipitação – vazão, dentre outras aplicações. Entretanto a determinação dessa relação, em geral fica comprometida devido à baixa densidade da rede de observações sistemáticas das chuvas. Nestes casos podem ser utilizados procedimentos de espacialização para estimar o valor da intensidade pluviométrica de um local a partir de valores de intensidades pluviométricas de outros locais.

Neste trabalho, foi procedida a análise do comportamento de quatro métodos de espacialização: Inverso da Distância, Vizinhos Mais Próximos, Polígonos de Thiessen e Superfície Spline, utilizando valores de intensidades pluviométricas de chuvas intensas pontuais de 63 estações pluviométricas, sendo 57 estações localizadas dentro dos limites e 6 estações próximas dos limites geográficos de Mato Grosso do Sul. Para a consecução desse objetivo, seguiu-se as seguintes etapas:

- 4.1. Levantamento das estações pluviométricas que dispõem da relação IDF;
- 4.2. Aplicação dos métodos;
- 4.3. Verificação do ajuste dos métodos.

### 4.1. Levantamento das estações pluviométricas que dispõem da relação IDF

No levantamento dos dados básicos das estações pluviométricas do estudo foram utilizados: o inventário das estações pluviométricas do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE, 1996), a “home page” da ANEEL (Agencia Nacional de Águas e Energia Elétrica) através da internet (ANEEL, 2000), e o trabalho de elaboração de relações IDF, para o Mato Grosso do Sul, intitulado “Chuvas no Mato Grosso do Sul: equações de intensidade, duração e frequência”, publicado pelo DEOP/MS (Departamento de Obras Públicas de Mato Grosso do Sul), (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

## 4.2. Aplicação dos métodos

Na aplicação dos métodos considerou-se que a superfície representativa dos valores espaciais das chuvas intensas é de difícil formulação matemática em todos os seus detalhes, sendo importante que os pontos a serem selecionados para ajuste sejam representativos da superfície que se quer modelar, além disso, para verificar a influência do número de estações vizinhas no ajuste, adotou-se o seguinte procedimento: para cada uma das 63 estações considerou-se desconhecido o valor da intensidade pluviométrica correspondente a um determinado período de retorno e duração de chuva, a seguir procedeu-se à modelação considerando disponível um número variável de 1 a 62 amostras, exceto para a Superfície Spline, sendo neste caso necessário um mínimo de 3 pontos, na sequência para cada um dos quatro métodos foi gerado o valor que supôs-se inicialmente desconhecido.

### Superfície Spline

Na análise do comportamento do ajuste da Superfície Spline aos dados de intensidades pluviométricas, inicialmente utilizou-se a equação (3.9) para determinar os coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\zeta_i$   $i = 1, n$  (sendo  $n$  variável de acordo com o número de estações mais próximas consideradas), e a seguir utilizou-se estes valores e a mesma equação (3.9) para estimar as intensidades pluviométricas  $IT$  dos pontos de controle.

### Inverso da Distância

O método do Inverso da Distância foi aplicado assumindo que a intensidade pluviométrica de um local correspondente a determinada duração e período de retorno é diretamente proporcional à precipitação medida em  $n$  Estações mais próximas e inversamente proporcional à distância entre o referido local e cada uma dessas Estações (Equação 3.6).

### Vizinhos Mais Próximos

O estudo do Método dos Vizinhos Mais Próximos foi procedido considerando-o como um caso particular do Método do Inverso da Distância, de acordo com a equação (3.7). Portanto, determinou-se as distâncias entre o ponto de controle e os de ajuste e em seguida procedeu-se o cálculo da média aritmética entre os valores das intensidades pluviométricas das  $n$  Estações vizinhas mais próximas.

## Polígonos de Thiessen

A análise do Método dos Polígonos de Thiessen foi feita, considerando sequencialmente a distância entre o ponto de controle e os de ajuste, sendo a estimativa da intensidade para aquele ponto de controle dado pelo valor da intensidade pluviométrica do ponto mais próximo (vizinho mais próximo). Este procedimento substituiu o traçado dos polígonos de Thiessen utilizado na definição das 54 isozonas propostas por MATO GROSSO DO SUL (1990).

### 4.3. Verificação do ajuste dos métodos

Na análise do ajuste dos métodos foram utilizados, o erro quadrático médio (EQM) e o erro percentual (EP) das intensidades pluviométricas ( $I_o$ ) obtidas das relações IDF em relação às intensidades pluviométricas estimadas ( $I_c$ ) (Equações 4.1 e 4.2). Para facilitar a comparação entre os EQM obtidos considerando os pares de períodos de retorno e durações da tabela (5.5), utilizou-se o erro quadrático médio percentual (EQMPc) dado pela equação (4.3), substituindo a diferença entre a intensidade pluviométrica ( $I_o$ ) e a intensidade estimada ( $I_c$ ), pelo percentual dessa diferença em relação à intensidade ( $I_o$ ).

$$EQM = \sqrt{\frac{\sum (I_o - I_c)^2}{N}} \quad (4.1)$$

$$EP = \frac{|I_o - I_c|}{I_o} \cdot 100 \quad (4.2)$$

$$EQMPc = \sqrt{\frac{\sum \left( \frac{I_o - I_c}{I_o} \cdot 100 \right)^2}{N}} \quad (4.3)$$

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em MATO GROSSO DO SUL (1990), utilizando equações de chuvas intensas de 63 estações pluviométricas obtidas com base em dados diários, foram estabelecidas para o Mato Grosso do Sul, 54 isozonas. Essas isozonas foram delimitadas com base na teoria dos Polígonos de Thiessen e permitem determinar a equação de chuvas intensas para qualquer localidade de Mato Grosso do Sul.

No presente trabalho, utilizando as mesmas 63 equações de chuvas intensas citadas anteriormente e tendo em vista a conveniência de delimitação da abrangência do trabalho da dissertação, foram analisados quatro métodos: Polígonos de Thiessen, Vizinhos Mais Próximos, Inverso da Distância e ajuste à Superfície Spline. O comportamento do ajuste dos métodos utilizado às intensidades pluviométricas foi avaliado com base no EP (erro percentual) e EQM (erro quadrático médio) entre os valores de intensidades pluviométricas obtidos diretamente das relações IDF, e os obtidos na espacialização.

### **5.1. Programas computacionais**

Para execução dos trabalhos deste estudo, foi utilizado um micro computador K6-400. Inicialmente empregou-se um programa disponível na internet (LABGIS, 2001), que transformou as coordenadas geográficas das 63 Estações Pluviométricas em coordenadas planas, em seguida com o auxílio de outros dois programas desenvolvidos no software MATHCAD<sup>®</sup> (MATHSOFT, 2000) procedeu-se à espacialização e verificação do ajuste dos dados de intensidades pluviométricas correspondentes a períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 50 anos e durações de 6 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min, 120 min, 180 min, 360 min e 1440 min.

## 5.2. Levantamento das estações pluviométricas que dispõem da relação IDF

De acordo com ANEEL (2000), Mato Grosso do Sul conta com 193 estações pluviométricas, resultando numa densidade de um aparelho a cada 1855,7 km<sup>2</sup>. A situação do Mato Grosso do Sul e dos cinco Estados limítrofes, contida na tabela (5.1), destaca a baixa densidade de estações pluviométricas dos Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás em relação às densidades dos Estados de São Paulo e Paraná. Entretanto essa densidade pode mascarar a real distribuição por desconsiderar a proximidade entre algumas estações. Para que seja atingida a densidade de uma estação a cada 600 km<sup>2</sup>, de acordo com o recomendado por WMO (1976) deveriam ter, dentro do Estado, 583 estações pluviométricas distribuídas espacialmente de forma a representar a variabilidade espacial das chuvas. A baixa densidade e a distribuição espacial não uniforme da rede pluviométrica de Mato Grosso do Sul, dificulta o adequado estabelecimento de relações IDF.

TABELA 5.1. Densidade de Estações Pluviométricas por Estado.

Estado	Número de Estações	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade (km <sup>2</sup> /Estação)
Mato Grosso do Sul	193	358158,7	1855,7
Mato Grosso	217	906806,9	4178,8
Goiás	224	341289,5	1523,6
Minas Gerais	1335	588383,6	440,7
São Paulo	2521	248808,8	98,7
Paraná	1212	199709,1	164,8

Das 193 estações Pluviométricas, 63 dispõem da relação IDF obtidas através de dados diários de precipitação (MATO GROSSO DO SUL, 1990), uma localizada em Corumbá (PFAFSTETTER, 1957) e outra em Campo Grande (RONDON, 1979) dispõem da relação IDF obtidas a partir de registros pluviográficos.

Com o propósito de padronizar a metodologia de obtenção de relações IDF, no presente trabalho, foram utilizadas as 63 relações que constam em MATO GROSSO DO SUL (1990), às quais encontram-se listadas na tabela (5.2), onde as de número 1 a 54 são as relações IDF correspondentes as 54 isozonas e as de número 55 a 63 são aquelas descartadas em virtude de apresentarem valores semelhantes aos de outra vizinha.

De acordo com a tabela (5.2), todas as estações dispõem de pluviômetros, 19 têm pluviógrafos, 7 são climatológicas, 4 evaporimétricas e 7 telemétricas. Ainda pela tabela (5.2),



constata-se que das 63 estações, 57 estão localizadas no Estado de Mato Grosso do Sul, uma no Estado do Mato Grosso, três no Estado do Paraná e duas no Estado de Goiás.

Na tabela (5.3) encontram-se os parâmetros das 63 equações de chuvas intensas, obtidos por MATO GROSSO DO SUL (1990) a partir da média e desvio padrão de cada estação, utilizando a metodologia de TORRICO (1974). Esses parâmetros permitiram estabelecer equações na forma (5.1):

$$I = \frac{BT^d}{(t + c)^b} \quad (5.1)$$

sendo:  $I$  – intensidade média máxima pontual em mm/h, correspondente à duração  $t$  em minutos e período de retorno  $T$  em anos.  $c$ ,  $b$ ,  $B$  e  $d$  são os parâmetros de ajuste da equação.

TABELA 5.2. Localização das 63 estações pluviométricas do estudo.

Número da Estação	Código ANEEL	Nome da Estação	Tipo	Município	Estado	Latitude			Longitude		
						Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.
1	01852000	Aporé	PR	Alto Taquari	GO	18	58	0	51	54	36
2	01853000	Fazenda Taquari	PR	Alto Taquari	MT	17	48	41	53	17	20
3	01853001	Figueirão	P	Camapuã	MS	18	44	0	53	41	0
4	01853002	Cachoeira/Pólvora	P	Coxim	MS	18	11	54	54	16	41
5	01854002	Rio Verde De Mato Grosso	P	Rio Verde De Mato Grosso	MS	18	54	36	54	49	56
6	01854004	Coxim	PRT	Coxim	MS	18	26	0	54	48	0
7	01855000	Fazenda São Gonçalo	PC	Coxim	MS	18	21	0	55	51	0
8	01951001	Itajá	P	Itajá	GO	19	6	22	51	32	1
9	01954002	Rochedo	P	Rochedo	MS	19	57	6	54	53	31
10	01954003	Rio Negro	P	Rio Negro	MS	19	26	22	54	59	0
11	01954004	Camapuã	P	Camapuã	MS	19	32	1	54	2	8
12	01954005	Bandeirantes	P	Bandeirantes	MS	19	55	4	54	21	31
13	01956001	Paraíso	PR	Corumbá	MS	19	10	24	56	42	44
14	01956002	Rio Negro (Fazenda)	PEC	Anastácio	MS	19	34	0	56	12	0
15	01956003	Entre Rios	P	Aquidauana	MS	19	40	41	56	12	15
16	01956005	Bodoquena	P	Corumbá	MS	19	51	42	56	59	5
17	01956006	Porto Carreiro	P	Miranda	MS	19	57	0	56	53	0
18	01956008	São Sebastião	P	Aquidauana	MS	19	21	33	56	24	23
19	01957000	Corumbá 83552	PREC	Corumbá	MS	19	0	15	57	40	18
20	01957003	Porto Da Manga	P	Ladário	MS	19	15	30	57	14	7
21	01957004	Forte Coimbra	P	Corumbá	MS	19	55	7	57	47	22
22	01957006	Porto Esperança	PRT	Corumbá	MS	19	36	2	57	26	14
23	02051009	Jupia	P	Três Lagoas	MS	20	47	0	51	37	0
24	02052002	Água Clara	PRT	Água Clara	MS	20	26	42	52	54	5
25	02053000	Ribas Do Rio Pardo (Cerâmica)	PR	Ribas Do Rio Pardo	MS	20	26	36	53	45	27
26	02054001	Campo Grande 83612	PC	Campo Grande	MS	20	28	0	54	40	0
27	02054002	Sidrolândia	P	Sidrolândia	MS	20	56	0	54	58	0
28	02054005	Jaraguá	PC	Terenos	MS	20	29	37	54	48	42
29	02055000	Aquidauana 83608	PRCT	Aquidauana	MS	20	27	24	55	40	17
30	02055001	Cipolândia	P	Aquidauana	MS	20	7	37	55	23	34
31	02056005	Guaicurus	P	Miranda	MS	20	6	7	56	47	43
32	02056006	Miranda	PR	Miranda	MS	20	14	29	56	22	6
33	02152000	Porto Velho	P	Brasilândia	MS	21	1	0	52	11	0
34	02152001	Porto Uerê	P	Bataguacú	MS	21	42	57	52	26	14
35	02153000	Porto Pindaíba	P	Nova Andradina	MS	21	36	52	53	3	4
36	02154000	Aroeira	P	Rio Brilhante	MS	21	38	47	54	25	28
37	02155000	Maracajú	P	Maracajú	MS	21	37	2	55	8	11
38	02155001	Nioaque	P	Nioaque	MS	21	8	58	55	49	27

Fonte: ANEEL, 2000.

TABELA 5.2. (continuação). Localização das 63 estações pluviométricas do estudo.

Número da Estação	código ANEEL	Nome da Estação	Tipo	Município	Estado	Latitude			Longitude		
						Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.
39	02156000	Bonito	P	Bonito	MS	21	6	55	56	31	1
40	02157003	Santa Otilia	P	Porto Murtinho	MS	21	11	24	57	2	18
41	02157004	Porto Murtinho	PRCT	Porto Murtinho	MS	21	41	37	57	53	7
42	02157005	Marabá	P	Porto Murtinho	MS	21	41	18	57	21	28
43	02253000	Ivinhema	PRT	Ivinhema	MS	22	22	59	53	31	51
44	02254000	Caarapó	PRE	Caarapó	MS	22	37	27	54	49	28
45	02254001	Dourados	P	Dourados	MS	22	23	50	54	47	31
46	02254003	Glória De Dourados	P	Glória De Dourados	MS	22	24	18	54	14	6
47	02255000	Ponta Porã 83702	PRECT	Ponta Porã	MS	22	32	0	55	43	0
48	02256001	Bela Vista	PC	Bela Vista	MS	22	6	32	56	31	25
49	02257000	Caracol	P	Caracol	MS	22	1	51	57	1	45
50	02353030	Porto Camargo	P	Icaraíma	PR	23	22	0	53	44	0
51	02354000	Naviraí	P	Naviraí	MS	23	3	48	54	12	1
52	02354002	Flórida	P	Caarapó	MS	22	58	13	54	33	48
53	02355000	Amambaí	P	Amambaí	MS	23	5	58	55	14	27
54	02454001	Guaíra (Porto Guaíra)	P	Guaíra	PR	24	4	0	54	15	0
55	01854001	Pedro Gomes	P	Pedro Gomes	MS	18	06	59	54	33	37
56	01956004	Campo Alto	P	Corumbá	MS	19	00	12	56	05	20
57	02055004	Taboco	P	Aquidauana	MS	20	3	0	55	39	0
58	02152005	Xavantina Do Sul	P	Brasilândia	MS	21	15	0	52	12	0
59	02154001	Porto Rio Brilhante	P	Rio Brilhante	MS	21	55	0	54	30	0
60	02154002	Vau Do Balsamo (Anhanduí)	P	Campo Grande	MS	21	2	0	54	30	0
61	02156001	Jardim	P	Jardim	MS	21	27	6	56	6	8
62	02252000	Anaurilândia	P	Anaurilândia	MS	22	2	0	52	45	0
63	02253002	Porto Rico	P	Porto Rico	PR	22	46	0	53	16	0

Observação: Tipo da Estação (P - Pluviométrica; R - Pluviográfica; E - Evaporimétrica; C - Climatológica; T - Telemétrica).

Fonte: ANEEL, 2000.

TABELA 5.3. Parâmetros das 63 Estações Pluviométricas do estudo.

Número da Estação	Código ANEEL	Nome da estação	Anos de observações	MMA	DPMA	CVMA	B	d	c	b
1	01852000	Aporé	13	103,8	45,9	44,2	1389,82	0,23	11	0,78
2	01853000	Fazenda Taquari	16	87,3	23,6	27,0	1292,85	0,167	11	0,803
3	01853001	Figueirão	18	92,4	30,2	32,7	1376,04	0,187	11	0,803
4	01853002	Cachoeira/pólvora	11	81,7	12,3	15,1	1207,96	0,112	11	0,803
5	01854002	Rio Verde De Mato Grosso	20	92,5	28,1	30,4	1370,9	0,177	11	0,803
6	01854004	Coxim	20	93,8	32,5	34,6	1398,92	0,193	11	0,803
7	01855000	Fazenda São Gonçalo	25	93,3	19,7	21,1	1369,05	0,134	11	0,803
8	01951001	Itajá	14	84,0	23,8	28,3	1085,95	0,174	11	0,78
9	01954002	Rochedo	23	83,8	19,7	23,5	1232,6	0,146	11	0,803
10	01954003	Rio Negro	16	81,9	27,5	33,6	1224,55	0,192	11	0,803
11	01954004	Camapuã	19	96,5	28,9	29,9	1430,48	0,176	11	0,803
12	01954005	Bandeirantes	19	97,2	34,6	35,6	1453,36	0,197	11	0,803
13	01956001	Paraíso	11	79,3	42,1	53,1	1257,55	0,258	10	0,801
14	01956002	Rio Negro (Fazenda)	16	123,2	65,6	53,2	1928,19	0,251	11	0,803
15	01956003	Entre Rios	19	85,6	18,4	21,5	1260,22	0,139	11	0,803
16	01956005	Bodoquena	28	90,4	27,1	30,0	1329,08	0,172	10	0,801
17	01956006	Porto Carreiro	17	113,0	37,5	33,2	1680,35	0,19	10	0,801
18	01956008	São Sebastião	11	97,4	17,0	17,5	1439,45	0,126	11	0,803
19	01957000	Corumbá 83552	38	88,0	25,0	28,4	1381,16	0,163	10	0,812
20	01957003	Porto Da Manga	10	105,9	30,3	28,6	1694,03	0,183	10	0,812
21	01957004	Forte Coimbra	20	99,2	28,0	28,2	1566,7	0,169	10	0,812
22	01957006	Porto Esperança	18	79,3	22,2	28,0	1253,67	0,17	10	0,812
23	02051009	Jupia	27	84,8	21,9	25,8	1060,53	0,153	13	0,778
24	02052002	Água Clara	10	85,3	31,4	36,8	1131,06	0,213	11	0,78
25	02053000	Ribas Do Rio Pardo (Cerâmica)	13	77,0	24,4	31,7	1002,26	0,189	11	0,78
26	02054001	Campo Grande	37	86,0	24,0	27,9	1263,26	0,16	11	0,803
27	02054002	Sidrolândia	18	93,4	32,8	35,1	1396,58	0,196	11	0,803
28	02054005	Jaraguá	25	80,1	17,1	21,3	1176,95	0,135	11	0,803
29	02055000	Aquidauana 83608	53	83,8	24,2	28,9	1228,72	0,161	11	0,803
30	02055001	Cipolândia	18	101,7	27,3	26,8	1503,08	0,164	11	0,803
31	02056005	Guaicurus	59	110,5	39,9	36,1	1681,35	0,171	11	0,803
32	02056006	Miranda	21	98,3	35,2	35,8	1467,3	0,196	11	0,803

Fonte: MATO GROSSO DO SUL, 1990.

TABELA 5.3. (Continuação). Parâmetros das 63 Estações Pluviométricas do estudo.

Número da Estação	Código ANEEL	Nome da estação	Anos de observações	MMA	DPMA	CVMA	B	d	c	b
33	02152000	Porto Velho	11	70,0	10,8	15,4	893,1	0,114	12	0,78
34	02152001	Porto uerê	14	73,7	16,7	22,7	925,79	0,148	13	0,778
35	02153000	Porto pindaíba	15	83,4	26,7	32,0	1082,93	0,187	11	0,78
36	02154000	Aroeira	14	73,8	21,7	29,4	955,59	0,178	11	0,78
37	02155000	Maracajú	14	88,1	20,3	23,0	1215,98	0,151	11	0,791
38	02155001	Nioaque	20	91,6	31,7	34,6	1366,02	0,193	11	0,803
39	02156000	Bonito	20	88,6	26,9	30,4	1313,07	0,177	11	0,803
40	02157003	Santa Otilia	14	113,8	28,4	25,0	1684,7	0,16	11	0,803
41	02157004	Porto Murtinho	16	93,9	24,5	26,1	1389,18	0,163	11	0,803
42	02157005	Marabá	10	101,4	22,0	21,7	1503,35	0,151	11	0,803
43	02253000	Ivinhema	13	80,9	17,4	21,5	1039,5	0,145	11	0,78
44	02254000	Caarapó	11	87,0	27,3	31,4	1136,41	0,191	11	0,78
45	02254001	Dourados	14	79,3	19,2	24,2	1020,22	0,156	11	0,78
46	02254003	Glória De Dourados	10	87,9	24,9	28,3	1144,01	0,181	11	0,78
47	02255000	Ponta Porã 83702	39	94,4	28,9	30,6	1296,95	0,17	11	0,791
48	02256001	Bela Vista	15	97,6	28,8	29,5	1451,19	0,178	11	0,803
49	02257000	Caracol	20	111,0	36,2	32,6	1650,18	0,186	11	0,803
50	02353030	Porto Camargo	11	80,4	26,7	33,2	1045,15	0,197	12	0,78
51	02354000	Naviraí	14	106,1	36,5	34,4	1385,87	0,197	11	0,78
52	02354002	Flórida	13	90,6	28,9	31,9	1179,73	0,19	11	0,78
53	02355000	Amambaí	13	101,0	37,5	37,1	1329,24	0,208	11	0,78
54	02450001	Guaíra (Porto Guaíra)	40	92,3	30,7	33,3	1174,8	0,179	12	0,78
55	01854001	Pedro Gomes	20	93,5	33,0	35,3	1395,95	0,195	11	0,803
56	01956004	Campo Alto	20	84,8	24,1	28,4	1253,85	0,169	11	0,803
57	02055004	Taboco	11	101,6	22,7	22,3	1505,37	0,152	11	0,803
58	02152005	Xavantina Do Sul	10	82,9	19,4	23,4	1070,86	0,159	11	0,78
59	02154001	Porto Rio Brilhante	12	79,7	13,9	17,4	1023,49	0,124	11	0,78
60	02154002	Vau Do Balsamo (Anhanduí)	15	89,4	26,9	30,1	1157,02	0,18	11	0,78
61	02156001	Jardim	20	93,2	21,8	23,4	1372,46	0,148	11	0,803
62	02252000	Anaurilândia	11	85,9	14,8	17,2	1104,03	0,125	11	0,78
63	02253002	Porto Rico	17	87,6	19,6	22,4	1114,33	0,144	12	0,78

Observação: Média das alturas pluviométricas máximas anuais (MMA), Desvio padrão das alturas pluviométricas máximas anuais (DPMA), Coeficiente de variação das alturas pluviométricas máximas anuais (CVMA) e Parâmetros (B, d, c e b) das 63 relações IDF.

Fonte: MATO GROSSO DO SUL, 1990.

### 5.3. Considerações sobre os dados utilizados

Ao utilizar as mesmas 63 estações pluviométricas estabelecidas em MATO GROSSO DO SUL (1990), apesar dos códigos das estações serem os mesmos daqueles que constam em (ANEEL, 2000), foram constatadas diferenças na localização de pontos representativos de estações, as quais podem ser atribuídas a técnicas de plotagem e na atualização de coordenadas com alterações de precisão, desencontros esses que não inviabilizaram o presente trabalho.

No mapa de localização das estações pluviométricas, figura (5.1), pode-se visualizar a irregular distribuição espacial das estações pluviométricas, com poucas estações principalmente na Região Nordeste e Noroeste do Estado.

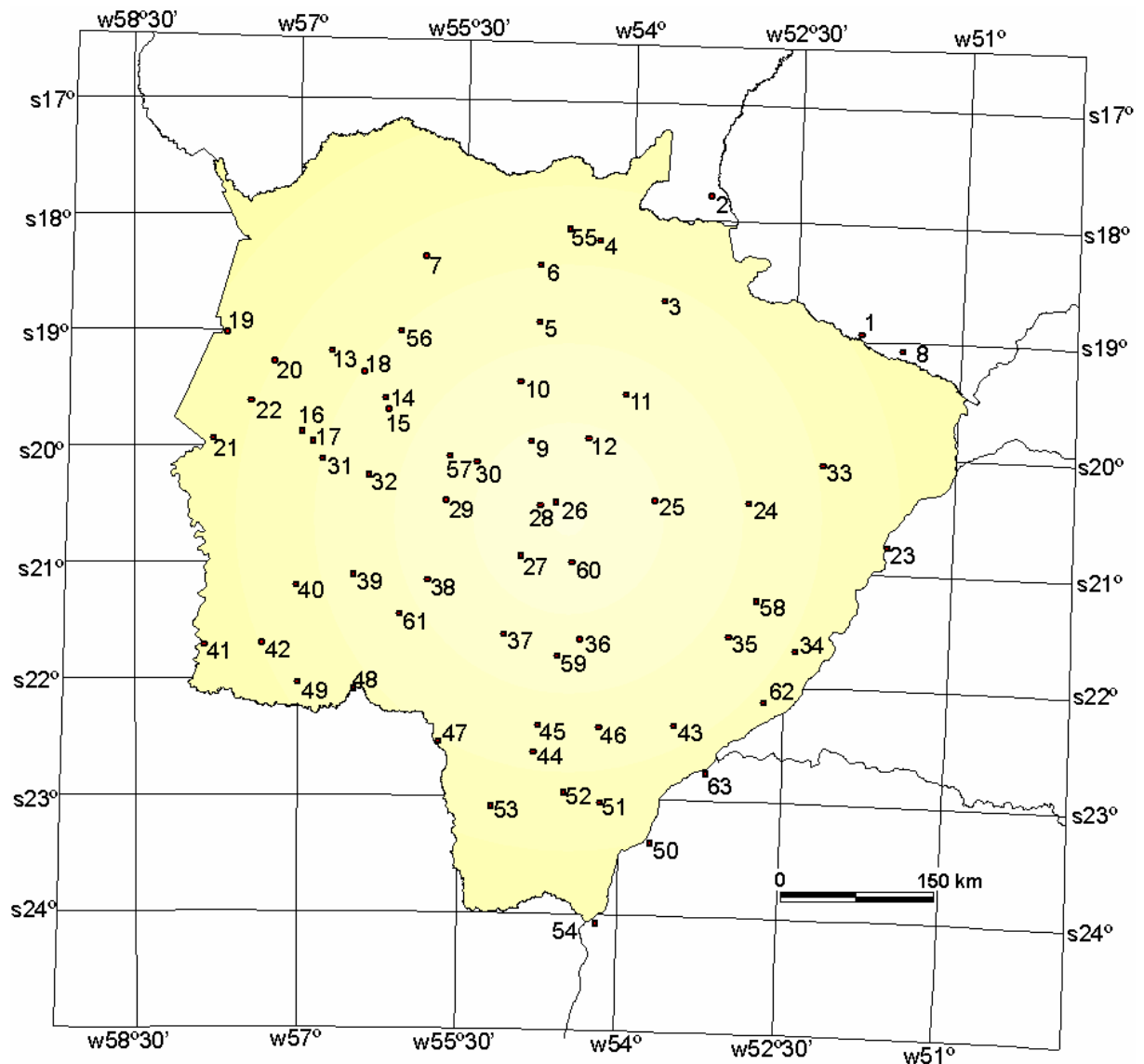


FIGURA 5.1. Localização das 63 Estações Pluviométricas do estudo.

O número de anos de observações das 63 estações é variável de um mínimo de 10 até o máximo de 59, tendo por valor médio 18,7 anos, desvio padrão de 9,8 anos, sendo que 26 delas, ou seja, 41% tem um número de observações no intervalo de 10 a 14 anos, conforme apresentado na figura (5.2). Esta constatação pode representar um problema para a espacialização das chuvas intensas, entretanto, dentro das limitações do presente trabalho não será procedida a atualização dos dados nem a padronização de um número de anos comum de observações.

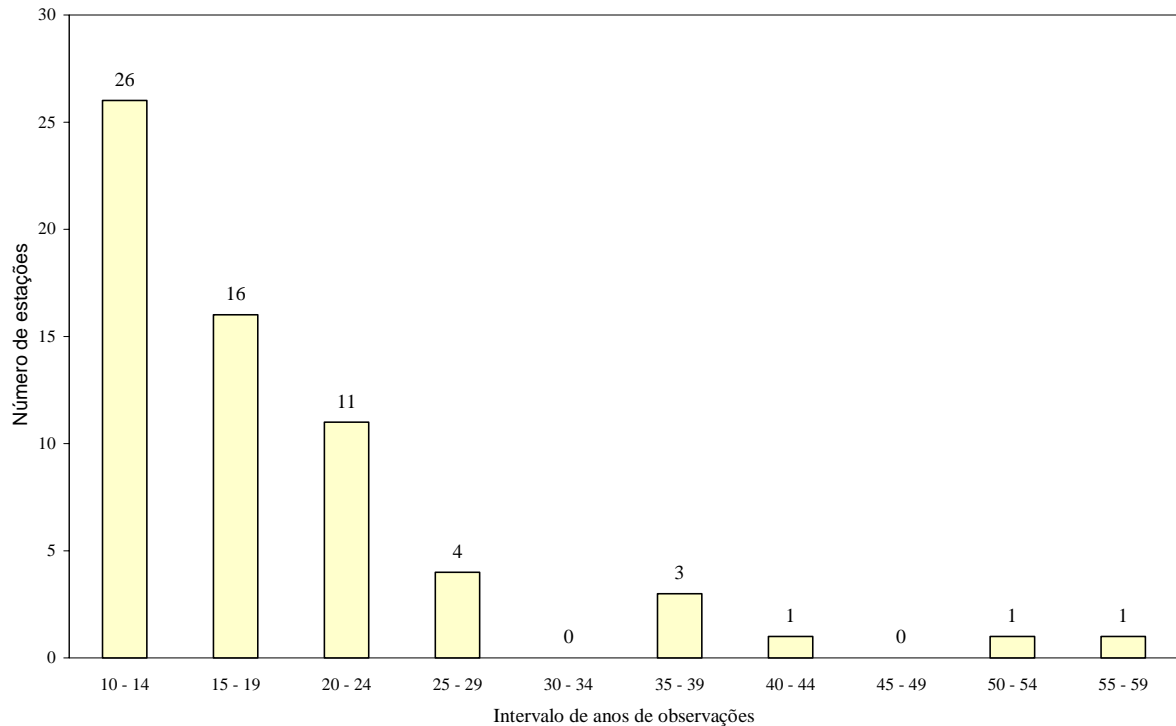


FIGURA 5.2. Histograma da frequência do número de Estações Pluviométricas em intervalos de 5 anos de observações.

#### 5.4. Espacialização das relações IDF

Inicialmente as coordenadas geográficas de cada Estação Pluviométrica da tabela (5.2) foram transformadas em coordenadas planas (Tabela 5.4), através do “software” de conversão Geo-UTM do Laboratório de Geologia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (LABGIS, 2001), utilizou-se um sistema de coordenadas retangulares com projeção UTM, tendo como superfície de referência o Elipsóide SAD - 69. Para a projeção UTM (Figura 5.3), Mato Grosso do Sul está coberto pelas cartas 21-SE, 21-SF, 22-SE e 22-SF, e encontra-se localizado entre os fusos de 48° e 54°, e de 54° e 60°. Sendo o meridiano central a referência da longitude de origem de cada fuso, o Estado tem duas longitudes de origem, baseadas nos meridianos centrais 57° W e a de 51° W. Neste trabalho utilizou-se como longitude de origem

para todo o Estado de MS, o meridiano  $57^{\circ}$  W da Zona 21, por ser a origem mais próxima do centro do Estado. Esta simplificação foi adotada, tendo-se em vista que os erros de deslocamento provocados nos pontos mais a leste são da ordem de 1 km, o que não é significativo para o modelo estudado.

A seguir, foram determinadas para as 63 estações, as intensidades pluviométricas correspondentes as 45 combinações (Tabela 5.5), entre os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 50 anos e durações de 6 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min, 120 min, 180 min, 360 min e 1440 min. Na tabela (5.4) constam intensidades correspondentes ao período de retorno de 5 anos e duração de 6 minutos, as intensidades para as demais durações e períodos de retorno encontram-se anexas (Tabelas A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5).



TABELA 5.4. Coordenadas Planas e Intensidades Pluviométricas das 63 estações do estudo (Período de retorno de 5 anos e duração de 6 minutos).

Número da Estação	Nome da Estação	Longitude (m)	Latitude (m)	Intensidade Pluviométrica (mm/h)
1	Aporé	1036355,09	7893862,06	220,8
2	Fazenda Taquari	893510,12	8026772,56	173,9
3	Figueirão	848615,66	7925438,79	191,1
4	Cachoeira/Pólvora	787917,14	7985727,44	148,7
5	Rio Verde De Mato Grosso	728324,91	7907723,30	187,4
6	Coxim	731195,07	7960467,14	196,2
7	Fazenda São Gonçalo	620332,50	7970707,57	174,6
8	Itajá	1075664,20	7878416,41	157,6
9	Rochedo	720620,10	7792474,29	160,3
10	Rio Negro	711725,58	7849299,96	171,4
11	Camapuã	811109,07	7837427,77	195,2
12	Bandeirantes	776523,00	7795437,25	205,1
13	Paraíso	530257,29	7879961,14	206,7
14	Rio Negro (Fazenda)	582742,03	7835042,35	296,9
15	Entre Rios	583418,65	7823941,82	162,0
16	Bodoquena	501599,53	7803818,89	190,2
17	Porto Carreiro	512207,84	7794039,82	247,6
18	São Sebastião	562343,34	7859316,33	181,2
19	Corumbá 83552	429307,38	7898569,33	189,0
20	Porto Da Manga	475275,36	7870564,04	239,4
21	Forte Coimbra	417375,30	7797323,61	216,5
22	Porto Esperança	454149,50	7832654,06	173,5
23	Jupiaá	1059709,13	7691258,87	137,3
24	Água Clara	927797,73	7733914,77	174,8
25	Ribas Do Rio Pardo (Cerâmica)	838361,47	7736103,76	151,7
26	Campo Grande	742244,02	7735150,98	168,0
27	Sidrolândia	710278,31	7682665,96	196,8
28	Jaraguá	728232,11	7732359,89	150,3
29	Aquidauana 83608	638584,43	7737413,19	163,7
30	Cipolândia	668006,20	7773652,25	201,2
31	Guaicurus	521401,31	7777216,64	227,6
32	Miranda	565975,59	7761672,68	206,8
33	Porto Velho	999820,27	7768470,20	112,6
34	Porto Uerê	972273,00	7591649,44	118,9
35	Porto Pindaíaba	908939,24	7604642,68	160,5
36	Aroeira	766571,81	7604092,59	139,6
37	Maracajú	692901,11	7608375,91	164,9
38	Nioaque	622087,73	7660852,67	191,6
39	Bonito	550165,37	7665009,92	179,5
40	Santa Otilia	496021,11	7656815,73	224,0
41	Porto Murtinho	408422,90	7600815,55	185,6
42	Marabá	462989,42	7601618,53	197,0
43	Ivinhema	857278,01	7520642,35	144,0
44	Caarapó	723605,63	7496441,64	169,5
45	Dourados	727318,20	7521526,96	143,9
46	Glória De Dourados	784668,10	7519716,10	168,0
47	Ponta Porã 83702	630831,28	7507573,28	181,3
48	Bela Vista	549136,22	7555035,16	198,7
49	Caracol	496990,03	7563751,52	228,8
50	Porto Camargo	832823,36	7410895,78	150,6
51	Naviraí	786866,48	7446713,25	208,8
52	Flórida	749821,59	7457687,74	175,7
53	Amambaí	680170,13	7444377,49	203,8
54	Guaíra (Porto Guaíra)	778479,90	7334436,23	164,4
55	Pedro Gomes	758169,72	7995220,76	196,4
56	Campo Alto	595895,99	7898548,18	169,2
57	Taboco	641774,90	7780158,33	197,6
58	Xavantina Do Sul	934860,39	7639413,85	151,7
59	Porto Rio Brillhante	745808,67	7587806,93	137,1
60	Vau Do Balsamo (Anhanduí)	759172,99	7676499,67	169,6
61	Jardim	594298,36	7628842,42	179,0
62	Anaurilândia	941833,11	7540813,53	148,1
63	Porto Rico	882302,57	7477490,90	147,4

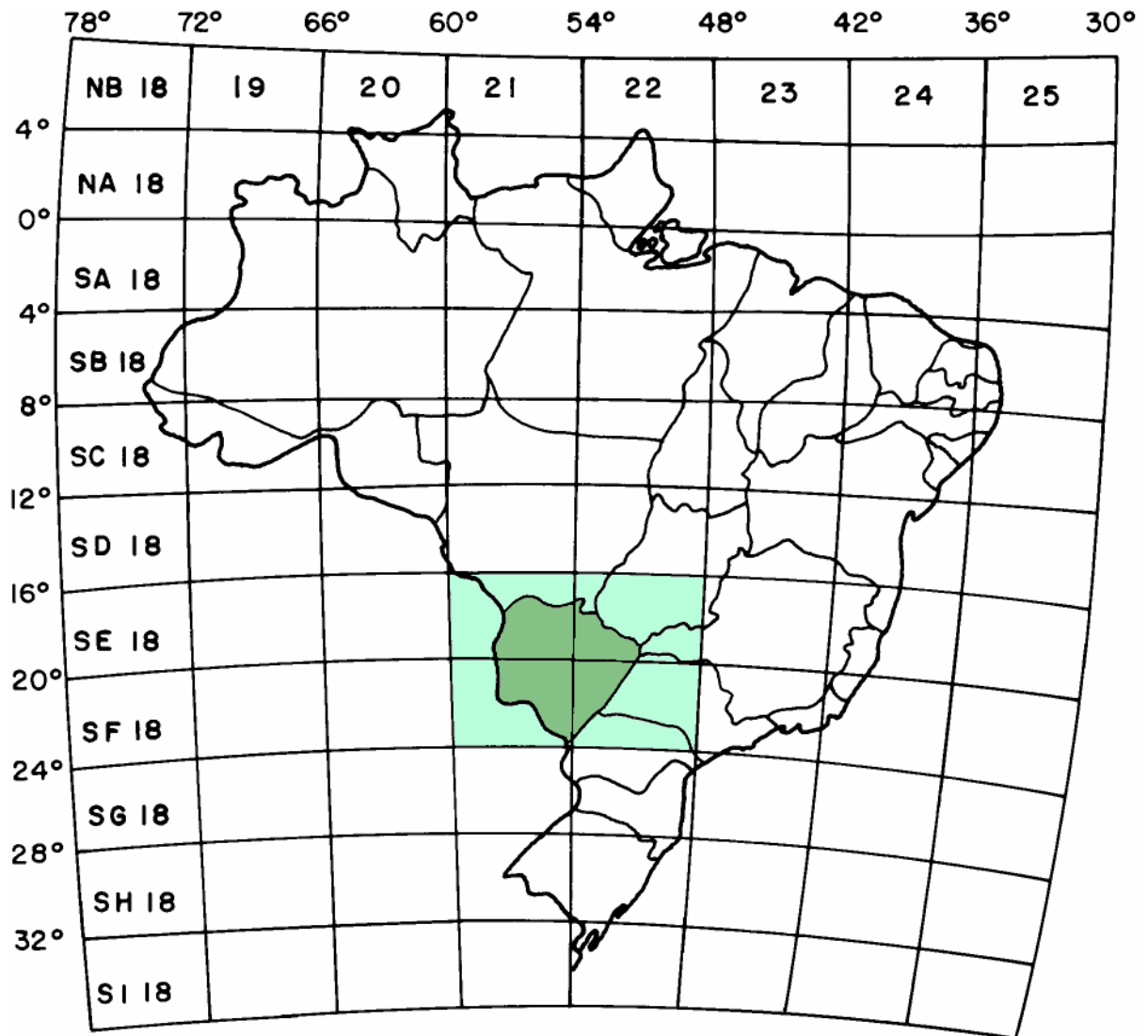


FIGURA 5.3. Distribuição das cartas 1: 1000000 para o Brasil (CÂMARA *et al.*, 1996).

TABELA 5.5. Pares de valores de Períodos de Retorno ( $T$ ) e durações de chuva ( $t$ ).

t (minutos)	T (anos)				
	2	5	10	25	50
6	T2t6	T5t6	T10t6	T25t6	T50t6
10	T2t10	T5t10	T10t10	T25t10	T50t10
20	T2t20	T5t20	T10t20	T25t20	T50t20
30	T2t30	T5t30	T10t30	T25t30	T50t30
60	T2t60	T5t60	T10t60	T25t60	T50t60
120	T2t120	T5t120	T10t120	T25t120	T50t120
180	T2t180	T5t180	T10t180	T25t180	T50t180
360	T2t360	T5t360	T10t360	T25t360	T50t360
1440	T2t1440	T5t1440	T10t1440	T25t1440	T50t1440

Para comparação dos métodos utilizados neste trabalho, foram determinados para cada um dos 45 grupos de Intensidades Pluviométricas (Tabela 5.5) o erro quadrático médio (EQM), erro percentual (EP) e o erro quadrático médio percentual (EQMPc) entre os valores das Intensidades Pluviométricas de teste e os das Intensidades Pluviométricas obtidas pelos quatro métodos do estudo.

Conforme descrito no item (4.2) da metodologia, o procedimento adotado na verificação do ajuste foi de considerar como inexistente uma das 63 estações e utilizar um número variável de 1 a 62 estações mais próximas para ajuste, exceto para o Método da Superfície Spline. Neste caso foi adotado um número variável de 3 a 62 Estações mais próximas. Isto permitiu comparar o valor da intensidade gerado pela espacialização utilizando cada um dos quatro métodos do estudo com o valor da intensidade conhecido, mais que foi considerado inicialmente como inexistente. Este procedimento foi aplicado a cada uma das 63 Estações para os 45 grupos de intensidades formados pelas combinações entre períodos de retorno e durações de chuva (Tabela 5.5).

#### **5.4.1. Ajuste à superfície Spline**

A metodologia exposta em (4.2), que trata do ajuste da Superfície Spline a um conjunto de pontos de coordenadas  $x$ ,  $y$  e atributo  $z$ , foi aplicada utilizando as coordenadas planas da Tabela (5.4) e intensidades pluviométricas correspondentes a cada um dos 45 pares de período de retorno e duração da tabela (5.4).

A seguir, descreve-se as etapas desenvolvidas nas simulações do ajuste da Superfície Spline às intensidades pluviométricas, que em resumo consistiu em:

- Leitura dos valores das coordenadas planas das estações e dos valores dos parâmetros das equações de chuvas intensas;
- Seleção das Estações para ajuste e das Estações para teste;
- Cálculo da matriz distância para ajuste  $MDA$ ;
- Cálculo do vetor das intensidades correspondente ao par  $T$  e  $t$  das Estações de ajuste  $VITt$ ;
- Cálculo dos parâmetros da Superfície Spline  $PSSP$ ;
- Cálculo da matriz distância para teste  $MDT$ ;

- Cálculo das intensidades pluviométricas  $IT$  correspondente ao par  $T$  e  $t$  para as Estações teste; e
- Cálculo do erro percentual (EP) e do erro quadrático médio (EQM).

### **Leitura dos valores das coordenadas planas das estações e dos valores dos parâmetros das equações de chuvas intensas**

Inicialmente procedeu-se a leitura das coordenadas planas das 63 estações pluviométricas. Estas coordenadas planas (Tabela 5.4) estão referenciadas ao sistema UTM SAD-69 tendo por meridiano central  $57^\circ$  W.

Na tabela (5.3), encontram-se os parâmetros das 63 equações de chuvas intensas, obtidas por MATO GROSSO DO SUL (1990), utilizando os procedimentos recomendados por TORRICO (1974). Esses parâmetros permitem estabelecer equações na forma da equação (5.1).

Como exemplo de equação, tem-se para a Estação de número 5 (Rio Verde de Mato Grosso - MS) código ANEEL 01854002:

$$I = \frac{1370,9 \times T^{0,177}}{(t + 11)^{0,803}} \quad (5.2)$$

sendo:  $I$  – intensidade média máxima em mm/h correspondente à duração  $t$  em minutos e período de retorno  $T$  em anos.

### **Seleção das Estações para ajuste e das Estações para teste**

Considerou-se inexistente uma das 63 estações, e utilizou-se um número variável de 3 a 62 estações mais próximas para ajuste. O valor da Intensidade daquela Estação suposta inicialmente inexistente foi utilizado para verificar o ajuste.

Para estabelecer os vizinhos mais próximos de cada estação, foi calculada a distância ( $d_{i,j}$ ) entre as estações de números  $i$  e  $j$ , utilizando a expressão:

$$d_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (5.3)$$

onde:  $x_i$  e  $x_j$  - abscissas, respectivamente das estações  $i$  e  $j$ ; e  
 $y_i$  e  $y_j$  - ordenadas, respectivamente das estações  $i$  e  $j$ .

A tabela (A.6) anexa, parcialmente transcrita a seguir (Tabela 5.6), indica na primeira linha o número da estação (1 a 63) e na primeira coluna a ordem da estação mais próxima. Portanto, da tabela (5.6), constata-se que as três estações vizinhas mais próximas da estação 1 são: estação 8 (primeiro vizinho mais próximo), 33 (segundo vizinho mais próximo) e 3 (terceiro vizinho mais próximo).

TABELA 5.6. Parte da tabela (A.6) - Sequência ordenada dos Vizinhos Mais Próximos das Estações Pluviométricas de número 1 a 21.

Ordem	Estação Pluviométrica																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	8	3	4	55	6	55	56	1	30	9	12	11	18	15	14	17	16	14	20	22	22
2	33	4	11	6	10	5	6	33	12	5	3	9	20	18	18	31	31	13	22	19	16
3	3	55	2	3	55	4	5	23	10	12	10	26	56	56	32	22	32	15	21	13	20
4	24	6	55	5	4	7	18	24	28	30	9	28	14	13	57	20	22	56	13	16	17
5	2	1	5	2	11	10	13	3	26	57	25	10	15	32	56	32	15	16	16	17	19
6	23	5	6	11	9	3	55	2	57	11	5	25	16	57	13	13	14	17	17	18	31
7	11	11	12	10	3	11	14	11	29	6	26	30	17	17	17	18	18	20	18	21	13
8	25	8	10	7	12	56	15	25	11	28	28	60	22	31	31	15	20	31	31	31	32
9	4	10	9	12	7	9	10	58	27	26	6	5	19	16	16	21	13	32	14	14	18
10	58	12	25	9	56	12	4	34	5	56	4	27	31	30	30	14	21	22	56	15	40
11	12	7	1	56	30	2	20	4	60	14	24	57	32	29	29	19	57	57	15	56	15

### Cálculo da matriz distância para ajuste *MDA*

A matriz distância para ajuste é uma matriz simétrica, que tem  $(n + 3) \times (n + 3)$  elementos, onde  $n$  corresponde ao número de Estações utilizadas para ajuste. Os  $n$  primeiros elementos  $\varphi(i,j)$  das linhas ou colunas, são obtidos pela expressão:

$$\varphi(i, j) = d_{i,j}^2 \cdot \ln(d_{i,j}) \quad (5.4)$$

onde  $d_{i,j}$ , é a distância entre as estações  $i$  e  $j$ , obtida pela equação (5.3).

Com  $i = 1, 2, \dots, n$ ; e  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Os elementos da matriz *MDA* da linha  $(n + 1;1)$  à  $(n + 1;n)$  e coluna  $(1;n + 1)$  à  $(n;n + 1)$  têm valor 1. Os elementos da linha  $(n + 2;1)$  à  $(n + 2;n)$  e coluna  $(1;n + 2)$  à  $(n;n + 2)$  têm valor  $x_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Os elementos da linha  $(n + 3;1)$  à  $(n + 3;n)$  e coluna  $(1;n + 3)$  à  $(n;n + 3)$  têm valor  $y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Em (5.5) têm-se como exemplo uma das 3780 matrizes *MDA* de ajuste, obtida considerando a estação 1 como teste e para ajuste as 7 estações mais próximas.

$$\begin{bmatrix}
 0 & 87322,2 & 292797,4 & 227896,4 & 301295,0 & 184724,1 & 400626,0 & 1 & 1075,7 & 7878,4 \\
 87322,2 & 0 & 255763,1 & 27953,8 & 439448,8 & 43750,7 & 214061,9 & 1 & 999,8 & 7768,5 \\
 292797,4 & 255763,1 & 0 & 229098,1 & 57833,6 & 571897,6 & 41744,5 & 1 & 848,6 & 7925,4 \\
 227896,4 & 27953,8 & 229098,1 & 0 & 494391,4 & 94791,0 & 122866,6 & 1 & 927,8 & 7733,9 \\
 301295,0 & 439448,8 & 57833,6 & 494391,4 & 0 & 830688,5 & 227290,9 & 1 & 893,5 & 8026,8 \\
 184724,1 & 43750,7 & 571897,6 & 94791,0 & 830688,5 & 0 & 471085,2 & 1 & 1059,7 & 7691,3 \\
 400626,0 & 214061,9 & 41744,5 & 122866,6 & 227290,9 & 471085,2 & 0 & 1 & 811,1 & 7837,4 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 1075,7 & 999,8 & 848,6 & 927,8 & 893,5 & 1059,7 & 811,1 & 0 & 0 & 0 \\
 7878,4 & 7768,5 & 7925,4 & 7733,9 & 8026,8 & 7691,3 & 7837,4 & 0 & 0 & 0
 \end{bmatrix}$$

(5.5)

### Definição do vetor das Intensidades Pluviométricas correspondente ao par $T$ e $t$ das Estações de ajuste $VITt$

Os vetores das intensidades pluviométricas correspondentes às Estações de ajuste, terão um número de elementos igual ao número de Estações de ajuste mais três elementos, conforme o sistema de equações (3.9), e o valor de cada elemento do mesmo vetor dependerá da Estação, do período de retorno e da duração considerada.

Portanto, nos procedimentos de ajuste, cada um dos 170100 vetores de Intensidades Pluviométricas terá um número variável de 6 a 65 elementos, dependendo do número de Estações mais Próximas consideradas, e o valor de cada elemento dependerá da Estação, do período de retorno e da duração considerados.

Para a condição de ajuste de 7 Estações mais próximas à Estação 1, e para a combinação  $T10t10$  (Tabela 5.5), a intensidade pluviométrica da Estação 1 assume o valor de 219,6 mm/h e os elementos do vetor Intensidade pluviométrica assumem os valores da tabela (5.7).

TABELA 5.7. Valores dos elementos do vetor Intensidade pluviométrica, considerando 7 Estações mais próximas da Estação 1 e  $T10t10$ .

Estação Mais Próxima		Elementos do vetor Intensidade pluviométrica (mm/h)
Ordem	Número	
1	8	150,8
2	33	104,2
3	3	183,6
4	24	171,9
5	2	164,7
6	23	131,6
7	11	186,1

Portanto o vetor Intensidade pluviométrica (mm/h) para a condição: 7 Estações mais próximas da Estação 1 e  $T10t10$  é dado por:

$$\begin{bmatrix} 150,8 \\ 104,2 \\ 183,6 \\ 171,9 \\ 164,7 \\ 131,6 \\ 186,1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

### **Cálculo dos parâmetros da Superfície Spline *PSSP***

Os parâmetros da Superfície Spline *PSSP*, foram obtidos pela solução da seguinte equação:

$$MDA \times PSSP = VITt \quad (5.7)$$

Considerando um número variável de 3 a 62 estações mais próximas de cada estação teste, e sendo 63 o número total de estações, obteve-se 3780 matrizes *MDA* de ajuste, e 170100 vetores de Intensidades Pluviométricas *VITt* que combinados resultará em 170100 vetores *PSSP*. Como exemplo: considere-se a estação 1 como controle, para ajuste as 7 estações mais próximas de 1 e condição  $T10t10$ . A solução dada pela equação (5.7), considerando a matriz *MDA* (5.5) e o vetor *VITt* dado por (5.6), resulta no vetor de parâmetros de ajuste pela Superfície Spline *PSSP* dado por (5.8).

$$\begin{bmatrix} 0,00157691 \\ -0,00476022 \\ 0,00113572 \\ 0,00287238 \\ -0,00056665 \\ 0,00060358 \\ -0,00086171 \\ 852,74362429 \\ -0,11244559 \\ -0,09493944 \end{bmatrix} \quad (5.8)$$

### **Cálculo da matriz distância para teste *MDT***

A matriz distância para teste, é uma matriz linha, que tem  $(I) \times (n + 3)$  elementos, onde  $n$  corresponde ao número de Estações utilizadas para ajuste. Os  $n$  primeiros elementos das colunas, são obtidos pela expressão (5.4) onde:  $x_i$  e  $y_i$  são as coordenadas planas do ponto teste  $i$ , e  $x_j$  e  $y_j$  são as coordenadas planas do ponto  $j$ , elemento do conjunto dos pontos de ajuste. Nesta mesma matriz, o elemento da coluna  $(1;n + 1)$  têm valor 1, o elemento da coluna  $(1;n + 2)$  têm valor  $x_i$  e o elemento da coluna  $(1;n + 3)$  têm valor  $y_i$  onde:  $x_i$  e  $y_i$  são as coordenadas planas do ponto de controle.

De acordo com o procedimento adotado, que considerou um número variável de 3 a 62 estações mais próximas de cada uma das 63 estações de teste, foram necessários 3780 vetores *MDT* de teste. Em (5.9), tem-se como exemplo um dos 3780 vetores *MDT*, obtido considerando a estação 1 como teste, para ajuste as 7 estações mais próximas e condição *T10t10*.

$$[6677,1 \quad 83109,3 \quad 190240,6 \quad 196714,9 \quad 200765,0 \quad 221187,8 \quad 293739,7 \quad 1 \quad 1036,4 \quad 7893,9]$$

(5.9)

### **Cálculo das intensidades pluviométricas *IT* correspondente ao par *T* e *t* para as Estações teste**

O valor da intensidade pluviométrica de cada estação teste é obtido procedendo-se à multiplicação de cada vetor *MDT*, pelo vetor do parâmetro *PSSP*, obtido para cada condição de número de estações mais próximas, período de retorno e duração de chuva. Para a estação 1, considerando as 7 estações mais próximas de 1 e a condição *T10t10* na relação IDF, obtém-se o valor de 149,4 mm/h para a Intensidade pluviométrica supostamente desconhecida inicialmente, multiplicando o vetor *MDT* (5.9) pelo vetor *PSSP* (5.8).



### **Cálculo do, erro percentual (EP), erro quadrático médio (EQM) e erro quadrático médio percentual (EQMPc)**

Para cada uma das 45 condições de período de retorno e duração de chuva da tabela (5.5), foi reservada uma Estação para teste e procedido o ajuste da Superfície Spline aos valores das intensidades pluviométricas das outras 62 Estações. Depois de ajustada a superfície, a Intensidade pluviométrica de um local pode ser determinada a partir de suas coordenadas planas. O erro percentual (EP) para a estação teste considerando 62 estações para ajuste, obtém-se pela relação do módulo da diferença entre o valor da intensidade obtido da relação IDF e o estimado pela Superfície Spline, expresso em termos percentuais em relação ao primeiro. Os valores de EP para a estação 1 estão na tabela (5.8) e variaram de 24% a 37% de acordo com o período de retorno e duração considerada. Constatou-se pela tabela (5.8) que o valor do EP variou menos com a duração para um mesmo período de retorno (coeficiente de variação médio de 2%), e mais com o período de retorno para uma mesma duração (coeficiente de variação médio de 15%). Estendendo essa análise para o conjunto das 63 Estações, considerando 62 Estações e a Superfície Spline para ajuste, constatou-se também uma maior variação do EP com a variação do período de retorno (coeficiente de variação médio de 27%), do que com a variação da duração (coeficiente de variação médio de 7%).

TABELA 5.8. Erro Percentual (%) das intensidades pluviométricas da estação 1, utilizando 62 Estações e a Superfície Spline para ajuste de acordo com o período de retorno ( $T$ ) e duração ( $t$ ).

$T$ (Anos)	$t$ (Minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
2	24	24	24	24	24	25	25	25	26
5	27	27	28	28	28	28	28	29	29
10	30	30	30	30	31	31	31	31	32
25	33	33	34	34	34	34	34	35	35
50	36	36	36	36	36	37	37	37	36

O comportamento do EP de cada uma das 63 estações considerando seus 62 vizinhos mais próximos e as 45 combinações entre os Períodos de Retorno e durações de chuva (Tabela 5.5) podem ser visualizados na figura (5.4). Sendo que os maiores valores foram de 144,3 mm/h para a estação 15, 126,2 mm/h para a estação 18 e 106,9 mm/h para a estação 33. Estes valores máximos de EP para as Estações 15 e 18 podem ser atribuídos à presença nas proximidades da Estação 14 que dentre as 63 apresenta o maior valor de Intensidade pluviométrica, e de outras Estações próximas com valores médios de intensidades maiores do que das Estações 15 e 18, fazendo com que ao descartar a Estação 15 ou 18 e reserva-la para

teste, a Superfície Spline tenda a assumir nos locais dessas Estações valores muito diferentes dos esperados conforme indicado pelo EP dessas duas Estações. A mesma justificativa serve para explicar o grande valor do EP da Estação 33, que além disso, é a que tem o menor valor de intensidade pluviométrica dentre as 63 Estações.

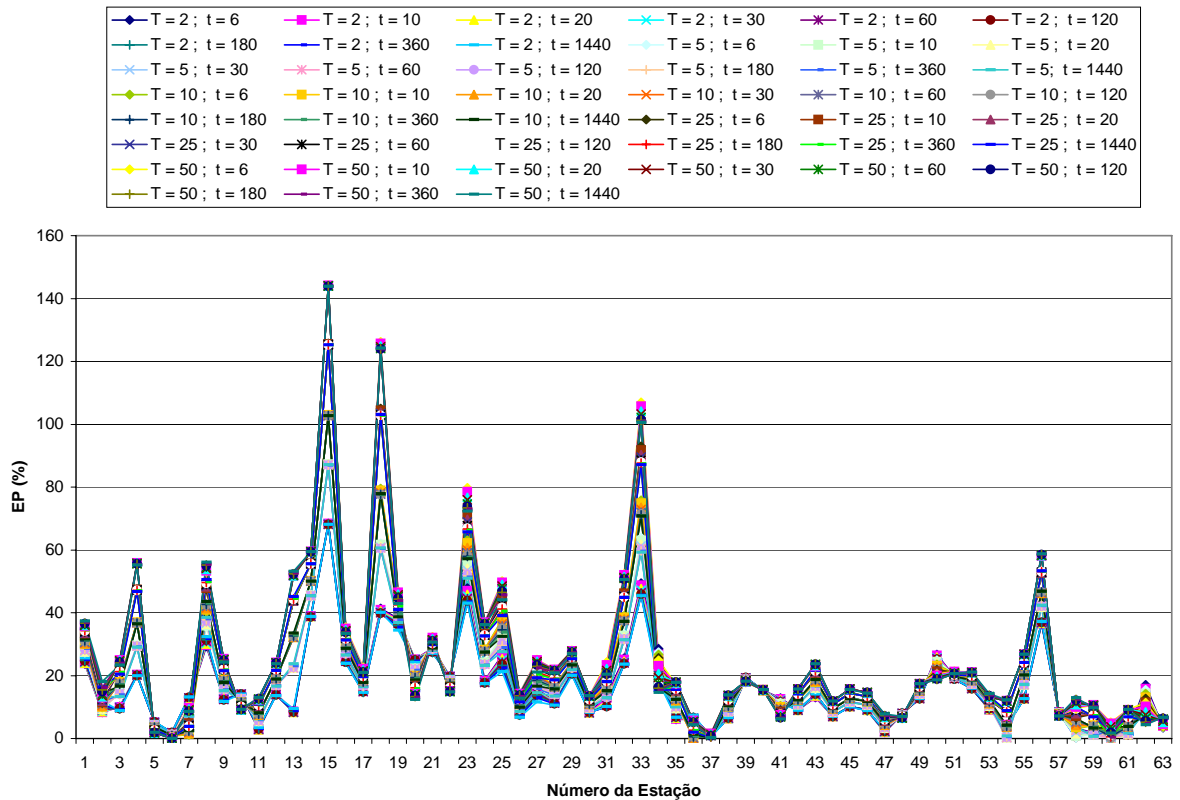


FIGURA 5.4. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando a Superfície Spline, considerando 62 Estações mais próximas, para Períodos de Retorno ( $T$ ) e durações de chuva ( $t$ ).

A figura (5.5), mostra o comportamento dos valores de EP das intensidades pluviométricas das 63 estações para o período de retorno de 50 anos, e duração de 6 minutos, considerando o número de estações mais próximas variável de um em um, desde 3 até 62. Constata-se nesta figura, que as condições de 3 e 4 estações mais próximas destoam do conjunto formado pelas demais condições de 5 a 62 Estações mais próximas. Portanto a utilização da Superfície Spline modelada por valores de intensidades pluviométricas de apenas 3 ou 4 estações mais próximas geraram distorções na estimativa de valores de intensidade, com erros percentuais que ultrapassaram 800 %, caso da Estação 56, onde constatou-se um EP de 869%, quando utilizadas as 3 Estações mais próximas, que de acordo com a tabela (A.6) anexa, são as de números 18, 14 e 13 as quais, pela tabela (A.5) no anexo, tem para a condição  $T50/t6$ , valores de intensidades pluviométricas respectivamente de 242,2 mm/h; 529,1 mm/h e 374,4 mm/h. Repetindo o mesmo procedimento anterior considerando 4 Estações mais próximas encontrou-se um EP de 825%. É interessante constatar para a Estação

56, que a diferença percentual foi de 869% a mais para a condição de 3 Estações mais próximas e de menos 825% para 4 Estações mais próximas, principalmente em razão da proximidade com a Estação 14, cujo valor de intensidade pluviométrica para a condição  $T50t6$ , é de 529,1 mm/h, portanto muito maior que os demais, provocando grande oscilação na Superfície Spline quando se altera nos procedimentos de ajuste a condição de 3 para 4 Estações vizinhas.

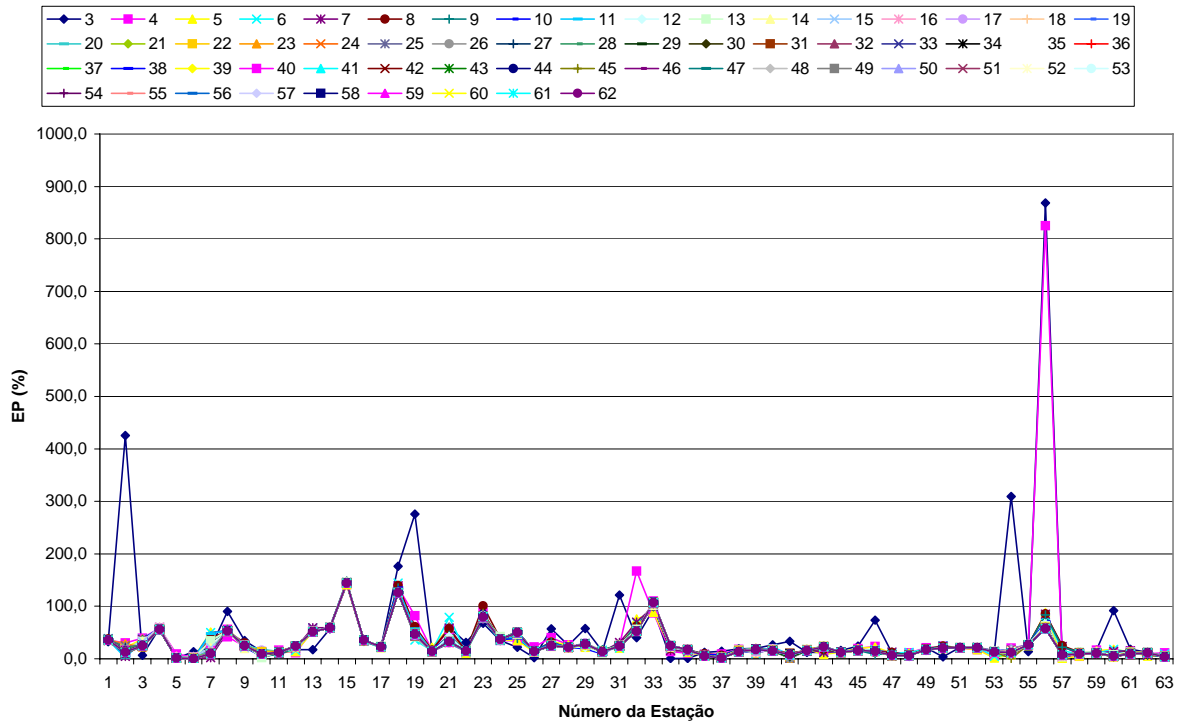


FIGURA 5.5. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações estudadas, utilizando o Método da Superfície Spline, considerando um número variável de 3 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.

Pela análise da figura (5.6) constata-se que, com a condição de 5 a 62 estações mais próximas para modelagem pela superfície Spline o EP diminui (valor máximo de 148% para a Estação 15) em relação à condição da figura (5.5) (valor máximo de 869% para a Estação 56).

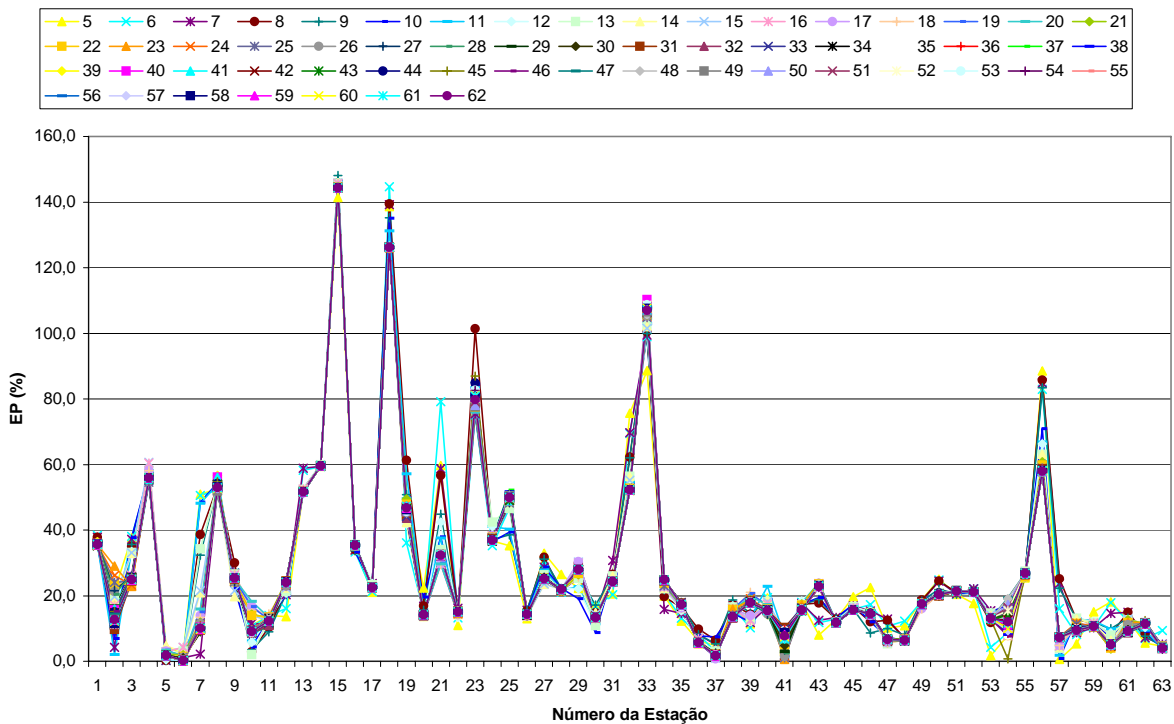


FIGURA 5.6. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método da Superfície Spline, considerando um número variável de 5 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.

A análise da influência do número de estações vizinhas nas estimativas das intensidades pluviométricas utilizando a Superfície Spline, também, pode ser constatada pelos valores do Erro Quadrático médio (EQM), que constam, nas tabelas (A.7, A.8, A.9, A.10 e A.11) e figuras (5.7 e 5.8). Na figura (5.7), EQM das intensidades pluviométricas em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 10$  anos e  $t = 6$  minutos e figura (5.8), EQM das intensidades pluviométricas em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 50$  anos e  $t = 6$  minutos, pode-se visualizar e confirmar a observação feita, de que a condição de 3 e 4 Estações mais próximas na modelação de intensidades pluviométricas geraram valores de intensidades muito diferentes dos de controle, acarretando EQM variáveis que podem assumir valores entre 1,6 mm/h e 197,1 mm/h, para  $T = 10$  anos, e entre 2,8 mm/h e 356,7 mm/h para  $T = 50$  anos, de acordo com a duração considerada. A partir de 5 estações mais próximas o EQM tende a apresentar inicialmente pequena oscilação, e a partir de 11 Estações mais próximas tende a estabilizar em patamares de acordo com a duração considerada. Para a condição do período de retorno de 10 anos os patamares estabilizaram em valores de EQM que variaram entre 58 mm/h para a duração de 6 minutos a 1,6 mm/h para duração de 1440 minutos, e para  $T = 50$  anos os valores de EQM variaram entre 100 mm/h para a duração de 6 minutos a 2,8 mm/h para a duração de 1440 minutos, portanto, para uma mesma duração aumentando o período de retorno constatou-se um aumento do patamar de EQM.

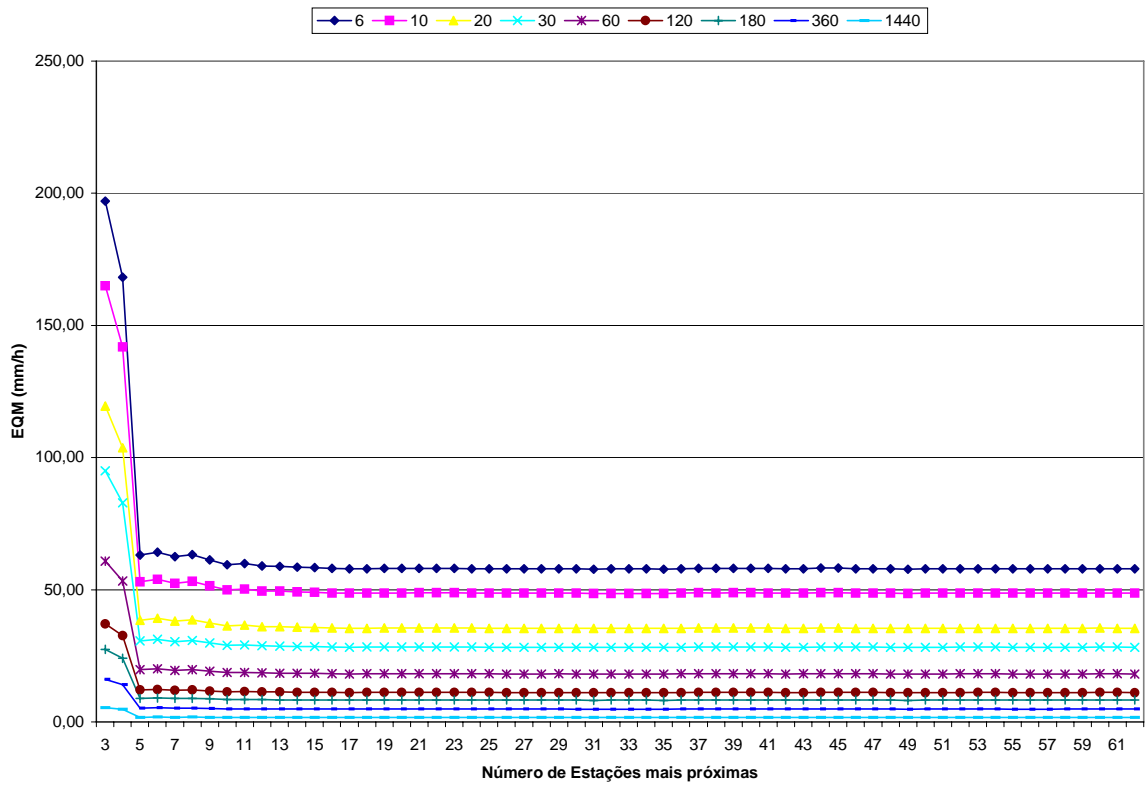


FIGURA 5.7. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 10$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

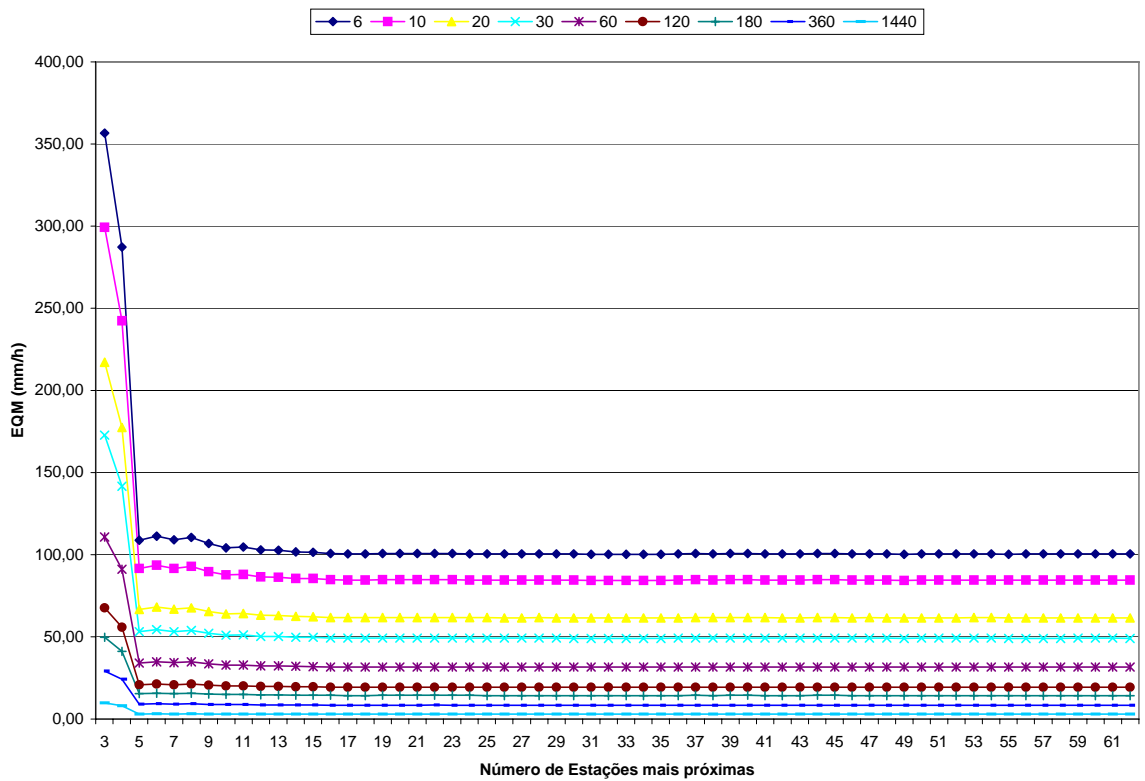


FIGURA 5.8. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 50$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

Para analisar a influência da duração da chuva no ajuste, foi feita a padronização das intensidades de controle e de ajuste em relação à de controle, este procedimento permitiu desvincular a ordem de grandeza dos valores de intensidades no cálculo do erro quadrático médio figura (5.9) - EQMPc das intensidades pluviométricas em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para  $T = 10$  anos, e figura (5.10) - EQMPc das intensidades pluviométricas em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para  $T = 50$  anos. Para a condição do período de retorno de 10 anos os patamares estabilizaram em valores de EQMPc que variaram entre 28% para a duração de 6 minutos a 29% para duração de 1440 minutos, e para  $T = 50$  anos os valores de EQMPc variaram entre 38% para a duração de 6 minutos a 39% para a duração de 1440 minutos. Portanto, aumentando o período de retorno constatou-se um aumento do patamar de EQMPc para a mesma duração de chuva considerada. Constatou-se, mais uma vez, que para um mesmo período de retorno a duração da chuva não influenciou de forma significativa na análise do ajuste.

Constatou-se, também, ser desnecessário utilizar todas as 63 Estações pluviométricas para espacializar as intensidades pluviométricas pois a partir de 5 Estações vizinhas a melhora que se obtém na estimativa é pequena e a partir de 12 Estações mais próximas essa melhora é praticamente desprezível, conforme pode-se observar nas figuras (5.9) e (5.10). Essa redução no número de Estações mais próximas torna mais prática a modelação por envolver um menor número de Estações e diminuir o tempo de processamento dos dados.

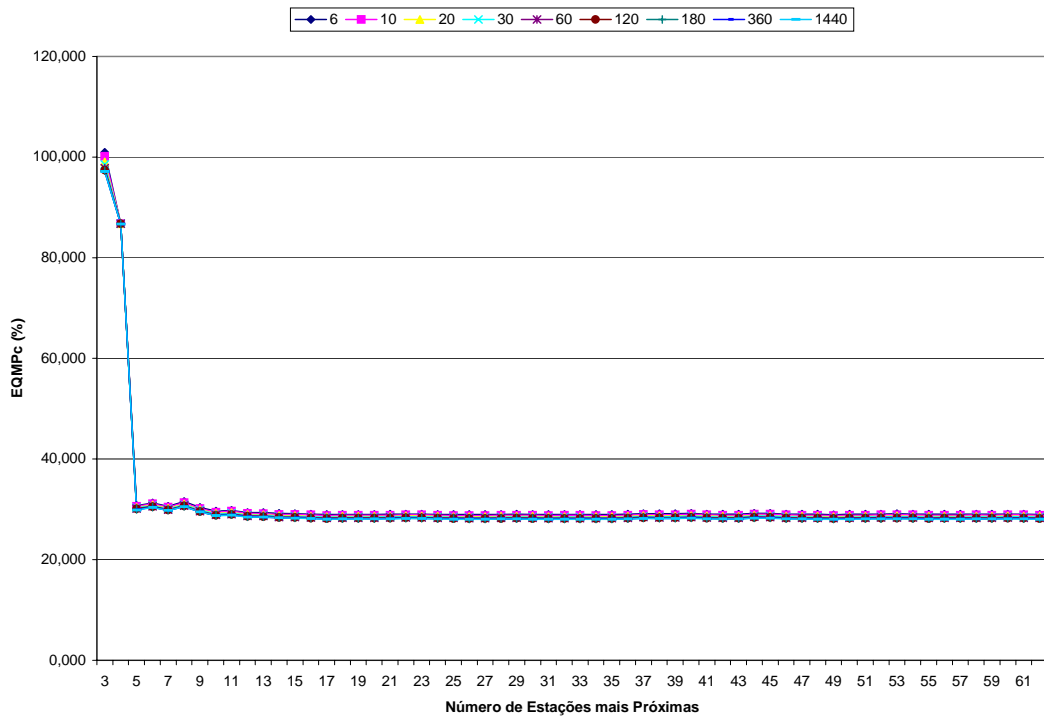


FIGURA 5.9. EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas, para  $T = 10$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

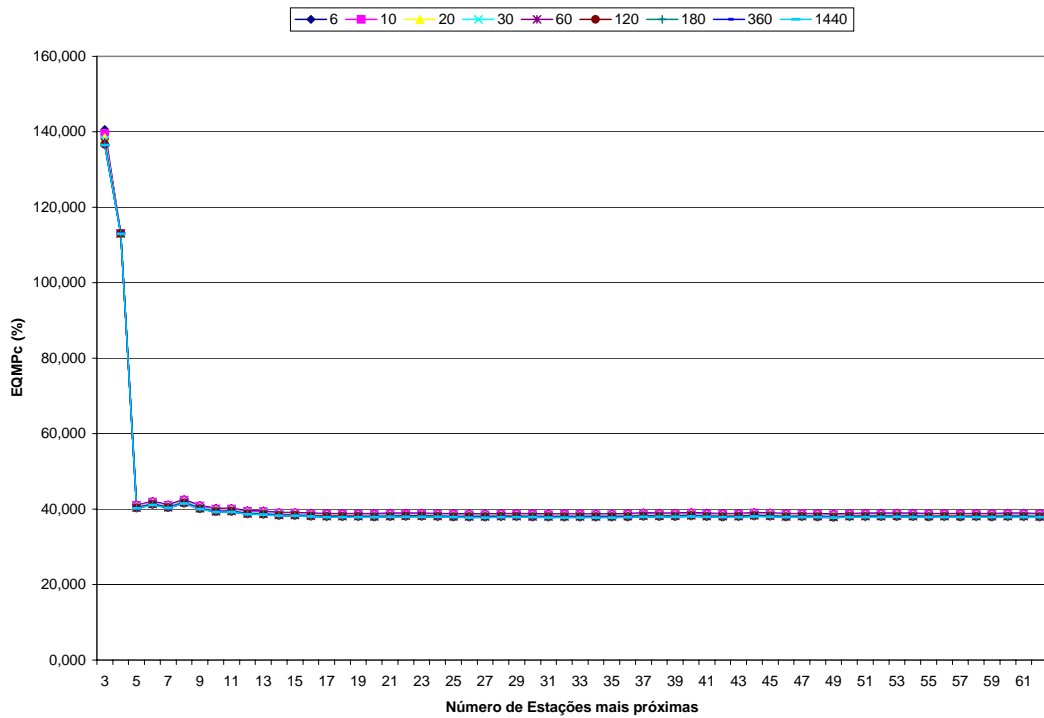


FIGURA 5.10. EQMPc das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método da Superfície Spline, em relação ao número de Estações mais próximas, para  $T = 50$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

#### 5.4.2. Método dos Vizinhos Mais Próximos

A metodologia exposta em (4.2), na parte que trata da aplicação do Método dos Vizinhos Mais Próximos a um conjunto de pontos de coordenadas  $x$ ,  $y$  e atributo  $z$ , foi aplicada utilizando as coordenadas planas da tabela (5.4) e intensidades pluviométricas obtidas das 63 relações IDF do estudo, correspondentes às 45 combinações (Tabela 5.5) entre períodos de retorno e durações de chuva.

A seguir descreve-se as etapas desenvolvidas nas simulações do Método dos Vizinhos Mais Próximos, que em resumo consistiu em:

- Leitura dos valores das Coordenadas planas das estações e dos valores dos parâmetros das equações de chuvas intensas;
- Cálculo da matriz distância entre as 63 estações;
- Seleção das Estações para ajuste e das Estações para teste;
- Cálculo das intensidades pluviométricas ( $I_e$ ) correspondente ao par  $T$  e  $t$  para as Estações teste; e
- Cálculo do erro percentual (EP), do erro quadrático médio (EQM) e do erro quadrático médio percentual (EQMPc).

#### **Leitura dos valores das Coordenadas planas das estações e dos valores dos parâmetros das equações de chuvas intensas**

Inicialmente procedeu-se a leitura das coordenadas planas das 63 estações pluviométricas. Estas coordenadas planas (Tabela 5.4) estão referenciadas ao sistema UTM - Elipsóide - SAD-69 tendo por meridiano central  $57^\circ$  W.

Na tabela (5.3), encontram-se os parâmetros das 63 equações de chuvas intensas, obtidos por MATO GROSSO DO SUL (1990) utilizando os procedimentos recomendados por TORRICO (1974).

Esses parâmetros permitem estabelecer equações na forma da equação (5.1).



### **Cálculo da matriz distância para ajuste MDA**

A matriz distância entre as Estações é uma matriz que tem (63 x 63) elementos. Os elementos  $\varphi(i, j)$  da matriz distância, são obtidos pela equação:

$$\varphi(i, j) = d_{i,j} \quad (5.10)$$

onde  $d_{i,j}$ , é a distância entre as estações  $i$  e  $j$ , obtida pela equação (5.3).  
com  $i = 1, 2, \dots, 63$ ; e  $j = 1, 2, \dots, 63$ .

Com os valores dos elementos da matriz distância, estabeleceu-se a sequência ordenada dos vizinhos mais próximos de cada uma das 63 estações pluviométricas do estudo (Tabela A.6).

### **Seleção das Estações para ajuste e das Estações para teste**

De acordo com o procedimento adotado, considerou-se inexistente uma das 63 estações, e utilizou-se um número variável de 1 a 62 estações mais próximas para ajuste. O valor da intensidade daquela Estação suposta inicialmente inexistente foi utilizado para verificar o ajuste.

### **Cálculo das intensidades pluviométricas ( $I_e$ ) correspondente ao par $T$ e $t$ para as Estações teste**

O valor da intensidade pluviométrica estimada ( $I_e$ ) para a estação teste correspondente a cada uma das 45 combinações entre período de retorno e duração de chuva (Tabela 5.5), utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos é dado pela equação (3.7).

### **Cálculo do erro percentual (EP) e do erro quadrático médio (EQM)**

Os valores de EP para a estação 1, considerando 62 Estações mais próximas e 45 combinações de período de retorno e duração de chuva (Tabela 5.5), estão na tabela (5.9) e variaram de 14% a 33% de acordo com o período de retorno e duração considerada. Constatou-se pela tabela (5.9) que o valor de EP variou menos com a duração para um mesmo período de retorno (coeficiente de variação médio de 8%), e mais com o período de retorno para uma mesma duração (coeficiente de variação médio de 23%). Estendendo essa análise

para o conjunto das 63 Estações, constatou-se também uma variação do EP com a variação do período de retorno (coeficiente de variação médio de 28%), e com a variação da duração (coeficiente de variação médio de 25%).

TABELA 5.9. Erro Percentual (%) das intensidades pluviométricas da estação 1, utilizando 62 Estações Mais Próximas e o Método dos Vizinhos Mais Próximos para ajuste, para períodos de retorno ( $T$ ) e duração de chuva ( $t$ ).

$T$ (Anos)	$t$ (Minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
2	14	15	15	15	16	17	18	18	20
5	19	19	19	20	20	21	22	23	24
10	22	22	22	23	24	24	25	26	27
25	26	26	26	27	27	28	28	29	31
50	28	29	29	29	30	31	31	32	33

O comportamento do EP de cada uma das 63 estações considerando seus 62 vizinhos mais próximos e as 45 combinações entre os períodos de retorno e durações de chuva (Tabela 5.5) podem ser visualizados na figura (5.11). Sendo que os maiores valores foram de 86% para a estação 33, 50% para a estação 14 e 49% para a estação 59. Estes valores máximos de EP para as Estações 33 e 59, podem ser atribuídos ao fato de serem Estações que apresentam valores de intensidades abaixo da média dos valores de outras Estações, inclusive a Estação 33 é a que tem o menor valor de intensidade pluviométrica dentre as 63 Estações, fazendo com que ao descartá-las para teste, tendem a assumir valores estimados bem maiores do que o esperado. O valor de 50% para o EP da Estação 14, atribui-se ao fato dessa Estação ser aquela que apresenta o maior valor de intensidade pluviométrica entre as 63 Estações do estudo, fazendo com que ao descartá-la para teste, o valor estimado para ela seja menor do que o esperado.

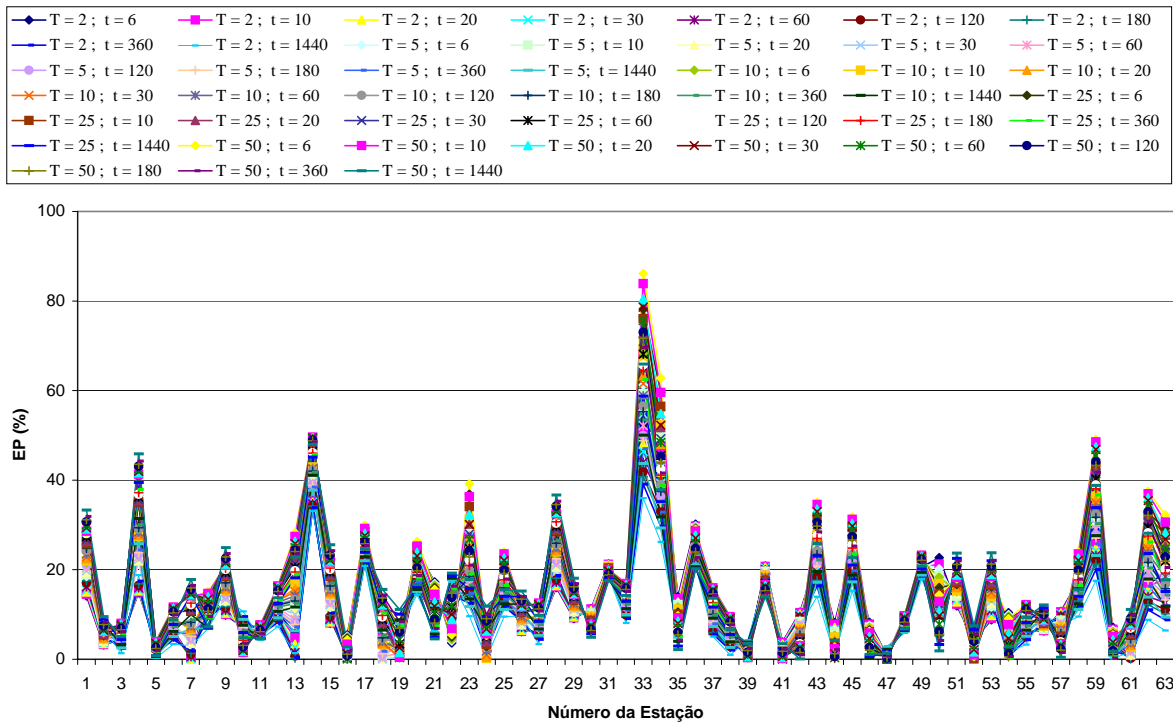


FIGURA 5.11. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando 62 Estações mais próximas, para Períodos de Retorno ( $T$ ) e durações de chuva ( $t$ ).

A figura (5.12), mostra o comportamento dos valores do EP das intensidades pluviométricas das 63 Estações para um período de retorno de 50 anos, e duração de 6 minutos, considerando o número de estações mais próximas variável de um em um, desde 1 até 62, enquanto que na figura (5.13) apresenta-se estes mesmos valores, à exceção da primeira estação mais próxima, isto é, de 2 até 62.

Desta forma, constata-se na figura (5.12), que a condição de um vizinho mais próximo, destoa das condições de 2 a 62 vizinhos mais próximos, apresentando o valor máximo de EP, para a Estação 15, igual a 137%.

A comparação entre as figuras (5.5) e (5.12), para a mesma condição  $T50t6$ , permite constatar que utilizando o método dos vizinhos mais próximos para estimativa da intensidade pluviométrica, resultou em um valor máximo para EP de 137%, bem menor do que o valor máximo para EP de 869%, obtido pelo Método da Superfície Spline.

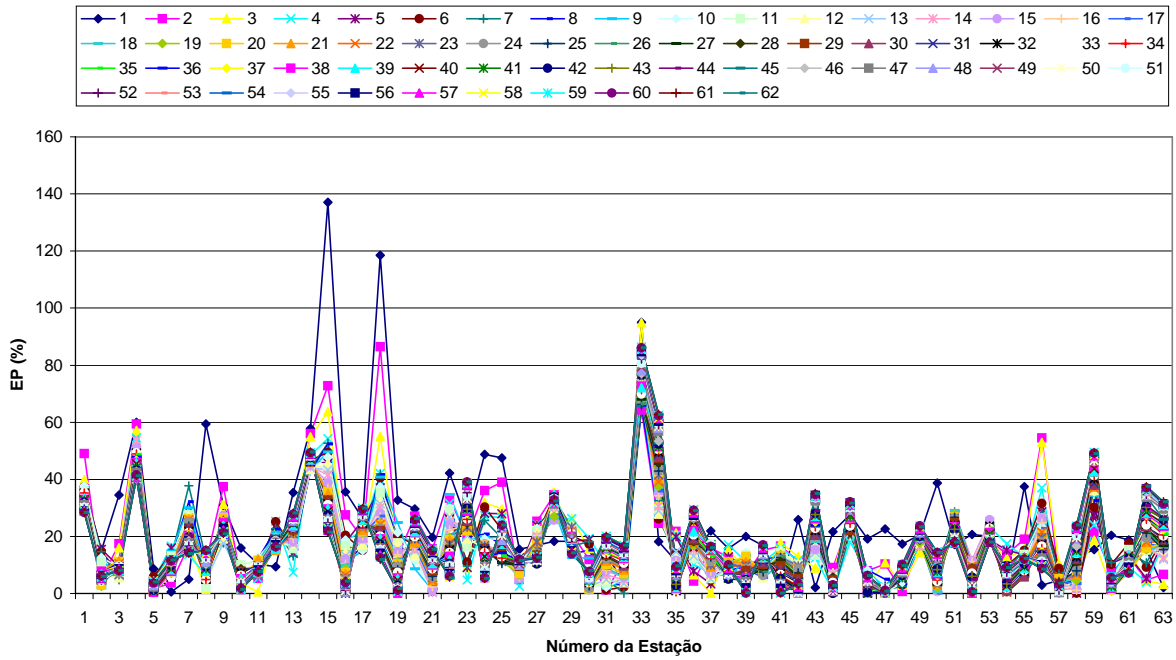


FIGURA 5.12. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando um número variável de 1 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.

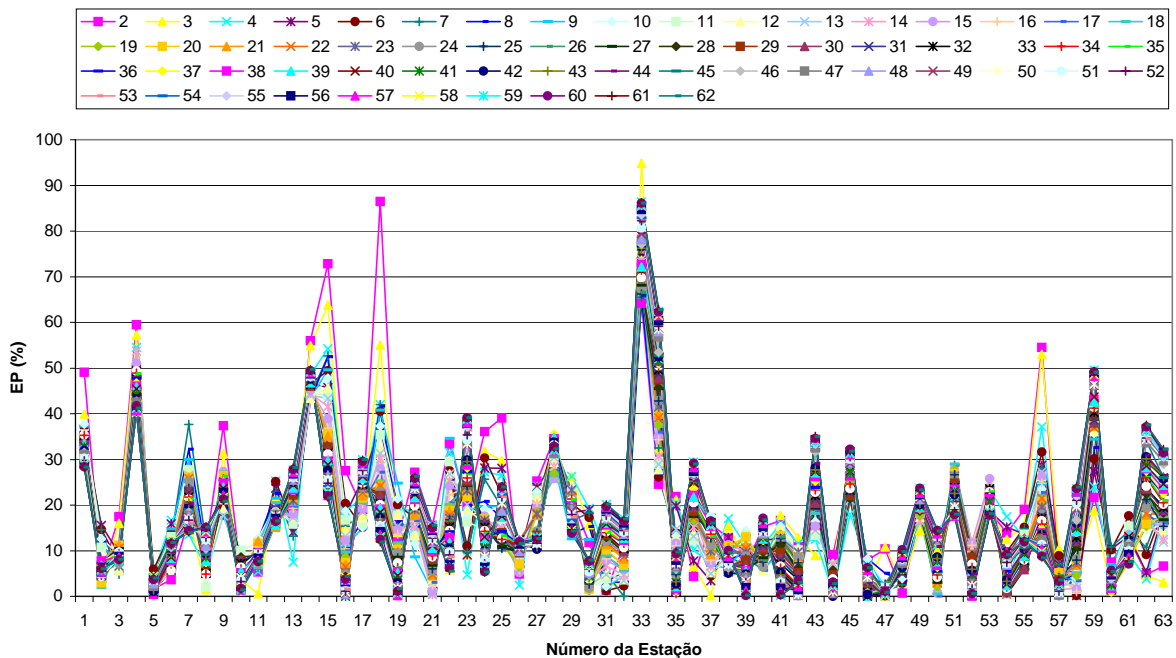


FIGURA 5.13. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando um número variável de 2 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.

A análise da influência do número de Estações vizinhas nas estimativas das intensidades pluviométricas utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, pode ser auxiliada pelo Erro Quadrático Médio (EQM), que constam nas tabelas (A.12, A.13, A.14, A.15 e A.16). Na figura 5.14 (EQM das intensidades pluviométricas para  $T = 10$  anos e  $t$  variável de 6 min à 1440 min) e figura 5.15 (EQM das intensidades pluviométricas para  $T = 50$  anos e  $t$  variável de 6 min à 1440 min), pode-se visualizar e confirmar a observação anteriormente enunciada de que a condição de 1 e 2 Estações mais próximas na modelação de intensidades pluviométricas geraram valores de intensidades muito diferentes dos de controle, acarretando EQM variáveis que podem assumir valores entre 1,0 mm/h e 55,5 mm/h, para  $T = 10$  anos, e entre 1,6 mm/h e 94,0 mm/h, para  $T = 50$  anos, de acordo com a duração considerada. A partir de 3 Estações mais próximas o EQM tende a apresentar queda acentuada, atingindo o menor valor quando se considera 12 Estações mais próximas. De 12 até 28 Estações mais próximas tende a estabilizar, e a partir de 28 Estações mais próximas os valores de EQM tendem a aumentar.

Utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos considerando 12 Estações mais próximas obtiveram-se valores de EQMPC (Figuras 5.16 e 5.17) variáveis com a duração da chuva e período de retorno considerados. Entretanto estes valores foram menores do que aqueles obtidos nas mesmas condições pelo Método da Superfície Spline (Figuras 5.9 e 5.10).

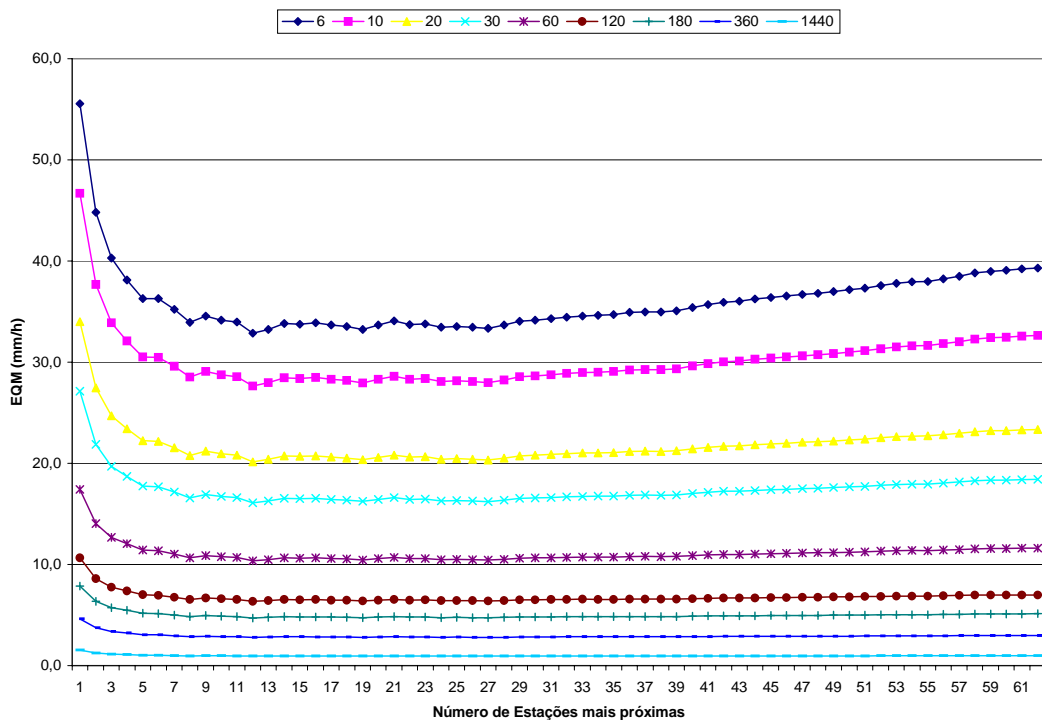


FIGURA 5.14. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 10$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

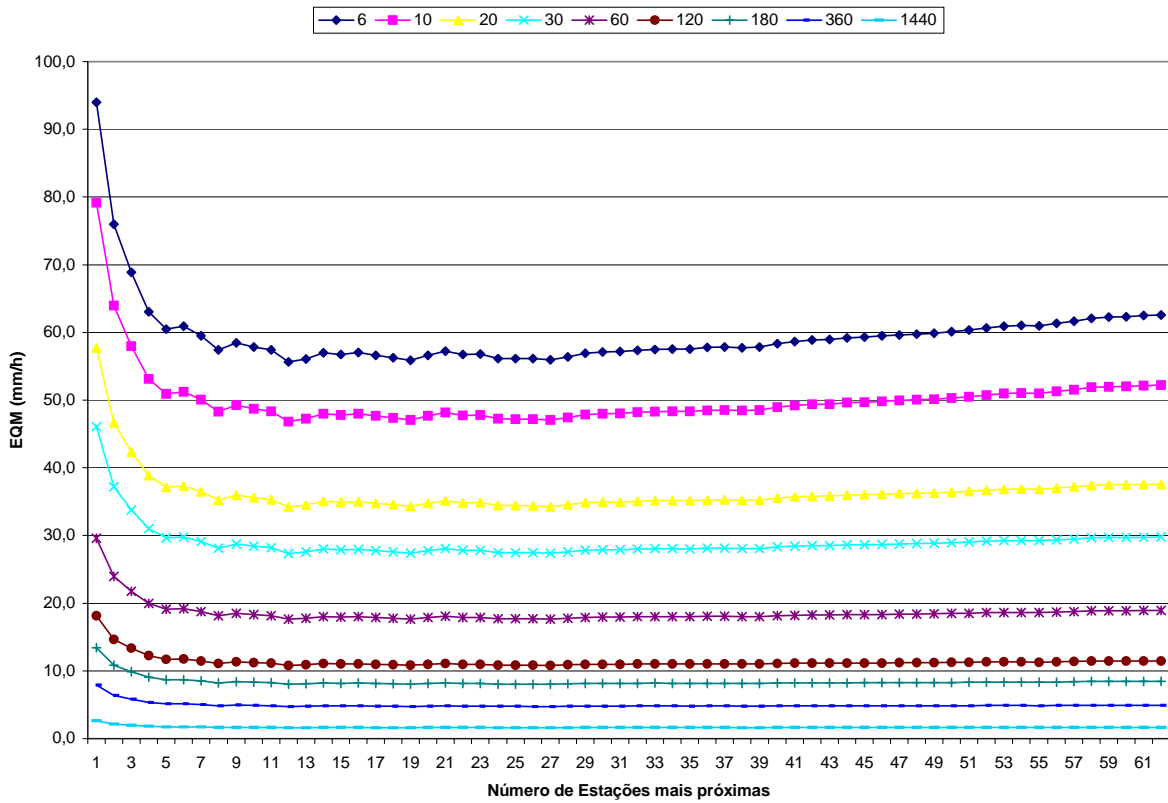


FIGURA 5.15. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas, para  $T = 50$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

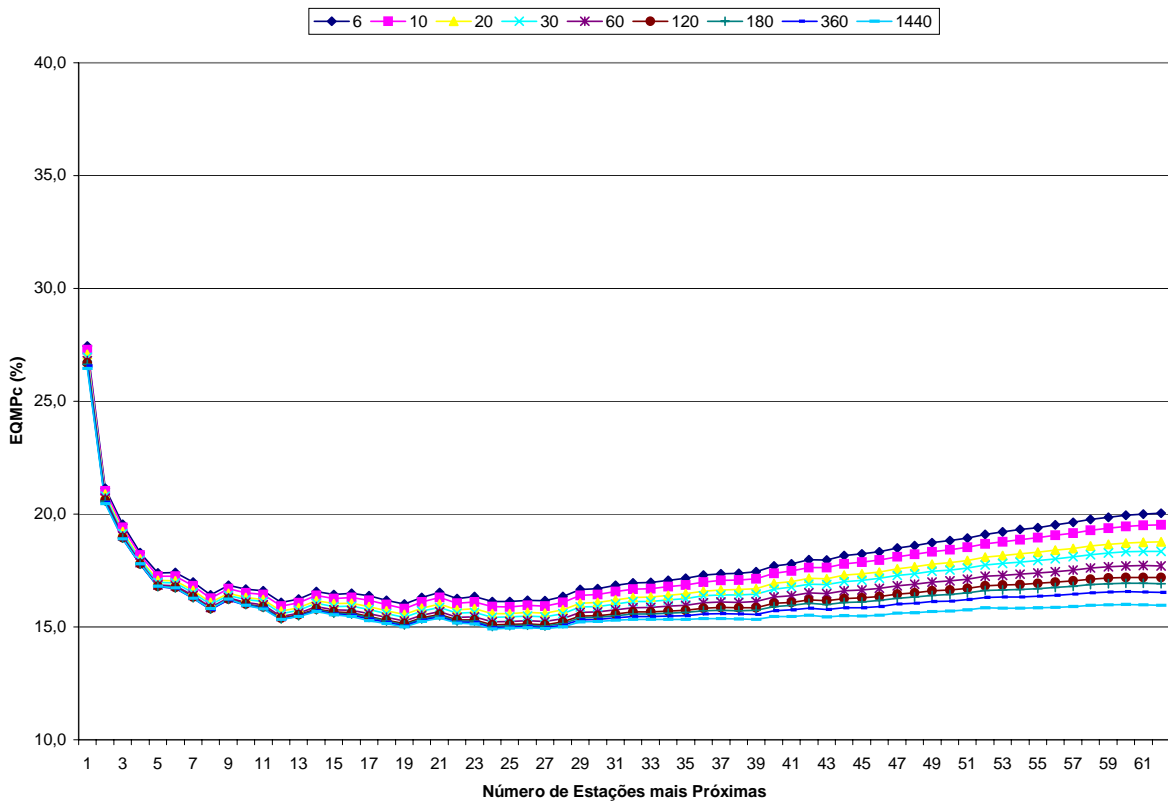


FIGURA 5.16. EQMPC das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 10$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

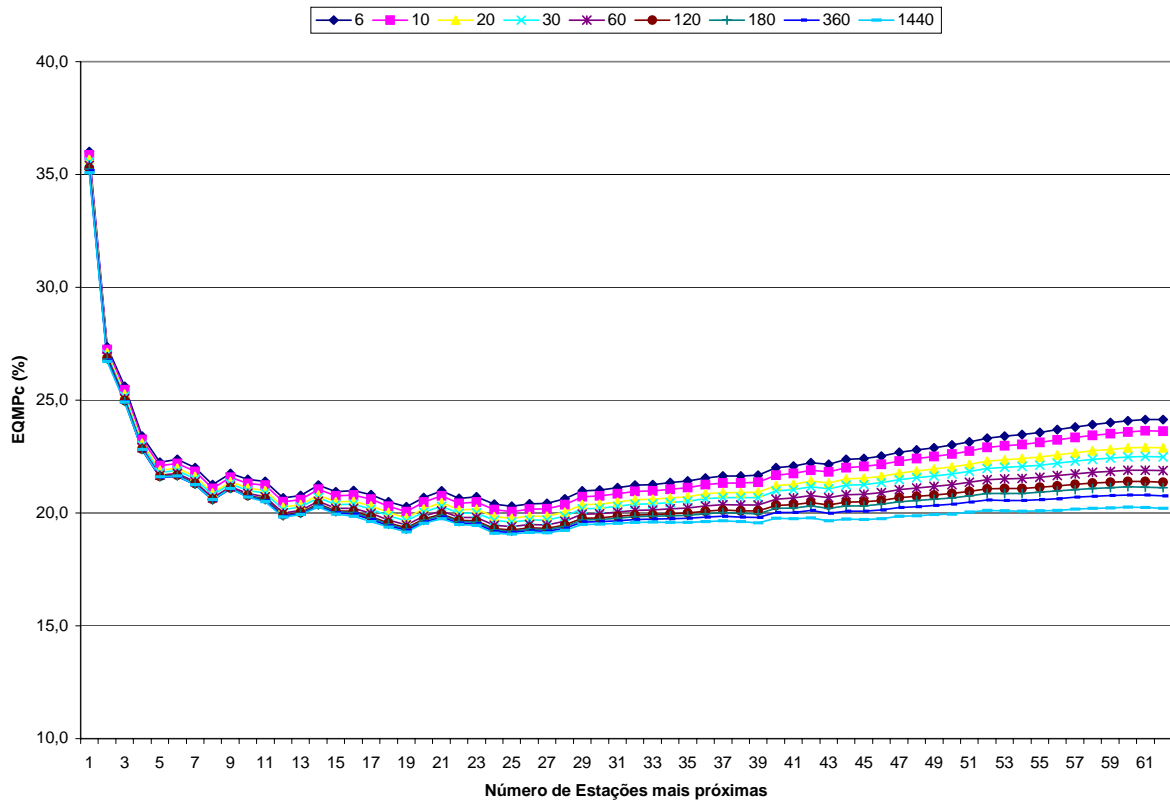


FIGURA 5.17. EQMPC das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, em relação ao número de Estações mais próximas para  $T = 50$  anos e  $t$  variável de 6 min a 1440 min.

### 5.4.3. Método do Inverso da Distância

Os mesmos procedimentos adotados nas simulações das intensidades pluviométricas pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos foram utilizados no Método do Inverso da Distância. O valor da intensidade pluviométrica estimada ( $I_e$ ) para a estação teste correspondente à cada uma das 45 combinações entre período de retorno e duração de chuva (Tabela 5.5), utilizando o Método do Inverso da Distância é dado pela equação (3.6).

O maior EP (Figura 5.18) das intensidades pluviométricas entre as 45 combinações de período de retorno e duração de chuva, considerando um número variável de 1 a 62 Estações mais próximas, é o correspondente à Estação 15 com valor de 137% obtido na condição de uma Estação mais próxima e combinação  $T50t6$ . Quando considerou-se 12 vizinhos mais próximos resultou em um EP de 74% para as Estações 15 e 33.

Os maiores EQM (Tabelas A.17, A.18, A.19, A.20 e A.21) das intensidades pluviométricas encontrados foram os obtidos considerando-se 1 e 2 Estações mais próximas, e

os menores EQM das intensidades pluviométricas obteve-se quando considerou um mínimo de 12 Estações mais próximas, com predominância de 27 Estações mais próximas. Entretanto, os menores valores de EQM obtidos pelo Método do Inverso da Distância foram maiores do que os obtidos pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos, considerando 12 Estações mais próximas.

O erro quadrático médio (EQM) resultante da utilização do Método do Inverso da Distância considerando períodos de retorno de 10 anos (Figura 5.19) e 50 anos (Figura 5.20), mostram valores maiores do que os obtidos nas mesmas condições pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos (Figuras 5.14 e 5.15), indicativo de melhor ajuste deste método em relação ao Método do Inverso da Distância.

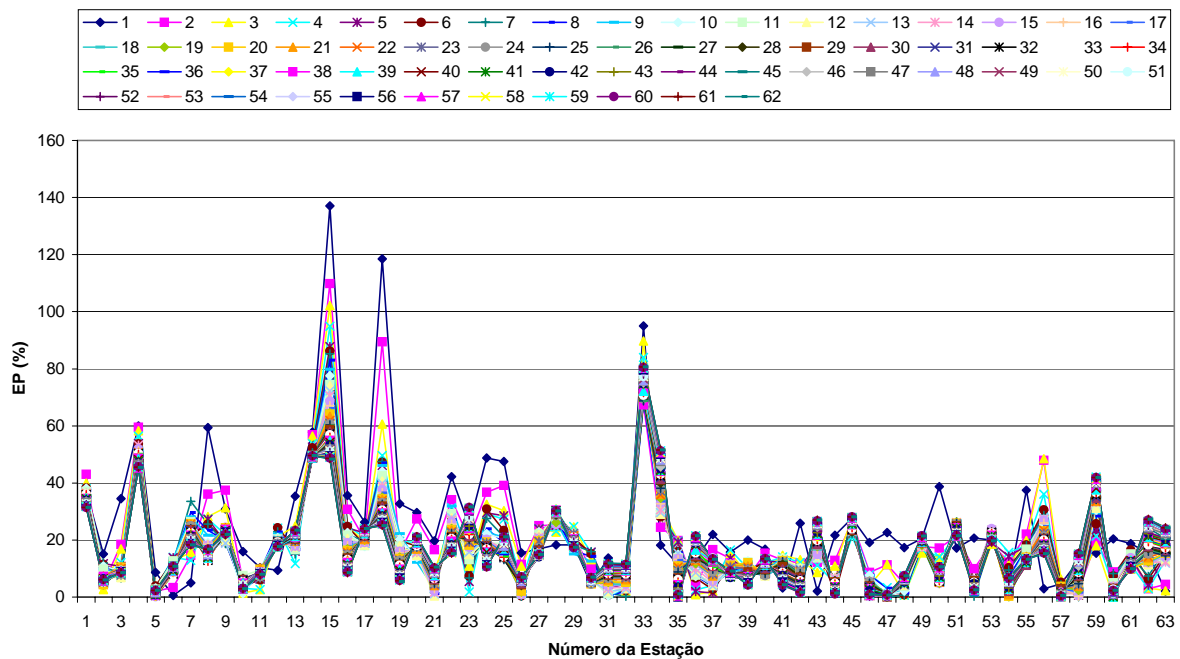


FIGURA 5.18. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações utilizando o Método do Inverso da Distância, considerando um número variável de 1 a 62 Estações mais próximas, período de retorno de 50 anos e duração de 6 minutos.



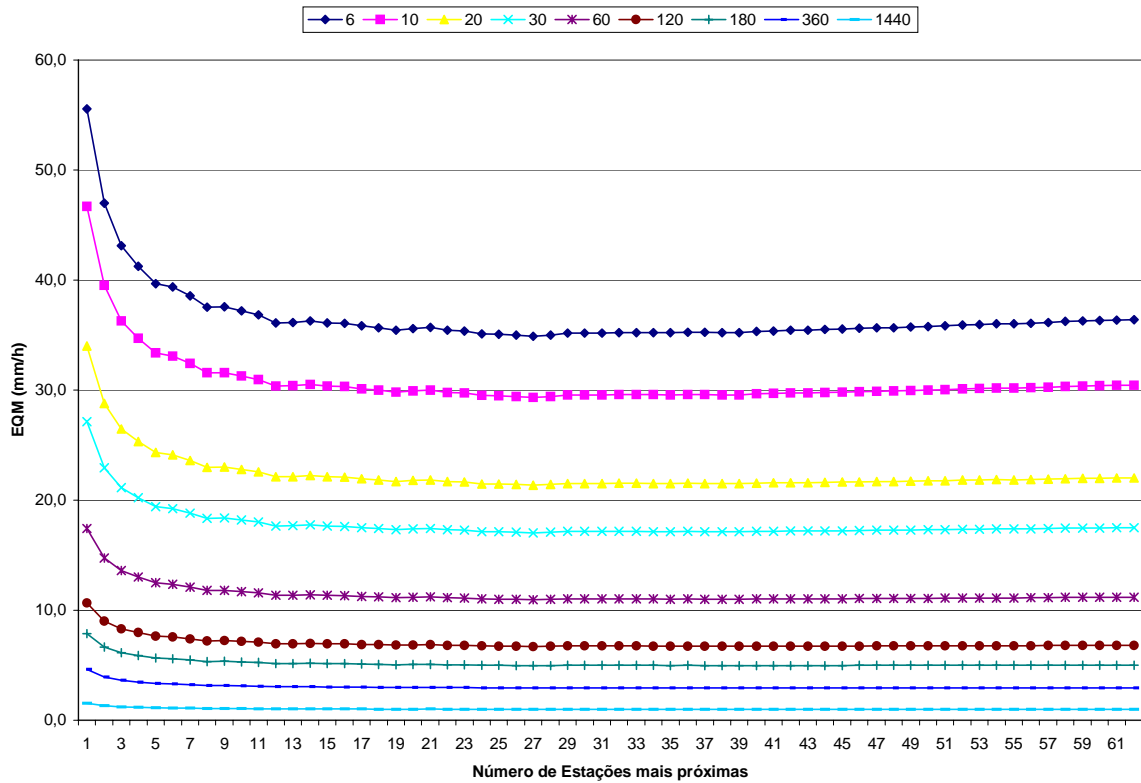


FIGURA 5.19. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método do Inverso da Distância, em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para  $T = 10$  anos.

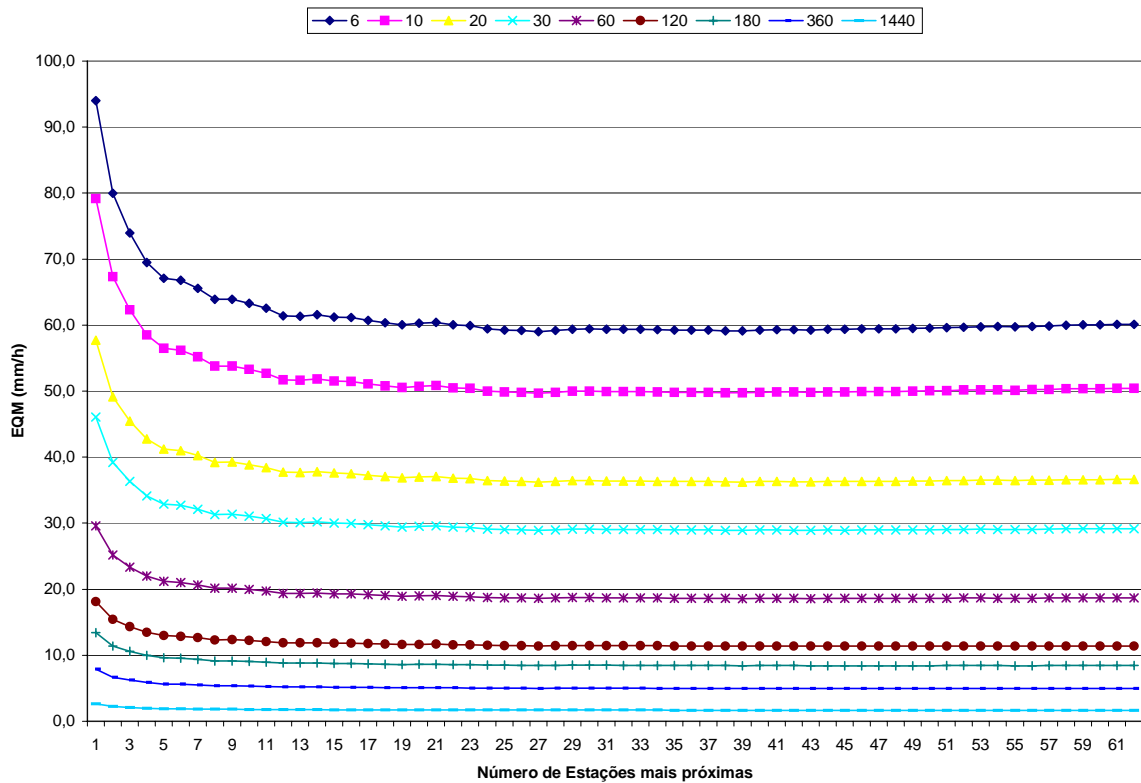


FIGURA 5.20. EQM das Intensidades Pluviométricas, utilizando o Método do Inverso da Distância, em relação ao número de Estações mais próximas e da duração da precipitação para  $T = 50$  anos.

#### 5.4.4. Método dos Polígonos de Thiessen

O Método dos Polígonos de Thiessen foi utilizado por MATO GROSSO DO SUL (1990) para definir as 54 isozonas de relações IDF. Neste método estima-se o valor da intensidade pluviométrica de um ponto, atribuindo-lhe o mesmo valor da intensidade pluviométrica do vizinho mais próximo, podendo ser tratado como um caso particular do Método dos Vizinhos Mais Próximos quando considera-se uma Estação vizinha mais próxima.

Pelo Método dos Polígonos de Thiessen o maior EP obtido (Figura 5.21) dentre as 45 combinações de período de retorno e duração de chuva é o correspondente à Estação 15 com valor de 137%. Este valor é decorrente da Estação 15 com intensidade de 223,1 mm/h para a condição  $T50t6$  ter por vizinho mais próximo (Tabela A.6) a Estação 14 que é a que tem o maior valor de intensidade pluviométrica, 529,1 mm/h para a condição de  $T50t6$ , dentre as 63 Estações, fazendo com que a estimativa da intensidade pluviométrica para a Estação 15 assumira um valor maior do que o esperado.

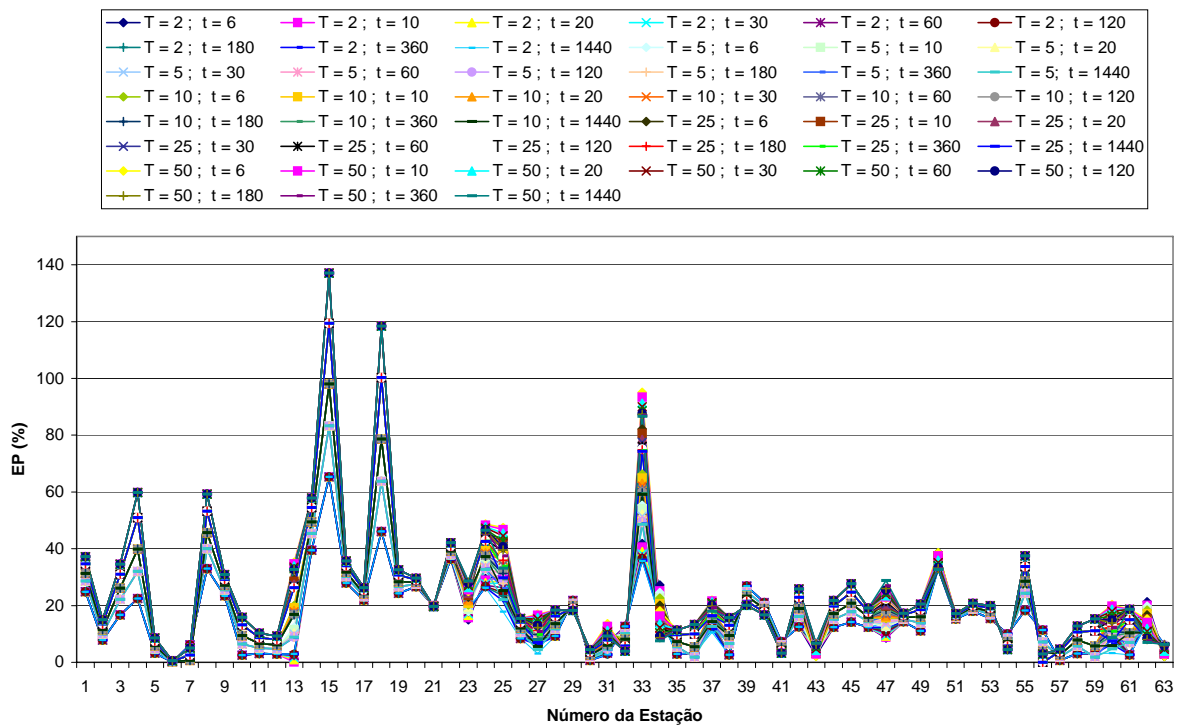


FIGURA 5.21. EP das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações, utilizando o Método dos Polígonos de Thiessen (Vizinho Mais Próximos) para 45 combinações entre períodos de retorno e durações de chuva.

Os valores do EQM das 63 Estações do estudo para diversas condições de período de retorno e duração de chuva, tabela (5.10), obtidos utilizando o Método dos Polígonos de

Thiessen foram maiores do que aqueles obtidos pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos (12 Estações vizinhas mais próximas). Esta constatação indica uma melhor aderência dos valores estimados pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos aos dados de intensidades pluviométricas obtidos das relações IDF em relação ao Método dos Polígonos de Thiessen.

TABELA 5.10. EQM (mm/h) de intensidades pluviométricas obtidos pelo Método dos Polígonos de Thiessen (PT) e Método dos Vizinhos Mais Próximos (VMP) - (12 Estações vizinhas mais próximas), das 63 Estações do estudo para diversas condições de período de retorno e duração de chuva.

Duração (min)	Período de retorno (anos)									
	2		5		10		25		50	
	PT	VMP	PT	VMP	PT	VMP	PT	VMP	PT	VMP
6	32,2	19,2	43,9	26,1	55,5	32,9	75,2	44,5	94,0	55,6
10	27,0	16,1	36,9	21,9	46,7	27,6	63,3	37,4	79,2	46,8
20	19,6	11,7	26,9	16,0	34,0	20,1	46,1	27,3	57,7	34,2
30	15,6	9,4	21,4	12,7	27,1	16,1	36,8	21,8	46,1	27,3
60	10,0	6,0	13,7	8,2	17,4	10,4	23,6	14,1	29,6	17,6
120	6,1	3,7	8,4	5,0	10,6	6,4	14,5	8,6	18,1	10,8
180	4,5	2,7	6,2	3,7	7,9	4,7	10,7	6,4	13,4	8,0
360	2,7	1,6	3,6	2,2	4,6	2,8	6,3	3,8	7,9	4,7
1440	0,9	0,5	1,2	0,7	1,6	0,9	2,1	1,3	2,6	1,6

Na figura (5.22) compara-se os EP de intensidades pluviométricas, das 63 Estações, obtidos utilizando o Método de Thiessen com os EP obtidos pelos outros três Métodos: Superfície Spline (12 Estações), Inverso da Distância (12 Estações) e Vizinhos Mais Próximos (12 Estações) para a condição  $T50/6$ , e na figura (5.23) compara-se os EP das intensidades pluviométricas obtidos pelo Método dos Polígonos de Thiessen com os EP obtidos pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos (12 Estações) para a mesma condição  $T50/6$ , constatando-se que o método dos Vizinhos Mais Próximos, apresentou menores EP em relação aos demais métodos, inclusive do Método dos Polígonos de Thiessen (tratado no estudo como um caso particular do método dos Vizinhos Mais Próximos). Esta mesma constatação foi verificada para as demais condições entre períodos de retorno e durações de chuva do estudo.

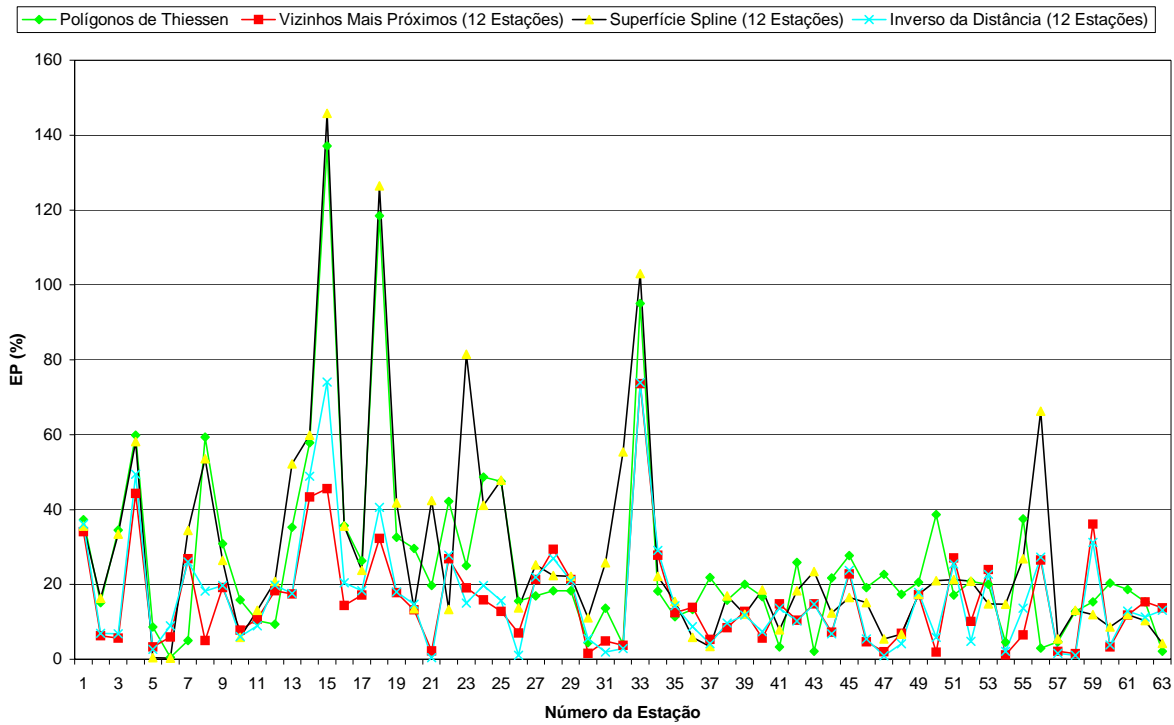


FIGURA 5.22. EP de intensidades pluviométricas das 63 Estações Pluviométricas, obtidos utilizando os quatro métodos do estudo (Superfície Spline, Método de Thiessen, Inverso da Distância e Vizinhos Mais Próximos) para a condição  $T50t6$ .

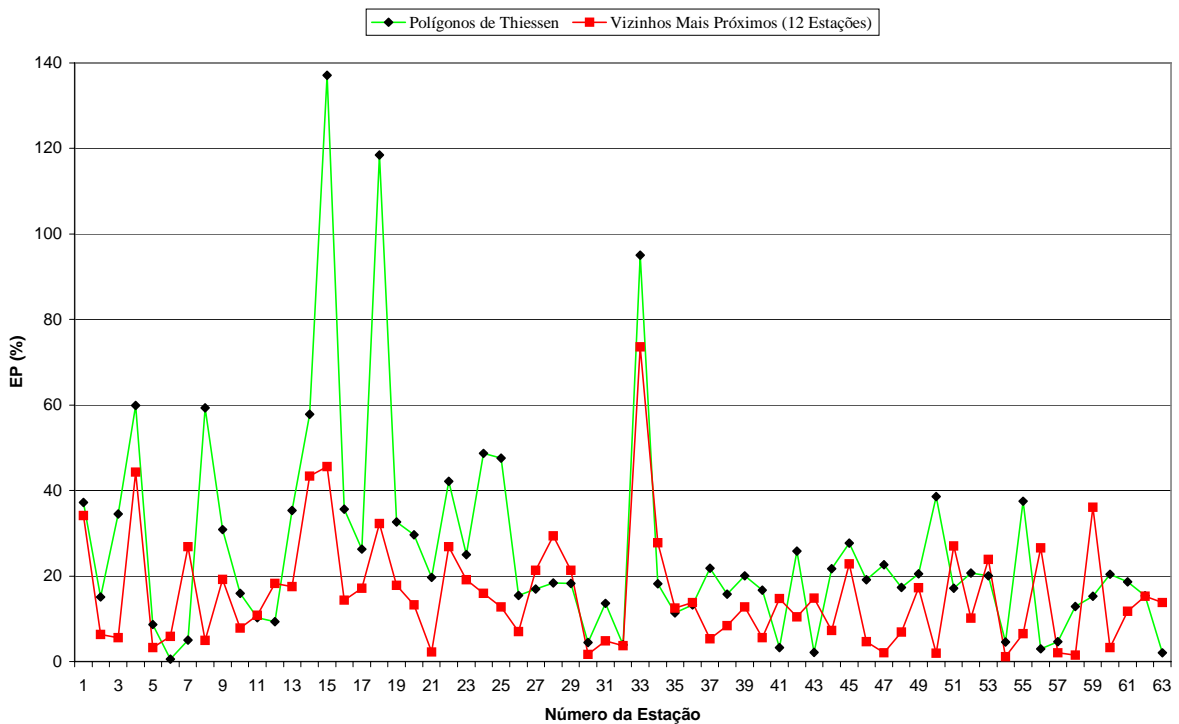


FIGURA 5.23. EP das 63 Estações Pluviométricas, obtidos utilizando os Métodos: Polígonos de Thiessen e Vizinhos Mais Próximos (12 Estações) para a condição  $T50t6$ .

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os objetivos propostos nesta dissertação foram os seguintes:

Analisar o comportamento da aplicação de quatro métodos (Superfície Spline, Método do Inverso da Distância, Método dos Vizinhos Mais Próximos e Método de Thiessen) na espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas obtidas de relações IDF estabelecidas por MATO GROSSO DO SUL (1990).

Propor um dos métodos estudados como forma alternativa de espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas, em relação à proposta de MATO GROSSO DO SUL (1990) que é amplamente utilizada em projetos de drenagem pluvial no Estado de Mato Grosso do Sul, podendo o método escolhido ser implementado através de um programa para uso em computador, tendo por dados de entrada as coordenadas geográficas do local de interesse.

### 6.1. Conclusões

As principais conclusões desta dissertação são as seguintes:

As 193 estações pluviométricas com pluviógrafos e ou pluviômetros existentes no Estado de Mato Grosso do Sul são insuficientes para o adequado monitoramento das chuvas, dificultando o estabelecimento de relações IDF utilizadas na elaboração de projetos de drenagem pluvial.

O método da Superfície Spline quando aplicado na modelação das intensidades pluviométricas utilizando três ou quatro Estações mais próximas, resultou em erros percentuais (EP) de até 869% (Estação 53). Ao utilizar 5 a 62 Estações mais próximas para ajuste houve uma tendência de estabilização do valor do erro quadrático médio (EQM), que ficou mais acentuada a partir da utilização de doze Estações mais próximas. Entretanto mesmo utilizando doze Estações mais próximas obteve-se erros percentuais de até 146% a mais (Estação 12) e de 83% a menos (Estação 23).

Na modelação das intensidades pluviométricas das chuvas intensas pelo método dos Vizinhos Mais Próximos, constatou-se pela análise do erro quadrático médio a influência do número de Estações mais próximas. Os maiores EQM foram obtidos quando utilizou-se uma ou duas Estações mais próximas, constatando-se uma diminuição do EQM quando partindo da consideração de uma Estação mais próxima passou-se a trabalhar com duas Estações mais próximas, essa diminuição do EQM continuou até doze Estações mais próximas, e a partir desse número o EQM revelou tendência de aumento. Ao optar-se pelo Método dos Vizinhos Mais Próximos com doze Estações mais próximas, obteve-se EP de até 74% a mais (Estação 33), e de 43% a menos (Estação 14), portanto menor do que os EP encontrados para a Superfície Spline.

Na modelação das intensidades pluviométricas das chuvas intensas pelo Método do Inverso da Distância, os maiores EQM foram obtidos empregando uma e duas Estações mais próximas, constatando-se uma diminuição do EQM quando partindo de uma Estação mais próxima passou-se a trabalhar com duas Estações mais próximas, essa tendência de diminuição continuou até 27 ou mais Estações mais próximas dependendo do período de retorno e duração considerados. Utilizando o método do Inverso da Distância e considerando 12 Estações mais próximas foram encontrados EP de até 74% a mais (Estações 33 e 15), e de 49% a menos (Estação 14), em média maior do que os EP encontrados nas mesmas condições de 12 Estações mais próximas pelo Método dos vizinhos mais próximos, porém menor do que os EP encontrados nas mesmas condições pelo Método da Superfície Spline.

Na modelação das intensidades pluviométricas das chuvas intensas pelo Método dos Polígonos de Thiessen, obtiveram-se valores de EQM menores do que os obtidos pelo ajuste à Superfície Spline e maiores do que os obtidos pelos Métodos: dos Vizinhos Mais Próximos e do Inverso da Distância, considerando para os três as mesmas condições de doze Estações mais próximas. Os EP obtidos utilizando o Método de Thiessen alcançaram valores de até 137% a mais (Estação 15), e de 58% a menos (Estação 14), portanto menor do que o EP obtido utilizando a Superfície Spline, porém maior do que os EP obtidos nas mesmas condições de doze Estações mais próximas pelos Métodos: dos Vizinhos Mais Próximos e do Inverso da Distância.

Dos métodos estudados, o dos Vizinhos Mais Próximos utilizando doze Estações, apresentou melhores resultados na espacialização das intensidades pluviométricas obtidas das relações IDF determinadas por MATO GROSSO DO SUL (1990), podendo constituir-se,

juntamente com o emprego das coordenadas geográficas no cálculo das distâncias para definição dos doze vizinhos mais próximos, em alternativa aos procedimentos de espacialização de intensidades pluviométricas proposto pelo mesmo MATO GROSSO DO SUL (1990) que estabeleceu 54 isozonas de relações IDF para o Mato Grosso do Sul.

## **6.2. Recomendações**

Considerando o que foi analisado e discutido nesta dissertação, constatou-se a existência de alguns pontos que foram abordados parcialmente, assim como outros que foram inconclusivos além daqueles que não foram investigados. Portanto, recomenda-se que estudos futuros, abordando intensidades pluviométricas de chuvas intensas, também contemplem os seguintes temas:

A necessidade de implantação de novas estações pluviométricas, dotadas de pluviômetros e ou pluviógrafos, ou outro dispositivo que permita monitorar as chuvas no Estado de Mato Grosso do Sul.

Determinar e atualizar relações IDF para as estações pluviométricas localizadas em Mato Grosso do Sul.

Estabelecer uma correlação entre totais pluviométricas de estações pluviográficas e pluviométricas, possibilitando desenvolver uma metodologia fundamentada em dados locais, que permita discretizar máximos totais diários em máximos totais correspondentes a durações menores do que um dia.

Realizar análise comparativa entre diferentes métodos de modelação de intensidades pluviométricas.

Realizar estudos que contemplem os aspectos físicos: geográficos, meteorológicos e climatológicos que norteiam a distribuição das chuvas intensas em Mato Grosso do Sul.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL - Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Hidroweb*. Comunicação via internet. [<http://www.aneel.gov.br>]. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2000.
- ASSAD, E.D. & SANO, E.E. (ed.). *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. Brasília: Embrapa, CPAC, 1993. 274p.
- ASSAD, E.D. (coord.). *Chuvas nos cerrados: análise e espacialização*. Brasília: Embrapa CPAC/SPI, 1994. 423p.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. *Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura*. Brasília: Embrapa, 2ed., 1998. 434p.
- AURENHAMMER, F. & KLEIN, R. *Voronoi Diagrams*. Comunicação via internet [<http://www.pi6.fernuni-hagen.de/Publikationen/tr198.pdf>]. 15/03/2001.
- AUTODESK Inc. *AutoCad version 14*. San Francisco – California: AutoDesk Inc., 1997. 1 CD ROM.
- BERTONI, J.C; TUCCI, C.E.M. *Precipitação*. In: TUCCI, C.E., (org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH, 1997. cap. 5, p. 177 – 241.
- BOOTS, B.N.; OKABE, A. & KOKICHI, S. *Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi Diagrams*. England: John Wiley and Sons Ltd, 1995.
- CAMARA G.; SOUZA R.C.M.; FREITAS U.M.; GARRIDO J. *SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling*. Computers & Graphics, 1996. 20: (3) 395-403.
- CASTANHO J.E.C.; TOZZI, C.L. *Registration of deformed images using energy minimization constraints*. Campinas: Journal of the Brazilian Computer Society, 1997. v. 3, n. 3.
- CHOW, V.T. *Handbook of applied hydrology*. New York: McGraw-Hill Book, 1964.



- CINTRA, J.P.; FRANCOSE, M.T.; SEGANTINE, P.C.L. *Experiência de aplicação do programa surfer em modelagem digital de terreno*. In: *Congresso Brasileiro de Cartografia, 15*. São Paulo: USP, 1991. p. 381-393.
- DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Inventário das estações pluviométricas*. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1996.
- DRYSDALE, R.L. *Voronoi Diagrams: applications from archeology to zoology*. Comunicação via internet [<http://www.dartmouth.edu/cgi-bin/dnd/dnd.>] 10/03/2001.
- EASTMAN, J.R. *IDRISI Version 4.0, technical reference*. USA: Clark University, Massachusetts, 1992.
- ESRI Inc. *ARC/INFO version 7.11*. New York: Environmental Systems Research Institute Inc., 1997 (a). 1 CD ROM.
- ESRI Inc. *Understanding GIS - The ARC/INFO method*. New York: John Wiley & Sons, Fourth Edition, 1997 (b). 526 p.
- FREITAS, E.G. *Geometria computacional*. Comunicação via internet [<http://www.ime.usp.br/~freitas/gc/index.html>]. 10/04/2001.
- GOLD, C.M. *The Voronoi web site*. Comunicação via internet [<http://www.voronoi.com/IndexNoframes.htm>]. 27/04/2001.
- IDE, C.N. *Qualidade da drenagem pluvial urbana*. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1984. (Dissertação em Recursos Hídricos e Saneamento).
- KAVISKI, E.; KRÜGER, C.M.; MÜLLER, I.I. *Estimativa indireta de chuvas intensas no Paraná*. In: BRAGA, B., TUCCI, C. E. M., TOZZI, M., (org). *Drenagem urbana: gerenciamento, simulação, controle*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH, 1998. cap. 2, p. 115-127.
- LABGIS - LABORATÓRIO DE GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO. *Conversão Geo - UTM - Geo*. Comunicação via internet [<http://www.labgis.uerj.br/convutm.cgi>]. 03/2001.

- LIMA, W.P. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: IPEF, 1986.
- LINSLEY JR, R.K.; KOHLER, M.A.; PAULHUS, J.L.H. *Hydrology for engineers*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1975. 482p.
- LINSLEY, R.K.; FRANZINI, J.B. *Water-resources engineering*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1972. 690p.
- MATHSOFT Inc. *Mathcad 2000 professional*. USA: Cambridge, Massachusetts, 2001. 1 CD ROM.
- MATO GROSSO DO SUL. *Chuvas no Mato Grosso do Sul: equações de intensidade, duração e frequência*. Campo Grande: Secretária de Obras Públicas, 1990. 245p.
- MATO GROSSO DO SUL. *Informações básicas de Mato Grosso do Sul 1999*. comunicação via internet [<http://www.seplanct.ms.gov.br/>]. 20/03/2000.
- MOORE, I.D., GRAYSON, R.B., LADSON, A.R. *Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications*. Hydrological Processes, 1991. v. 5, p. 3-30.
- MOORE, I.D., O'LOUGHLIN, E.M., BURCH, G.J. *A contour-based topographic model for hydrological and ecological applications*. Earth Surface Processes and Landforms, 1988. v. 13, p. 305-320.
- PALACIOS-VELEZ, O.L., CUEVAS-RENAUD, B. *SHIFT: a distributed runoff model using irregular triangular facets*. Journal of Hydrology, 1992. p. 35-55.
- PFAFSTETTER, O. *Chuvas intensas no Brasil*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1957. 419p.
- PINTO, N.L.S.; TATIT HOLTZ, A.C.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. *Hidrologia básica*. Ed. Edgard Blücher Ltda, 1976. 278p.

- PORTO, R. L., ZAHED F., K., TUCCI, C. E. M., BIDONE, F. *Drenagem urbana*. In: TUCCI, C.E., (org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH, 1997. cap. 21, p. 805 – 847.
- RASMUSSEN, P.F. e ROSBJERG, D. *Risk estimation in partial duration series*. *Water Resources Research*, 1989. v. 25, n. 11, p. 2319-2330.
- REZENDE, F.A.V.S.; ALMEIDA, R.M.V.; NOBRE, F.F. *Diagramas de Voronoi para a definição de áreas de abrangência de hospitais públicos no Município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Cad. Saúde Pública, 2000. v. 16, n. 2.
- RIGHETTO, M.A. *Hidrologia e recursos hídricos*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos. USP, 1998. 840p.
- RONDON, M.A.C. *Chuvas Intensas em Campo Grande - MS*. Campo Grande: DHT/CCET/UFMS. Publicação interna, 1981.
- STEFFEN, J.L. *Simulação unidimensional do escoamento superficial em bacias hidrográficas descritas por modelo numérico de terreno*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos. USP, 1997. 185p. (Tese, Doutorado Hidráulica e Saneamento).
- UNIDERP. *Atlas geográfico digital de Mato Grosso do Sul*. comunicação via internet [<http://www.uniderp.br/atlas/zavatini.htm>]. 10/2001.
- SWAMI, M.V. e MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.
- TORRICO, J.J.T. *Práticas hidrológicas*. Rio de Janeiro: Transcon, 1974. 120p.
- TUCCI, C. E. M. *Escoamento superficial*. In: TUCCI, C.E., org. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH, 1997. cap. 11, p. 392-441.

- WEI, E.C. & MCGUINNESS, J.L. *Reciprocal distance squared method. A computer technique for estimating areal precipitation.* Illinois: Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, 1973. Report ARS-NC-8. 30p.
- WILKEN, P.S. *Engenharia de drenagem superficial.* São Paulo: CETESB, 1978. 477p.
- WMO. *Manual for estimation of probable maximum precipitation.* Geneva: World Meteorological Organization, 1973. 190p.
- ZAHED F.K., MARCELLINI, S.S. *Precipitações máximas.* In: TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L., BARROS, M.T., (org). *Drenagem urbana.* Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1995. v. 5, cap. 2, p. 37-76.
- ZAVATINI, J.A. *Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul.* Rio Claro: UNESP. UNESP/DCAIG, 1992. v. 17, p. 65-91.
- ZEVENBERGEN, L.W., THORNE, C.R. *Quantitative analysis of land surface topography.* Earth Surface Processes and Landforms, 1987. v. 12, p. 47 – 56.

## Anexo

TABELA A.1. Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 2 anos e duração variável de 6 min a 1440 min.

Estação	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	178,8	151,7	111,9	90,0	58,6	36,4	27,1	16,1	5,6
2	149,2	125,9	92,1	73,6	47,3	29,0	21,4	12,5	4,2
3	161,0	135,9	99,4	79,4	51,1	31,2	23,1	13,5	4,5
4	134,2	113,2	82,8	66,2	42,6	26,0	19,2	11,3	3,8
5	159,3	134,4	98,3	78,6	50,6	30,9	22,8	13,4	4,5
6	164,4	138,7	101,5	81,1	52,2	31,9	23,6	13,8	4,6
7	154,4	130,3	95,3	76,2	49,0	30,0	22,1	13,0	4,3
8	134,4	114,0	84,1	67,6	44,1	27,3	20,4	12,1	4,2
9	140,2	118,3	86,5	69,1	44,5	27,2	20,1	11,8	3,9
10	143,8	121,3	88,8	70,9	45,6	27,9	20,6	12,1	4,0
11	166,1	140,2	102,5	81,9	52,7	32,2	23,8	14,0	4,7
12	171,2	144,5	105,7	84,5	54,3	33,2	24,5	14,4	4,8
13	163,2	136,5	98,6	78,3	50,0	30,5	22,5	13,2	4,4
14	235,9	199,1	145,6	116,3	74,8	45,8	33,8	19,8	6,6
15	142,6	120,4	88,0	70,3	45,3	27,7	20,4	12,0	4,0
16	162,5	135,9	98,2	78,0	49,8	30,3	22,4	13,1	4,4
17	208,0	174,0	125,7	99,8	63,8	38,8	28,7	16,8	5,6
18	161,5	136,3	99,7	79,6	51,2	31,3	23,1	13,6	4,5
19	162,8	135,8	97,7	77,3	49,1	29,7	21,8	12,7	4,2
20	202,4	168,9	121,5	96,2	61,1	36,9	27,1	15,8	5,2
21	185,4	154,7	111,3	88,1	55,9	33,8	24,9	14,5	4,8
22	148,5	123,9	89,1	70,5	44,8	27,1	19,9	11,6	3,8
23	119,3	102,8	77,7	63,2	41,9	26,3	19,7	11,8	4,1
24	143,8	122,0	90,0	72,4	47,2	29,3	21,8	13,0	4,5
25	131,2	111,2	82,1	66,0	43,0	26,7	19,9	11,8	4,1
26	145,1	122,4	89,6	71,5	46,0	28,2	20,8	12,2	4,1
27	164,4	138,8	101,5	81,1	52,2	31,9	23,6	13,8	4,6
28	132,8	112,1	82,0	65,5	42,2	25,8	19,0	11,2	3,7
29	141,2	119,2	87,2	69,6	44,8	27,4	20,2	11,9	4,0
30	173,1	146,1	106,9	85,4	54,9	33,6	24,8	14,6	4,9
31	194,6	164,2	120,1	96,0	61,7	37,8	27,9	16,4	5,5
32	172,8	145,8	106,6	85,2	54,8	33,5	24,8	14,5	4,9
33	101,4	86,7	64,7	52,4	34,4	21,4	16,0	9,6	3,3
34	103,8	89,5	67,6	55,0	36,4	22,8	17,1	10,2	3,6
35	135,3	114,7	84,7	68,1	44,4	27,5	20,5	12,2	4,2
36	118,6	100,6	74,2	59,7	38,9	24,1	18,0	10,7	3,7
37	143,6	121,5	89,3	71,6	46,3	28,6	21,2	12,5	4,3
38	160,5	135,5	99,1	79,2	50,9	31,1	23,0	13,5	4,5
39	152,6	128,8	94,2	75,2	48,4	29,6	21,9	12,8	4,3
40	193,5	163,3	119,4	95,4	61,4	37,5	27,7	16,3	5,4
41	159,9	134,9	98,7	78,8	50,7	31,0	22,9	13,4	4,5
42	171,6	144,8	105,9	84,6	54,4	33,3	24,6	14,4	4,8
43	126,1	106,9	78,9	63,5	41,4	25,6	19,1	11,4	3,9
44	142,3	120,7	89,1	71,6	46,7	28,9	21,6	12,9	4,4
45	124,7	105,8	78,1	62,8	40,9	25,4	18,9	11,3	3,9
46	142,3	120,7	89,1	71,6	46,7	28,9	21,6	12,8	4,4
47	155,2	131,3	96,5	77,3	50,1	30,9	22,9	13,5	4,6
48	168,8	142,4	104,2	83,2	53,5	32,7	24,2	14,2	4,7
49	193,0	162,8	119,1	95,2	61,2	37,4	27,7	16,2	5,4
50	125,7	107,5	80,3	64,9	42,6	26,6	19,8	11,8	4,1
51	174,3	147,8	109,1	87,7	57,2	35,4	26,4	15,7	5,4
52	147,6	125,2	92,4	74,3	48,4	30,0	22,4	13,3	4,6
53	168,4	142,9	105,4	84,8	55,2	34,3	25,5	15,2	5,2
54	139,6	119,3	89,1	72,1	47,3	29,5	22,0	13,1	4,5
55	164,3	138,6	101,4	81,0	52,1	31,9	23,5	13,8	4,6
56	144,9	122,3	89,4	71,5	46,0	28,1	20,8	12,2	4,1
57	171,9	145,1	106,1	84,8	54,6	33,4	24,6	14,5	4,8
58	131,2	111,2	82,1	66,0	43,0	26,7	19,9	11,8	4,1
59	122,4	103,8	76,6	61,6	40,1	24,9	18,5	11,0	3,8
60	143,8	122,0	90,0	72,4	47,2	29,2	21,8	13,0	4,5
61	156,3	131,9	96,5	77,1	49,6	30,3	22,4	13,1	4,4
62	132,1	112,0	82,7	66,5	43,3	26,9	20,0	11,9	4,1
63	129,2	110,5	82,5	66,7	43,8	27,3	20,4	12,2	4,2

TABELA A.2. Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 5 anos e duração variável de 6 min a 1440 min.

Estação	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	220,8	187,2	138,2	111,1	72,4	44,9	33,5	19,9	6,9
2	173,9	146,7	107,3	85,7	55,2	33,7	24,9	14,6	4,9
3	191,1	161,3	118,0	94,2	60,6	37,1	27,4	16,1	5,4
4	148,7	125,5	91,8	73,3	47,2	28,9	21,3	12,5	4,2
5	187,4	158,1	115,7	92,4	59,5	36,4	26,9	15,8	5,3
6	196,2	165,6	121,1	96,7	62,2	38,1	28,1	16,5	5,5
7	174,6	147,3	107,8	86,1	55,4	33,9	25,0	14,7	4,9
8	157,6	133,7	98,7	79,3	51,7	32,1	23,9	14,2	4,9
9	160,3	135,2	98,9	79,0	50,9	31,1	23,0	13,5	4,5
10	171,4	144,7	105,8	84,5	54,4	33,3	24,6	14,4	4,8
11	195,2	164,7	120,5	96,3	61,9	37,9	28,0	16,4	5,5
12	205,1	173,1	126,6	101,2	65,1	39,8	29,4	17,3	5,8
13	206,7	172,9	124,9	99,2	63,4	38,6	28,5	16,7	5,6
14	296,9	250,5	183,2	146,4	94,2	57,6	42,6	25,0	8,4
15	162,0	136,7	100,0	79,9	51,4	31,4	23,2	13,6	4,6
16	190,2	159,1	115,0	91,3	58,3	35,5	26,2	15,4	5,1
17	247,6	207,1	149,6	118,8	75,9	46,2	34,1	20,0	6,7
18	181,2	152,9	111,9	89,4	57,5	35,2	26,0	15,2	5,1
19	189,0	157,7	113,4	89,8	57,0	34,5	25,3	14,8	4,9
20	239,4	199,7	143,7	113,8	72,2	43,7	32,1	18,7	6,2
21	216,5	180,6	129,9	102,9	65,3	39,5	29,0	16,9	5,6
22	173,5	144,7	104,1	82,4	52,3	31,7	23,3	13,5	4,5
23	137,3	118,3	89,3	72,7	48,2	30,2	22,6	13,5	4,7
24	174,8	148,3	109,4	88,0	57,3	35,6	26,5	15,8	5,4
25	151,7	128,7	95,0	76,4	49,8	30,9	23,0	13,7	4,7
26	168,0	141,8	103,7	82,8	53,3	32,6	24,1	14,1	4,7
27	196,8	166,1	121,5	97,1	62,4	38,2	28,2	16,6	5,5
28	150,3	126,9	92,8	74,1	47,7	29,2	21,6	12,6	4,2
29	163,7	138,1	101,0	80,7	51,9	31,8	23,5	13,8	4,6
30	201,2	169,8	124,2	99,2	63,8	39,0	28,8	16,9	5,7
31	227,6	192,1	140,5	112,2	72,2	44,2	32,6	19,1	6,4
32	206,8	174,5	127,6	102,0	65,6	40,1	29,6	17,4	5,8
33	112,6	96,3	71,9	58,1	38,2	23,8	17,8	10,6	3,7
34	118,9	102,5	77,4	63,0	41,7	26,2	19,6	11,7	4,1
35	160,5	136,1	100,5	80,8	52,6	32,6	24,3	14,5	5,0
36	139,6	118,4	87,4	70,3	45,8	28,4	21,2	12,6	4,4
37	164,9	139,5	102,5	82,2	53,2	32,8	24,3	14,4	4,9
38	191,6	161,7	118,2	94,5	60,8	37,2	27,5	16,1	5,4
39	179,5	151,4	110,8	88,5	56,9	34,8	25,7	15,1	5,0
40	224,0	189,1	138,3	110,5	71,1	43,5	32,1	18,8	6,3
41	185,6	156,7	114,6	91,5	58,9	36,0	26,6	15,6	5,2
42	197,0	166,3	121,6	97,2	62,5	38,2	28,2	16,6	5,5
43	144,0	122,1	90,1	72,5	47,2	29,3	21,8	13,0	4,5
44	169,5	143,8	106,1	85,3	55,6	34,5	25,7	15,3	5,3
45	143,9	122,0	90,0	72,4	47,2	29,3	21,8	13,0	4,5
46	168,0	142,4	105,1	84,5	55,1	34,2	25,5	15,2	5,2
47	181,3	153,4	112,7	90,4	58,5	36,1	26,8	15,8	5,4
48	198,7	167,6	122,6	98,0	63,0	38,5	28,5	16,7	5,6
49	228,8	193,1	141,2	112,8	72,6	44,4	32,8	19,2	6,4
50	150,6	128,8	96,1	77,8	51,1	31,8	23,8	14,2	4,9
51	208,8	177,0	130,7	105,1	68,5	42,5	31,6	18,8	6,5
52	175,7	149,0	110,0	88,4	57,6	35,7	26,6	15,9	5,5
53	203,8	172,8	127,6	102,6	66,8	41,4	30,9	18,4	6,4
54	164,4	140,6	105,0	84,9	55,8	34,8	25,9	15,5	5,4
55	196,4	165,7	121,2	96,9	62,3	38,1	28,2	16,5	5,5
56	169,2	142,8	104,4	83,4	53,7	32,8	24,2	14,2	4,8
57	197,6	166,8	122,0	97,5	62,7	38,3	28,3	16,6	5,6
58	151,7	128,7	95,0	76,4	49,8	30,9	23,0	13,7	4,7
59	137,1	116,3	85,8	69,0	45,0	27,9	20,8	12,4	4,3
60	169,6	143,8	106,1	85,3	55,6	34,5	25,7	15,3	5,3
61	179,0	151,1	110,5	88,3	56,8	34,7	25,7	15,1	5,0
62	148,1	125,6	92,7	74,5	48,6	30,1	22,4	13,4	4,6
63	147,4	126,1	94,1	76,1	50,0	31,2	23,3	13,9	4,8

TABELA A.3. Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 10 anos e duração variável de 6 min a 1440 min.

Estação	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	258,9	219,6	162,1	130,3	84,9	52,7	39,2	23,4	8,1
2	195,2	164,7	120,5	96,3	61,9	37,9	28,0	16,4	5,5
3	217,6	183,6	134,3	107,3	69,0	42,2	31,2	18,3	6,1
4	160,7	135,6	99,2	79,2	51,0	31,2	23,0	13,5	4,5
5	211,8	178,8	130,8	104,5	67,2	41,1	30,4	17,8	6,0
6	224,3	189,3	138,4	110,6	71,2	43,5	32,1	18,9	6,3
7	191,6	161,7	118,3	94,5	60,8	37,2	27,5	16,1	5,4
8	177,9	150,8	111,3	89,5	58,3	36,2	27,0	16,1	5,5
9	177,3	149,7	109,5	87,4	56,3	34,4	25,4	14,9	5,0
10	195,9	165,3	120,9	96,6	62,1	38,0	28,1	16,5	5,5
11	220,5	186,1	136,1	108,7	70,0	42,8	31,6	18,5	6,2
12	235,1	198,4	145,1	116,0	74,6	45,6	33,7	19,8	6,6
13	247,2	206,7	149,4	118,7	75,8	46,2	34,1	20,0	6,7
14	353,3	298,1	218,1	174,2	112,1	68,5	50,6	29,7	9,9
15	178,4	150,6	110,1	88,0	56,6	34,6	25,6	15,0	5,0
16	214,3	179,2	129,5	102,9	65,7	40,0	29,5	17,3	5,8
17	282,4	236,2	170,7	135,6	86,6	52,7	38,9	22,8	7,6
18	197,8	166,9	122,1	97,5	62,8	38,4	28,3	16,6	5,6
19	211,6	176,5	127,0	100,5	63,8	38,6	28,4	16,5	5,4
20	271,8	226,7	163,1	129,1	82,0	49,6	36,4	21,2	7,0
21	243,4	203,0	146,1	115,6	73,4	44,4	32,6	19,0	6,3
22	195,2	162,8	117,2	92,7	58,9	35,6	26,2	15,2	5,0
23	152,6	131,6	99,3	80,9	53,6	33,6	25,1	15,1	5,2
24	202,6	171,9	126,8	102,0	66,5	41,2	30,7	18,3	6,3
25	169,4	143,7	106,0	85,3	55,6	34,5	25,7	15,3	5,3
26	187,7	158,4	115,9	92,6	59,6	36,4	26,9	15,8	5,3
27	225,4	190,2	139,2	111,2	71,5	43,7	32,3	19,0	6,3
28	165,1	139,3	101,9	81,4	52,4	32,0	23,7	13,9	4,6
29	183,0	154,4	113,0	90,2	58,1	35,5	26,2	15,4	5,1
30	225,4	190,2	139,1	111,2	71,5	43,7	32,3	19,0	6,3
31	256,2	216,2	158,2	126,4	81,3	49,7	36,7	21,6	7,2
32	236,8	199,9	146,2	116,8	75,2	46,0	34,0	19,9	6,7
33	121,8	104,2	77,8	62,9	41,3	25,8	19,2	11,5	4,0
34	131,7	113,5	85,7	69,8	46,2	29,0	21,7	13,0	4,5
35	182,7	155,0	114,4	92,0	59,9	37,2	27,7	16,5	5,7
36	158,0	133,9	98,9	79,5	51,8	32,1	23,9	14,3	4,9
37	183,1	154,9	113,8	91,2	59,1	36,4	27,0	16,0	5,4
38	219,0	184,8	135,2	108,0	69,5	42,5	31,4	18,4	6,2
39	202,9	171,2	125,2	100,1	64,4	39,4	29,1	17,1	5,7
40	250,3	211,2	154,5	123,4	79,4	48,6	35,9	21,1	7,0
41	207,8	175,4	128,3	102,5	65,9	40,3	29,8	17,5	5,8
42	218,8	184,6	135,1	107,9	69,4	42,5	31,4	18,4	6,2
43	159,2	135,0	99,7	80,1	52,2	32,4	24,1	14,4	5,0
44	193,5	164,1	121,1	97,4	63,5	39,4	29,3	17,5	6,0
45	160,3	135,9	100,3	80,7	52,6	32,6	24,3	14,5	5,0
46	190,4	161,5	119,2	95,8	62,4	38,7	28,9	17,2	5,9
47	204,0	172,6	126,8	101,7	65,9	40,6	30,1	17,8	6,1
48	224,7	189,7	138,7	110,8	71,3	43,6	32,2	18,9	6,3
49	260,3	219,7	160,7	128,4	82,6	50,5	37,3	21,9	7,3
50	172,6	147,6	110,2	89,1	58,5	36,5	27,2	16,3	5,6
51	239,3	203,0	149,8	120,4	78,5	48,7	36,3	21,6	7,5
52	200,5	170,0	125,5	100,9	65,7	40,8	30,4	18,1	6,2
53	235,4	199,7	147,3	118,5	77,2	47,9	35,7	21,3	7,3
54	186,1	159,2	118,8	96,1	63,1	39,3	29,4	17,5	6,1
55	224,8	189,7	138,8	110,9	71,3	43,6	32,2	18,9	6,3
56	190,2	160,5	117,4	93,8	60,4	36,9	27,3	16,0	5,4
57	219,6	185,3	135,5	108,3	69,7	42,6	31,5	18,5	6,2
58	169,4	143,7	106,0	85,3	55,6	34,5	25,7	15,3	5,3
59	149,4	126,7	93,5	75,2	49,0	30,4	22,6	13,5	4,7
60	192,1	162,9	120,2	96,7	63,0	39,1	29,1	17,3	6,0
61	198,4	167,4	122,4	97,8	62,9	38,5	28,4	16,7	5,6
62	161,5	137,0	101,1	81,3	53,0	32,8	24,5	14,6	5,0
63	162,9	139,3	104,0	84,1	55,2	34,4	25,7	15,3	5,3



TABELA A.4. Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 25 anos e duração variável de 6 min a 1440 min.

Estação	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	319,7	271,1	200,1	160,9	104,8	65,0	48,4	28,9	10,0
2	227,5	192,0	140,4	112,2	72,2	44,1	32,6	19,1	6,4
3	258,2	217,9	159,4	127,3	81,9	50,1	37,0	21,7	7,3
4	178,1	150,3	109,9	87,8	56,5	34,6	25,5	15,0	5,0
5	249,1	210,2	153,8	122,9	79,0	48,3	35,7	21,0	7,0
6	267,6	225,9	165,2	132,0	84,9	51,9	38,4	22,5	7,5
7	216,6	182,8	133,7	106,8	68,7	42,0	31,1	18,2	6,1
8	208,6	176,9	130,6	105,0	68,4	42,4	31,6	18,8	6,5
9	202,7	171,1	125,1	100,0	64,3	39,3	29,1	17,0	5,7
10	233,5	197,1	144,2	115,2	74,1	45,3	33,5	19,6	6,6
11	259,1	218,7	159,9	127,8	82,2	50,3	37,1	21,8	7,3
12	281,7	237,7	173,9	138,9	89,4	54,7	40,4	23,7	7,9
13	313,1	261,9	189,2	150,3	96,0	58,5	43,1	25,3	8,5
14	444,6	375,2	274,5	219,3	141,1	86,3	63,7	37,4	12,5
15	202,6	171,0	125,1	99,9	64,3	39,3	29,0	17,0	5,7
16	250,9	209,8	151,6	120,4	76,9	46,9	34,6	20,3	6,8
17	336,1	281,1	203,2	161,3	103,1	62,8	46,3	27,2	9,1
18	222,0	187,3	137,0	109,5	70,4	43,1	31,8	18,7	6,2
19	245,7	205,0	147,5	116,7	74,1	44,8	32,9	19,2	6,3
20	321,4	268,1	192,9	152,7	96,9	58,6	43,1	25,1	8,3
21	284,1	237,0	170,5	135,0	85,7	51,8	38,1	22,2	7,3
22	228,1	190,3	136,9	108,4	68,8	41,6	30,6	17,8	5,9
23	175,6	151,4	114,3	93,0	61,6	38,6	28,9	17,3	6,0
24	246,3	208,9	154,2	124,0	80,8	50,1	37,3	22,2	7,7
25	196,0	166,2	122,7	98,6	64,3	39,9	29,7	17,7	6,1
26	217,3	183,4	134,2	107,2	69,0	42,2	31,2	18,3	6,1
27	269,8	227,7	166,5	133,0	85,6	52,3	38,7	22,7	7,6
28	186,8	157,7	115,3	92,1	59,3	36,3	26,8	15,7	5,3
29	212,1	179,0	130,9	104,6	67,3	41,1	30,4	17,8	6,0
30	261,9	221,1	161,7	129,2	83,1	50,8	37,5	22,0	7,4
31	299,7	252,9	185,0	147,8	95,1	58,1	43,0	25,2	8,4
32	283,4	239,2	175,0	139,8	89,9	55,0	40,6	23,8	8,0
33	135,3	115,7	86,3	69,8	45,9	28,6	21,3	12,7	4,4
34	150,8	130,0	98,2	79,9	52,9	33,2	24,8	14,9	5,2
35	216,9	183,9	135,8	109,2	71,1	44,1	32,9	19,6	6,8
36	185,9	157,7	116,4	93,6	61,0	37,8	28,2	16,8	5,8
37	210,2	177,9	130,7	104,8	67,9	41,8	31,0	18,4	6,2
38	261,3	220,6	161,3	128,9	82,9	50,7	37,5	22,0	7,4
39	238,6	201,4	147,3	117,7	75,7	46,3	34,2	20,1	6,7
40	289,8	244,6	178,9	142,9	92,0	56,2	41,5	24,4	8,2
41	241,3	203,6	149,0	119,0	76,6	46,8	34,6	20,3	6,8
42	251,2	212,0	155,1	123,9	79,7	48,8	36,0	21,1	7,1
43	181,9	154,2	113,8	91,5	59,6	37,0	27,6	16,4	5,7
44	230,6	195,5	144,3	116,0	75,6	46,9	34,9	20,8	7,2
45	184,9	156,8	115,7	93,1	60,6	37,6	28,0	16,7	5,8
46	224,8	190,6	140,7	113,1	73,7	45,7	34,1	20,3	7,0
47	238,4	201,7	148,2	118,8	77,0	47,4	35,2	20,8	7,1
48	264,5	223,3	163,3	130,5	83,9	51,3	37,9	22,3	7,4
49	308,7	260,5	190,5	152,2	97,9	59,9	44,2	26,0	8,7
50	206,8	176,8	132,0	106,8	70,1	43,7	32,6	19,5	6,7
51	286,7	243,1	179,4	144,3	94,0	58,3	43,4	25,9	8,9
52	238,6	202,3	149,3	120,1	78,2	48,5	36,2	21,5	7,4
53	284,9	241,6	178,3	143,4	93,4	57,9	43,2	25,7	8,9
54	219,3	187,5	140,0	113,3	74,4	46,4	34,6	20,7	7,1
55	268,8	226,8	165,9	132,6	85,3	52,2	38,5	22,6	7,6
56	222,0	187,4	137,1	109,5	70,5	43,1	31,8	18,7	6,2
57	252,4	213,0	155,8	124,5	80,1	49,0	36,2	21,2	7,1
58	196,0	166,2	122,7	98,6	64,3	39,9	29,7	17,7	6,1
59	167,4	141,9	104,8	84,2	54,9	34,0	25,4	15,1	5,2
60	226,6	192,1	141,8	114,0	74,3	46,1	34,3	20,5	7,1
61	227,2	191,7	140,2	112,0	72,1	44,1	32,6	19,1	6,4
62	181,1	153,6	113,4	91,1	59,4	36,8	27,4	16,4	5,6
63	185,9	158,9	118,7	96,0	63,0	39,3	29,3	17,5	6,1

TABELA A.5. Intensidades pluviométricas (mm/h) das 63 Estações Pluviométricas do estudo, considerando um período de retorno de 50 anos e duração variável de 6 min a 1440 min.

Estação	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	374,9	318,0	234,7	188,7	123,0	76,3	56,8	33,9	11,7
2	255,4	215,5	157,7	126,0	81,0	49,6	36,6	21,5	7,2
3	294,0	248,1	181,5	145,0	93,3	57,0	42,1	24,7	8,3
4	192,4	162,4	118,8	94,9	61,1	37,3	27,6	16,2	5,4
5	281,6	237,7	173,8	138,9	89,4	54,6	40,4	23,7	7,9
6	305,9	258,2	188,9	150,9	97,1	59,4	43,9	25,7	8,6
7	237,7	200,6	146,7	117,2	75,4	46,1	34,1	20,0	6,7
8	235,3	199,6	147,3	118,4	77,2	47,9	35,7	21,2	7,3
9	224,3	189,3	138,5	110,6	71,2	43,5	32,2	18,9	6,3
10	266,8	225,1	164,7	131,6	84,6	51,8	38,2	22,4	7,5
11	292,7	247,0	180,7	144,4	92,9	56,8	42,0	24,6	8,2
12	322,9	272,5	199,3	159,2	102,4	62,6	46,3	27,2	9,1
13	374,4	313,1	226,3	179,7	114,8	69,9	51,6	30,3	10,1
14	529,1	446,5	326,6	260,9	167,9	102,7	75,8	44,5	14,9
15	223,1	188,3	137,7	110,0	70,8	43,3	32,0	18,8	6,3
16	282,7	236,4	170,8	135,7	86,7	52,8	38,9	22,8	7,6
17	383,4	320,7	231,8	184,1	117,6	71,6	52,8	31,0	10,4
18	242,2	204,4	149,5	119,5	76,9	47,0	34,7	20,4	6,8
19	275,1	229,5	165,1	130,7	83,0	50,2	36,9	21,5	7,1
20	364,8	304,4	219,0	173,4	110,1	66,6	48,9	28,5	9,4
21	319,4	266,5	191,7	151,8	96,4	58,3	42,8	24,9	8,2
22	256,6	214,1	154,0	121,9	77,4	46,8	34,4	20,0	6,6
23	195,3	168,3	127,1	103,4	68,5	43,0	32,2	19,3	6,7
24	285,5	242,1	178,7	143,7	93,6	58,1	43,3	25,8	8,9
25	218,8	185,6	137,0	110,1	71,8	44,5	33,2	19,8	6,8
26	242,8	204,9	149,9	119,7	77,0	47,1	34,8	20,4	6,8
27	309,0	260,8	190,8	152,4	98,1	60,0	44,3	26,0	8,7
28	205,1	173,1	126,6	101,2	65,1	39,8	29,4	17,3	5,8
29	237,1	200,1	146,4	116,9	75,2	46,0	34,0	19,9	6,7
30	293,5	247,7	181,2	144,7	93,1	56,9	42,1	24,7	8,3
31	337,4	284,7	208,3	166,4	107,1	65,5	48,4	28,4	9,5
32	324,7	274,0	200,4	160,1	103,0	63,0	46,5	27,3	9,1
33	146,4	125,2	93,4	75,6	49,6	30,9	23,1	13,8	4,8
34	167,1	144,1	108,8	88,5	58,7	36,8	27,5	16,5	5,7
35	246,9	209,4	154,5	124,3	81,0	50,2	37,4	22,3	7,7
36	210,3	178,4	131,7	105,9	69,0	42,8	31,9	19,0	6,6
37	233,4	197,5	145,1	116,3	75,4	46,4	34,4	20,4	6,9
38	298,7	252,1	184,4	147,3	94,8	58,0	42,8	25,1	8,4
39	269,7	227,6	166,5	133,0	85,6	52,3	38,7	22,7	7,6
40	323,8	273,3	199,9	159,7	102,8	62,8	46,4	27,2	9,1
41	270,2	228,0	166,8	133,2	85,7	52,4	38,7	22,7	7,6
42	279,0	235,4	172,2	137,6	88,5	54,1	40,0	23,5	7,8
43	201,1	170,5	125,9	101,2	65,9	40,9	30,5	18,2	6,3
44	263,2	223,2	164,7	132,5	86,3	53,5	39,9	23,8	8,2
45	206,1	174,7	129,0	103,7	67,6	41,9	31,2	18,6	6,4
46	254,8	216,1	159,5	128,2	83,6	51,8	38,6	23,0	7,9
47	268,2	226,9	166,8	133,7	86,6	53,3	39,6	23,4	8,0
48	299,3	252,6	184,7	147,6	95,0	58,1	42,9	25,2	8,4
49	351,1	296,3	216,8	173,2	111,4	68,1	50,3	29,5	9,9
50	237,0	202,7	151,3	122,4	80,4	50,1	37,4	22,3	7,7
51	328,6	278,7	205,7	165,4	107,8	66,8	49,8	29,7	10,2
52	272,2	230,8	170,3	137,0	89,2	55,3	41,2	24,6	8,5
53	329,0	279,0	205,9	165,6	107,9	66,9	49,9	29,7	10,3
54	248,3	212,3	158,5	128,2	84,2	52,5	39,2	23,4	8,1
55	307,7	259,7	189,9	151,7	97,6	59,7	44,1	25,9	8,7
56	249,6	210,7	154,1	123,1	79,2	48,4	35,8	21,0	7,0
57	280,4	236,7	173,1	138,3	89,0	54,4	40,2	23,6	7,9
58	218,8	185,6	137,0	110,1	71,8	44,5	33,2	19,8	6,8
59	182,4	154,7	114,2	91,8	59,8	37,1	27,6	16,5	5,7
60	256,7	217,7	160,7	129,2	84,2	52,2	38,9	23,2	8,0
61	251,7	212,4	155,4	124,1	79,9	48,8	36,1	21,2	7,1
62	197,5	167,5	123,6	99,4	64,8	40,2	29,9	17,8	6,2
63	205,4	175,6	131,1	106,1	69,7	43,4	32,4	19,3	6,7

TABELA A.6. Sequência ordenada dos Vizinhos Mais Próximos de cada uma das 63 Estações Pluviométricas do estudo.

Ordem	Estação Pluviométrica																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	8	3	4	55	6	55	56	1	30	9	12	11	18	15	14	17	16	14	20	22	22
2	33	4	11	6	10	5	6	33	12	5	3	9	20	18	18	31	31	13	22	19	16
3	3	55	2	3	55	4	5	23	10	12	10	26	56	56	32	22	32	15	21	13	20
4	24	6	55	5	4	7	18	24	28	30	9	28	14	13	57	20	22	56	13	16	17
5	2	1	5	2	11	10	13	3	26	57	25	10	15	32	56	32	15	16	16	17	19
6	23	5	6	11	9	3	55	2	57	11	5	25	16	57	13	13	14	17	17	18	31
7	11	11	12	10	3	11	14	11	29	6	26	30	17	17	17	18	18	20	18	21	13
8	25	8	10	7	12	56	15	25	11	28	28	60	22	31	31	15	20	31	31	31	32
9	4	10	9	12	7	9	10	58	27	26	6	5	19	16	16	21	13	32	14	14	18
10	58	12	25	9	56	12	4	34	5	56	4	27	31	30	30	14	21	22	56	15	40
11	12	7	1	56	30	2	20	4	60	14	24	57	32	29	29	19	57	57	15	56	15
12	55	33	24	30	57	14	57	12	25	15	30	3	7	20	20	56	19	7	32	32	14
13	5	9	33	57	14	18	30	35	15	29	55	29	21	22	22	57	56	30	7	7	39
14	34	24	26	14	15	30	19	55	14	18	60	24	57	10	10	39	39	19	57	57	41
15	6	25	28	25	18	15	9	5	32	7	57	6	30	7	9	40	40	29	40	29	42
16	35	56	8	26	26	57	16	6	56	55	27	4	29	9	7	29	29	10	39	40	56
17	10	26	7	18	28	13	17	26	38	4	29	36	10	5	39	30	30	21	29	30	57
18	9	28	30	28	29	26	32	62	6	3	33	15	5	19	5	38	38	9	30	39	29
19	26	30	57	15	13	28	22	10	18	27	2	14	9	21	38	61	61	5	10	10	61
20	28	57	56	1	2	29	31	9	3	25	56	55	39	39	21	7	42	39	41	5	38
21	60	14	60	13	25	25	11	60	37	32	15	38	6	28	19	42	10	6	42	38	49
22	62	15	27	24	32	32	3	28	36	60	14	37	40	38	28	10	7	38	5	9	30
23	30	18	14	29	27	20	29	36	31	13	1	56	38	26	26	9	9	28	38	42	7
24	27	23	29	33	60	17	12	27	7	31	7	59	28	6	40	41	41	40	6	61	48
25	36	60	15	8	17	16	28	43	4	17	58	32	55	12	27	28	28	26	9	6	10
26	57	29	18	60	31	31	26	30	55	38	36	58	26	40	12	49	27	12	61	41	9
27	43	58	58	27	16	27	21	59	59	16	18	18	61	27	61	27	49	27	49	28	27
28	59	27	23	32	20	60	2	57	61	20	35	33	12	61	6	5	26	61	28	26	28
29	7	13	13	20	24	24	27	63	17	37	32	35	27	11	11	26	48	55	55	27	5
30	29	32	35	17	38	22	38	29	13	24	37	7	4	60	60	48	5	11	26	49	26
31	56	35	32	31	22	19	39	46	39	39	59	61	11	55	37	37	37	4	27	55	37
32	63	36	36	16	19	1	25	7	24	61	38	31	42	37	55	12	12	60	12	12	6
33	37	34	38	38	39	38	60	37	16	36	8	2	41	4	42	6	60	42	48	48	12
34	46	20	59	22	37	33	40	56	20	2	13	13	60	42	4	60	6	37	4	4	47
35	14	17	37	19	33	39	61	14	40	22	23	39	37	25	25	11	11	3	11	11	60
36	15	31	34	58	36	21	37	15	58	59	34	17	49	3	48	55	47	41	37	37	59
37	18	16	31	36	1	8	24	45	35	19	31	16	3	48	49	47	59	25	60	60	55
38	38	38	17	37	61	37	36	38	22	40	61	46	48	49	41	59	36	49	3	3	11
39	45	59	16	39	59	36	42	18	45	21	17	1	25	41	3	36	55	48	47	25	36
40	32	37	20	35	21	61	59	51	46	33	16	45	59	36	36	4	25	36	25	59	45
41	44	22	61	59	58	59	48	44	33	58	39	34	36	59	59	25	4	59	59	36	4
42	13	19	62	23	40	58	1	32	2	35	46	43	47	47	47	45	45	47	36	47	25
43	51	62	39	61	8	40	49	50	48	1	43	23	2	45	45	3	3	2	45	45	44
44	61	61	43	21	35	35	41	52	44	45	62	62	45	24	24	44	44	45	2	2	53
45	52	39	22	34	45	23	33	61	47	48	45	44	24	2	44	46	46	24	44	44	3
46	50	43	46	40	46	45	58	13	21	46	20	8	44	44	46	53	53	44	53	46	46
47	31	46	19	46	48	34	45	31	43	42	44	20	46	46	2	52	52	46	46	24	52
48	17	21	45	45	23	46	47	39	19	47	22	40	53	35	53	24	24	35	24	53	51
49	39	45	40	43	34	48	8	17	49	44	40	47	35	53	35	2	35	53	52	52	24
50	16	40	44	62	42	42	35	16	42	49	63	22	58	58	58	35	43	58	35	35	43
51	47	63	63	48	43	43	46	47	34	43	47	48	52	52	52	43	51	52	58	58	35
52	20	44	21	44	44	49	44	53	1	8	52	63	33	43	43	51	2	33	43	43	2
53	53	47	47	42	47	47	43	20	62	34	48	52	43	33	33	58	58	43	51	51	58
54	22	48	48	47	49	44	34	48	52	23	19	51	51	51	51	33	63	51	33	33	63
55	40	52	52	49	62	62	23	54	53	62	51	21	1	1	34	63	33	1	1	1	50
56	48	51	51	63	41	41	52	40	51	41	21	19	34	34	62	62	62	34	63	63	33
57	19	42	42	52	52	52	53	22	23	52	53	49	62	62	63	50	50	62	34	34	62
58	54	49	49	51	63	63	62	19	63	53	49	53	63	63	1	34	34	62	62	62	54
59	21	50	53	41	51	51	51	49	8	63	42	42	8	50	50	1	54	8	50	50	34
60	49	53	50	53	53	53	63	21	41	51	50	50	50	8	23	54	1	50	8	8	1
61	42	41	41	50	50	50	50	42	50	50	41	41	23	23	8	23	23	23	54	23	23
62	41	54	54	54	54	54	54	41	54	54	54	54	54	54	54	8	8	54	23	54	8





TABELA A.7. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
3	102,8	85,9	62,0	49,2	31,4	19,2	14,2	8,3	2,8
4	94,2	79,4	58,0	46,3	29,8	18,2	13,4	7,9	2,6
5	35,6	29,9	21,7	17,3	11,1	6,7	5,0	2,9	1,0
6	36,1	30,2	21,9	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
7	34,4	28,9	20,9	16,7	10,7	6,5	4,8	2,8	1,0
8	34,9	29,2	21,2	16,8	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
9	33,9	28,4	20,6	16,4	10,5	6,4	4,8	2,8	0,9
10	32,7	27,4	19,9	15,8	10,2	6,2	4,6	2,7	0,9
11	33,0	27,7	20,1	16,0	10,2	6,3	4,6	2,7	0,9
12	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
13	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
14	32,6	27,3	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
15	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
16	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
17	32,4	27,2	19,7	15,7	10,1	6,1	4,5	2,7	0,9
18	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
19	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
20	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
21	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
22	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
23	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
24	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
25	32,4	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
26	32,4	27,2	19,7	15,7	10,1	6,2	4,5	2,7	0,9
27	32,4	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
28	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
29	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
30	32,4	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
31	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
32	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
33	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
34	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
35	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
36	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
37	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
38	32,6	27,3	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
39	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
40	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
41	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
42	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
43	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
44	32,6	27,4	19,9	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
45	32,7	27,4	19,9	15,8	10,2	6,2	4,6	2,7	0,9
46	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
47	32,5	27,3	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
48	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
49	32,4	27,2	19,7	15,7	10,1	6,2	4,5	2,7	0,9
50	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
51	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
52	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
53	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
54	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
55	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
56	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
57	32,5	27,2	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
58	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
59	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
60	32,6	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
61	32,5	27,3	19,8	15,8	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9
62	32,5	27,3	19,8	15,7	10,1	6,2	4,6	2,7	0,9

TABELA A.8. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
3	149,7	125,3	90,6	72,0	46,0	28,1	20,7	12,2	4,1
4	131,8	111,2	81,3	64,9	41,8	25,5	18,9	11,1	3,7
5	49,4	41,4	30,1	24,0	15,4	9,4	6,9	4,1	1,4
6	50,2	42,1	30,5	24,3	15,6	9,5	7,0	4,1	1,4
7	48,5	40,7	29,6	23,6	15,1	9,2	6,8	4,0	1,3
8	49,1	41,2	29,9	23,8	15,3	9,3	6,9	4,1	1,4
9	47,6	40,0	29,0	23,1	14,8	9,1	6,7	3,9	1,3
10	46,1	38,7	28,1	22,4	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
11	46,5	39,0	28,4	22,6	14,5	8,9	6,5	3,8	1,3
12	45,8	38,5	28,0	22,3	14,3	8,7	6,5	3,8	1,3
13	45,7	38,4	27,9	22,3	14,3	8,7	6,5	3,8	1,3
14	45,6	38,3	27,8	22,2	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
15	45,5	38,2	27,8	22,2	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
16	45,3	38,0	27,7	22,0	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
17	45,2	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
18	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
19	45,3	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
20	45,3	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
21	45,3	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
22	45,4	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
23	45,3	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
24	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
25	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
26	45,2	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
27	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
28	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
29	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
30	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
31	45,2	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,7	1,3
32	45,2	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
33	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
34	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
35	45,2	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
36	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
37	45,4	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
38	45,4	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
39	45,4	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
40	45,4	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
41	45,3	38,1	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
42	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
43	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
44	45,4	38,2	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
45	45,5	38,2	27,8	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
46	45,3	38,0	27,7	22,0	14,1	8,7	6,4	3,8	1,3
47	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
48	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
49	45,1	37,9	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,7	1,3
50	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
51	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
52	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
53	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
54	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
55	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
56	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
57	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
58	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
59	45,3	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
60	45,3	38,0	27,7	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
61	45,3	38,0	27,7	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
62	45,2	38,0	27,6	22,0	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3

TABELA A.9. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
3	197,1	165,0	119,5	95,0	60,8	37,1	27,4	16,1	5,4
4	168,2	141,9	103,8	82,9	53,3	32,6	24,1	14,1	4,7
5	63,1	53,0	38,5	30,7	19,7	12,0	8,9	5,2	1,8
6	64,2	53,9	39,2	31,2	20,0	12,2	9,0	5,3	1,8
7	62,5	52,5	38,2	30,4	19,5	11,9	8,8	5,2	1,7
8	63,3	53,2	38,6	30,8	19,8	12,1	8,9	5,3	1,8
9	61,2	51,4	37,4	29,8	19,2	11,7	8,7	5,1	1,7
10	59,4	50,0	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
11	59,8	50,3	36,6	29,2	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
12	58,9	49,5	36,0	28,7	18,5	11,3	8,4	4,9	1,7
13	58,8	49,4	36,0	28,7	18,4	11,3	8,3	4,9	1,7
14	58,5	49,1	35,8	28,5	18,3	11,2	8,3	4,9	1,6
15	58,4	49,1	35,7	28,5	18,3	11,2	8,3	4,9	1,6
16	58,0	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
17	57,9	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
18	57,9	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
19	58,0	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
20	58,0	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
21	58,1	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
22	58,1	48,9	35,6	28,4	18,2	11,2	8,2	4,9	1,6
23	58,1	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
24	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
25	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
26	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
27	57,9	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
28	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
29	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
30	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
31	57,8	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
32	57,8	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
33	57,9	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
34	57,9	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
35	57,8	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
36	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
37	58,1	48,9	35,6	28,4	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
38	58,1	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
39	58,1	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
40	58,1	48,9	35,6	28,4	18,2	11,1	8,2	4,9	1,6
41	58,0	48,8	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
42	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
43	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
44	58,2	48,9	35,6	28,4	18,2	11,2	8,2	4,9	1,6
45	58,2	48,9	35,6	28,4	18,2	11,2	8,3	4,9	1,6
46	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
47	57,9	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
48	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
49	57,8	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
50	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
51	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
52	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
53	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
54	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
55	57,9	48,6	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
56	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
57	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
58	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
59	57,9	48,7	35,4	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
60	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
61	58,0	48,7	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
62	57,9	48,7	35,4	28,2	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6



TABELA A.10.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas (mm/h) das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
3	278,3	233,3	169,2	134,6	86,2	52,6	38,8	22,8	7,6
4	229,2	193,4	141,4	113,0	72,7	44,5	32,8	19,3	6,4
5	86,4	72,7	52,9	42,2	27,1	16,5	12,2	7,2	2,4
6	88,2	74,1	53,9	43,0	27,6	16,9	12,5	7,3	2,5
7	86,2	72,5	52,8	42,1	27,0	16,5	12,2	7,2	2,4
8	87,4	73,4	53,5	42,6	27,4	16,7	12,4	7,3	2,5
9	84,4	71,0	51,7	41,2	26,5	16,2	12,0	7,1	2,4
10	82,2	69,2	50,4	40,2	25,8	15,8	11,7	6,9	2,3
11	82,6	69,5	50,6	40,4	25,9	15,9	11,7	6,9	2,3
12	81,3	68,4	49,8	39,8	25,6	15,6	11,6	6,8	2,3
13	81,1	68,2	49,7	39,7	25,5	15,6	11,5	6,8	2,3
14	80,5	67,7	49,3	39,4	25,3	15,5	11,5	6,7	2,3
15	80,4	67,6	49,3	39,3	25,3	15,5	11,4	6,7	2,3
16	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
17	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
18	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
19	79,7	67,1	48,9	39,0	25,1	15,3	11,3	6,7	2,2
20	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,3	11,3	6,7	2,2
21	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,3	11,4	6,7	2,2
22	79,9	67,2	49,0	39,1	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
23	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
24	79,7	67,0	48,8	39,0	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
25	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
26	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
27	79,5	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
28	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
29	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
30	79,5	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
31	79,4	66,8	48,7	38,8	25,0	15,3	11,3	6,6	2,2
32	79,4	66,8	48,7	38,8	25,0	15,3	11,3	6,6	2,2
33	79,5	66,8	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
34	79,5	66,8	48,7	38,8	25,0	15,3	11,3	6,6	2,2
35	79,4	66,8	48,7	38,8	25,0	15,3	11,3	6,6	2,2
36	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
37	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,4	11,4	6,7	2,2
38	79,7	67,1	48,9	39,0	25,1	15,3	11,3	6,7	2,2
39	79,8	67,1	48,9	39,0	25,1	15,3	11,3	6,7	2,2
40	79,9	67,2	48,9	39,0	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
41	79,7	67,0	48,8	39,0	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
42	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
43	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
44	79,9	67,2	49,0	39,1	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
45	79,9	67,2	49,0	39,1	25,1	15,4	11,4	6,7	2,3
46	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
47	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
48	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
49	79,4	66,8	48,7	38,8	25,0	15,3	11,3	6,6	2,2
50	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
51	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
52	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
53	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
54	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
55	79,5	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
56	79,5	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
57	79,5	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
58	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
59	79,6	66,9	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
60	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
61	79,6	67,0	48,8	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2
62	79,6	66,9	48,7	38,9	25,0	15,3	11,3	6,7	2,2

TABELA A.11.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método da Superfície Spline, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 3 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
3	356,7	299,2	217,1	172,8	110,7	67,5	49,9	29,3	9,8
4	287,3	242,5	177,4	141,7	91,2	55,8	41,2	24,2	8,1
5	108,9	91,6	66,7	53,2	34,2	20,9	15,4	9,1	3,0
6	111,3	93,6	68,1	54,3	34,9	21,3	15,8	9,3	3,1
7	109,1	91,7	66,8	53,3	34,2	20,9	15,5	9,1	3,1
8	110,6	93,0	67,7	54,0	34,7	21,2	15,7	9,2	3,1
9	106,8	89,8	65,4	52,2	33,6	20,5	15,2	8,9	3,0
10	104,2	87,6	63,9	51,0	32,8	20,1	14,8	8,7	2,9
11	104,6	88,0	64,1	51,1	32,9	20,1	14,9	8,8	2,9
12	102,9	86,6	63,1	50,4	32,4	19,8	14,7	8,6	2,9
13	102,6	86,3	62,9	50,2	32,3	19,8	14,6	8,6	2,9
14	101,7	85,6	62,4	49,8	32,0	19,6	14,5	8,5	2,9
15	101,5	85,4	62,3	49,7	32,0	19,6	14,5	8,5	2,9
16	100,8	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
17	100,5	84,6	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
18	100,5	84,6	61,7	49,2	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
19	100,6	84,7	61,7	49,3	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
20	100,7	84,7	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,4	2,8
21	100,7	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,4	2,8
22	100,8	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
23	100,7	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
24	100,6	84,6	61,7	49,2	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
25	100,5	84,6	61,7	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
26	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
27	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
28	100,5	84,6	61,7	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
29	100,5	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
30	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
31	100,2	84,4	61,5	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
32	100,3	84,4	61,5	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
33	100,3	84,4	61,5	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
34	100,3	84,4	61,5	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
35	100,3	84,4	61,5	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
36	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
37	100,7	84,7	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,4	2,8
38	100,6	84,6	61,7	49,2	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
39	100,7	84,7	61,8	49,3	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
40	100,8	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
41	100,6	84,6	61,7	49,2	31,7	19,4	14,3	8,4	2,8
42	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
43	100,5	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
44	100,8	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
45	100,8	84,8	61,8	49,3	31,7	19,4	14,4	8,5	2,8
46	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
47	100,5	84,6	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
48	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
49	100,2	84,3	61,5	49,1	31,5	19,3	14,3	8,4	2,8
50	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
51	100,4	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
52	100,5	84,6	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
53	100,5	84,6	61,7	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
54	100,5	84,6	61,7	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
55	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
56	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
57	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
58	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
59	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8
60	100,5	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
61	100,5	84,5	61,6	49,2	31,6	19,4	14,3	8,4	2,8
62	100,4	84,5	61,6	49,1	31,6	19,3	14,3	8,4	2,8

TABELA A.12.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	32,2	27,0	19,6	15,6	10,0	6,1	4,5	2,7	0,9
2	26,3	22,1	16,0	12,8	8,2	5,0	3,7	2,2	0,7
3	23,2	19,5	14,2	11,3	7,3	4,4	3,3	1,9	0,7
4	22,9	19,3	14,1	11,2	7,2	4,4	3,3	1,9	0,6
5	21,6	18,2	13,2	10,6	6,8	4,2	3,1	1,8	0,6
6	21,4	17,9	13,0	10,4	6,7	4,1	3,0	1,8	0,6
7	20,6	17,2	12,5	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
8	19,8	16,7	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
9	20,2	17,0	12,3	9,8	6,3	3,9	2,9	1,7	0,6
10	19,9	16,7	12,2	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
11	19,8	16,7	12,1	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
12	19,2	16,1	11,7	9,4	6,0	3,7	2,7	1,6	0,5
13	19,5	16,4	11,9	9,5	6,1	3,7	2,8	1,6	0,6
14	19,9	16,7	12,1	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
15	19,9	16,7	12,2	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
16	20,0	16,7	12,2	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
17	19,8	16,6	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
18	19,8	16,6	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
19	19,6	16,5	12,0	9,5	6,1	3,7	2,8	1,6	0,6
20	19,8	16,6	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
21	20,1	16,8	12,2	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
22	19,9	16,6	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
23	19,9	16,7	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
24	19,8	16,6	12,0	9,6	6,1	3,7	2,8	1,6	0,6
25	19,9	16,7	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
26	19,8	16,6	12,0	9,6	6,1	3,8	2,8	1,6	0,6
27	19,7	16,5	12,0	9,5	6,1	3,7	2,8	1,6	0,6
28	20,0	16,7	12,1	9,6	6,2	3,8	2,8	1,6	0,6
29	20,3	17,0	12,3	9,7	6,2	3,8	2,8	1,7	0,6
30	20,3	17,0	12,3	9,8	6,3	3,8	2,8	1,7	0,6
31	20,5	17,1	12,4	9,8	6,3	3,8	2,8	1,7	0,6
32	20,7	17,3	12,5	9,9	6,3	3,9	2,8	1,7	0,6
33	20,7	17,3	12,5	9,9	6,3	3,9	2,8	1,7	0,6
34	20,8	17,4	12,5	9,9	6,3	3,9	2,8	1,7	0,6
35	20,9	17,4	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
36	21,1	17,6	12,7	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
37	21,2	17,7	12,7	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
38	21,2	17,7	12,7	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
39	21,3	17,8	12,8	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
40	21,5	18,0	12,9	10,2	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
41	21,8	18,1	13,0	10,3	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
42	22,0	18,3	13,2	10,4	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
43	22,1	18,4	13,2	10,4	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
44	22,3	18,6	13,3	10,5	6,7	4,0	2,9	1,7	0,6
45	22,4	18,7	13,4	10,6	6,7	4,0	3,0	1,7	0,6
46	22,6	18,8	13,4	10,6	6,7	4,0	3,0	1,7	0,6
47	22,7	18,9	13,5	10,7	6,8	4,1	3,0	1,7	0,6
48	22,9	19,0	13,6	10,7	6,8	4,1	3,0	1,7	0,6
49	23,0	19,1	13,7	10,8	6,8	4,1	3,0	1,7	0,6
50	23,2	19,3	13,8	10,8	6,8	4,1	3,0	1,7	0,6
51	23,3	19,4	13,8	10,9	6,9	4,1	3,0	1,8	0,6
52	23,5	19,5	13,9	11,0	6,9	4,1	3,0	1,8	0,6
53	23,7	19,6	14,0	11,0	6,9	4,2	3,0	1,8	0,6
54	23,8	19,8	14,1	11,1	7,0	4,2	3,1	1,8	0,6
55	23,9	19,8	14,1	11,1	7,0	4,2	3,1	1,8	0,6
56	24,1	20,0	14,2	11,2	7,0	4,2	3,1	1,8	0,6
57	24,3	20,1	14,3	11,2	7,1	4,2	3,1	1,8	0,6
58	24,5	20,3	14,4	11,3	7,1	4,3	3,1	1,8	0,6
59	24,7	20,4	14,5	11,4	7,1	4,3	3,1	1,8	0,6
60	24,8	20,5	14,6	11,4	7,2	4,3	3,1	1,8	0,6
61	24,9	20,6	14,6	11,5	7,2	4,3	3,1	1,8	0,6
62	25,0	20,7	14,6	11,5	7,2	4,3	3,1	1,8	0,6

TABELA A.13.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	43,9	36,9	26,9	21,4	13,7	8,4	6,2	3,6	1,2
2	35,6	29,9	21,7	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
3	31,8	26,7	19,4	15,5	10,0	6,1	4,5	2,7	0,9
4	30,6	25,8	18,8	15,0	9,7	5,9	4,4	2,6	0,9
5	29,0	24,4	17,8	14,2	9,1	5,6	4,1	2,4	0,8
6	28,9	24,2	17,6	14,1	9,0	5,5	4,1	2,4	0,8
7	27,9	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	4,0	2,3	0,8
8	26,9	22,6	16,5	13,1	8,4	5,2	3,8	2,3	0,8
9	27,4	23,0	16,8	13,4	8,6	5,3	3,9	2,3	0,8
10	27,1	22,8	16,6	13,2	8,5	5,2	3,9	2,3	0,8
11	26,9	22,6	16,5	13,1	8,5	5,2	3,8	2,3	0,8
12	26,1	21,9	16,0	12,7	8,2	5,0	3,7	2,2	0,7
13	26,4	22,2	16,2	12,9	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
14	26,9	22,6	16,5	13,1	8,4	5,2	3,8	2,3	0,8
15	26,9	22,6	16,4	13,1	8,4	5,2	3,8	2,3	0,8
16	27,0	22,6	16,5	13,1	8,4	5,2	3,8	2,3	0,8
17	26,8	22,5	16,4	13,0	8,4	5,1	3,8	2,2	0,8
18	26,7	22,4	16,3	13,0	8,4	5,1	3,8	2,2	0,8
19	26,5	22,2	16,2	12,9	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
20	26,8	22,5	16,4	13,0	8,4	5,1	3,8	2,2	0,8
21	27,1	22,7	16,5	13,2	8,5	5,2	3,8	2,3	0,8
22	26,8	22,5	16,4	13,0	8,4	5,1	3,8	2,2	0,8
23	26,9	22,6	16,4	13,1	8,4	5,1	3,8	2,2	0,8
24	26,6	22,3	16,2	12,9	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
25	26,8	22,4	16,3	13,0	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
26	26,7	22,4	16,2	12,9	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
27	26,6	22,3	16,2	12,9	8,3	5,1	3,7	2,2	0,8
28	26,9	22,5	16,3	13,0	8,3	5,1	3,8	2,2	0,8
29	27,2	22,8	16,5	13,2	8,4	5,2	3,8	2,3	0,8
30	27,3	22,9	16,6	13,2	8,5	5,2	3,8	2,3	0,8
31	27,4	23,0	16,6	13,2	8,5	5,2	3,8	2,3	0,8
32	27,6	23,1	16,7	13,3	8,5	5,2	3,9	2,3	0,8
33	27,7	23,2	16,8	13,3	8,5	5,2	3,9	2,3	0,8
34	27,7	23,2	16,8	13,4	8,6	5,2	3,9	2,3	0,8
35	27,8	23,3	16,9	13,4	8,6	5,2	3,9	2,3	0,8
36	28,0	23,5	17,0	13,5	8,6	5,2	3,9	2,3	0,8
37	28,1	23,5	17,0	13,5	8,6	5,2	3,9	2,3	0,8
38	28,1	23,5	17,0	13,5	8,6	5,2	3,9	2,3	0,8
39	28,2	23,6	17,0	13,5	8,6	5,3	3,9	2,3	0,8
40	28,5	23,8	17,2	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
41	28,8	24,0	17,3	13,7	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
42	29,0	24,2	17,5	13,8	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
43	29,1	24,3	17,5	13,9	8,8	5,4	3,9	2,3	0,8
44	29,3	24,5	17,6	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
45	29,5	24,6	17,7	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
46	29,6	24,7	17,8	14,1	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
47	29,8	24,8	17,8	14,1	9,0	5,4	4,0	2,3	0,8
48	29,9	24,9	17,9	14,2	9,0	5,4	4,0	2,3	0,8
49	30,1	25,1	18,0	14,2	9,0	5,5	4,0	2,3	0,8
50	30,2	25,2	18,1	14,3	9,1	5,5	4,0	2,3	0,8
51	30,4	25,3	18,2	14,3	9,1	5,5	4,0	2,3	0,8
52	30,6	25,5	18,3	14,4	9,1	5,5	4,0	2,4	0,8
53	30,8	25,6	18,4	14,5	9,2	5,5	4,1	2,4	0,8
54	31,0	25,7	18,4	14,5	9,2	5,5	4,1	2,4	0,8
55	31,0	25,8	18,5	14,6	9,2	5,5	4,1	2,4	0,8
56	31,3	26,0	18,6	14,7	9,2	5,6	4,1	2,4	0,8
57	31,5	26,1	18,7	14,7	9,3	5,6	4,1	2,4	0,8
58	31,8	26,4	18,8	14,8	9,4	5,6	4,1	2,4	0,8
59	31,9	26,5	18,9	14,9	9,4	5,6	4,1	2,4	0,8
60	32,0	26,6	18,9	14,9	9,4	5,6	4,1	2,4	0,8
61	32,2	26,7	19,0	15,0	9,4	5,6	4,1	2,4	0,8
62	32,3	26,7	19,0	15,0	9,4	5,7	4,1	2,4	0,8

TABELA A.14. EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	55,5	46,7	34,0	27,1	17,4	10,6	7,9	4,6	1,6
2	44,8	37,7	27,4	21,9	14,1	8,6	6,4	3,7	1,3
3	40,3	33,9	24,7	19,7	12,7	7,8	5,7	3,4	1,1
4	38,1	32,1	23,4	18,7	12,0	7,4	5,5	3,2	1,1
5	36,3	30,5	22,3	17,8	11,4	7,0	5,2	3,1	1,0
6	36,3	30,5	22,2	17,7	11,4	7,0	5,2	3,0	1,0
7	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
8	33,9	28,5	20,8	16,6	10,7	6,5	4,8	2,9	1,0
9	34,6	29,1	21,2	16,9	10,9	6,7	4,9	2,9	1,0
10	34,2	28,7	20,9	16,7	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
11	34,0	28,6	20,8	16,6	10,7	6,6	4,9	2,9	1,0
12	32,9	27,6	20,1	16,1	10,4	6,4	4,7	2,8	0,9
13	33,2	28,0	20,4	16,3	10,5	6,4	4,8	2,8	1,0
14	33,8	28,5	20,7	16,6	10,7	6,5	4,8	2,9	1,0
15	33,8	28,4	20,7	16,5	10,6	6,5	4,8	2,9	1,0
16	33,9	28,5	20,8	16,6	10,7	6,5	4,8	2,8	1,0
17	33,7	28,3	20,6	16,4	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
18	33,5	28,2	20,5	16,4	10,5	6,5	4,8	2,8	1,0
19	33,2	27,9	20,4	16,2	10,5	6,4	4,7	2,8	1,0
20	33,7	28,3	20,6	16,4	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
21	34,1	28,6	20,8	16,6	10,7	6,5	4,9	2,9	1,0
22	33,7	28,3	20,6	16,4	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
23	33,8	28,4	20,6	16,5	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
24	33,4	28,1	20,4	16,3	10,5	6,4	4,8	2,8	1,0
25	33,5	28,1	20,5	16,3	10,5	6,4	4,8	2,8	1,0
26	33,5	28,1	20,4	16,3	10,5	6,4	4,8	2,8	1,0
27	33,3	28,0	20,3	16,2	10,4	6,4	4,7	2,8	0,9
28	33,7	28,2	20,5	16,4	10,5	6,4	4,8	2,8	1,0
29	34,1	28,6	20,8	16,5	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
30	34,2	28,7	20,8	16,6	10,6	6,5	4,8	2,8	1,0
31	34,3	28,7	20,9	16,6	10,7	6,5	4,8	2,8	1,0
32	34,5	28,9	21,0	16,7	10,7	6,6	4,8	2,9	1,0
33	34,5	29,0	21,0	16,7	10,7	6,6	4,9	2,9	1,0
34	34,6	29,0	21,0	16,7	10,7	6,6	4,9	2,9	1,0
35	34,7	29,1	21,1	16,8	10,7	6,6	4,8	2,9	1,0
36	34,9	29,2	21,2	16,8	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
37	35,0	29,3	21,2	16,9	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
38	35,0	29,3	21,2	16,8	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
39	35,1	29,4	21,2	16,9	10,8	6,6	4,9	2,9	1,0
40	35,4	29,6	21,4	17,0	10,9	6,6	4,9	2,9	1,0
41	35,7	29,9	21,6	17,1	10,9	6,7	4,9	2,9	1,0
42	35,9	30,0	21,7	17,2	11,0	6,7	4,9	2,9	1,0
43	36,0	30,1	21,7	17,3	11,0	6,7	4,9	2,9	1,0
44	36,2	30,3	21,8	17,3	11,0	6,7	4,9	2,9	1,0
45	36,4	30,4	21,9	17,4	11,1	6,7	4,9	2,9	1,0
46	36,5	30,5	22,0	17,4	11,1	6,7	5,0	2,9	1,0
47	36,7	30,6	22,1	17,5	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
48	36,8	30,7	22,1	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
49	37,0	30,9	22,2	17,6	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
50	37,2	31,0	22,3	17,7	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
51	37,3	31,1	22,4	17,7	11,3	6,8	5,0	2,9	1,0
52	37,6	31,3	22,5	17,8	11,3	6,9	5,0	2,9	1,0
53	37,8	31,5	22,6	17,9	11,4	6,9	5,1	2,9	1,0
54	37,9	31,6	22,7	18,0	11,4	6,9	5,1	2,9	1,0
55	38,0	31,6	22,7	18,0	11,4	6,9	5,0	2,9	1,0
56	38,3	31,8	22,8	18,1	11,4	6,9	5,1	3,0	1,0
57	38,5	32,0	23,0	18,1	11,5	6,9	5,1	3,0	1,0
58	38,8	32,3	23,1	18,3	11,6	7,0	5,1	3,0	1,0
59	39,0	32,4	23,2	18,3	11,6	7,0	5,1	3,0	1,0
60	39,1	32,5	23,2	18,3	11,6	7,0	5,1	3,0	1,0
61	39,2	32,6	23,3	18,4	11,6	7,0	5,1	3,0	1,0
62	39,3	32,7	23,3	18,4	11,6	7,0	5,1	3,0	1,0

TABELA A.15.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	75,2	63,3	46,1	36,8	23,6	14,5	10,7	6,3	2,1
2	60,7	51,1	37,2	29,7	19,1	11,7	8,6	5,1	1,7
3	54,9	46,2	33,7	26,9	17,3	10,6	7,8	4,6	1,6
4	50,9	42,9	31,3	25,0	16,1	9,9	7,3	4,3	1,5
5	48,6	40,9	29,9	23,8	15,4	9,4	7,0	4,1	1,4
6	48,9	41,1	29,9	23,9	15,4	9,4	7,0	4,1	1,4
7	47,6	40,0	29,2	23,3	15,0	9,2	6,8	4,0	1,4
8	45,9	38,6	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
9	46,8	39,4	28,7	22,9	14,8	9,1	6,7	4,0	1,3
10	46,2	38,9	28,4	22,7	14,6	9,0	6,6	3,9	1,3
11	45,9	38,6	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
12	44,5	37,4	27,3	21,8	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
13	44,9	37,8	27,6	22,0	14,2	8,7	6,5	3,8	1,3
14	45,6	38,4	28,0	22,4	14,4	8,9	6,6	3,9	1,3
15	45,5	38,3	27,9	22,3	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
16	45,7	38,4	28,0	22,4	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
17	45,4	38,2	27,8	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
18	45,1	38,0	27,7	22,1	14,2	8,7	6,5	3,8	1,3
19	44,8	37,7	27,5	21,9	14,1	8,7	6,4	3,8	1,3
20	45,4	38,2	27,8	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
21	45,9	38,6	28,1	22,4	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
22	45,5	38,2	27,9	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
23	45,5	38,3	27,9	22,3	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
24	45,0	37,8	27,6	22,0	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
25	45,0	37,9	27,6	22,0	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
26	45,0	37,8	27,5	22,0	14,1	8,7	6,4	3,8	1,3
27	44,9	37,7	27,4	21,9	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
28	45,3	38,0	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
29	45,7	38,4	27,9	22,3	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
30	45,9	38,5	28,0	22,3	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
31	45,9	38,6	28,1	22,4	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
32	46,1	38,7	28,2	22,5	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
33	46,3	38,8	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
34	46,3	38,9	28,2	22,5	14,5	8,8	6,5	3,9	1,3
35	46,4	38,9	28,3	22,5	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
36	46,6	39,1	28,4	22,6	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
37	46,6	39,1	28,4	22,6	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
38	46,6	39,1	28,3	22,6	14,5	8,8	6,5	3,8	1,3
39	46,7	39,1	28,4	22,6	14,5	8,8	6,5	3,8	1,3
40	47,1	39,5	28,6	22,8	14,6	8,9	6,6	3,9	1,3
41	47,4	39,7	28,8	22,9	14,7	8,9	6,6	3,9	1,3
42	47,6	39,9	28,9	23,0	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
43	47,7	40,0	28,9	23,0	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
44	48,0	40,2	29,0	23,1	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
45	48,1	40,3	29,1	23,1	14,8	9,0	6,6	3,9	1,3
46	48,3	40,4	29,2	23,2	14,8	9,0	6,6	3,9	1,3
47	48,4	40,5	29,3	23,3	14,8	9,0	6,7	3,9	1,3
48	48,5	40,6	29,3	23,3	14,9	9,0	6,7	3,9	1,3
49	48,7	40,7	29,4	23,3	14,9	9,0	6,7	3,9	1,3
50	48,9	40,9	29,5	23,4	14,9	9,1	6,7	3,9	1,3
51	49,1	41,0	29,6	23,5	15,0	9,1	6,7	3,9	1,3
52	49,4	41,3	29,8	23,6	15,0	9,1	6,7	3,9	1,3
53	49,6	41,4	29,9	23,7	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
54	49,7	41,5	29,9	23,7	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
55	49,7	41,5	29,9	23,7	15,1	9,1	6,7	3,9	1,3
56	50,1	41,8	30,1	23,8	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
57	50,3	42,0	30,2	23,9	15,2	9,2	6,8	4,0	1,3
58	50,7	42,3	30,4	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
59	50,9	42,4	30,5	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
60	50,9	42,5	30,5	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
61	51,1	42,6	30,6	24,2	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
62	51,2	42,7	30,6	24,2	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3

TABELA A.16.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método dos Vizinhos Mais Próximos, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	94,0	79,2	57,7	46,1	29,6	18,1	13,4	7,9	2,6
2	76,0	64,0	46,6	37,2	23,9	14,6	10,8	6,4	2,1
3	68,9	58,0	42,3	33,8	21,8	13,3	9,9	5,8	2,0
4	63,1	53,1	38,8	31,0	20,0	12,3	9,1	5,3	1,8
5	60,5	50,9	37,2	29,7	19,1	11,7	8,7	5,1	1,7
6	60,9	51,2	37,3	29,8	19,2	11,7	8,7	5,1	1,7
7	59,5	50,0	36,5	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
8	57,4	48,3	35,2	28,1	18,1	11,1	8,2	4,9	1,6
9	58,5	49,2	36,0	28,7	18,5	11,4	8,4	5,0	1,7
10	57,9	48,7	35,6	28,4	18,3	11,2	8,3	4,9	1,7
11	57,4	48,3	35,3	28,2	18,2	11,1	8,2	4,9	1,6
12	55,6	46,8	34,2	27,3	17,6	10,8	8,0	4,7	1,6
13	56,1	47,2	34,5	27,6	17,8	10,9	8,1	4,8	1,6
14	57,0	48,0	35,0	28,0	18,0	11,1	8,2	4,8	1,6
15	56,8	47,8	34,9	27,9	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
16	57,0	48,0	35,0	28,0	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
17	56,6	47,7	34,8	27,8	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
18	56,3	47,4	34,6	27,6	17,8	10,9	8,1	4,8	1,6
19	55,9	47,0	34,3	27,4	17,7	10,8	8,0	4,7	1,6
20	56,6	47,7	34,8	27,8	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
21	57,3	48,2	35,1	28,1	18,1	11,1	8,2	4,8	1,6
22	56,7	47,7	34,8	27,8	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
23	56,8	47,8	34,9	27,8	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
24	56,2	47,2	34,4	27,5	17,7	10,9	8,0	4,8	1,6
25	56,1	47,2	34,4	27,5	17,7	10,9	8,0	4,8	1,6
26	56,1	47,2	34,4	27,5	17,7	10,8	8,0	4,7	1,6
27	55,9	47,0	34,3	27,4	17,6	10,8	8,0	4,7	1,6
28	56,4	47,4	34,5	27,6	17,7	10,9	8,1	4,8	1,6
29	56,9	47,8	34,8	27,8	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
30	57,1	48,0	34,9	27,9	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
31	57,1	48,0	35,0	27,9	17,9	11,0	8,1	4,8	1,6
32	57,4	48,2	35,1	28,0	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
33	57,5	48,3	35,2	28,0	18,0	11,1	8,2	4,8	1,6
34	57,5	48,3	35,2	28,0	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
35	57,6	48,3	35,2	28,0	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
36	57,8	48,5	35,3	28,1	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
37	57,8	48,6	35,3	28,1	18,1	11,0	8,2	4,8	1,6
38	57,7	48,5	35,2	28,1	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
39	57,9	48,5	35,3	28,1	18,0	11,0	8,2	4,8	1,6
40	58,3	48,9	35,5	28,3	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
41	58,7	49,2	35,7	28,4	18,2	11,1	8,2	4,8	1,6
42	58,9	49,4	35,8	28,5	18,3	11,1	8,2	4,8	1,6
43	58,9	49,4	35,8	28,5	18,3	11,1	8,2	4,8	1,6
44	59,2	49,6	36,0	28,6	18,3	11,2	8,2	4,8	1,6
45	59,3	49,7	36,0	28,6	18,3	11,2	8,2	4,8	1,6
46	59,5	49,8	36,1	28,7	18,3	11,2	8,3	4,8	1,6
47	59,6	50,0	36,2	28,8	18,4	11,2	8,3	4,8	1,6
48	59,7	50,0	36,2	28,8	18,4	11,2	8,3	4,8	1,6
49	59,9	50,1	36,3	28,8	18,4	11,2	8,3	4,9	1,6
50	60,1	50,3	36,4	28,9	18,5	11,2	8,3	4,9	1,6
51	60,3	50,5	36,5	29,0	18,5	11,3	8,3	4,9	1,6
52	60,7	50,8	36,7	29,1	18,6	11,3	8,3	4,9	1,6
53	60,9	51,0	36,8	29,2	18,6	11,3	8,4	4,9	1,6
54	61,0	51,0	36,9	29,2	18,6	11,3	8,3	4,9	1,6
55	61,0	51,0	36,8	29,2	18,6	11,3	8,3	4,9	1,6
56	61,4	51,3	37,0	29,3	18,7	11,3	8,4	4,9	1,6
57	61,7	51,5	37,2	29,5	18,8	11,4	8,4	4,9	1,6
58	62,1	51,9	37,4	29,7	18,9	11,4	8,4	4,9	1,6
59	62,3	52,0	37,5	29,7	18,9	11,5	8,4	4,9	1,6
60	62,3	52,0	37,5	29,7	18,9	11,4	8,4	4,9	1,6
61	62,5	52,2	37,6	29,7	18,9	11,5	8,4	4,9	1,6
62	62,6	52,2	37,6	29,8	18,9	11,5	8,4	4,9	1,6

TABELA A.17.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 2 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	32,2	27,0	19,6	15,6	10,0	6,1	4,5	2,7	0,9
2	27,2	22,9	16,6	13,3	8,5	5,2	3,8	2,2	0,8
3	24,7	20,7	15,1	12,0	7,7	4,7	3,5	2,1	0,7
4	24,1	20,3	14,8	11,8	7,6	4,6	3,4	2,0	0,7
5	23,1	19,4	14,1	11,3	7,2	4,4	3,3	1,9	0,6
6	22,8	19,1	13,9	11,1	7,1	4,4	3,2	1,9	0,6
7	22,2	18,6	13,6	10,8	6,9	4,2	3,1	1,8	0,6
8	21,6	18,2	13,2	10,5	6,8	4,1	3,1	1,8	0,6
9	21,7	18,2	13,2	10,5	6,8	4,1	3,1	1,8	0,6
10	21,5	18,0	13,1	10,4	6,7	4,1	3,0	1,8	0,6
11	21,3	17,9	13,0	10,4	6,6	4,1	3,0	1,8	0,6
12	20,9	17,5	12,7	10,2	6,5	4,0	3,0	1,7	0,6
13	20,9	17,6	12,8	10,2	6,5	4,0	3,0	1,7	0,6
14	21,0	17,7	12,8	10,2	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6
15	21,0	17,6	12,8	10,2	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6
16	20,9	17,6	12,8	10,2	6,5	4,0	3,0	1,7	0,6
17	20,8	17,5	12,7	10,1	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
18	20,7	17,4	12,7	10,1	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
19	20,6	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
20	20,7	17,4	12,6	10,1	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
21	20,8	17,4	12,7	10,1	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
22	20,6	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
23	20,6	17,3	12,5	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
24	20,5	17,2	12,5	9,9	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
25	20,5	17,2	12,5	9,9	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
26	20,4	17,1	12,4	9,9	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
27	20,3	17,1	12,4	9,9	6,3	3,9	2,9	1,7	0,6
28	20,4	17,1	12,4	9,9	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
29	20,6	17,2	12,5	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
30	20,6	17,2	12,5	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
31	20,6	17,3	12,5	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
32	20,7	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
33	20,7	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
34	20,7	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
35	20,7	17,3	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
36	20,8	17,4	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
37	20,8	17,4	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
38	20,8	17,4	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
39	20,8	17,4	12,6	10,0	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
40	20,9	17,5	12,7	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
41	20,9	17,5	12,7	10,1	6,4	3,9	2,9	1,7	0,6
42	21,0	17,6	12,7	10,1	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
43	21,0	17,6	12,7	10,1	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
44	21,1	17,7	12,8	10,1	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
45	21,2	17,7	12,8	10,1	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
46	21,2	17,7	12,8	10,2	6,5	3,9	2,9	1,7	0,6
47	21,3	17,8	12,8	10,2	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
48	21,3	17,8	12,9	10,2	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
49	21,4	17,9	12,9	10,2	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
50	21,4	17,9	12,9	10,2	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
51	21,5	17,9	12,9	10,3	6,5	4,0	2,9	1,7	0,6
52	21,5	18,0	13,0	10,3	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
53	21,6	18,0	13,0	10,3	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
54	21,7	18,1	13,0	10,3	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
55	21,7	18,1	13,0	10,3	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
56	21,7	18,1	13,1	10,4	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
57	21,8	18,2	13,1	10,4	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
58	21,9	18,2	13,1	10,4	6,6	4,0	2,9	1,7	0,6
59	21,9	18,3	13,2	10,4	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6
60	22,0	18,3	13,2	10,4	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6
61	22,0	18,3	13,2	10,4	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6
62	22,0	18,4	13,2	10,5	6,6	4,0	3,0	1,7	0,6



TABELA A.18.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 5 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	43,9	36,9	26,9	21,4	13,7	8,4	6,2	3,6	1,2
2	37,1	31,2	22,7	18,1	11,6	7,1	5,3	3,1	1,0
3	33,9	28,5	20,8	16,6	10,7	6,5	4,8	2,8	1,0
4	32,7	27,6	20,1	16,0	10,3	6,3	4,7	2,7	0,9
5	31,4	26,4	19,3	15,4	9,9	6,0	4,5	2,6	0,9
6	31,1	26,2	19,0	15,2	9,8	6,0	4,4	2,6	0,9
7	30,4	25,6	18,6	14,8	9,5	5,8	4,3	2,5	0,9
8	29,6	24,9	18,1	14,5	9,3	5,7	4,2	2,5	0,8
9	29,7	24,9	18,1	14,5	9,3	5,7	4,2	2,5	0,8
10	29,4	24,7	18,0	14,3	9,2	5,6	4,2	2,5	0,8
11	29,1	24,5	17,8	14,2	9,1	5,6	4,1	2,4	0,8
12	28,5	24,0	17,5	13,9	9,0	5,5	4,1	2,4	0,8
13	28,6	24,0	17,5	13,9	9,0	5,5	4,1	2,4	0,8
14	28,7	24,1	17,6	14,0	9,0	5,5	4,1	2,4	0,8
15	28,6	24,0	17,5	14,0	9,0	5,5	4,1	2,4	0,8
16	28,5	24,0	17,5	13,9	8,9	5,5	4,0	2,4	0,8
17	28,4	23,8	17,3	13,8	8,9	5,4	4,0	2,4	0,8
18	28,2	23,7	17,3	13,8	8,9	5,4	4,0	2,4	0,8
19	28,1	23,6	17,2	13,7	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
20	28,2	23,7	17,2	13,7	8,8	5,4	4,0	2,4	0,8
21	28,3	23,7	17,3	13,8	8,9	5,4	4,0	2,4	0,8
22	28,1	23,6	17,1	13,7	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
23	28,0	23,5	17,1	13,6	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
24	27,8	23,4	17,0	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
25	27,8	23,4	17,0	13,5	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
26	27,7	23,3	16,9	13,5	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
27	27,7	23,2	16,9	13,5	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
28	27,8	23,3	17,0	13,5	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
29	27,9	23,4	17,0	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
30	27,9	23,4	17,0	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
31	28,0	23,5	17,0	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
32	28,0	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
33	28,0	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
34	28,0	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
35	28,0	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
36	28,1	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
37	28,1	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
38	28,0	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
39	28,1	23,5	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
40	28,1	23,6	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
41	28,2	23,6	17,1	13,6	8,7	5,3	3,9	2,3	0,8
42	28,3	23,7	17,2	13,7	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
43	28,3	23,7	17,2	13,7	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
44	28,4	23,8	17,2	13,7	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
45	28,4	23,8	17,2	13,7	8,8	5,3	3,9	2,3	0,8
46	28,5	23,8	17,3	13,7	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
47	28,5	23,9	17,3	13,7	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
48	28,5	23,9	17,3	13,8	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
49	28,6	24,0	17,3	13,8	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
50	28,6	24,0	17,4	13,8	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
51	28,7	24,0	17,4	13,8	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
52	28,8	24,1	17,4	13,8	8,8	5,4	4,0	2,3	0,8
53	28,8	24,1	17,4	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
54	28,9	24,2	17,5	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
55	28,9	24,2	17,5	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
56	29,0	24,2	17,5	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
57	29,0	24,3	17,5	13,9	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
58	29,1	24,3	17,6	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
59	29,2	24,4	17,6	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
60	29,2	24,4	17,6	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
61	29,2	24,4	17,6	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8
62	29,3	24,5	17,6	14,0	8,9	5,4	4,0	2,3	0,8

TABELA A.19.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 10 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	55,5	46,7	34,0	27,1	17,4	10,6	7,9	4,6	1,6
2	47,0	39,5	28,8	23,0	14,7	9,0	6,7	3,9	1,3
3	43,1	36,3	26,5	21,1	13,6	8,3	6,2	3,6	1,2
4	41,2	34,7	25,3	20,2	13,0	8,0	5,9	3,5	1,2
5	39,7	33,4	24,3	19,4	12,5	7,6	5,7	3,3	1,1
6	39,4	33,1	24,1	19,2	12,4	7,6	5,6	3,3	1,1
7	38,5	32,4	23,6	18,8	12,1	7,4	5,5	3,2	1,1
8	37,5	31,6	23,0	18,3	11,8	7,2	5,3	3,1	1,1
9	37,6	31,6	23,0	18,4	11,8	7,2	5,4	3,2	1,1
10	37,2	31,3	22,8	18,2	11,7	7,2	5,3	3,1	1,1
11	36,8	31,0	22,6	18,0	11,6	7,1	5,2	3,1	1,0
12	36,1	30,4	22,1	17,7	11,4	7,0	5,2	3,0	1,0
13	36,1	30,4	22,2	17,7	11,4	7,0	5,2	3,0	1,0
14	36,3	30,5	22,2	17,7	11,4	7,0	5,2	3,0	1,0
15	36,1	30,4	22,1	17,7	11,4	7,0	5,1	3,0	1,0
16	36,1	30,3	22,1	17,6	11,3	6,9	5,1	3,0	1,0
17	35,8	30,1	21,9	17,5	11,3	6,9	5,1	3,0	1,0
18	35,7	30,0	21,8	17,4	11,2	6,9	5,1	3,0	1,0
19	35,4	29,8	21,7	17,3	11,1	6,8	5,1	3,0	1,0
20	35,6	29,9	21,8	17,4	11,2	6,9	5,1	3,0	1,0
21	35,7	30,0	21,9	17,4	11,2	6,9	5,1	3,0	1,0
22	35,4	29,8	21,7	17,3	11,1	6,8	5,0	3,0	1,0
23	35,4	29,7	21,6	17,3	11,1	6,8	5,0	3,0	1,0
24	35,1	29,5	21,5	17,1	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
25	35,1	29,5	21,5	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
26	35,0	29,4	21,4	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
27	34,9	29,3	21,3	17,0	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
28	35,0	29,4	21,4	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
29	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
30	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
31	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
32	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
33	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,8	5,0	2,9	1,0
34	35,2	29,6	21,5	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
35	35,2	29,6	21,5	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
36	35,3	29,6	21,5	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
37	35,3	29,6	21,5	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
38	35,2	29,6	21,5	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
39	35,2	29,6	21,5	17,1	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
40	35,3	29,7	21,5	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
41	35,4	29,7	21,6	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
42	35,4	29,7	21,6	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
43	35,4	29,7	21,6	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
44	35,5	29,8	21,6	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
45	35,5	29,8	21,6	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
46	35,6	29,9	21,7	17,2	11,0	6,7	5,0	2,9	1,0
47	35,6	29,9	21,7	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
48	35,7	29,9	21,7	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
49	35,7	30,0	21,7	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
50	35,8	30,0	21,8	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
51	35,8	30,0	21,8	17,3	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
52	35,9	30,1	21,8	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
53	36,0	30,1	21,8	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
54	36,0	30,2	21,9	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
55	36,0	30,2	21,9	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
56	36,1	30,2	21,9	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
57	36,1	30,3	21,9	17,4	11,1	6,8	5,0	2,9	1,0
58	36,2	30,3	22,0	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
59	36,3	30,4	22,0	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
60	36,3	30,4	22,0	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
61	36,4	30,4	22,0	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0
62	36,4	30,5	22,0	17,5	11,2	6,8	5,0	2,9	1,0

TABELA A.20.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 25 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	75,2	63,3	46,1	36,8	23,6	14,5	10,7	6,3	2,1
2	60,7	51,1	37,2	29,7	19,1	11,7	8,6	5,1	1,7
3	54,9	46,2	33,7	26,9	17,3	10,6	7,8	4,6	1,6
4	50,9	42,9	31,3	25,0	16,1	9,9	7,3	4,3	1,5
5	48,6	40,9	29,9	23,8	15,4	9,4	7,0	4,1	1,4
6	48,9	41,1	29,9	23,9	15,4	9,4	7,0	4,1	1,4
7	47,6	40,0	29,2	23,3	15,0	9,2	6,8	4,0	1,4
8	45,9	38,6	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
9	46,8	39,4	28,7	22,9	14,8	9,1	6,7	4,0	1,3
10	46,2	38,9	28,4	22,7	14,6	9,0	6,6	3,9	1,3
11	45,9	38,6	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
12	44,5	37,4	27,3	21,8	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
13	44,9	37,8	27,6	22,0	14,2	8,7	6,5	3,8	1,3
14	45,6	38,4	28,0	22,4	14,4	8,9	6,6	3,9	1,3
15	45,5	38,3	27,9	22,3	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
16	45,7	38,4	28,0	22,4	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
17	45,4	38,2	27,8	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
18	45,1	38,0	27,7	22,1	14,2	8,7	6,5	3,8	1,3
19	44,8	37,7	27,5	21,9	14,1	8,7	6,4	3,8	1,3
20	45,4	38,2	27,8	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
21	45,9	38,6	28,1	22,4	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
22	45,5	38,2	27,9	22,2	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
23	45,5	38,3	27,9	22,3	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
24	45,0	37,8	27,6	22,0	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
25	45,0	37,9	27,6	22,0	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
26	45,0	37,8	27,5	22,0	14,1	8,7	6,4	3,8	1,3
27	44,9	37,7	27,4	21,9	14,1	8,6	6,4	3,8	1,3
28	45,3	38,0	27,7	22,1	14,2	8,7	6,4	3,8	1,3
29	45,7	38,4	27,9	22,3	14,3	8,8	6,5	3,8	1,3
30	45,9	38,5	28,0	22,3	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
31	45,9	38,6	28,1	22,4	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
32	46,1	38,7	28,2	22,5	14,4	8,8	6,5	3,9	1,3
33	46,3	38,8	28,2	22,5	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
34	46,3	38,9	28,2	22,5	14,5	8,8	6,5	3,9	1,3
35	46,4	38,9	28,3	22,5	14,4	8,8	6,5	3,8	1,3
36	46,6	39,1	28,4	22,6	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
37	46,6	39,1	28,4	22,6	14,5	8,9	6,6	3,9	1,3
38	46,6	39,1	28,3	22,6	14,5	8,8	6,5	3,8	1,3
39	46,7	39,1	28,4	22,6	14,5	8,8	6,5	3,8	1,3
40	47,1	39,5	28,6	22,8	14,6	8,9	6,6	3,9	1,3
41	47,4	39,7	28,8	22,9	14,7	8,9	6,6	3,9	1,3
42	47,6	39,9	28,9	23,0	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
43	47,7	40,0	28,9	23,0	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
44	48,0	40,2	29,0	23,1	14,7	9,0	6,6	3,9	1,3
45	48,1	40,3	29,1	23,1	14,8	9,0	6,6	3,9	1,3
46	48,3	40,4	29,2	23,2	14,8	9,0	6,6	3,9	1,3
47	48,4	40,5	29,3	23,3	14,8	9,0	6,7	3,9	1,3
48	48,5	40,6	29,3	23,3	14,9	9,0	6,7	3,9	1,3
49	48,7	40,7	29,4	23,3	14,9	9,0	6,7	3,9	1,3
50	48,9	40,9	29,5	23,4	14,9	9,1	6,7	3,9	1,3
51	49,1	41,0	29,6	23,5	15,0	9,1	6,7	3,9	1,3
52	49,4	41,3	29,8	23,6	15,0	9,1	6,7	3,9	1,3
53	49,6	41,4	29,9	23,7	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
54	49,7	41,5	29,9	23,7	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
55	49,7	41,5	29,9	23,7	15,1	9,1	6,7	3,9	1,3
56	50,1	41,8	30,1	23,8	15,1	9,2	6,7	3,9	1,3
57	50,3	42,0	30,2	23,9	15,2	9,2	6,8	4,0	1,3
58	50,7	42,3	30,4	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
59	50,9	42,4	30,5	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
60	50,9	42,5	30,5	24,1	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
61	51,1	42,6	30,6	24,2	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3
62	51,2	42,7	30,6	24,2	15,3	9,3	6,8	4,0	1,3

TABELA A.21.EQM (mm/h) das Intensidades Pluviométricas das 63 Estações do estudo, considerando o Método do Inverso da Distância, período de retorno de 50 anos, duração de 6 min a 1440 min e número de vizinhos mais próximos (NVMP) de 1 a 62.

NVMP	Duração da chuva (minutos)								
	6	10	20	30	60	120	180	360	1440
1	94,0	79,2	57,7	46,1	29,6	18,1	13,4	7,9	2,6
2	80,0	67,3	49,1	39,2	25,2	15,4	11,4	6,7	2,3
3	74,0	62,3	45,5	36,3	23,4	14,3	10,6	6,2	2,1
4	69,5	58,5	42,7	34,1	22,0	13,5	10,0	5,9	2,0
5	67,1	56,5	41,2	32,9	21,2	13,0	9,6	5,7	1,9
6	66,8	56,2	41,0	32,7	21,0	12,9	9,5	5,6	1,9
7	65,6	55,2	40,2	32,1	20,7	12,7	9,4	5,5	1,9
8	63,9	53,8	39,2	31,3	20,1	12,3	9,1	5,4	1,8
9	63,9	53,8	39,3	31,3	20,2	12,4	9,1	5,4	1,8
10	63,3	53,3	38,9	31,0	20,0	12,2	9,1	5,3	1,8
11	62,6	52,7	38,4	30,7	19,7	12,1	9,0	5,3	1,8
12	61,4	51,7	37,7	30,1	19,4	11,9	8,8	5,2	1,8
13	61,3	51,7	37,7	30,1	19,4	11,9	8,8	5,2	1,8
14	61,6	51,8	37,8	30,2	19,4	11,9	8,8	5,2	1,8
15	61,2	51,5	37,6	30,0	19,3	11,8	8,8	5,2	1,7
16	61,1	51,5	37,5	30,0	19,3	11,8	8,7	5,2	1,7
17	60,7	51,1	37,3	29,8	19,2	11,7	8,7	5,1	1,7
18	60,4	50,8	37,1	29,6	19,1	11,7	8,6	5,1	1,7
19	60,0	50,5	36,9	29,4	19,0	11,6	8,6	5,1	1,7
20	60,3	50,7	37,0	29,5	19,0	11,7	8,6	5,1	1,7
21	60,4	50,9	37,1	29,6	19,1	11,7	8,6	5,1	1,7
22	60,0	50,5	36,9	29,4	18,9	11,6	8,6	5,1	1,7
23	59,9	50,4	36,8	29,4	18,9	11,6	8,6	5,1	1,7
24	59,4	50,0	36,5	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
25	59,3	49,9	36,4	29,0	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
26	59,2	49,8	36,3	29,0	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
27	59,0	49,7	36,2	28,9	18,6	11,4	8,5	5,0	1,7
28	59,2	49,8	36,3	29,0	18,7	11,4	8,5	5,0	1,7
29	59,4	50,0	36,4	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
30	59,4	50,0	36,4	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
31	59,4	49,9	36,4	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
32	59,4	50,0	36,4	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
33	59,4	49,9	36,4	29,1	18,7	11,5	8,5	5,0	1,7
34	59,3	49,9	36,4	29,0	18,7	11,4	8,5	5,0	1,7
35	59,2	49,8	36,3	29,0	18,6	11,4	8,5	5,0	1,7
36	59,3	49,8	36,3	29,0	18,6	11,4	8,5	5,0	1,7
37	59,3	49,8	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
38	59,2	49,8	36,2	28,9	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
39	59,1	49,7	36,2	28,9	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
40	59,3	49,8	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
41	59,3	49,9	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
42	59,3	49,8	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
43	59,3	49,8	36,3	28,9	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
44	59,4	49,9	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
45	59,4	49,9	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
46	59,4	49,9	36,3	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
47	59,5	50,0	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
48	59,5	50,0	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
49	59,5	50,0	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
50	59,6	50,0	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
51	59,6	50,1	36,4	29,0	18,6	11,4	8,4	5,0	1,7
52	59,7	50,2	36,5	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
53	59,8	50,2	36,5	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
54	59,8	50,2	36,5	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
55	59,7	50,2	36,5	29,0	18,6	11,4	8,4	4,9	1,7
56	59,8	50,2	36,5	29,1	18,6	11,4	8,4	4,9	1,7
57	59,9	50,3	36,5	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
58	60,0	50,4	36,6	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
59	60,0	50,4	36,6	29,2	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
60	60,0	50,4	36,6	29,1	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
61	60,1	50,4	36,6	29,2	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7
62	60,1	50,4	36,6	29,2	18,7	11,4	8,4	5,0	1,7