



Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

de Lima Leite, Maysa; Alves Adacheski, Patrícia; das Virgens Filho, Jorim Sousa
Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período
entre 1954 E 2001

Acta Scientiarum. Technology, vol. 33, núm. 1, 2011, pp. 57-64

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226530004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período entre 1954 E 2001

Maysa de Lima Leite^{1*}, Patrícia Alves Adacheski² e Jorim Sousa das Virgens Filho³

¹Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ²Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

³Departamento de Matemática e Estatística, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: mleite@uepg.br

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação da frequência e da intensidade da precipitação pluvial em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001, utilizando técnicas estatísticas de análise exploratória de dados com o auxílio dos *softwares* Microsoft Office Excel e Microcal Origin. A média dos totais anuais de precipitação para a série analisada foi de 1.546,2 mm, revelando tendência a aumentar com o passar dos anos. O mês com maior total médio de precipitação foi janeiro com o mês de agosto sendo o de menor total médio. Para todos os meses do ano foi observada assimetria positiva na distribuição de frequência dos dados, e nos meses mais secos essa tendência se mostrou mais acentuada. Em relação à intensidade de precipitação acumulada diariamente, os totais foram classificados como chuvisco, chuva fraca, chuva moderada, chuva forte e chuva extrema. O intervalo de precipitação predominante para a maioria dos meses foi o de chuva fraca, entre 2,5 e 10,0 mm.

Palavras-chave: precipitação pluviométrica, distribuição de dados climáticos, estatística climatológica.

ABSTRACT. Analysis of the frequency and intensity of rain in the city of Ponta Grossa, Parana State in the period from 1954 to 2001. This study aimed to conduct an assessment of the frequency and intensity of precipitation in Ponta Grossa, Parana State, for the period between 1954 and 2001, using statistical techniques of exploratory data analysis with the use of the Microsoft Office Excel and Microcal Origin software. The total annual precipitation average for the examined series was 1,546.2 mm, showing a tendency to increase over the years. The month with the highest precipitation average was January, and August was the one with the lowest average. For all months of the year, there was a positive asymmetry observed in the frequency distribution of data, and in the driest months, this trend was more pronounced. With regard to the intensity of rainfall, daily totals were classified as drizzle, light rain, moderate rain, heavy rain and extreme rain. The predominant range of precipitation for most months was light rain, between 2.5 and 10.0 mm.

Keywords: precipitation, climatic data distribution, climatological statistics.

Introdução

A precipitação pluvial é um dos atributos climáticos que mais exerce influência sobre as condições ambientais e é de grande importância por estar diretamente relacionada aos mais diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico afeta a economia, o meio ambiente e a sociedade, como um todo (SILVA et al., 2007). Além do efeito direto sobre o balanço hídrico, a precipitação exerce influência indiretamente sobre outras variáveis, tais como temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e radiação solar, podendo influenciar o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Nesse sentido, a distribuição espaço-temporal das chuvas é uma característica regional muito

importante, tanto para a sociedade como para a economia, e o conhecimento dessa característica pode orientar decisões quanto às medidas necessárias para se minimizar os danos decorrentes da irregularidade das chuvas (MINUZZI et al., 2007). A variabilidade da precipitação é condicionante primordial no planejamento da geração de energia hidrelétrica (SILVA et al., 2001), sendo útil também em projetos de proteção e conservação do solo, dimensionamento de reservatórios de água e planejamento de atividades turísticas e esportivas (RIBEIRO; LUNARDI, 1997).

A análise espaço-temporal da precipitação também tem grande aplicabilidade na construção civil e principalmente na agricultura, área do conhecimento em que a caracterização das chuvas

tem importância para o planejamento de atividades agrícolas, como preparo do solo, semeadura, irrigação e colheita, além de interferir nas alternâncias de rendimento das culturas (SILVA et al., 2003).

Informações sobre o número de dias com precipitação pluvial são úteis tanto no planejamento agrícola em curto prazo para práticas agrônômicas cuja umidade do solo e/ou ar são condicionantes, como em longo prazo para definições das regiões e épocas mais adequadas para a semeadura de culturas (NERY et al., 2004).

Resultados de outras pesquisas também afirmam que talvez o aspecto mais importante para a agricultura em geral em relação à chuva, além de quantidade e variabilidade, seja a frequência, ou seja, o número de dias dentro de um mês ou estação em que ocorra esse evento (RIBEIRO; LUNARDI, 1997).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação da frequência e da intensidade da precipitação pluvial em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001, utilizando, para tanto, técnicas estatísticas de análise exploratória de dados.

Material e métodos

Foram analisados dados diários de precipitação (mm), obtidos junto à Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) localizada na cidade de Ponta Grossa, (latitude: 25°13' S, longitude: 50°01' W, altitude: 880 m), no Estado do Paraná. Tais dados foram coletados no intervalo de janeiro de 1954 a dezembro de 2001, totalizando-se uma série de 48 anos.

Inicialmente, os dados diários de precipitação foram submetidos a uma triagem e avaliação de consistência das séries temporais, quando foram avaliadas falhas nos dados, como, por exemplo, dias sem leituras. Para se avaliar a existência de alguma tendência particular na série, ou seja, se os totais anuais de precipitação estivessem associados a um comportamento sistemático relacionado com o tempo, utilizou-se o conceito da média móvel, calculada por ciclos de cinco anos.

Em seguida, os dados receberam tratamento estatístico, quando foram determinados valores máximos e mínimos, média e desvio-padrão para cada mês, por meio de tabelas no *software* Microsoft Office Excel. Para a descrição desses dados estatísticos, utilizaram-se gráficos, inclusive *Box plot*, uma abordagem relativamente recente, mas extremamente vantajosa por exibir um resumo confiável de toda a série de dados em estudo. Maiores detalhes podem ser obtidos em Vieira (1999).

Neste estudo, o *Box plot* foi elaborado, adotando-se uma faixa de percentis de 5 a 95%, ou seja, todas as observações fora deste intervalo foram consideradas fora do padrão ou pontos de dados que são atípicos dos valores restantes, comumente denominados *outliers*. O método consiste, de forma simplificada, na determinação do menor e maior valor da série (Mínimo e Máximo, respectivamente), do primeiro e terceiro quartis e da mediana. Esta última descreve o centro da distribuição, os quartis indicam a dispersão da metade central dos dados e o mínimo e o máximo apresentam a dispersão total dos dados. No caso deste trabalho, empregou-se o *software* Microcal Origin, que possui em suas barras de ferramentas a opção *Box plot*.

Procedeu-se, em seguida, à análise da frequência de dias com chuva em cada mês da série. Os dias com estiagem climatológica (FOLHES; FISCH, 2006) (dias em que a precipitação foi menor que 0,1 mm) foram excluídos e os dados restantes foram separados em intervalos de classe de precipitação. A partir disso, dependendo do intervalo de classe ao qual o dado pertenceu, o mesmo foi classificado em relação à intensidade de precipitação acumulada diariamente como: chuvisco (0,1 a 2,5 mm), chuva fraca (2,5 a 10,0 mm), chuva moderada (10,0 a 25,0 mm), chuva forte (25,0 a 50,0 mm) e chuva extrema (acima de 50 mm). Efetuando-se as distribuições de frequência, encontraram-se as frequências absoluta e relativa de cada classe de intervalo de precipitação para o mês analisado e, então, determinou-se o intervalo mais frequente na localidade estudada. Para melhor representação dos dados, foram construídos histogramas para cada mês, utilizando-se o *software* Microsoft Office Excel.

Os dados foram também estudados anualmente, encontrando-se os totais anuais de precipitação e os totais anuais de dias com chuva e com estiagem climatológica, e os totais de dias com e sem chuva também foram analisados trimestralmente, a partir dos dados mensais.

Resultados e discussão

O município de Ponta Grossa situa-se no Segundo Planalto Paranaense, um dos degraus do relevo escalonado do Estado do Paraná, cujo limite com o Primeiro Planalto é a Escarpa Devoniana, a Leste. O município localiza-se na bacia hidrográfica do rio Tibagi (MEDEIROS; MELO, 2001) e está situado em zona de campo limpo (estepe de gramíneas baixas) com capões de mato de araucária (MAACK, 1981); por esta característica fitogeográfica, a região em que Ponta Grossa se encontra é chamada de Campos Gerais do Paraná. O

clima da cidade é o Cfb da classificação de Köppen, ou seja, um clima quente-temperado, sempre úmido. As estações do ano são bem definidas: os invernos são frios e os verões, quentes. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano: todos os meses são úmidos (MAACK, 1981).

A Figura 1 ilustra os totais anuais de precipitação (mm) em Ponta Grossa, Estado do Paraná de 1954 a 2001. Observa-se que o ano com maior total de precipitação foi 1998, com 2.494 mm, e que o ano com menor total foi 1985, com 910,3 mm. Para a série estudada, obteve-se um total anual médio de precipitação de 1.546,2 mm. O presente estudo, porém, revelou que os totais anuais demonstraram tendência positiva com o passar dos anos. O cálculo da média móvel para os totais anuais de precipitação, considerando-se ciclos de cinco anos ao longo de toda a série, tornou mais evidente a existência da tendência positiva observada inicialmente sobre os de totais anuais de precipitação, conforme ajuste explicado ($r^2 = 0,5264$) pela reta de regressão com a variável tempo.

O gráfico da Figura 1 também mostra alternância entre totais anuais de precipitação elevados e reduzidos, o que pode em parte ser explicado pelos eventos El Niño e La Niña.

O fenômeno denominado El Niño Oscilação Sul (ENOS), considerado a principal causa da variabilidade climática em diversas regiões do globo, é um fenômeno de interação oceano-atmosfera que ocorre no oceano Pacífico tropical e apresenta duas fases extremas: uma fase quente denominada El Niño e uma fase fria denominada La Niña (BERLATO; FONTANA, 2003). Entre as consequências do El Niño, está o aumento da

precipitação no Sul da América do Sul, atingindo proporções catastróficas, como ocorreu em 1983 e em 1998. Nesses anos, observaram-se os dois maiores totais anuais de precipitação da série em estudo em Ponta Grossa (2.494 mm em 1998 e 2.217 mm em 1983), ou seja, o El Niño efetivamente implicou alterações expressivas nos totais de precipitação ocorridos nesses anos. Os outros três maiores totais (2.080,1 mm em 1957; 2071,1 mm em 1993 e 2054,7 mm em 1990) também ocorreram em anos de El Niño, apesar de o evento não ter sido tão forte como em 1983 e 1998.

Por outro lado, o fenômeno La Niña, oposto ao El Niño e que corresponde ao resfriamento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental, pode explicar a menor precipitação observada na série estudada (910,3 mm em 1985), mas não justifica os totais de 1968 (924,9 mm) e 1959 (968,4 mm), pois, segundo Berlato e Fontana (2003), não houve ocorrência do fenômeno nesses anos. A explicação para os totais observados nesses dois anos pode estar relacionada a alguma massa de ar quente e seco estacionada sobre a região durante algum tempo, ocasionando diminuição considerável das chuvas. No ano de 1959, por exemplo, os totais de chuva em março, junho, julho e setembro ficaram mais de 70 mm abaixo da média de cada mês, e em março o déficit foi maior que 110 mm. Já no ano de 1968, os totais em fevereiro, maio, junho, julho e setembro ficaram mais de 85 mm abaixo da média, e em fevereiro o déficit foi maior que 130 mm em relação à média.

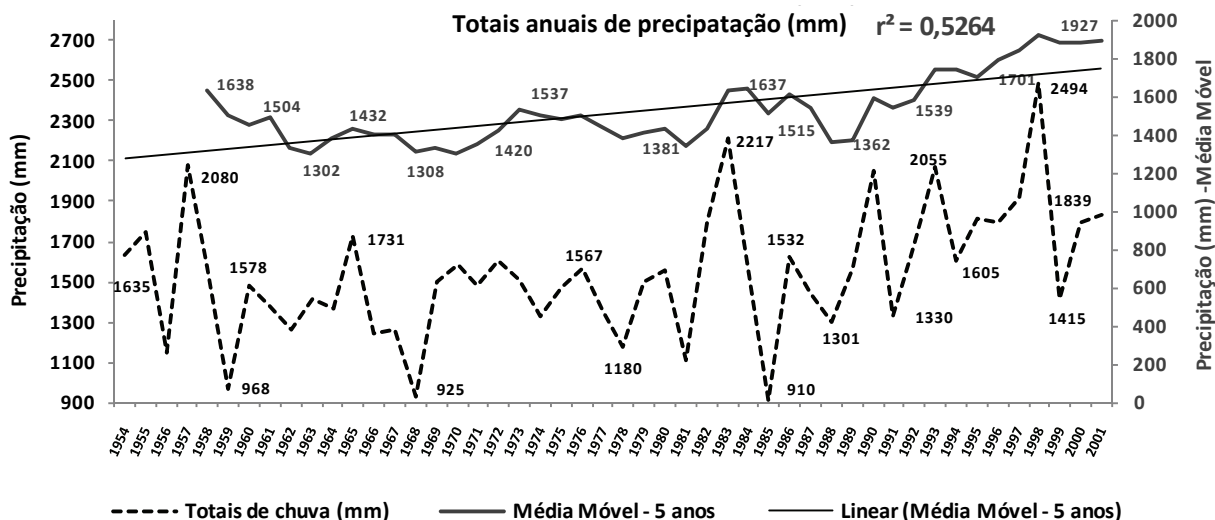


Figura 1. Totais anuais e médias móveis de precipitação (mm) para a localidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001.

Quanto à ocorrência de chuva (Figura 2), o ano de 1983 foi o ano com mais dias chuvosos (168 dias), enquanto 1968 foi o ano que teve o menor total de dias com chuva (apenas 73 dias). A média obtida para o período estudado foi de 126 dias com chuva por ano, e uma tendência de elevação do número de dias com chuva por ano também foi observada.

Por outro lado, o ano de 1968 foi o ano com maior número de dias com estiagem climatológica, apresentando 293 dias nessas condições, enquanto 1983 foi o ano com menor número de dias (197 dias). Para o intervalo de tempo em estudo, a média anual foi de 237 dias sem precipitação, com tendência decrescente.

Os totais de dias com chuva e com estiagem climatológica também foram analisados trimestralmente, com a finalidade de se verificar a presença de tendências diferenciadas em cada trimestre, o que foi confirmado. A Figura 3A e B indica que, no 1º trimestre, a média de dias com chuva é de 42 dias, com tendência positiva, enquanto a média de dias com estiagem climatológica é de 47 dias, com tendência negativa. Observa-se nos dois gráficos que, além de as médias serem próximas, o número de dias com chuva não difere muito do número de dias sem chuva.

A Figura 3C e D indica que, no 2º trimestre, a média de dias com chuva é de 25 dias, e a média de dias com estiagem climatológica é de 65 dias, com tendências praticamente desprezíveis de alteração, enquanto a Figura 3E e F indica que, no 3º trimestre, a média de dias com chuva é de 24 dias, com tendência positiva, e a média de dias com estiagem climatológica é de 68 dias, com uma tendência negativa muito pequena. Analisando-se os gráficos dos 2º e 3º trimestres, observa-se que ambos

os trimestres são bastante secos, pois apresentam número muito baixo de dias com chuva em comparação com os dias sem chuva.

No 4º trimestre, como a Figura 3G e H indica, a média de dias com chuva é de 35 dias, com tendência positiva, e a média de dias com estiagem climatológica é de 57 dias, com tendência negativa. Ou seja, esse trimestre é menos seco que os 2º e 3º trimestres, mas não é tão chuvoso como o 1º trimestre.

Para se entender melhor essas variações, torna-se importante ressaltar que o Estado do Paraná é marcado pelo trópico de Capricórnio, apresentando, por essa razão, climas tropical e subtropical. Como já é do conhecimento da comunidade científica, a região é caracterizada pela transição climática e apresenta duas estações bem definidas: verão quente e úmido e inverno com temperatura branda e reduzida pluviosidade. Com relação aos sistemas atmosféricos que atuam nessa região, eles também já são conhecidos. Nos meses mais quentes, há predomínio de massas de ar de baixa pressão, que são receptoras de ventos e apresentam grande instabilidade atmosférica caracterizada por grande nebulosidade e precipitação elevada; nos meses mais frios, prevalecem as de alta pressão, que tendem a ter menores temperaturas e são dispersoras de ventos, não apresentando nebulosidade e possuindo estabilidade atmosférica (BORSATO; SOUZA FILHO, 2008). Em Ponta Grossa, como se pode verificar pela Figura 3, tal fato se confirma: o verão (1º trimestre) é a estação mais chuvosa, enquanto o inverno (3º trimestre) é o mais seco.

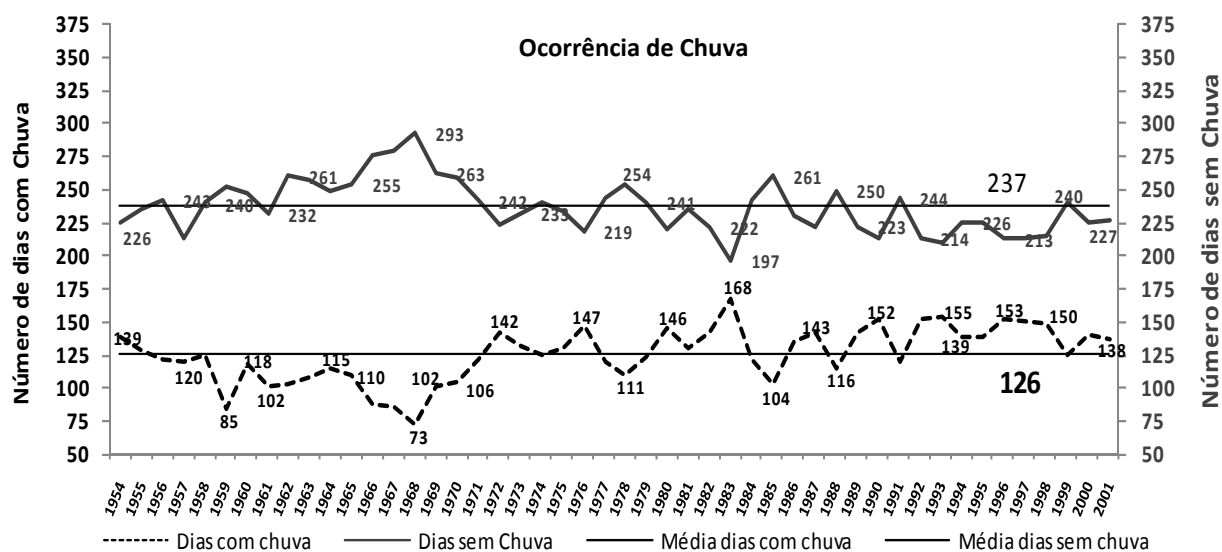
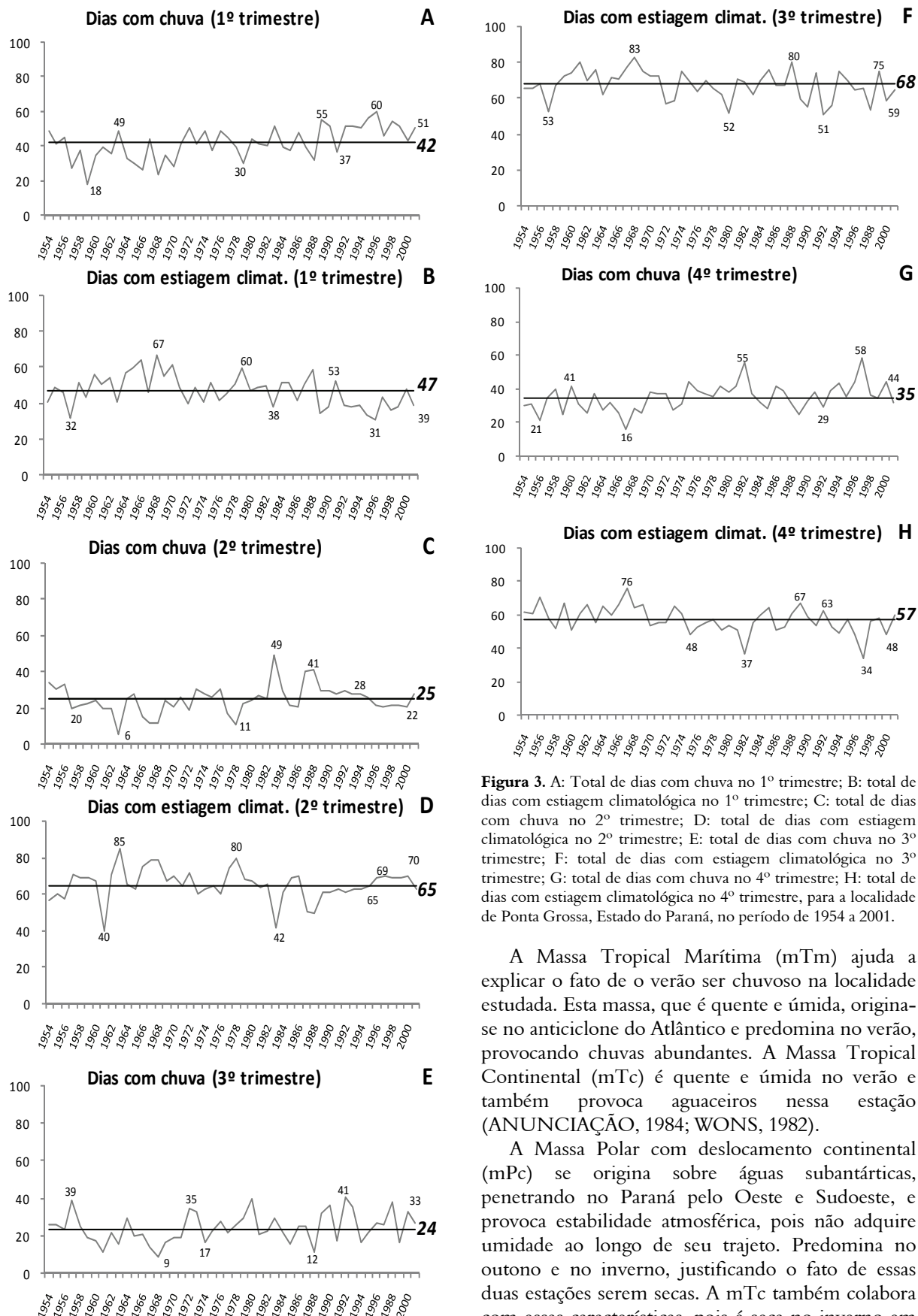


Figura 2. Total de dias de ocorrência de chuva em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001.



sua origem (a região do Chaco paraguaio e Pantanal) e não adquire umidade enquanto se desloca (ANUNCIACÃO, 1984; WONS, 1982).

Analisando-se os dados mensalmente, é possível verificar na Figura 4, a qual revela as médias mensais de precipitação em Ponta Grossa, Estado do Paraná, que o mês com maior média de precipitação é janeiro (185,4 mm) e que o mês com menor média é agosto (78,9 mm).

Na Figura 4, pode-se observar também que as cinco menores médias ocorrem em meses dos 2º e 3º trimestres, ou seja, o outono e o inverno em Ponta Grossa, Estado do Paraná, os quais, além de apresentarem menos dias com chuva, também registram as menores alturas de precipitação.

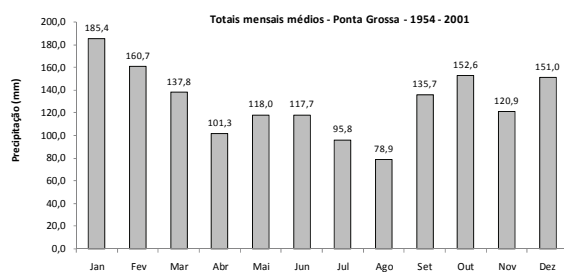


Figura 4. Totais mensais médios de precipitação (mm) para Ponta Grossa, Estado do Paraná.

A Figura 5 apresenta o *Box plot* obtido para a série de precipitação analisada. A mediana (segmento de reta na caixa) e a média (quadrado acima da mediana) são as medidas mais comuns do centro de distribuição da variável. Neste caso, é possível se observar uma assimetria positiva para os totais mensais de precipitação, uma vez que a média mensal apresentou-se superior à mediana em todos os meses do ano. Para os meses mais secos (abril a agosto, principalmente), acentua-se a tendência de distribuição com assimetria positiva, podendo ser observados eventos de precipitações próximas de zero, considerados *outliers* por estarem fora do range da série considerada neste estudo (entre 5 e 95%). Por outro lado, também é possível se observar a ocorrência de *outliers* superiores, e em alguns meses tais observações foram responsáveis por totais anuais de precipitação totalmente atípicos, conforme será discutido mais detalhadamente adiante.

O intervalo interquartil – IIQ (3º quartil menos 1º quartil) de cada mês revela a dispersão da metade central dos dados, ou seja, aqueles totais de precipitação mensal menos afetados por variações em qualquer uma das caudas da distribuição (valores mais resistentes) e com maior probabilidade de ocorrência.

A vantagem do uso da metodologia do *Box plot* em relação à utilização da média e do desvio-padrão,

normalmente empregados na maioria dos trabalhos, deve-se ao fato de que, como as duas caudas de distribuições fortemente assimétricas têm dispersões diferentes, não há um número único (desvio-padrão amostral) que descreva adequadamente a dispersão (MOORE; MACCABE, 1999). Essa situação aplica-se de forma bastante adequada ao estudo da variável em questão, para essa localidade.

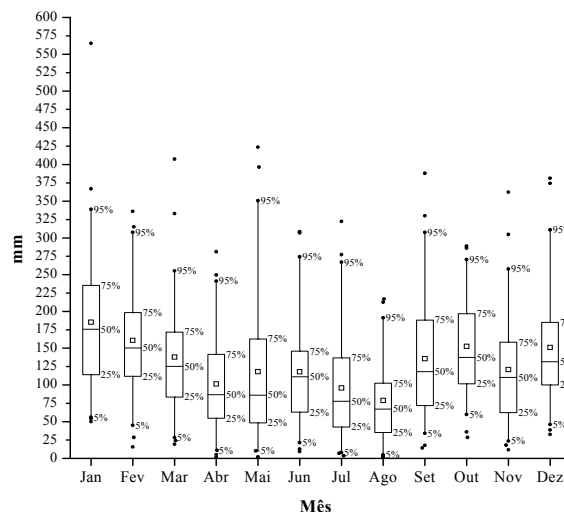


Figura 5. *Box plot* dos dados mensais de precipitação (mm) em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001.

Analisando-se a Tabela 1, que apresenta o percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias estudados por mês, vê-se que fevereiro apresentou o maior percentual de dias com precipitação (50,94%), sendo este o único mês que ultrapassou a marca de 50% de dias com chuva, enquanto agosto apresentou o menor percentual (22,31%). Novamente, observa-se que os 2º e 3º trimestres apresentam menor percentual de dias com chuva, uma vez que abril, maio, junho, julho e agosto possuem menos de 30% de dias nessas condições.

A série estudada continha 17.441 dias no total, e 6.056 dias apresentaram precipitação igual ou maior que 0,1 mm, perfazendo 34,72% do total.

Tabela 1. Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados, em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001.

Mês	Total de dias estudados	Dias com precipitação	Percentual (%)
Jan	1457	720	49,42
Fev	1327	676	50,94
Mar	1488	618	41,53
Abr	1440	399	27,71
Mai	1457	395	27,11
Jun	1440	404	28,06
Jul	1488	353	23,72
Ago	1488	332	22,31
Set	1440	490	34,03
Out	1488	551	37,03
Nov	1440	504	35,00
Dez	1488	614	41,26
Total	17441	6056	34,72

Para cada mês, foi construído um histograma que ilustra a frequência de dias com precipitação no período estudado. Como são muitos os gráficos, optou-se por colocar aqui apenas os gráficos do segundo mês da cada trimestre, pois são suficientes para demonstrar tendência da precipitação na localidade em estudo.

Conforme se pode observar, fevereiro (Figura 6A) apresentou pouco menos de 300 dias com precipitação entre 0,1 e 5 mm; maio (Figura 6B) apresentou perto de 200 dias com precipitação nesse mesmo intervalo, enquanto agosto (Figura 6C) apresentou pouco menos de 150 dias e novembro (Figura 6D), pouco mais de 200 dias.

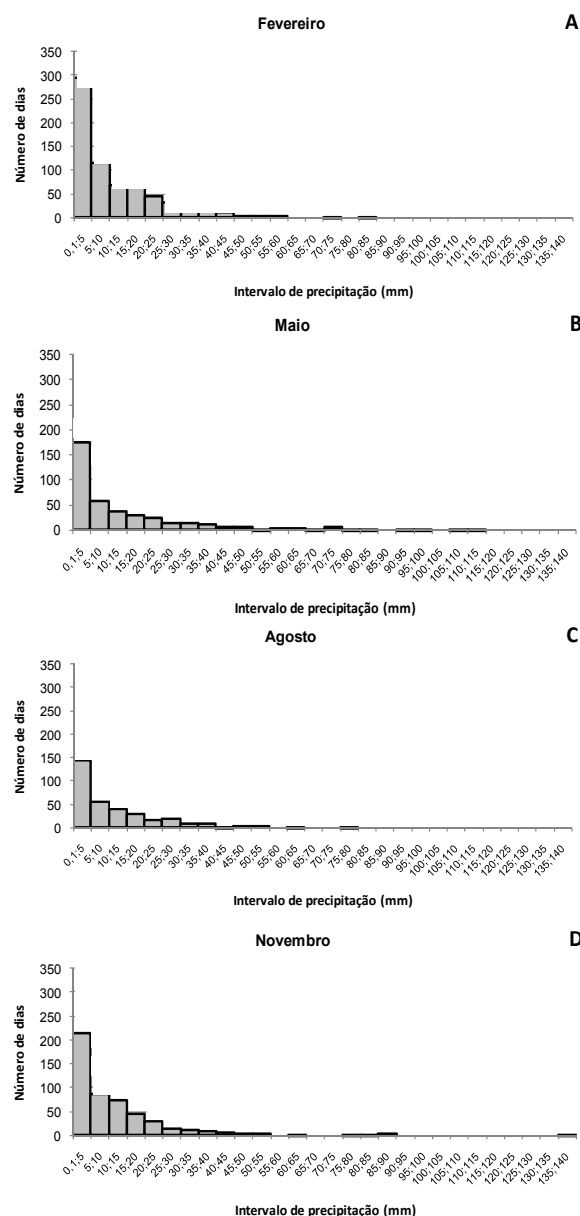


Figura 6. A: Frequência dos intervalos de precipitação em fevereiro; B: em maio; C: em agosto; e D: em novembro na localidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período de 1954 a 2001.

Também se observa nos histogramas que os outros intervalos de precipitação apresentaram maior frequência nos 1º e 4º trimestres. O intervalo de 5 a 10 mm, por exemplo, foi alcançado em mais de 100 dias no mês de fevereiro e quase chegou a 100 em novembro, enquanto pouco ultrapassou a marca de 50 dias em maio e agosto.

Na Tabela 2, que classifica a precipitação por intensidade, pode-se visualizar o percentual que cada intervalo de classe representa, em cada mês, em relação ao total de dias com chuva no município de Ponta Grossa. O intervalo predominante durante o ano é o de chuva fraca (2,5 – 10,0 mm acumulados em um dia), sendo o mais frequente durante nove meses do ano, variando de 29,46% de frequência em junho a 33,66% em março. O intervalo de chuvisco (0,1 – 2,5 mm) foi o mais frequente em abril (30,08%) e o intervalo de chuva moderada (10 – 25 mm) foi o mais frequente em outubro (29,76%). No mês de maio, chuvisco e chuva fraca apresentaram a mesma porcentagem (29,11%). O intervalo de chuva forte (25 – 50 mm) variou de 8,73% de frequência no mês de novembro até 14,79% em abril. Com relação à chuva considerada extrema (mais de 50 mm num dia), observa-se que é o intervalo menos frequente em todos os meses, ultrapassando 5% de frequência apenas no mês de maio (5,57%) e com a menor frequência em fevereiro (1,18%). É válido ressaltar que foram observados eventos muito extremos dentro da série, como o registro verificado no dia 19 de novembro de 1963, quando choveu 139,2 mm, sendo este o valor máximo de toda a série estudada. Outros extremos observados ocorreram em 28 de abril de 1965, quando choveu 121 mm, e em 21 de janeiro de 1997, quando choveu 119,6 mm.

Tabela 2. Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Ponta Grossa, Estado do Paraná. CIP = Classificação da Intensidade de Precipitação; IP = Intervalo de Precipitação.

CIP	IP (mm)	Jan (%)	Fev (%)	Mar (%)	Abr (%)	Mai (%)	Jun (%)
Chuvisco	0,1-2,5	28,47	28,11	31,23	30,08	29,11	26,73
Chuva fraca	2,5-10,0	31,11	32,25	33,66	27,57	29,11	29,46
Chuva moderada	10,0-25,0	25,42	26,18	23,14	25,81	24,05	25,5
Chuva forte	25,0-50,0	11,94	12,28	9,55	14,79	12,15	13,37
Chuva extrema	>50,0	3,06	1,18	2,43	1,75	5,57	4,95
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
CIP	IP (mm)	Jul (%)	Ago (%)	Set (%)	Out (%)	Nov (%)	Dez (%)
Chuvisco	0,1-2,5	25,78	27,11	22,45	24,86	26,79	28,34
Chuva fraca	2,5-10,0	33,14	32,23	33,06	28,49	32,14	31,76
Chuva moderada	10,0-25,0	24,65	26,51	26,94	29,76	30,16	26,87
Chuva forte	25,0-50,0	12,46	12,35	14,29	13,97	8,73	9,77
Chuva extrema	>50,0	3,97	1,81	3,27	2,9	2,18	3,26
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Do ponto de vista hidrológico, chuvas até 10 mm possuem pouco impacto, exceto para umedecer o solo a ponto de atingir sua capacidade de campo, aumentando a eficiência do escoamento superficial para os rios.

Apesar da frequência reduzida, as chuvas muito fortes podem provocar danos maiores, como deslizamentos de terra, enchentes etc., decorrentes do uso e da ocupação do solo. É importante que haja planejamento urbano dando especial atenção a áreas de riscos, como próximo a margens de rios ou encostas, que são locais muito afetados quando chove intensamente. Deve-se levar em conta também a impermeabilização do solo, processo resultante da urbanização e do intenso uso de cimento nas cidades.

Conclusão

Para a série estudada, obteve-se um total médio anual de precipitação de 1.546,2 mm, cujos valores demonstraram tendência positiva com o passar dos anos.

O mês com maior total médio de precipitação foi janeiro e agosto o menor.

Para todos os meses do ano foi observada assimetria positiva na distribuição de frequência dos dados, a qual se acentuou nos meses mais secos.

Com relação à classificação da precipitação por intensidade, o intervalo predominante foi chuva fraca (entre 2,5 e 10,0 mm), sendo o mais frequente durante nove meses do ano. Chuva forte e extrema ocorreram com frequências bem menores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), pela cessão dos dados, possibilitando a realização do presente estudo, e à Fundação Araucária, pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- ANUNCIAÇÃO, P. E. M. **Meteorologia para a agricultura**. Maringá: Clivetec, 1984.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003.
- BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E. E. A dinâmica atmosférica na vertente oriental da bacia do alto rio Paraná e a gênese das chuvas. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 2, p. 221-229, 2008.
- FOLHES, M. T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Revista Ambiente e Água**, v. 1, n. 1, p. 61-71, 2006.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981.
- MEDEIROS, C. V.; MELO, M. S. Processos erosivos no espaço urbano de Ponta Grossa. In: DITZEL, C. H. M.; SAHR, C. L. L. (Ed.). **Espaço e cultura**: Ponta Grossa e os Campos Gerais. Ponta Grossa: UEPG, 2001. p. 109-126.
- MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. M.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Climatologia do comportamento do período chuvoso da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 338-344, 2007.
- MOORE, D. S.; MACCABE, G. P. **Introdução à prática da estatística**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- NERY, J. T.; MARTINS, M. L. O. F.; ROSEGHINI, W. F. F.; ROSEGHINI, F. F. Variabilidade da precipitação pluvial e disponibilidade hídrica na Região Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 2, p. 289-297, 2004.
- RIBEIRO, A. M. A.; LUNARDI, D. M. C. A precipitação mensal provável para Londrina – PR, através da função Gama. **Energia na Agricultura**, v. 12, n. 4, p. 37-44, 1997.
- SILVA, F. M.; LERMEN, V. K.; NERY, J. T. Variabilidade interanual da precipitação na bacia do rio Iguaçu. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 23, n. 6, p. 1439-1444, 2001.
- SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.
- SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2003.
- VIEIRA, S. **Princípios de estatística**. São Paulo: Pioneira, 1999.
- WONS, I. **Geografia do Paraná com fundamentos de geografia geral**. 4. ed. Curitiba: Ensino Renovado, 1982.

Received on April 30, 2009.

Accepted on September 3, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.