



ANÁLISE DA INTENSIDADE DA PLUVIOSIDADE OCORRIDA NOS ANOS DE 1988-1999-2009 EM MARINGÁ – PR

Hélio Silveira¹

Fátima do Rosário Pazzinato Alves²

Maria Cleide Baldo³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a intensidade da precipitação ocorrida em Maringá durante os anos considerados atípicos de 1988, 1999 e 2009. A série histórica analisada foi de 1976 a 2012 e os dados foram obtidos na Estação Climatológica, localizada no campus da Universidade Estadual de Maringá-PR. Foi realizada a escolha do ano padrão através da classificação proposta por Monteiro (1976), sendo escolhidos somente os anos de 1988 (tendente a seco), 1999 (habitual) e 2009 (chuvoso). Posteriormente foram analisados os gráficos diários do pluviômetro de Lambrecht. As classes de intensidade adotadas foram de acordo com o Manual de Observações Meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (1999). Foi utilizado o grau de intensidade fraca, moderada e forte. A intensidade forte ocorreu em menor quantidade quando comparado às demais classes, com a maior ocorrência de 26 episódios registrados no ano de 2009 (chuvoso).

PALAVRAS-CHAVE: Pluviosidade. Grau de intensidade. Planejamento urbano.

ANALYSIS OF RAINFALL INTENSITY OF CLOSED IN YEARS IN 1988-1999-2009 MARINGÁ - PR

ABSTRACT

This work aims to analyze the intensity of the precipitation occurred in Maringá during the years considered atypical 1988, 1999 and 2009. The historical series analyzed was from 1976 to 2012 and data were obtained in the Climatological Station, located on the campus of the State University of Maringa. The choice of standard year was carried out by classification proposed by Monteiro (1976), being chosen only the years 1988 (tending to dry), 1999 (standard) and 2009 (rainy). Later the daily charts of the rain gauge Lambrecht were analyzed. Intensity classes were adopted according to the Meteorological Observation Guide from the National Institute of Meteorology (1999). It used the degree of low intensity, moderate and strong. The high intensity occurred in less when compared to the other classes, with the highest occurrence of 26 episodes recorded in 2009 (rainy).

KEYWORDS: Precipitation. Intensity degree. Urban planning.

ANÁLISIS DE LLUVIA INTENSIDAD DE CERRADO EN AÑOS EN 1988-1999-2009 MARINGA – PR

¹ Geógrafo, Universidade Estadual de Maringá/ UEM- Professor hesilveira70@hotmail.com

² Geógrafa, Professora fat_pazzin@outlook.com

³ Geógrafa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR - Campus Campo Mourão/Professora mcbaldo@utfpr.edu.br



RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar la intensidad de la precipitación ocurrió en Maringá durante los años considerados atípicos 1988, 1999 y 2009. La serie histórica analizada fue de 1976 a 2012 y los datos fueron obtenidos en la estación climatológica, ubicado en el campus de la Universidad del Estado de Maringa. La elección del año estándar fue llevada a cabo por clasificación propuesta por Monteiro (1976), siendo elegido solamente los años 1988 (que tiende a secar), 1999 (estándar) y 2009 (de lluvias). Posteriormente se analizaron los gráficos diarios del pluvi metro Lambrecht. Clases de intensidad fueron adoptadas de acuerdo con la Guía de Observación Meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología (1999). Se utilizó el grado de intensidad baja, moderada y fuerte. La alta intensidad se produjo en menos en comparación con las otras clases, con la más alta incidencia de 26 episodios registrados en 2009 (de lluvias).

PALABRAS CLAVE: Puviosidade. Grado de intensidad. Planificación urbana.

INTRODU O

As precipita es são eventos climáticos, que, dependendo da situa o do ambiente urbano, agem diretamente na sua integridade, refletindo nas atividades socioecon micas.   durante os aguaceiros que ocorre a maioria dos impactos no ambiente urbano e o maior risco desses impactos acontecem quando a precipita o intensa ocorre em um período curto de tempo (Mendonça et al. 2010).

As cidades brasileiras, de modo geral, sobretudo as de maior porte, têm apresentado, muito frequentemente, situa es críticas relacionadas   drenagem de águas superficiais quando da ocorrência de episódios pluviais concentrados. Além disso, as áreas de margens de rios são ocupadas irregularmente aumentando ainda mais o problema causado pelas inunda es (Zanella, 2006).

De acordo com o Manual de Observa es Meteorológicas (1999) a intensidade de precipita o   o volume de água que cai na unidade de tempo. Pode ser medida num período de minutos ou de horas. Logicamente, para uma mesma intensidade quanto maior for o período, maior será o volume de água acumulada. A intensidade pode ser estimada visualmente pelo grau de obstru o que a precipita o causa   visibilidade; pode ser medida pela quantidade de água acumulada no pluviômetro ou ainda pelo registro do pluviógrafo.

Os cr terios para determina o da intensidade de precipita o se d  em fun o da quantidade de água precipitada por hora, registrada no pluviógrafo, o aspecto da superfície do solo, e visibilidade horizontal.

No entanto há uma grande dificuldade na disponibilidade dos registros pluviográficos e na baixa densidade desses registros no território brasileiro; além disso, a metodologia para sua obten o exige um exaustivo trabalho de tabula o, análise



e interpretação de grande quantidade de pluviogramas conforme (Cecílio e Pruski, 2003). Contudo esses dados são fundamentais para planejamentos voltados ao ambiente urbano no Brasil já que os estudos relacionados ao impacto das chuvas nas cidades começaram a ganhar maior importância a partir da década de 1980, mas se ampliaram em número e áreas estudadas nas décadas de 1990 e 2000, sendo a cidade de São Paulo a mais privilegiada em pesquisas, em relação às demais cidades brasileiras (Zanella et al., 2009).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a intensidade da precipitação ocorrida em Maringá durante os anos considerados atípicos de 1988, 1999 e 2009. É relevante o estudo, considerando que os eventos de intensidade forte são os que causam os maiores estragos, principalmente nos centros urbanos, prejudicando a sociedade, tanto com perdas materiais quanto humanas.

Considerando que a intensidade de pluviosidade não é um método de análise muito estudada é que se propôs o presente trabalho, portanto espera-se que o mesmo venha contribuir tanto para o meio acadêmico quanto para os gestores urbanos, servindo como subsídio para o planejamento e prevenção aos problemas causados pelas chuvas intensas.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Material

O município de Maringá está localizado na mesorregião geográfica Norte Central Paranaense, mais precisamente entre a latitude 23°25'31"S e a longitude 51°56'19"W a 586 metros de altitude (IPARDES, 2013). A população estimada de Maringá é de 391.698 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), é a terceira maior cidade do Estado.

O clima predominante na região, segundo a classificação proposta por Köppen (1948), é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca bem definida. A média pluviométrica anual varia entre 1.400 e 1.600 mm e a temperatura média anual é de 22°C (CAVIGLIONE et al., 2000).

De acordo com Deffune et al., (1994) o clima de Maringá, seguindo a classificação de Thornthwaite (1948), é do tipo B1W2rB ' 4a ', ou seja, "clima úmido



com chuvas em excesso no verão e, pequena deficiência de água observada no inverno.

2.2. Método

Os dados de pluviosidade foram obtidos da Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), localizada no campus sede da Universidade Estadual de Maringá, especificamente entre as coordenadas de 23^o 25' de latitude Sul e 52^o 57' de longitude O, está a 542 metros de altitude. Esta estação climatológica faz parte da rede do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Para a escolha dos anos atípicos foi analisado a série histórica do período de 1976 a 2012. Através do critério de escolha do ano padrão estabelecido por Monteiro (1976) foi escolhido o ano de 1988 (tendente a seco) 1999 (habitual) e 2009 (chuvoso).

Após esta etapa de escolha do ano padrão, analisou os gráficos do pluviógrafo de Lambrecht, modelo de sifão – 831 somente para os três anos atípicos.

Este pluviógrafo além de indicar o total de precipitação caída num determinado intervalo de tempo, possui também a vantagem de conhecer os instantes iniciais e finais de cada precipitação e, portanto sua duração respectiva; permite calcular a intensidade das precipitações com razoável grau de segurança e não introduzem erros devido à evaporação, pois o registro é efetuado durante a precipitação (VAREJÃO-SILVA, 2006).

A classificação da intensidade foi de acordo com o Manual de Observações Meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (1999). A intensidade de precipitação é o volume de água que cai na unidade de tempo. Pode ser medida num período de minutos ou de horas. Logicamente, para uma mesma intensidade quanto maior for o período, maior será o volume de água acumulada. Embora o manual traga outras classes de chuva, optou-se somente para as classes fraca, moderada e forte.

Chuva fraca de 1,1 mm por hora até 5,0 mm ou no máximo 0,8 mm em 10 minutos. As gotas da chuva são bem destacadas; os pingos nos telhados fracos, poças d'água formam-se lentamente; as superfícies secas levam cerca de dois minutos para umedecerem; fios d'água correm nas sarjetas das ruas.



Chuva moderada de 5,1 mm até 60,0 mm por hora ou no máximo de 6,0 mm em 10 minutos. As gotas de chuva identificam-se bem e ao encontrarem superfície duras provocam borrifos; o escoamento das águas nas calhas dos telhados vai de um terço a mais da metade de sua capacidade; a queda das chuvas nos telhados provoca ruídos assemelhados à desde um simples chiado até um bater de tambores.

Chuva forte acima de 60,0 mm por hora, ou de até 10,0 mm em 10 minutos. A chuva cai torrencialmente e todas as demais características são mais acentuadas que as indicadas.

Para classificar as chuvas intensas, o cálculo, limitou-se somente ao período de tempo em que ocorreram picos de precipitações no gráfico, desprezando-se o restante da chuva que não foi intensa no dia em questão. Assim, aplicou-se uma equação aritmética simples (1) em planilha eletrônica, considerando para classificação o intervalo de 10 minutos, entre o pico de precipitação e o tempo que levou para ser atingido.

$$C_{IP} = V_p \cdot 10 / T_p \quad (1)$$

Onde: C_{IP} – Classe de intensidade pluviométrica; V_p – valor atingido no pico de precipitação (mm); T_p – tempo até atingir o pico de precipitação (min.), 10 – constante em minutos.

De acordo com a classificação de intensidade do manual o tempo 10 minutos é um valor fixo para as classes chuva fraca, moderada e forte, que é o foco deste estudo. Diante disso, por meio deste cálculo, foi determinada, a quantidade de precipitação ocorrida em dez minutos durante aquele dia registrado no pluviógrafo.

Para melhor compreender a intensidade das chuvas num ano tendente a seco (1988), habitual (1999) e chuvoso (2009), optou-se pela análise diária, mensal, sazonal e anual.

Na escala sazonal foi considerado o ano civil, janeiro, fevereiro e março (verão); abril, maio e junho (outono); julho, agosto e setembro (inverno) e outubro, novembro e dezembro (primavera).



3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. Caracterização da precipitação pluviométrica na escala mensal e anual para os anos de 1988, 1999 e 2009.

A precipitação mensal ocorrida em 1988, 1999 e 2009 e seus respectivos totais anuais são apresentados na Tabela 1. Nos anos de 1988 (tendente a seco), 1999 (habitual) e 2009 (chuvoso) foram registrados um total anual de 1280,6, 1362,8 e 2171,2mm respectivamente. Para o ano de 2009, classificado como chuvoso, os valores foram mais elevados para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro.

Tabela 1 - Precipitação mensal e total anual para os anos de 1988, 1999 e 2009.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1988	107	151,9	182,3	128,2	197,6	67,7	0	0	34,4	270,1	26,2	115,2	1280,6
1999	222,3	131,1	120,6	115,2	126,5	127	100,4	0	52,3	107,8	46,7	230,9	1362,8
2009	264,7	252,8	97,5	58,9	103,6	111,5	181,5	70,6	136,5	333,7	199,7	360,4	2171,2

Segundo Correa (2009) para os anos de 1988/1989 foram diagnosticados como anos de La Niña, o que provocou déficit de chuva no sul do país. Apesar do ano de 1988 ter tido influência do evento La Niña, a quantidade de precipitação ocorrida em outubro deste ano foi 270,1 mm, 14,5% maior que o mês de dezembro do ano de 1999 (ano habitual) que registrou 230,9 mm de chuva (Tabela 1). Mesmo 1988 sendo um ano tendente a seco e estar sobre influencia do fenômeno (La Niña), segundo a literatura, este fenômeno apresenta uma variação, de intensidade, no decorrer do ano, podendo apresentar valor elevado de precipitação em alguns meses.

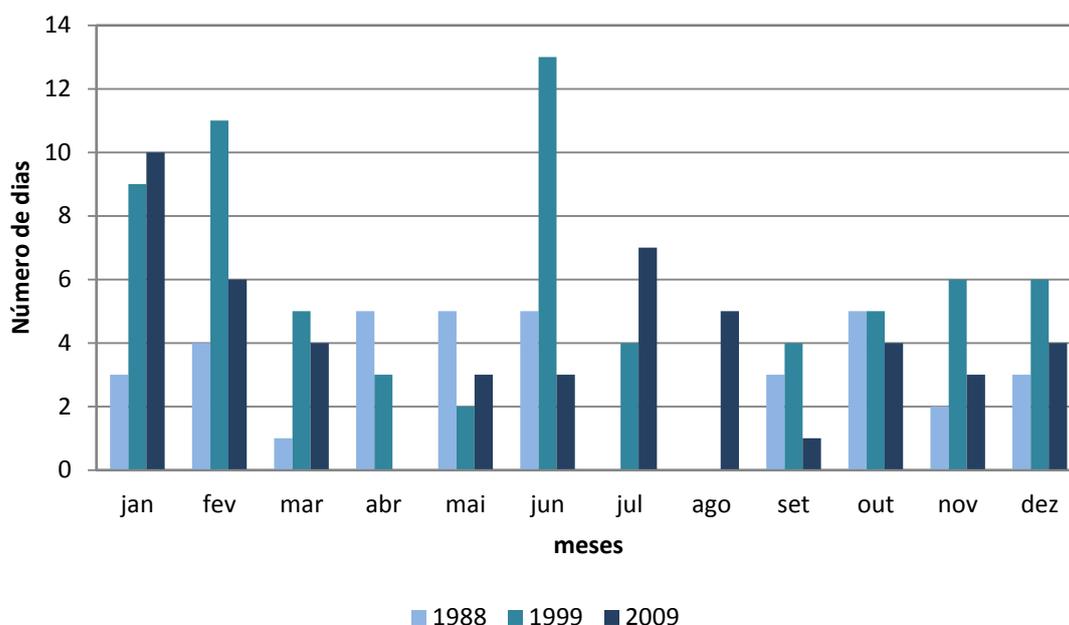
3.2. Caracterização do número de dias de chuva com intensidade fraca, moderada e forte para os anos de 1988, 1999 e 2009.

No ano de 1988 (tendente a seco) apresentou 36 dias com chuvas fracas, em 1999 (habitual) foram 68 e em 2009 (chuvoso) foram 50 dias (Tabela 2).



Conforme mostra a Figura 1, os meses de janeiro, fevereiro e junho de 1999, se destacaram com os maiores números de dias com episódios de intensidade fraca.

Figura 1 - Número de dias com a ocorrência de chuvas fracas nos anos de 1988, 1999 e 2009.



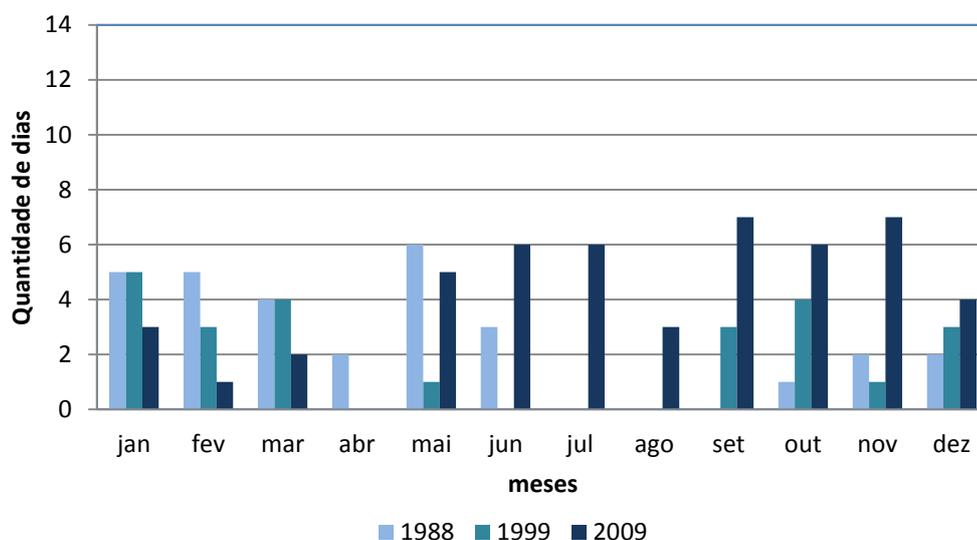
Com relação às chuvas moderadas constatou que ocorreram 29 dias para o ano de 1988, 24 no ano de 1999 e 50 dias para o ano de 2009 (Tabela 2).

Conforme mostra a Figura 2, o ano de 1988 (tendente a seco) os meses de janeiro, fevereiro e maio tiveram mais de 5 dias de chuva moderada. E para este mesmo ano julho, agosto e setembro não houve nenhum registro (Figura 2).

Para o ano de 2009 (chuvoso) esta intensidade acima de 5 dias ocorreu em maio, junho, julho, setembro, outubro e novembro (Figura 2).



Figura 2 - Número de dias com a ocorrência de chuvas moderadas nos anos de 1988, 1999 e 2009.



Deffune et. al., (1995) ao estudar a intensidade das chuvas em Maringá durante o período de 1976 a 1994 observou que o mês de abril se destacou como o maior número de chuvas intensas, seguidas por outubro, junho, fevereiro e novembro.

Pontes et al., (2011) estudaram a média de casos com precipitações intensas em Alagoas verificou 5,25 casos por ano, sendo que, em sua grande maioria, tais casos foram contabilizados no mês de junho, havendo registro de pelo menos um evento extremo de intensa precipitação por ano naquele mês no período estudado.

Tabela 2 – Total anual de ocorrência de pluviosidade segundo as classes de intensidades

Chuva	Fraca	Moderada	Forte
1988	36	29	8
1999	68	24	14
2009	50	50	26

A ocorrência de pluviosidade total segundo a classe de intensidade forte, foi de 8 episódios para o ano de 1988, 14 para o ano de 1999 e 26 para o ano de 2009 (Tabela 2 e Figura 3).

Nos meses de junho e agosto não foi registrado, para nenhum dos anos estudados, a classe de intensidade forte (Figura 3).

Os dois meses que se destacaram com 6 ocorrências foram fevereiro e dezembro do ano de 2009, sendo este o ano chuvoso (Figura 3).



Santos et. al., (2009) estudando a Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul observou uma grande variabilidade de valores de intensidade de precipitação observada nas diferentes regiões do Estado. Evidenciou a necessidade da consideração de informações locais para a realização de estudos e projetos hidráulicos, interferindo na segurança de dimensionamento e nos custos das obras.

Figura 3 – Número de dias com a ocorrência de chuvas fortes nos anos de 1988,1999 e 2009.

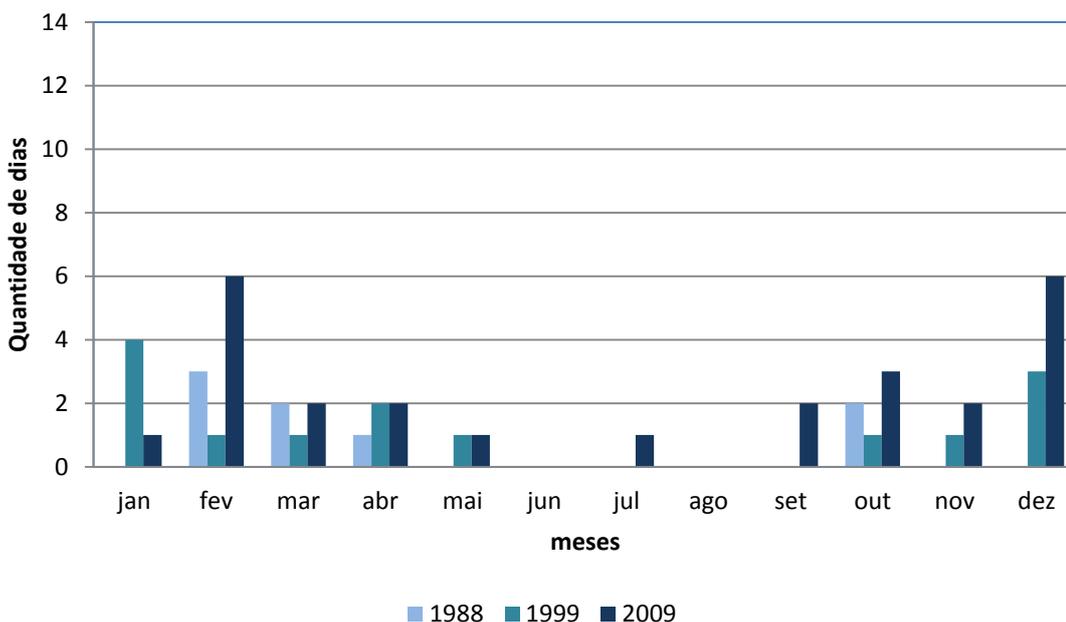
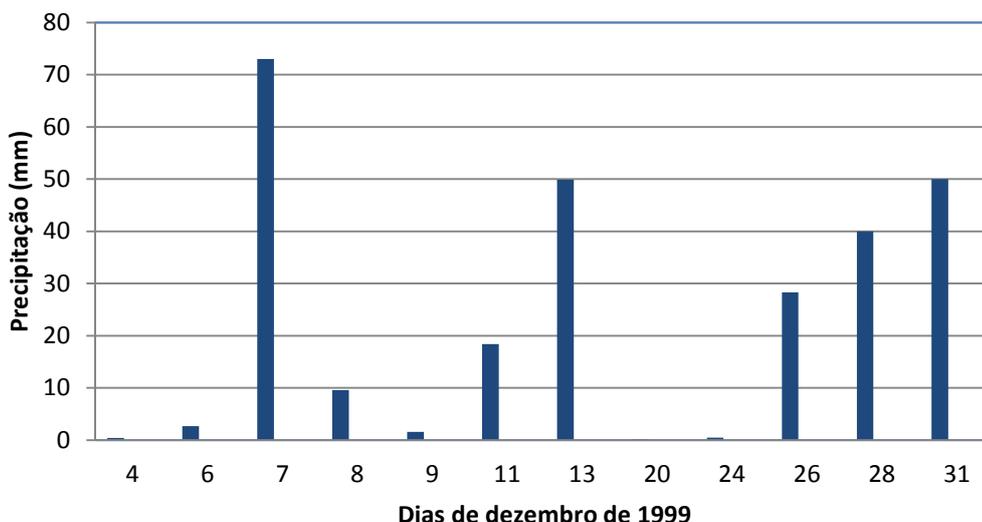


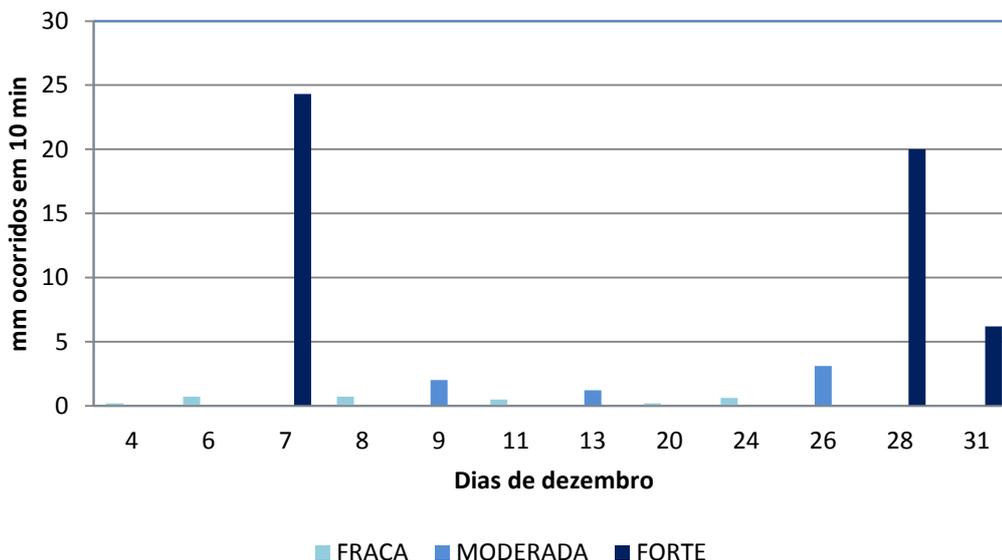
Figura 4: Precipitação em milímetros para do mês de dezembro de 1999.





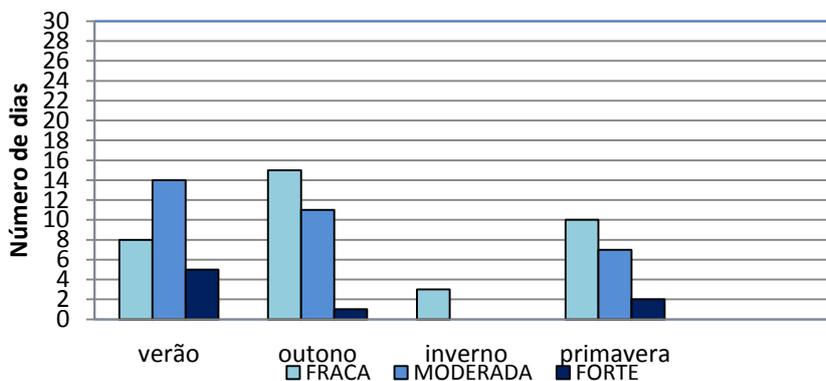
No dia 7 de dezembro de 1999, choveu 73,0mm (Figura 4), dos quais 24,3mm ocorreram em 10 minutos, caracterizando uma chuva de forte intensidade (Figura 5).

Figura 5 - Grau de intensidade das chuvas ocorridas em dezembro de 1999.



A Figura 6 mostra a intensidade da chuva na escala sazonal para o ano de 1988 (tendente a seco). O verão teve 14 episódios de chuva da classe moderada, padrão esperado considerando ser a estação do ano que apresenta os maiores valores pluviométricos. As chuvas de intensidade fraca foram registradas no outono com 15 episódios. Devido ser um ano atípico, tendente a seco, a classe de intensidade forte não foi tão expressiva, em todas as estações do ano, apenas 8 no total de registros (Tabela 3).

Figura 6- Número de dias com chuva fraca, moderada e forte no ano de 1988- tendente a seco (verão, outono, inverno e primavera).





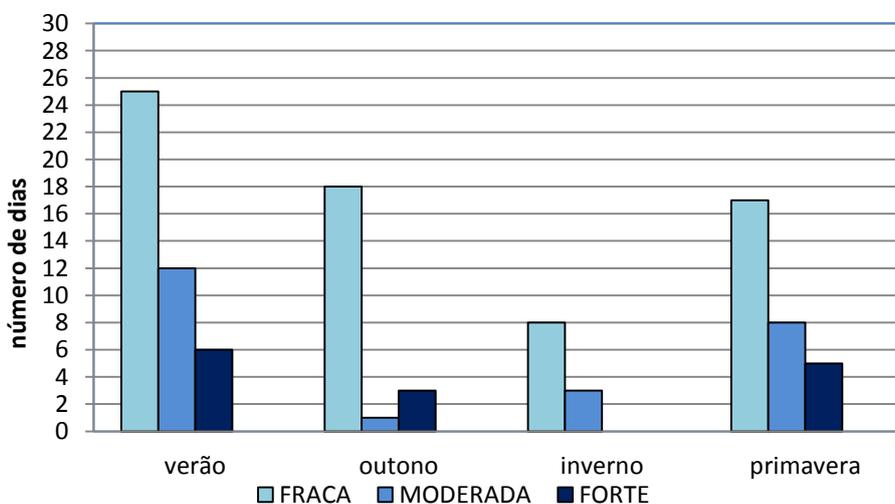
A Figura 7 mostra a intensidade da chuva na escala sazonal para o ano de 1999 (habitual). A pluviosidade de intensidade fraca predominou em todas as estações do ano, com um total de 68 episódios.

A chuva de intensidade moderada foi predominante no verão, no inverno não houve nenhum registro. A classe de intensidade forte foi observada em todas as estações, somando um total de 17 registros (Tabela 3).

A intensidade de precipitação de um determinado local é muito mais relevante, do que necessariamente saber o total pluviométrico acumulado de um mês. Sendo esta informação de suma importância principalmente para os profissionais da área de planejamento urbano.

Com os espaços urbanos cada vez mais impermeabilizados, aumenta a probabilidade de pontos de alagamentos. Maringá, uma cidade de porte médio, vem apresentando esse tipo de problema, sendo muito comum, depois de uma chuva intensa, aparecer vários pontos de alagamentos, provocando perda material.

Figura 7 - Número de dias com chuva fraca, moderada e forte para o ano de 1999-habitual (verão, outono, inverno e primavera).



A Figura 8 mostra a intensidade da chuva na escala sazonal para o ano de 2009 (chuvoso). A pluviosidade de intensidade fraca predominou em todas as estações do ano, com 50 episódios no total.

Na classe de intensidade moderada também teve 50 episódios, porém os registros aconteceram no outono, inverno e primavera e com apenas 6 no verão, padrão totalmente atípico (Tabela 3).



Em se tratando de um ano chuvoso, não é esperado que a distribuição pluviométrica, tenha um padrão semelhante da média climatológica de toda a série histórica. Geralmente os maiores valores ficam concentrados no outono e no inverno, principalmente quando ocorre o fenômeno El Niño.

A intensidade de classe forte teve 26 registros no total. No verão com 9 e primavera 11 e outono 3 e inverno 3 episódios (Tabela 3). Este ano choveu 2171,2mm (Tabela 1), valor bem acima da média climatológica que é de 1400 a 1600mm.

Deffune et al., (1995) analisaram a ocorrência de chuvas intensas para o período de 1976 a 1994 observou as maiores intensidades no final do verão, no outono e no início da primavera, correlacionando-se com a entrada de frentes frias.

Figura 8 - Número de dias com chuva fraca, moderada e forte para o ano de 2009 - chuvoso (verão, outono, inverno e primavera).

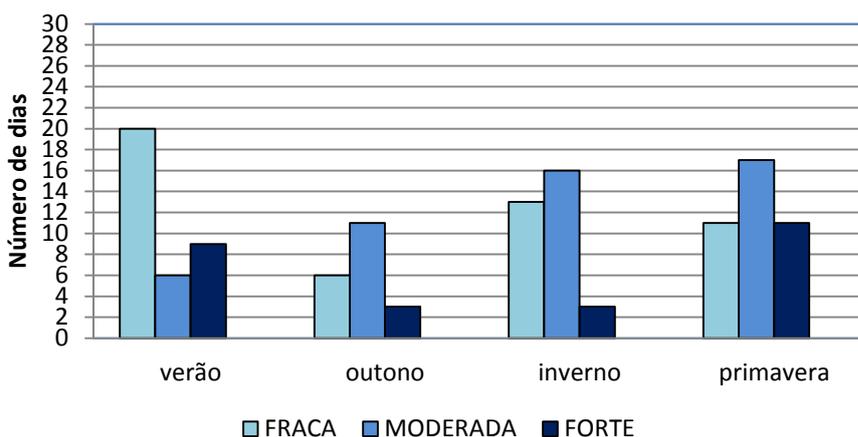


Tabela 3 - Total sazonal de ocorrência de pluviosidade segundo as classes de intensidades para os anos de 1988, 1999 e 2009.

Estação	Anos	Fraca	Moderada	Forte
Verão	1988	8	14	5
Outono	1988	15	11	1
inverno	1988	3	-	-
Primavera	1988	10	7	2
Verão	1999	25	12	6
Outono	1999	18	1	3
inverno	1999	8	-	3
Primavera	1999	17	8	5



Verão	2009	20	6	9
Outono	2009	6	11	3
inverno	2009	13	16	3
Primavera	2009	11	17	11

1988 (tendente a seco); 1999 (habitual); 2009 (chuvoso).

4. CONCLUSÕES

Os anos escolhidos para representar o ano padrão foram; 1988 (tendente a seco), 1999 (habitual) e 2009 (chuvoso) foram registrados um total anual de 1280,6, 1362,8 e 2171,2mm respectivamente.

A intensidade forte ocorreu em menor quantidade quando comparado às demais classes.

A maior ocorrência de intensidade moderada e forte foi registrada no ano de 2009 (chuvoso).

A classe de intensidade fraca foi predominante, tanto para 1999 quanto para 2009, porém em menor quantidade para o ano de 1988 (tendente a seco).

Foi constatado que a intensidade moderada e forte também ocorreu nos anos, tendente a seco e habitual.

5. REFERÊNCIAS

CAVIGLIONE, João H. KIIHL, Laura R. B. CARAMORI, Paulo H. OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. CD. Londrina: IAPAR, 2000.

CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F. Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.501-504, 2003.

DEFFUNE, Glauca et.al. Concentração da intensidade pluviométrica de Maringá, 1976-1994. **Revista UNIMAR** 17(3) 489-499, 1995.

DEFFUNE, Glauca et al. Classificação Climática e índices de aridez para Maringá Pr, de 1976/1992. Publicação especial **Boletim de Geografia**. DGE/UEM-Maringá (12): 3-26, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos**. 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 mai. 2014.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Cadernos Municipais**. 2013. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=30> Acesso em: 21 mai. 2014.



MANUAL DE OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, 2ª edição. 1999.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas. **Série Teses e Monografias**, nº28, São Paulo: USP/IGEOG, 1976. 54p.

Pontes da Silva et al. Sistemas sinóticos associados às precipitações intensas no estado de alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, p.323-338, 2011.

SANTOS, et al. Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. v.13, (Suplemento), p.899–905, 2009.

VAREJÃO-SILVA. Mário Adelmo. **Meteorologia e Climatologia**. Recife, Pernambuco. Versão digital 2. 2006. 449p.

ZANELLA, Maria Elisa. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: Impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru**. 166f. Tese de doutorado. Pós Graduação em Geografia. Universidade Federal do Paraná. 2006.

ZANELLA, Maria Elisa et al. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 25, p. 53, 2009.