

Artigo

Climatologia dos Episódios de Precipitação em Três Localidades no Estado do Paraná

Flávia Galvanini Salton^{1,2}, Heverly Moraes¹, Paulo Henrique Caramori¹, Edmirson Borrozzino¹¹*Agrometeorologia, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, Brasil.*²*Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.*

Recebido: 11/9/2015 - Aceito: 4/4/2016

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a quantidade, distribuição, duração e intensidade de episódios de precipitações ocorridos em três localidades no estado do Paraná com condições climáticas distintas. As localidades analisadas foram Paranavaí (23°05' S; 52°26' W; 480 m), Guarapuava (25°21' S; 51°30' W; 1058 m) e Morretes (25°30' S; 48°49' W; 59 m), no período de 1976 a 2013. Considerou-se episódio a precipitação ≥ 1 mm, sendo que após três horas sem chuvas iniciava-se um novo episódio. Os dados foram submetidos à análise de regressão, análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey e estatística descritiva. O estado do Paraná apresenta maior quantidade de precipitação durante a primavera e verão, no entanto as chuvas mais longas ocorrem frequentemente no outono e inverno. Características climáticas regionais induzem diferentes padrões de precipitação. A estação de Morretes, situada no litoral do Paraná, registrou grandes quantidades de precipitações, sobretudo no verão, sendo estas mais distribuídas nas diferentes durações e sob intensidade leve. A estação de Paranavaí, situada no noroeste paranaense, com baixa altitude, apresentou menores precipitações, porém com maiores episódios de chuvas rápidas e moderadas. A estação de Guarapuava, localizada na região serrana do centro-sul do Paraná, apresentou chuvas bem distribuídas nas estações do ano e sob intensidade predominantemente moderada.

Palavras-chave: chuva, duração da chuva, intensidade de chuva.

Climatology of the Episodes of Precipitation in Three Locations in the Paraná State

Abstract

The objective of this study was to analyze the amount, distribution, duration and intensity of the episodes of precipitation occurred in three locations in the state of Paraná, Brazil, with different climatic conditions. The locations analyzed were Paranavaí (23°05' S; 52°26' W; 480 m), Guarapuava (25°21' S; 51°30' W; 1058 m) and Morretes (25°30' S; 48°49' W; 59 m) in the period 1976 to 2013. It was considered as an episode any precipitation ≥ 1 mm, and after three hours without raining started a new episode. The data were submitted to regression analysis, analysis of variance and comparison of means by Tukey test and descriptive statistics. The state of Paraná presents most of precipitations during spring and summer, although the longer episodes of rainfall occurred mostly during autumn and winter. Regional climate characteristics induce different patterns in the precipitation. The station of Morretes, located on the coast, recorded high amounts of precipitation, especially in summer, with more distributed rainfall at various duration intervals and with light intensity. The station of Paranavaí, at a lower altitude, had less rainfall, but with major episodes of short duration and moderate intensity. The station of Guarapuava, located in mountainous region, presented well-distributed rainfall in the seasons of the year and under predominantly moderate intensity.

Keywords: rainfall, rainfall duration, rainfall intensity.

1. Introdução

A chuva é a principal variável meteorológica que determina o sucesso das safras agrícolas, sendo que sua escassez durante o desenvolvimento das culturas e/ou excesso na colheita provoca sérios prejuízos, dependendo da intensidade do evento. Assim, estudos climatológicos sobre a precipitação, em especial quantidade, distribuição, duração e intensidade, podem ser relevantes para a produtividade agrícola (Ferreira, 2006; Manosso, 2005). Tais estudos favorecem a escolha de cultivares apropriados, uso de técnicas adequadas para a conservação e manejo do solo, determinação da melhor época de semeadura e plantio, realização dos tratamentos culturais e colheita, entre outros. Também podem auxiliar em estudos de eventos extremos de precipitação, que causam impactos como deslizamentos e enchentes, provocando danos ambientais e sociais. Além disso, subsidiam outros setores de atividade como construção civil, hidrelétricas, turismo, aviação e companhias de abastecimento de águas (Zanella; Sales; Abreu, 2009; Mehl *et al.*, 2001; Genovez e Zuffo, 2000; Siqueira; Alves; Guimarães, 2007).

Para Vieira, Lombardi Neto e Santos (1998) o conhecimento das relações entre intensidade, duração e frequência das chuvas é essencial para projetos de obras no controle de erosão e de estruturas hidráulicas para o fluxo de águas pluviais. De acordo com Pereira *et al.* (2007), o conhecimento das três grandezas que caracterizam uma precipitação: intensidade, duração e frequência, é primordial para obras de proteção contra cheias e erosão hídrica. Murta *et al.* (2004), em estudos sobre intensidade e frequência da precipitação em Itapetinga, BA, relataram que o conhecimento dessas características é de suma importância no planejamento agrícola, possibilitando a semeadura em época adequada, o planejamento no fornecimento da irrigação, adubos e defensivos e a utilização de máquinas agrícolas.

Além da grande variabilidade temporal, a precipitação é um elemento meteorológico de grande variação no espaço geográfico (Roldão; Santos; Oliveira, 2012), pois é influenciada por diversos fatores e variáveis. Almeida *et al.* (2004), analisando as precipitações extremas no estado de Pernambuco no período de 1981 a 1987, consideraram que a intensidade de chuva é fundamental para identificar os tipos de precipitação que predominam em diferentes regiões e/ou estações do ano, bem como os processos físicos e dinâmicos que as condicionam. Ferreira *et al.* (2014), analisando séries históricas de 1991 a 2013 em estações meteorológicas distintas dentro do município de Londrina, distanciadas entre si a 18,4; 15,2 e 4,4 km, encontraram alta variabilidade espacial, temporal e na quantidade, mesmo em uma escala municipal, que por sua vez provocaram variações na produtividade da cultura da soja. Neste contexto, outro aspecto importante em estudos de precipitação é caracterizar e avaliar o regime pluvial em grande escala, principalmente abrangendo regiões com diferentes confi-

gurações de relevo e sob atuação de diversos sistemas meteorológicos. A comparação de distintos macroclimas amplia a aplicabilidade das informações, além de aumentar o conhecimento das inter-relações entre a variação da precipitação e seus agentes causadores.

Portanto, compreender a variação da pluviosidade é indispensável para prever e se adequar às suas consequências. O objetivo deste trabalho foi analisar a quantidade, distribuição, duração e intensidade de episódios de precipitações ocorridos em três localidades no estado do Paraná com condições climáticas distintas.

2. Material e Métodos

Foram utilizados dados de precipitação registrados em folhas milimetradas diárias (modelo nº 2 R. Fuess), graduadas a cada 10 min, em três estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, no período de 1976 a 2013, nos municípios de Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, localizados em regiões climaticamente distintas (Fig. 1).

Paranavaí situa-se no noroeste do Paraná (23°05' S; 52°26' W; 480 m), próximo ao estado do Mato Grosso do Sul e São Paulo, possui um clima subtropical (Cfa), com temperatura média anual de 22,2 °C, temperatura média do mês mais quente (janeiro) de 25,1 °C e temperatura média dos meses mais frios (junho e julho) de 18,2 °C. Guarapuava situa-se em uma região serrana do centro-sul do Paraná (25°21' S; 51°30' W; 1058 m), em uma estreita faixa na Serra da Esperança e Formação Serra Geral, possui clima temperado propriamente dito (Cfb), com temperatura média anual de 17,2 °C, temperatura média do mês mais quente (janeiro) de 20,8 °C e temperatura média do mês mais frio (julho) de 12,8 °C. Morretes (25°30' S; 48°49' W; 59 m) situa-se no litoral do Paraná, na encosta da Serra do Mar, sua fronteira ocidental distancia-se 35 km do mar, possui um clima subtropical (Cfa), com temperatura média anual de 20,8 °C, temperatura do mês mais quente (fevereiro) de 24,8 °C e temperatura média do mês mais frio (julho) de 16,6 °C (IAPAR, 2015).

Considerou-se episódio a precipitação igual ou acima de 1 mm, sendo que a interrupção e o reinício das chuvas após 3 h representava um novo episódio. Foram analisados os seguintes dados de episódios de precipitação: a) quantidade; b) distribuição; c) duração, inicialmente para o período de 0,17 h (10 min) até 0,83 h (50 min) os intervalos de duração foram de 10 minutos, nos períodos subsequentes os intervalos foram de 50 min; e d) intensidade (i), considerando leve $i < 2,5 \text{ mm.h}^{-1}$; moderada $2,5 \leq i < 10,0 \text{ mm.h}^{-1}$ e forte $10,0 \leq i < 50,0 \text{ mm.h}^{-1}$, de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2010).

A existência de tendências nas séries de quantidade e duração de chuvas foi verificada por meio de análise de regressão. O coeficiente de determinação R^2 e inclinação

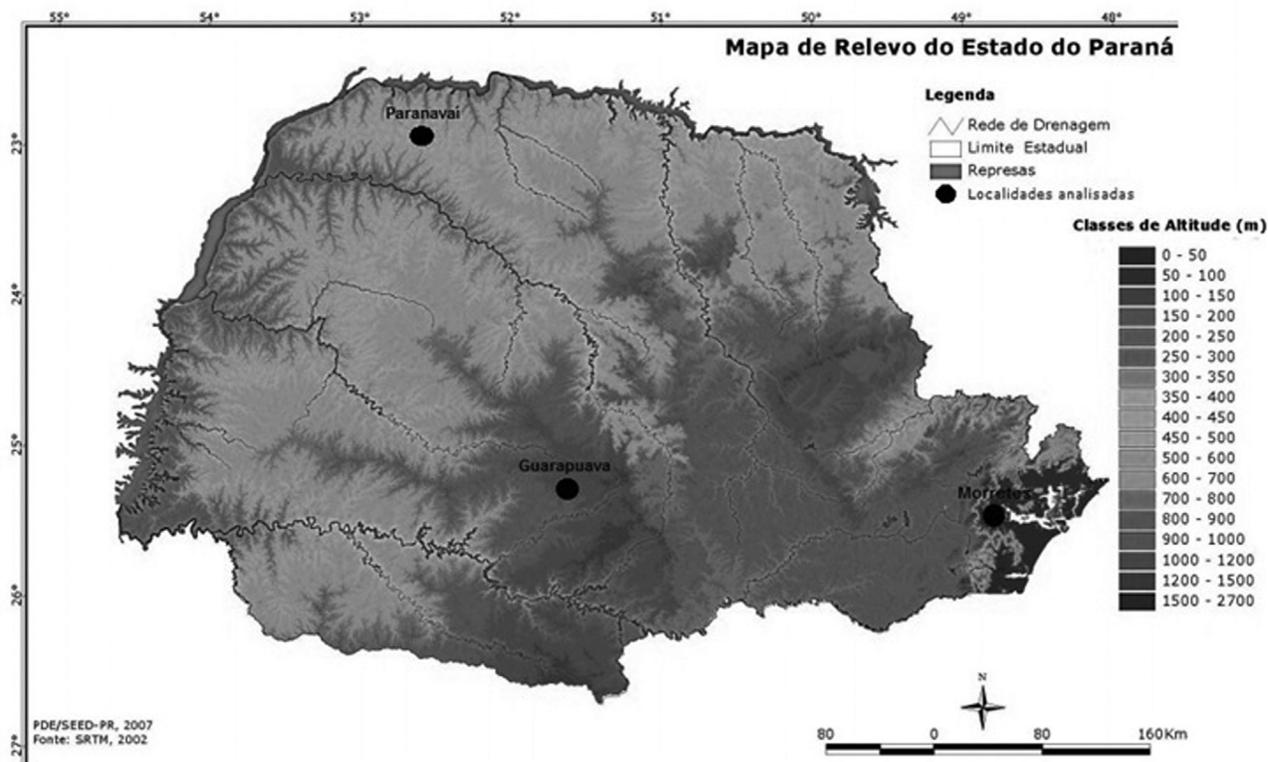


Figura 1 - Mapa de relevo do estado do Paraná (Espírito Santo Júnior, 2008) com as localizações das três estações analisadas: Paranavaí, Guarapuava e Morretes.

do coeficiente angular foram utilizados como critérios de verificação da significância.

A análise de variância foi utilizada para verificar a significância da quantidade, distribuição e intensidade das chuvas. A comparação de médias foi realizada por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada uma análise descritiva da duração das chuvas nas três localidades, incluindo as frequências relativas sazonais (número de episódios ocorrido em cada duração em relação ao número total de episódios observados naquela estação do ano) e a frequência acumulada total e sazonal.

3. Resultados e Discussão

As médias anuais da quantidade de precipitação foram significativamente diferentes nas três localidades. Nota-se que Paranavaí foi o local que apresentou a menor quantidade anual média de precipitação, seguido de Guarapuava e Morretes (Fig. 2). As características gerais da precipitação no Paraná e as conexões entre os diferentes elementos do clima são influenciadas pela radiação solar que incide em cada latitude, pela configuração do relevo e principalmente pela posição e intensidade da alta subtropical do Atlântico Sul, um sistema semipermanente de pressão, e da circulação anticiclônica associada (Grimm, 2009). No litoral do Paraná há significativa contribuição de efeito

orográfico, em que os ventos em superfície tendem a convergir da alta subtropical do Atlântico e dirigir-se perpendicularmente à costa, onde uma ascensão íngreme lhes é imposta pela Serra do Mar, próximo à costa (Grimm, 2009). Vanhoni e Mendonça (2008) também observaram grandes índices pluviométricos no litoral do Paraná. No noroeste do Estado as chuvas ocorrem predominantemente no verão devido ao sistema de monção sul-americano associado à maior incursão de umidade para dentro do continente produzindo mais convecção (Grimm, 2009). Na região serrana de Guarapuava, a precipitação é influenciada por fatores como a convergência horizontal de umidade, monções, incursões de frentes frias e relevo.

Quanto à precipitação sazonal (Fig. 3), observa-se que em Paranavaí a precipitação foi significativamente maior na primavera/verão e menor no outono/inverno. Este município localiza-se no noroeste do Paraná, onde o sistema de monção de verão predomina com maior aquecimento da superfície e maior convergência de umidade no verão, trazida do norte do Brasil (Grimm, 2009). Guarapuava registrou maiores precipitações na primavera e no outono, e menores no inverno. Isso ocorreu devido à posição do jato subtropical direcionado nesta região durante as estações de primavera e outono, e sua interação com ventos quentes e úmidos de baixos níveis provenientes da região norte do país (Grimm, 2009). Em Morretes a chuva foi signifi-

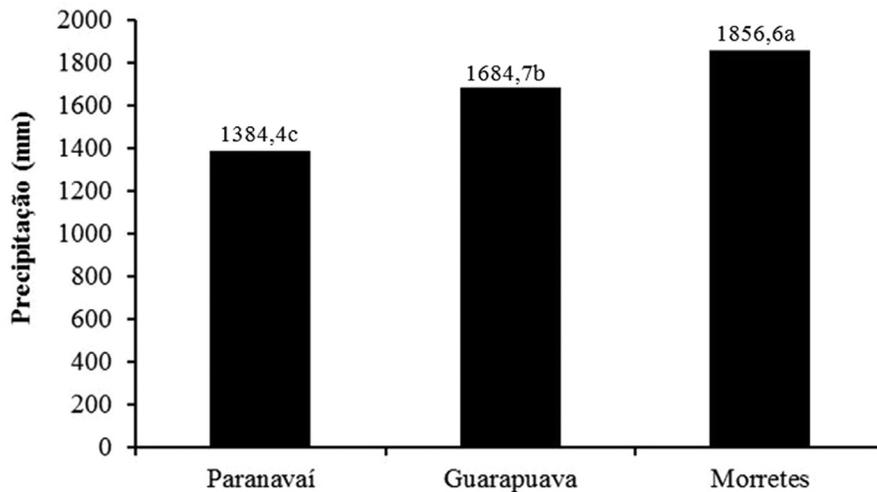


Figura 2 - Precipitação média anual em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013. Estes valores médios são diferentes entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

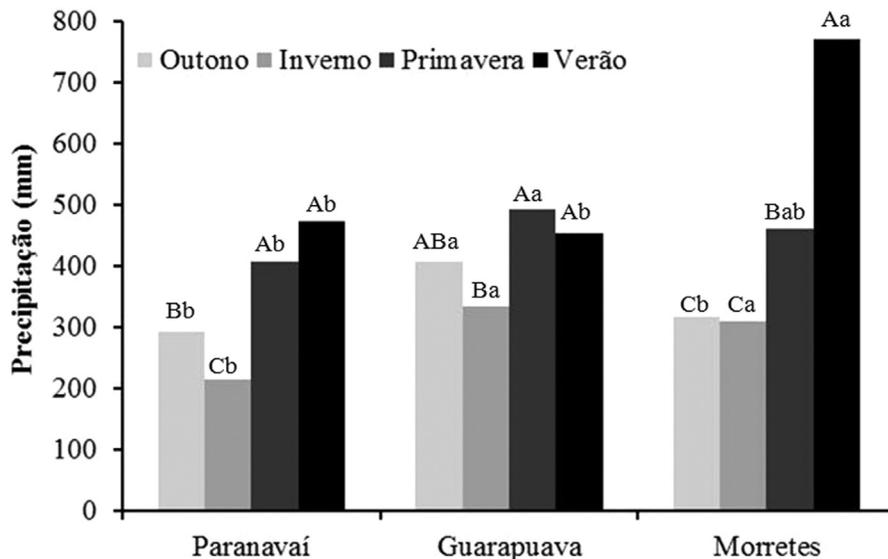


Figura 3 - Precipitação média sazonal em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013. As letras maiúsculas comparam as quatro estações do ano em cada município. As letras minúsculas comparam a mesma estação do ano nos três municípios. Letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

cativamente superior no verão e inferior no outono/inverno, registrando uma maior variação entre as estações. Comparando as localidades, observa-se que Paranavaí foi o local que registrou menores valores de chuva em todas as estações do ano. Nota-se também que Morretes se destacou pela maior quantidade de chuvas no verão. Assim, infere-se que a maior precipitação anual registrada em Morretes (Fig. 2), advém preponderantemente do verão, quando os ventos em superfície sobre o oceano tendem a divergir do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e dirigir-se para a costa, onde convergem e ascendem devido à Serra do Mar. Este efeito é mais intenso no verão, pois o anticiclone não

penetra no continente, ao contrário do inverno (Grimm, 2009).

Em análise temporal, observa-se que não houve tendência de aumento ou redução da quantidade anual de precipitação em todas as localidades analisadas (Fig. 4). Barbosa (2007) em estudos de precipitação no litoral do Estado de São Paulo no período de 1970 a 1999 e Eli *et al.* (2013), ao analisarem a precipitação em Rio do Sul, SC, na série histórica de 1941 a 2011, também não observaram tendência na alteração da precipitação média anual no decorrer do tempo. Por outro lado, Leite, Adacheski e Virgens Filho (2011) observaram no município de Ponta Grossa,

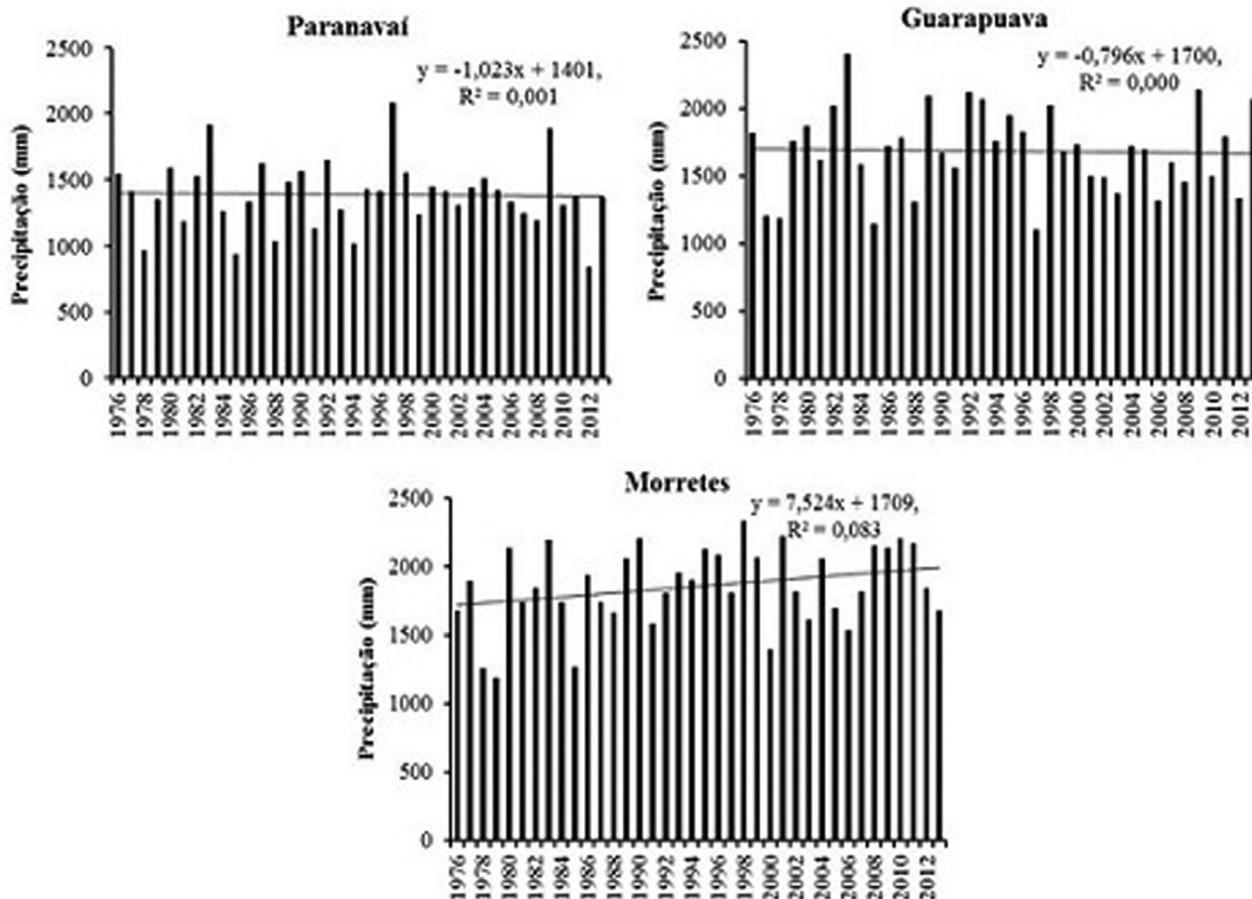


Figura 4 - Total de precipitação anual e análise de regressão da série histórica em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

PR, no período de 1954 a 2001, uma tendência temporal significativa de aumento da precipitação.

Na Fig. 5 é apresentada a precipitação média e o número de episódios de precipitação em diferentes durações. Nas durações de até 20 h houve tendência significativa de aumento da precipitação com o aumento da duração do evento em todas as localidades. Nas durações subsequentes a quantidade de chuvas apresentou tendência significativa somente em Morretes, onde houve tendência moderada de aumento da precipitação em chuvas de até 45 h de duração. Quanto ao número de episódios de precipitação, observa-se uma performance similar nas três localidades, com aproximadamente 50% dos episódios de precipitações perdurando entre 1 a 5 h e decrescendo com o aumento da duração. Nota-se que chuvas acima de 20 h foram as menos frequentes, no entanto, foram as de maiores quantidades. Rocha *et al.* (2014) ao analisarem episódios de chuva nas diferentes durações em Londrina, PR, no período de 1986 a 2006, concluíram que eventos com duração de 2 a 6 h foram os mais frequentes. Tais autores também observaram que as chuvas acima de 24 h de duração são eventos raros e pouco contribuem à pluviosidade da região.

Analisando a Fig. 6, observa-se que em Paranavaí, principalmente na primavera e verão, ocorreram precipitações mais concentradas nas durações de 1 a 3 h, sendo que no verão houve maior frequência (18%) na duração de 1 h. Em Morretes houve chuvas mais distribuídas ao longo das diferentes durações. Guarapuava apresentou uma condição intermediária. Nota-se, de modo geral, em todas as localidades e estações do ano, que o pico da frequência das precipitações foi de 1 h de duração, decrescendo com o aumento da duração das chuvas. Observa-se também maior ocorrência de chuvas de longa duração durante as estações do outono/inverno. A formação de nuvens, que é condição necessária para produção de chuvas, se deve a parcelas de ar que sobem, se resfriam adiabaticamente e tem umidade condensada. Porém, no inverno a precipitação é causada, sobretudo, por dinâmicas sinóticas de grande escala temporal e espacial, como as condições baroclínicas mais intensas, por causa do maior gradiente latitudinal de temperatura na região. As ondas baroclínicas nos ventos de oeste, mais intensas nesta estação do ano, proporcionam frequente ciclogênese (formação e intensificação de centros de baixa pressão) e maior penetração de frentes, com a correspondente alternância de massas de ar (Grimm, 2009). Borsato e

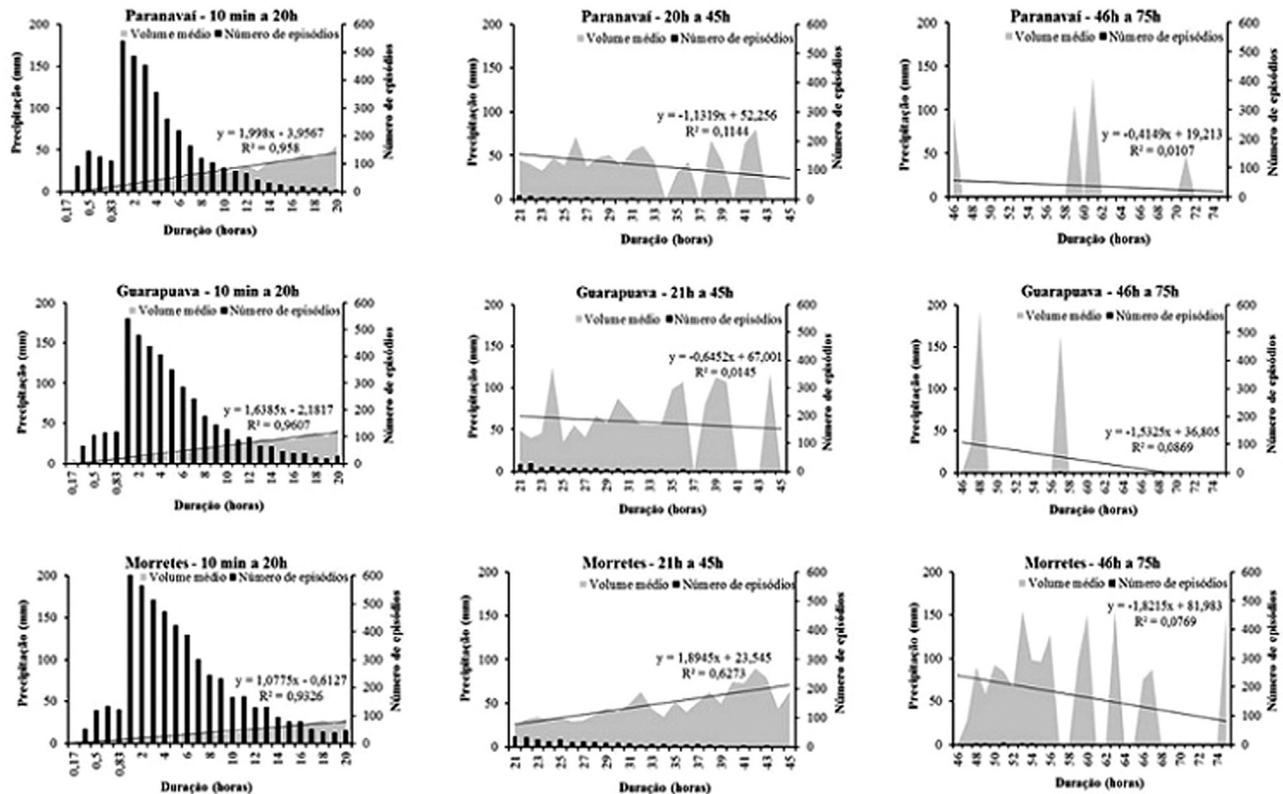


Figura 5 - Quantidade de precipitação média (em cinza) com análise de regressão e número de episódios de precipitação (barras) ocorridos em diferentes durações. Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

Souza Filho (2008), em estudos sobre a dinâmica atmosférica na vertente oriental da bacia do alto rio Paraná e a gênese das chuvas, verificaram que no inverno os sistemas predominantes são as Massas Polar Atlântica (mPa) e Massas Tropical Atlântica (mTa). No verão o aumento das frequências de precipitações com durações menores indica maior ocorrência de chuvas convectivas, provocadas pela intensa evapotranspiração de superfícies úmidas e aquecidas, gerando chuvas de dissipação rápida e frequentemente de causa mais local. Em estudos de episódios de precipitação em diferentes durações em Londrina, PR, no período de 1986 a 2006, Rocha *et al.* (2014) também observaram uma tendência sazonal, de chuvas de menor duração no verão e mais longas no inverno.

Observa-se que a frequência acumulada dos episódios de precipitação atingiu 99% em eventos de até 40 h de duração, nos três locais analisados (Fig. 7). No entanto, até atingir essa duração (40 h), a frequência acumulada ocorreu de forma diferenciada nos três locais analisados. Em Paranavaí houve maior frequência de episódios de precipitação em menores durações, seguido de Guarapuava e, por fim, Morretes. Por exemplo, na duração de 8 h, em Paranavaí ocorreram 84% dos episódios de chuva, enquanto que em Guarapuava foram registrados 78% e, em Morretes, 71%. Em análise sazonal, observa-se que a frequência acumulada ocorreu nas menores durações durante o verão, seguido da

primavera, outono e inverno, nas três localidades analisadas (Fig. 8). Exemplificando na mesma duração de 8h, em Guarapuava, 87% dos episódios de precipitação ocorreram no verão, enquanto que na primavera registraram 79%, e no outono e inverno, 71% e 65%, respectivamente.

Na Fig. 9 são apresentadas as médias anuais do número de episódios de precipitação nas diferentes intensidades de chuva. Observa-se que os episódios de precipitação foram significativamente diferentes quanto às suas intensidades, sendo que as chuvas leves ocorreram com mais frequência, seguidas das moderadas e fortes, respectivamente, nas três localidades analisadas. Por exemplo, em Morretes as letras maiúsculas “A”, “B” e “C” sobre as três colunas de diferentes intensidades de precipitação mostram que estas médias diferiram significativamente entre si. Comparando as localidades, observa-se que as chuvas leves ocorreram com maior frequência em Morretes, seguido de Guarapuava e Paranavaí. As chuvas moderadas apresentaram frequências similares em Paranavaí e Guarapuava, porém superiores à Morretes. Assim, as letras minúsculas “a” sobre as colunas de precipitação moderada em Paranavaí e Guarapuava mostram que estas médias não diferiram significativamente entre si, mas diferiram da letra minúscula “b” em Morretes. Quanto ao número de episódios de chuvas fortes, não se observou diferenças entre as localidades analisadas. Leite, Adacheski e Virgens Filho

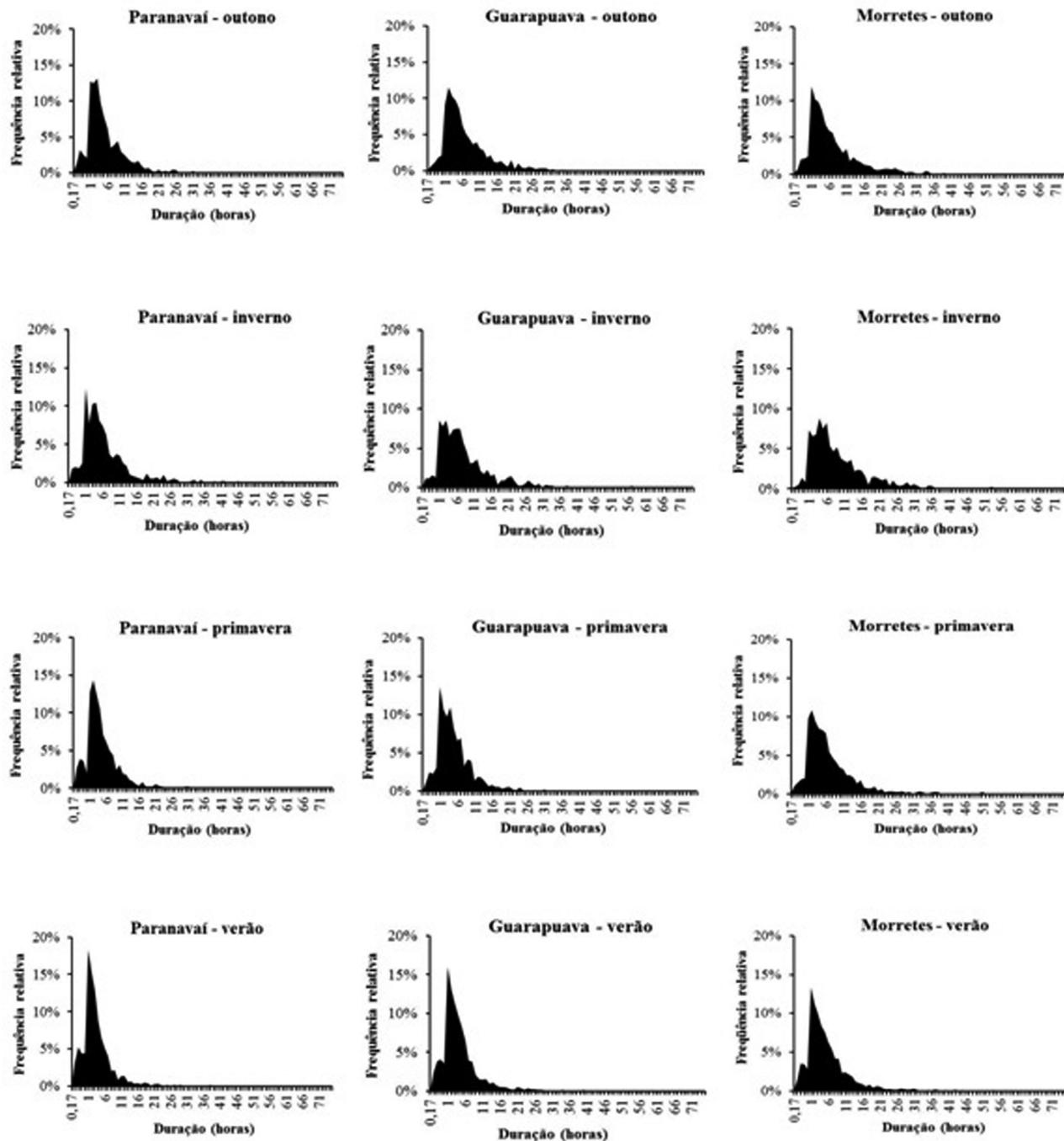


Figura 6 - Frequência relativa sazonal dos episódios de precipitação ocorridos em diferentes durações em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

(2010), analisando as intensidades da precipitação pluvial no Paraná, na região dos Campos Gerais, constataram que o município de Ponta Grossa apresentou maior frequência de chuvas leves.

As médias sazonais do número de episódios de precipitação em diferentes intensidades são apresentadas na Tabela 1. De modo geral, em todas as localidades e estações do ano, ocorreram significativamente mais episódios de

chuvas leves seguidas de moderadas e fortes, por exemplo, em Guarapuava e Morretes as letras maiúsculas “A”, “B” e “C” nas colunas de cada estação do ano mostram que as médias do número de episódios sob diferentes intensidades de precipitação diferiram significativamente entre si. Exceto em Paranavaí, que registrou, durante a primavera e verão, número de episódios similares de chuvas leves e moderadas e menores números de precipitações fortes.

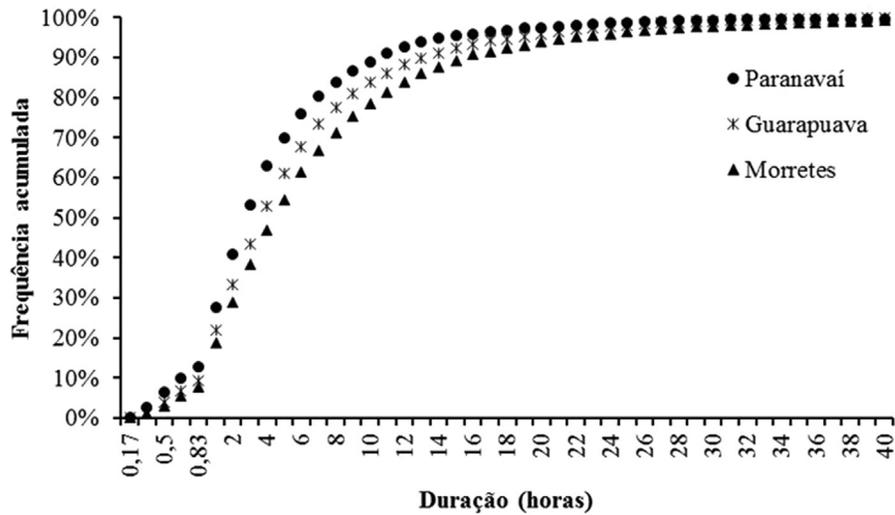


Figura 7 - Frequência acumulada dos episódios de precipitação ocorridos em diferentes durações em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

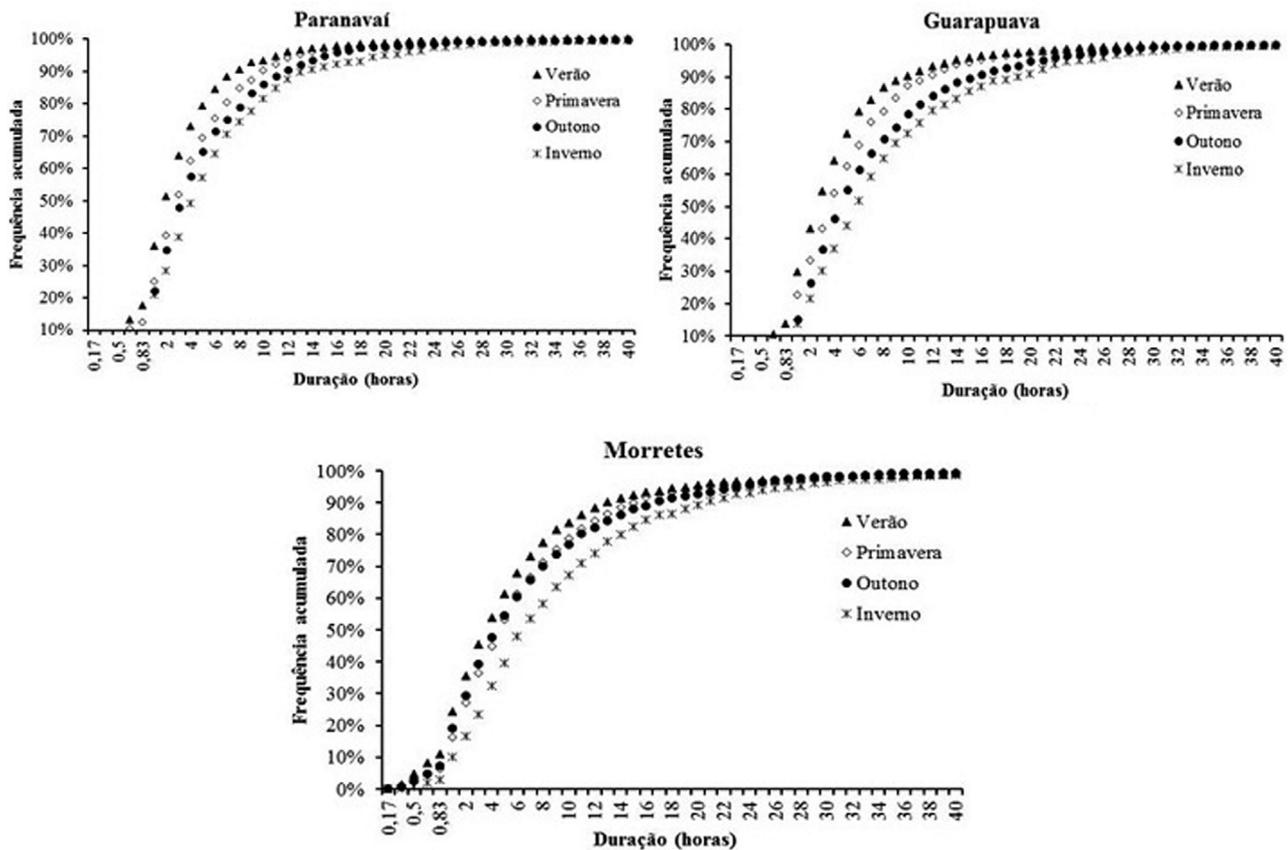


Figura 8 - Frequência acumulada sazonal dos episódios de precipitação ocorridos em diferentes durações em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

Comparando as localidades, observa-se que as chuvas leves foram mais frequentes em Morretes, seguido de Guarapuava e Paranavaí, em todas as estações do ano. As chuvas moderadas ocorreram mais frequentemente em Paranavaí e Guarapuava na maioria das estações do ano. As chuvas

fortes apresentaram frequências similares no outono e inverno nas três localidades analisadas. Na primavera e verão Paranavaí se destacou como a localidade com maior frequência de chuvas fortes. Isso ocorreu porque durante o verão, o aquecimento da superfície e a umidade presente no

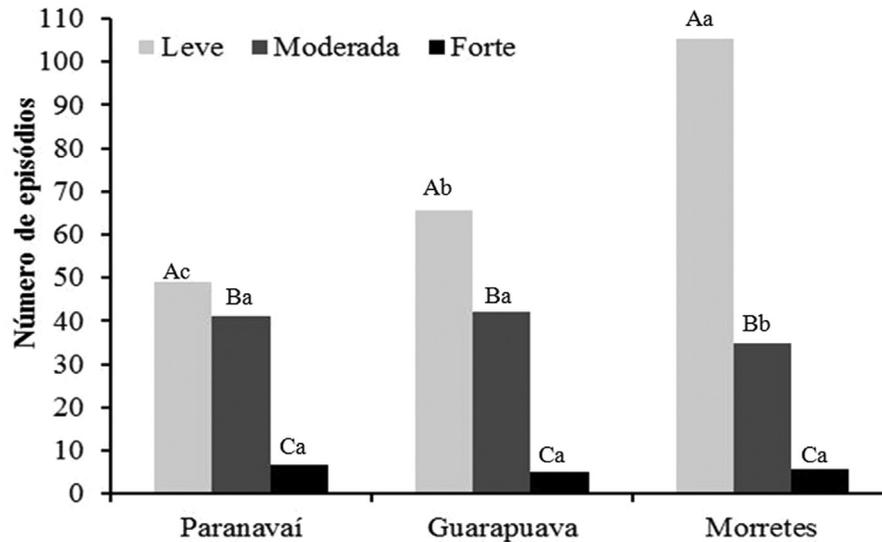


Figura 9 - Média anual do número de episódios de precipitação sob diferentes intensidades, registradas em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013. Letras maiúsculas iguais, em cada município, indicam que as médias de número de episódios para intensidades diferentes não diferem entre si naquele município a 5% de significância pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais, em cada intensidade, indicam que as médias de números de episódios nos municípios diferentes não diferem entre si naquela intensidade a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 1 - Número médio de episódios de precipitação sob diferentes intensidades, registrados em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

Estação do ano	Intensidade	Paranavaí	Guarapuava	Morretes
Outono	Leve	10,5Ac	13,9Ab	21,3Aa
	Moderada	7,7Bab	8,7Ba	6,4Bb
	Forte	0,8Ca	0,7Ca	0,8Ca
Inverno	Leve	10,4Ac	13,9Ab	19,5Aa
	Moderada	4,8Bab	5,4Ba	3,6Bb
	Forte	0,5Ca	0,4Ca	0,3Ca
Primavera	Leve	12,7Ac	16,5Ab	32,2Aa
	Moderada	11,9Aa	13,6Ba	8,6Bb
	Forte	1,9Ba	1,4Cab	0,8Cb
Verão	Leve	16,7Ac	20,9Ab	32Aa
	Moderada	15,3Aa	14,4Bb	16,5Ba
	Forte	3,6Bab	2,9Cb	4,1Ca

Letras maiúsculas iguais na coluna, em cada estação do ano, indicam que as médias de número de episódios para intensidades diferentes não diferem entre si naquele município a 5% de significância pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais na linha, em cada estação do ano, indicam que as médias de números de episódios nos municípios diferentes não diferem entre si naquela intensidade a 5% de significância pelo teste de Tukey.

continente instabiliza a atmosfera, produzindo mais convecção, em associação com o sistema de monção da América do Sul. Tanto o aquecimento quanto a convergência de umidade são maiores mais ao norte da região sul, nas proximidades da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), razão pela qual no noroeste do Paraná a chuva de verão é mais intensa (Grimm, 2009).

Na Fig. 10 são apresentadas as médias anuais do total de precipitação nas diferentes intensidades de chuva. Observa-se que em Paranavaí e Guarapuava o tipo de evento que mais contribuiu com o total pluviométrico local foi a chuva moderada, apesar da chuva leve ser a mais frequente

(Fig. 9). Em Morretes, as chuvas leves foram as que mais contribuíram com o total de precipitação. Por exemplo, neste município as letras maiúsculas “A”, “B” e “C” nas colunas das diferentes intensidades, mostram que as médias anuais da precipitação diferiram significativamente entre si. As precipitações fortes foram as menos expressivas em quantidade nas três localidades analisadas. Comparando as localidades, observa-se que as chuvas leves ocorreram em maior quantidade em Morretes, seguido de Guarapuava e Paranavaí, representados nas colunas de intensidade leve pelas letras minúsculas “a”, “b” e “c”, respectivamente. As chuvas moderadas apresentaram quantidades similares em

Paranavaí e Morretes e inferiores à Guarapuava. Quanto às chuvas fortes, os maiores índices pluviométricos foram observados em Paranavaí, os menores em Guarapuava, e ambos não diferiram de Morretes.

Quanto à sazonalidade das intensidades de precipitação (Tabela 2), observa-se que em Paranavaí e Guarapuava foram registradas condições similares, com maiores totais sazonais de precipitação de intensidades moderadas no outono, primavera e verão e maiores precipitações leves/moderadas no inverno. Por exemplo, na estação do outono em Paranavaí as letras maiúsculas “A”, “B” e “C”

indicam que essas médias diferiram significativamente entre si. Em Morretes foram registrados maiores índices pluviométricos devido às chuvas de intensidade leve no outono, inverno e primavera e maior quantidade de chuva moderada no verão. Comparando as localidades, as chuvas leves ocorreram em maior quantidade em Morretes, seguido de Guarapuava e Paranavaí, em todas as estações do ano, representado pelas letras minúsculas “a”, “b” e “c”, respectivamente, nas linhas de intensidade leve. Guarapuava se sobressaiu por maiores quantidades (mm) de chuvas moderadas nas estações do outono, inverno e primavera, enquan-

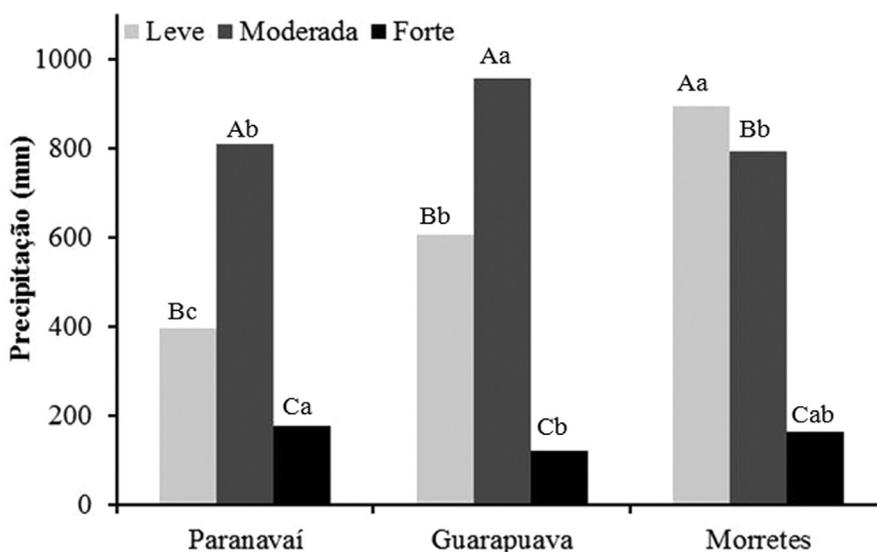


Figura 10 - Precipitação média anual sob diferentes intensidades em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013. Letras maiúsculas iguais, em cada município, indicam que a precipitação média anual, para intensidades diferentes, não difere entre si naquele município a 5% de significância pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais, em cada intensidade, indicam que a precipitação média anual, nos municípios diferentes, não difere entre si naquela intensidade a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Precipitação média sazonal (mm) sob diferentes intensidades, registradas em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

Estação do ano	Intensidade	Paranavaí	Guarapuava	Morretes
Outono	Leve	90,9Bc	136,0Bb	173,5Aa
	Moderada	176,0Ab	254,0Aa	128,9Bb
	Forte	23,5Ca	16,3Ca	14,4Ca
Inverno	Leve	97,3Ac	162,6Ab	212,2Aa
	Moderada	104,2Ab	166,3Aa	93,5Bb
	Forte	12,8Ba	3,8Bab	2,9Cb
Primavera	Leve	99,0Bc	154,7Bb	253,6Aa
	Moderada	253,9Ab	315,1Aa	183,7Bc
	Forte	54,2Ca	35,2Cab	23,3Cb
Verão	Leve	109,0Bc	153,4Bb	260,6Ba
	Moderada	274,9Ab	221,3Ab	383,7Aa
	Forte	88,0Bb	66,1Cb	124,5Ca

Letras maiúsculas iguais na coluna, em cada estação do ano, indicam que a média dos totais da precipitação sazonal para intensidades diferentes não difere entre si naquele município a 5% de significância pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais na linha, em cada estação do ano, indicam que a média dos totais da precipitação sazonal nos municípios diferentes não difere entre si naquela intensidade a 5% de significância pelo teste de Tukey.

to que no verão o destaque foi Morretes. Paranavaí se destacou por chuvas fortes no outono, inverno e primavera, mas no verão esta evidência também foi constatada em Morretes. O intenso aquecimento e a alta umidade do ar registrada durante o verão no litoral do Paraná provocam altos índices pluviométricos nesta estação (IAPAR, 2015), seja ela leve, moderada ou forte. Fritzens *et al.* (2011),

analisando a pluviometria para definir zonas homogêneas no estado do Paraná, observaram que o litoral se destaca por elevada precipitação anual, principalmente no verão. Os autores atribuem o fato à influência de fatores fisiográficos.

Na Fig. 11 é apresentado o número de episódios de precipitação ocorridos em diferentes intensidades e durações. Nota-se, em todas as localidades, que as chuvas leves

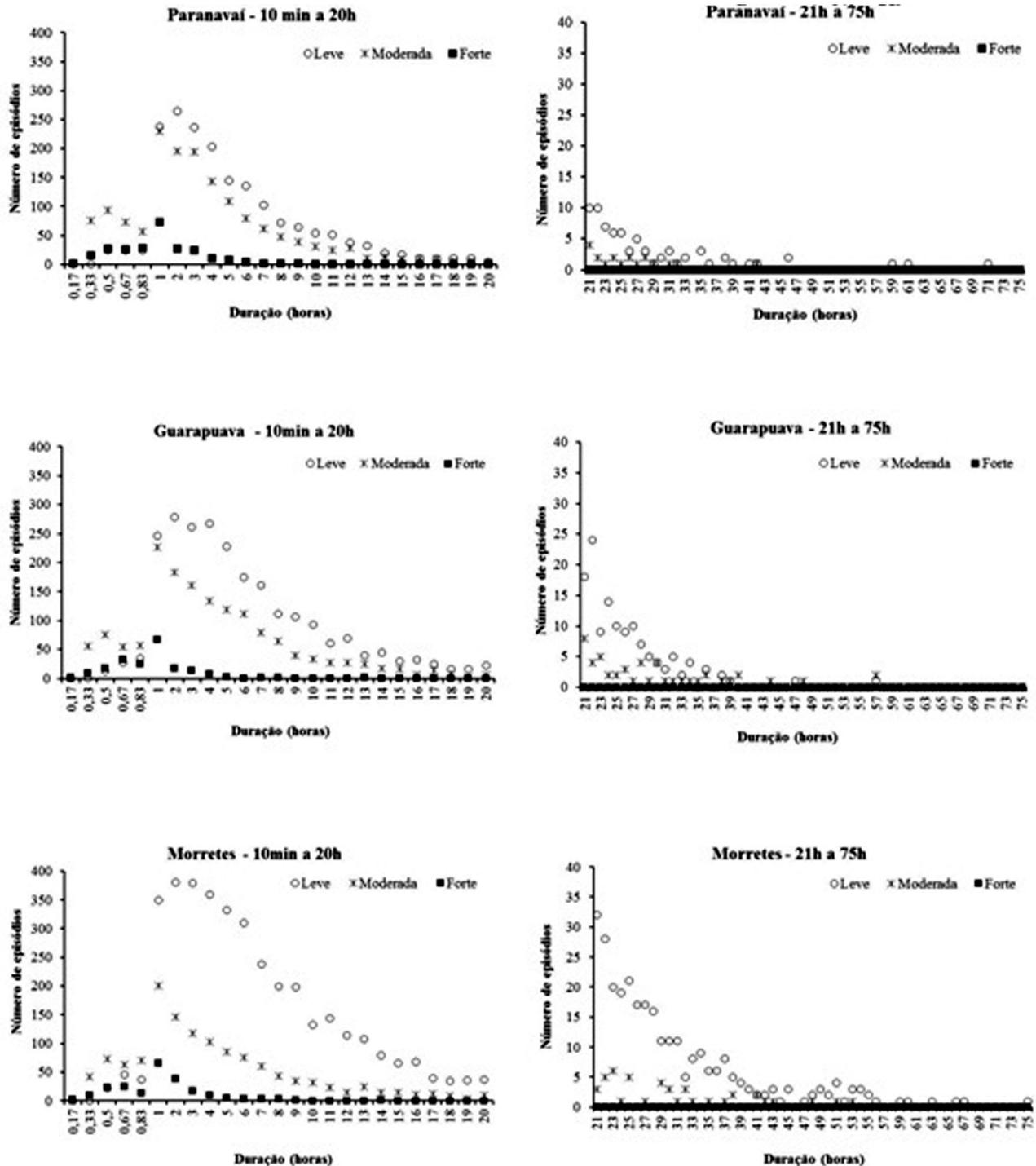


Figura 11 - Número de episódios de precipitação sob diferentes intensidades e durações em Paranavaí, Guarapuava e Morretes, PR, 1976-2013.

foram as mais frequentes. As chuvas fortes foram as menos frequentes na maioria das durações. Precipitações com 1 h de duração foram as mais frequentes nas intensidades moderada e forte, e a precipitação de intensidade leve foi mais frequente na duração de 2 h. Após esses valores máximos, a frequência foi decrescendo à medida que aumentava a duração. Comparando as localidades, observa-se, de modo geral, que Morretes apresentou a maior quantidade de chuvas leves nas diferentes durações, seguido de Guarapuava e Paranavaí. Por outro lado, Paranavaí foi a localidade que apresentou menores diferenças entre chuvas leves e moderadas, seguido de Guarapuava e Morretes. Nas durações acima de 21 h Paranavaí teve a menor quantidade de episódios nas três intensidades, seguido de Guarapuava e Morretes, destacando essa última pelo maior índice de chuva leve.

4. Conclusões

Sob o enfoque climatológico, a precipitação no estado do Paraná é caracterizada por maiores quantidades na primavera e verão e maior duração no outono e inverno. Peculiaridades climáticas regionais, influenciadas pela nebulosidade e radiação solar incidente, aspectos do relevo e vegetação e principalmente pela dinâmica da circulação atmosférica nas diferentes estações do ano, provocam diferentes configurações locais na quantidade, distribuição, duração e intensidade de episódios de precipitações. Morretes, localizado no litoral do Paraná, apresenta os maiores índices pluviométricos, bem distribuídos nas diferentes durações e marcados por chuvas leves. Paranavaí, localizada no noroeste do Paraná, registra precipitações em quantidades menores, porém com maiores episódios de chuvas rápidas e moderadas. Guarapuava, localizada na região serrana do centro-sul do Paraná, apresenta índices intermediários de precipitações, bem distribuídas nas estações do ano e sob intensidade predominantemente moderada.

Referências

ALMEIDA, J.M.V.; SILVA ARAGÃO, M.R.; CORREIA, M.F.; BEZERRA, W.A. **Intensidades máximas de chuva no estado de Pernambuco: Período 1981-1987.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. A Meteorologia e o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.

BARBOSA, J.P.M. Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na Serra do Mar-Análise a partir de séries históricas de precipitação e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). **Caminhos de Geografia.** Uberlândia-MG, v. 8, n. 22, p. 72, 2007.

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, p. 221-229, 2008.

ELI, K.; PITZ, J.W.; NEVES, L.O.; HAVEROTH, R.; OLIVEIRA, E.C. Análise da distribuição da frequência de

precipitação em diferentes intervalos de classes para Rio Claro do Sul/SC. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16; p. 106-113, 2013.

ESPÍRITO SANTO JÚNIOR, C. **Atlas do Paraná: O uso de novas tecnologias.** Curitiba: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, 2008.

FERREIRA, D.B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões sul e sudeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

FERREIRA, R.C.; SIBALDELLI, R.N.R.; FARIAS, J.R.B.; ABI-SAAB, O.J.G.; MORAIS, H. **Variabilidade nas perdas de produtividade de soja em uma escala municipal em função de dados meteorológicos obtidos em diferentes localizações.** Trabalho apresentado ao XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Recife, 2014.

FRTZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; WREGE, M.S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Ra'ega-O Espaço Geográfico em Análise**, v.23, p. 555-572, 2011.

GENOVEZ, A.M.; ZUFFO, A.C. Chuvas intensas no Estado de São Paulo: estudos existentes e análise comparativa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.3, p.45-58, 2000.

GRIMM, A.M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A., *et al.* **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 259-275.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Monitoramento de Médias Históricas.** Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo = 1070>. Acesso em 01/06/2015.

LEITE, M.L.; ADACHESKI, P.A.; VIRGENS FILHO, J.S. Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, estado do Paraná, no período entre 1954 e 2001. **Acta Scientiarum**, v. 33, n. 1, p. 57-64, 2011.

LEITE, M.L.; ADACHESKI, P.A.; VIRGENS FILHO, J.S. Estudo da variabilidade da precipitação pluvial em municípios da região sul dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, p. 135-149, 2010.

MANOSSO, F.C. A produtividade de soja, trigo e milho e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana-PR no período de 1968 a 2002. **Geografia**, Londrina, v.14, n.1, 2005.

MEHL, H.U.; ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; DIDONÉ, I. A. Caracterizações de padrões de chuvas ocorrentes em Santa Maria (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.475-483, 2001.

MURTA, R.M.; TEODORO, S.M.; BONOMO, P.; CHAVES, M.A. **Estimativa da precipitação pluviométrica, por meio da distribuição Gama, para Itapetinga - BA.** In: XIII CBMET, 2004, Fortaleza. XIII CBMET. Campina Grande-PB: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.

PEREIRA, S.B.; FIETZ, C.R.; PEIXOTO, P.P.P.; SOBRINHO, T.A.; SANTOS, F.M. **Equação de intensidade, duração e frequência em Dourados-MG.** Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

ROCHA, L.M.; ROSISKA, J.R.; CARAMORI, P.H.; COSTA, A.B.; ZARO, G.C.; BORROZZINO, E.; RICCE, W.S. **Análise histórica da duração e volume de chuvas em Londri-**

- na-PR.** In: XI SBCG V SPEC - Variabilidade e Mudanças Climáticas: Estado da arte e perspectivas da interação sociedade natureza, 2014, Curitiba. XI SBCG V SPEC - Variabilidade e Mudanças Climáticas: Estado da arte e perspectivas da interação sociedade natureza, 2014.
- ROLDÃO, A.F.; SANTOS, J.G.; OLIVEIRA, L.A. Correlação entre as variáveis climáticas (altitude, temperatura e precipitação) na mesorregião sul e sudoeste de Minas Gerais-MG. **Revista Geonorte**, v.1, n.5, p. 515-525, 2012.
- SIQUEIRA, H.R. de; ALVES, G.F.; GUIMARÃES, E.C. Comportamento da precipitação pluviométrica mensal do Estado de Minas Gerais: análise espacial e temporal. **Horizonte Científico**, v.1, p. 1-21, 2007.
- VANHONHI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3/4, p. 49-63, 2008.
- VIEIRA, D.B.; LOMBARDI NETO, F.; SANTOS, R.P. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Mococa, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1215-1220, 1998.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation.** Disponível em: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_8_en-2012.pdf. Acesso em 01/12/2014.
- ZANELLA, M.E.; SALES, M.C.L.; ABREU, N.J.A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza/Ce. **Geosp - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 25, p. 53-68, 2009.

All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution License CC-BY.