
VARIABILIDADE SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO PARANÁ EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

SIQUEIRA, Beatriz - beatriz.siqueira09@hotmail.com
Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP

NERY, Jonas Teixeira - jonas@ourinhos.unesp.br
Universidade do Estado de São Paulo / UNESP

MARTINS, Guilherme - jgmsantos@gmail.com
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE

RESUMO: O objetivo deste trabalho consiste em estimar a variabilidade sazonal da precipitação na porção da Bacia do Paraná que pertence ao Brasil, uma extensa área, com solo fértil, que propiciou o desenvolvimento de diversas atividades agrícolas, como, por exemplo, a cafeicultura a partir do século XIX. Para tanto, trabalhou-se com 67 postos pluviométricos com dados em ponto de grade no formato NetCDF obedecendo ao critério de melhor localização e distribuição espacial para o período de 1970 a 2014. Os dados de precipitação foram submetidos à determinados parâmetros estatísticos: média, desvio padrão, coeficiente de variação, além da aplicação da análise tipológica de Cluster. Os resultados mostraram significativa variabilidade sazonal na área estudada, especialmente em sua porção central ou Centro-Sul do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: precipitação, variabilidade, NetCDF, Cluster.

SEASONAL VARIABILITY OF PRECIPITATION IN THE PARANÁ BASIN IN BRAZILIAN TERRITORY

ABSTRACT: The objective of this work is to estimate the seasonal variability of precipitation in the Paraná river basin, an extensive area of the Brazilian territory, with fertile soil, which allowed the development of several agricultural activities, such as coffee cultivation from the 19th century. In order to do so, we worked with 67 pluviometric stations with grid point data in the NetCDF format obeying the criterion of better location and spatial distribution for the period from 1970 to 2014. The precipitation data were submitted to certain statistical parameters: mean, standard deviation, coefficient of variation, in addition to the Cluster typological analysis. The results showed significant seasonal variability in the studied area, especially in its central portion or Center-South of Brazil

KEYWORDS: precipitation, variability, NetCDF, Cluster.

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL PARANÁ EN TERRITORIO BRASILEÑO.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es estimar la variabilidad estacional de la precipitación en la cuenca del río Paraná, una extensa área del territorio brasileño, con suelo fértil, lo que permitió el desarrollo de diversas actividades agrícolas, como el cultivo de café del siglo XIX. Para ello, trabajamos con 67 estaciones pluviométricas con datos de puntos de rejilla en el formato NetCDF, obedeciendo al criterio de mejor localización y distribución espacial para el período de 1970 a 2014. Los datos de precipitación se sometieron a determinados parámetros estadísticos: media, desviación estándar, coeficiente de variación, además de la aplicación del análisis tipológico de Cluster. Los resultados mostraron significativa variabilidad estacional en el área estudiada, especialmente en su porción central o Centro-Sur de Brasil

PALABRAS CLAVE: precipitación, variabilidad, NetCDF, Cluster.

VARIABILITÉ SAISONNIÈRE DES PRÉCIPITATIONS DANS LE BASSIN DE PARANÁ EN TERRITOIRE BRÉSILIE

RESUME: L'objectif de ce travail est d'estimer la variabilité saisonnière des précipitations dans le bassin fluvial du Paraná, vaste zone du territoire brésilien, avec un sol fertile, qui a permis le développement de plusieurs activités agricoles, telles que la culture du café du XIXe siècle. Pour ce faire, nous avons travaillé avec 67 stations pluviométriques avec des données de point grille dans le format NetCDF en respectant le critère de meilleure localisation et distribution spatiale pour la période 1970 à 2014. Les données de précipitation ont été soumises à certains paramètres statistiques: moyenne, écart type, coefficient de variation, en plus de l'analyse typologique de Cluster. Les résultats ont montré une variabilité saisonnière significative dans la zone étudiée, en particulier dans sa partie centrale ou centre-sud du Brésil.

MOT CLÉS: précipitation, variabilité, NetCDF, Cluster.

INTRODUÇÃO

A bacia intracratônica do Paraná se localiza na porção centro-leste da América do Sul (Figura 1) e abrange área de aproximadamente 1.500.000 km², dos quais cerca de 1.100.000 km² se encontram em território brasileiro. Possui forma ovalada, com semi-eixo maior a norte-sul, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozoica do continente (MILANI et al. 2007).

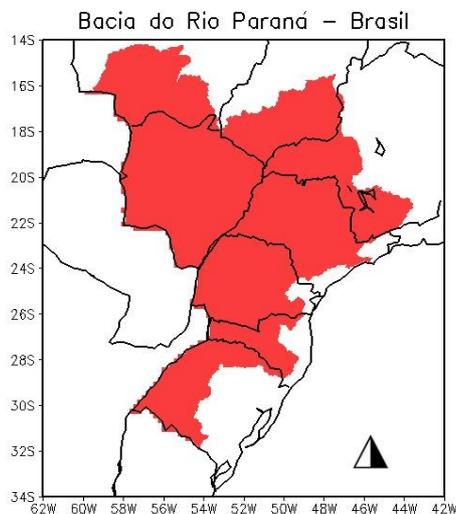


Figura 1 - Localização da área de estudo. Organização: Autores, 2018.

Abriga em seu depocentro um pacote sedimentar-magmático da ordem de 7.000 metros de espessura, incluindo alguns horizontes com características de rochas geradoras e outros com atributos de reservatório. O registro tectonoestratigráfico da bacia sugere a interação de fenômenos orogênicos nas bordas da placa Sul-Americana, com eventos epirogênicos marcados por épocas de subsidência, soerguimento e magmatismo no interior da placa (MILANI e RAMOS, 1998).

Apresenta significativa importância hidrogeológica no Brasil, em função de sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água contendo o maior volume de água doce em subsuperfície do País, com volume estocado de 50.400 km³ de água, (MMA, 2006).

Segundo Maack (1947), o nome da bacia é devido ao rio Paraná, que corre paralelo ao eixo maior da bacia na direção NNE-SSW, por cerca de 1.500 km até alterar a sua direção para o leste/oeste, cruzando o arco de Assunção e formando a fronteira entre o Paraguai e a Argentina (Bacia Chaco-Paraná).

A Bacia do Paraná comporta ainda importantes sistemas aquíferos, entre eles o Sistema Aquífero Guarani, do tipo poroso, confinado na maior parte de sua extensão e considerado um dos maiores mananciais subterrâneos do mundo; o Sistema Aquífero Serra Geral, do tipo fraturado, formado por rochas que constituem um dos mais expressivos derrames globais de lavas basálticas e o Sistema Aquífero formado por sedimentos das unidades geológicas Bauru e Caiuá (MMA, 2006).

As águas superficiais e subterrâneas da região da bacia têm uma importância estratégica. Abastecem o reservatório Itaipu Binacional, abrangem oito estados brasileiros e o Distrito Federal e contemplam a região mais industrializada e urbanizada do Brasil, com centros urbanos como São Paulo, a maior cidade da América Latina. Se consubstancia como a bacia de maior capacidade instalada de energia elétrica do País e a de maior demanda.

A área de abrangência da bacia em território brasileiro é caracterizada pela existência de diversos ciclos econômicos que dizem respeito à formação socioespacial do País, ou seja, a história, economia e política, além das diferentes fases de ocupação.

No século XVI, no início do processo de colonização, os portugueses já se estabeleciam em algumas localidades do estado de São Paulo, como Santos e São Vicente, onde cultivaram cana de açúcar. No século XVII, nesse mesmo lugar, os europeus deram início à atividade mineradora, que no século XVIII já havia se expandido para o interior do País, em direção a Minas Gerais e Mato Grosso.

Além da mineração, o século XVIII também foi marcado pela atividade pecuária, que se alastrou por todo o Centro-Sul do País. O século XIX teve a cafeicultura como "motor" da construção do espaço na área de abrangência da Bacia do Paraná, especialmente em São Paulo e no Paraná.

Hoje, há um grande consumo de água para o abastecimento da população, indústria e irrigação, atividades associadas à poluição orgânica e inorgânica (efluentes industriais e agrotóxicos) e que contribuem para a degradação da qualidade da água dos principais afluentes do trecho superior do rio Paraná.

A precipitação é um fator importante para a definição climática de qualquer área e determinante para a economia, principalmente em uma região tão extensa e diversificada como a Bacia do Paraná. É o principal mecanismo natural de restabelecimento dos recursos hídricos da superfície terrestre.

Em virtude de a água ser o componente principal na constituição dos organismos vivos, a distribuição temporal e espacial das precipitações é um dos fatores que condicionam o clima e estabelecem o tipo de vida de uma região. Sua importância reside na recarga dos mananciais hídricos superficiais e subsuperficiais de onde dependem as quantidades demandadas da água para consumo humano, doméstico, industrial, animal e rural (CALASANS, et al. 2008).

As precipitações têm também sua importância social, pois delas dependem muitos pequenos agricultores para sobreviverem no campo. Os grandes períodos de estiagens provocam a redução das reservas de água nos mananciais e dificultam a agricultura de subsistência, o que acarreta, inúmeras vezes, o êxodo rural (CALASANS et al. 2008).

Nas grandes cidades a precipitação ocorre, geralmente, em maior quantidade que no campo, devido à grande concentração de atividades antrópicas que propiciam um maior número de núcleos de condensação no meio urbano (LORANDI e CANÇADO, 2001).

As alterações antrópicas associadas a distribuição e variabilidade da precipitação também podem trazer consequências e, nesse caso, comumente negativas. A crescente intervenção humana no meio físico tem aumentado de forma substancial o grau de risco dos locais em relação a alguns episódios que podem se tornar desastres (NUNES, 2016).

Com base no que foi exposto acima, o objetivo do presente trabalho é estimar a variabilidade da precipitação na Bacia do Paraná por meio de determinados parâmetros estatísticos, como média, desvio padrão, coeficiente de variação e análise tipológica de Cluster, com o propósito de estruturar uma contribuição a respeito do regime de chuvas na área de estudo e auxiliar em pesquisas diversas que tenham esse elemento do clima como um condicionante do espaço geográfico.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados dados em ponto de grade, no formato NetCDF, um conjunto de dados disponível para a América do Sul, combinados de forma simples em campos diários de 1° e 2,5° (LIEBMANN e ALLURED, 2005).

Os dados em ponto de grade ajudam a melhorar a compreensão da variabilidade da precipitação espacial. A rápida variabilidade espacial e temporal da precipitação torna extremamente desafiador diagnosticar o componente regional em grande escala, ou seja, uma descrição precisa da precipitação é um requisito de primeira ordem para estudos de clima e validação de modelos (LIEBMANN e ALLURED, 2005).

Os campos em ponto de grade são feitos por meio de uma simples média aritmética de todas as estações disponíveis dentro de um raio específico de cada ponto de grade. Mais precisamente, a função de amostragem é a média de todas as estações dentro de um círculo de raio especificado no espaço do grau, com o mesmo peso para cada estação. Os pontos de grade com alta densidade de estação beneficiam-se da suavização espacial misturando numerosas observações individuais (LIEBMANN e ALLURED, 2005).

Esse conjunto de dados é público e o formato do arquivo é NetCDF, selecionado para compatibilidade entre plataformas e incorporação de coordenadas de grade e outros metadados úteis, disponível no site da Earth System Research Laboratory, através do link: http://www.esrl.noaa.gov/psd/people/brant.liebmann/south_america_precip.html.

Foram analisados dados de pluviosidade mensal e anual através de um conjunto de 67 estações distribuídas no período de 1970-2014 ao longo da Bacia do Paraná (Figura 2). A escolha para cada uma delas obedeceu ao critério de melhor localização e distribuição espacial.

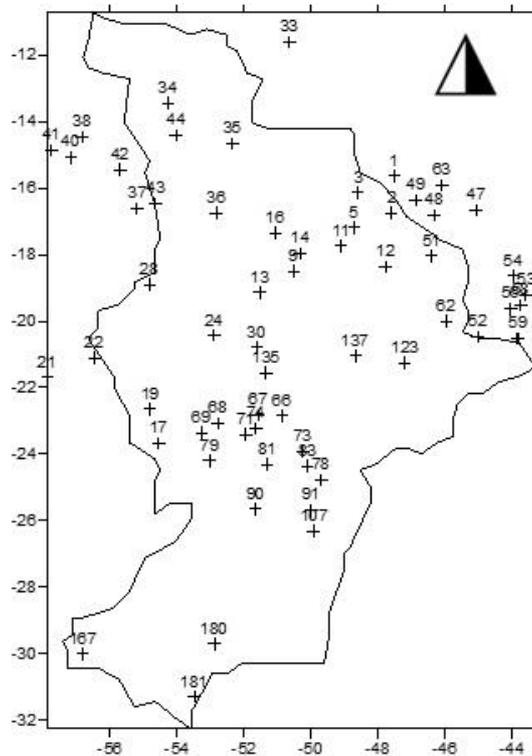


Figura 2 - Distribuição e localização das estações pluviométricas. Organização: Autores, 2018.

Por meio da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação (relação entre o desvio padrão e a precipitação do período estudado), traçaram-se isolinhas dos diferentes parâmetros estatísticos. Utilizou-se a análise tipológica de Cluster (EVERITT e GRAHAM, 1991; SANSIGOLO e NERY, 1998), que é uma técnica de análise de dados de caráter classificatório, que tem como finalidade a formação de classes, tipos de grupos, tão similares entre si quanto seja possível, partindo de um conjunto de dados multivariado.

Esta análise se baseia principalmente em achar as distâncias (medidas de proximidade ou semelhança entre os sujeitos) e procede mediante a divisão sucessiva da população total em subgrupos significativos. Os passos para esta análise são:

1. Achar a distância euclidiana métrica dos indivíduos das matrizes entre si, aplicando a expressão:

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

2. Construir as matrizes das distâncias obtidas.

3. Formar o primeiro subgrupo com o procedimento do vizinho mais próximo.
4. Achar as distâncias do subgrupo formado pelas duas matrizes (de menor distância), em relação aos outros indivíduos e formar uma nova matriz de distâncias aplicando a expressão:

$$d_{(ij)k} = \min(d_{ik}, d_{jk})$$

5. Formar o segundo subgrupo e achar as novas distâncias e matrizes (assim, sucessivamente, até que se classifiquem todas as matrizes).
6. Formar o dendograma correspondente aos resultados obtidos, na análise tipológica realizada.

Neste trabalho adotou-se o diagrama de bloco de Tuckey (1977) para estudar o conjunto de dados unidimensionais e analisar a evolução da distribuição e frequência da chuva. Tal metodologia expressa informações sobre os valores extremos, sua localização (média e mediana), escala (amplitude interquartil) e assimetria (diferença entre quartil e mediana).

Por meio da análise do diagrama de bloco de Tuckey (1977), a precipitação na Bacia do Paraná foi organizada em grupos, obedecendo à homogeneidade espacial identificada entre eles. Após a observação analítica desses grupos, a precipitação na Bacia do Paraná foi fragmentada em dois períodos distintos: período úmido e período seco, apresentados e caracterizados nos resultados e discussão do referido trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados pluviométricos foram submetidos à análise multivariada e os resultados organizados na Figura 3 representam o dendograma com seu respectivo corte. Por se tratar de uma análise subjetiva, o referido corte foi realizado levando-se em consideração o conjunto das séries utilizadas, resultando numa linha contínua na distância de vinculação 5.000.

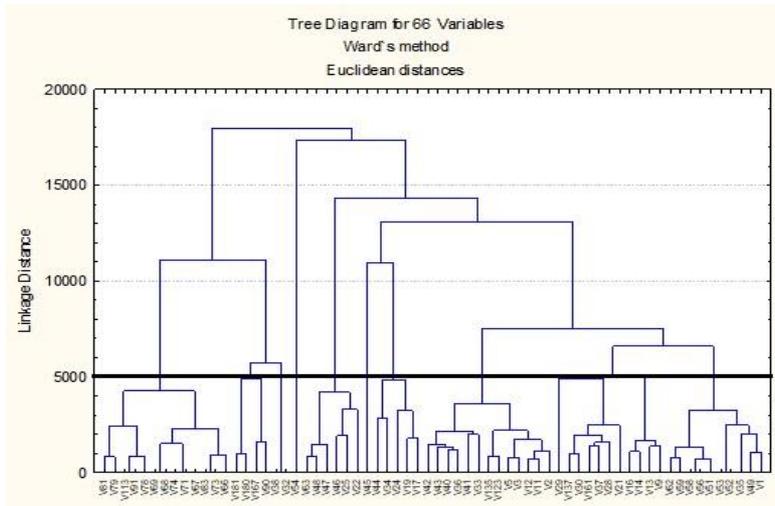


Figura 3 - Dendrograma das estações obtido por meio da análise multivariada. Organização: Autores, 2018.

A partir da análise multivariada, foram feitas classificações que resultaram em sete áreas homogêneas para a Bacia do Paraná (Método Ward), evidenciando a variabilidade significativa encontrada na área (Tabela 1 e Figura 4).

Tabela 1 - Agrupamentos a partir da análise multivariada de Ward, na bacia do rio Paraná.

GRUPOS	ESTAÇÕES CORRESPONDENTES
GI	35, 1, 49, 51, 62, 52, 59, 58, 53
GIIa	22, 30, 137
GIIb	63, 48, 47
GIII	9, 13, 14, 16
GIVa	34, 44
GIVb	24, 19, 17
GVa	38, 41, 40, 42, 37, 43, 36, 11, 5, 3, 2, 12
GVb	135, 123
GVI	69, 68, 79, 71, 74, 67, 66, 81, 73, 83, 78, 91
GVII	90, 167, 181, 180

Organização: Autor, 2018.

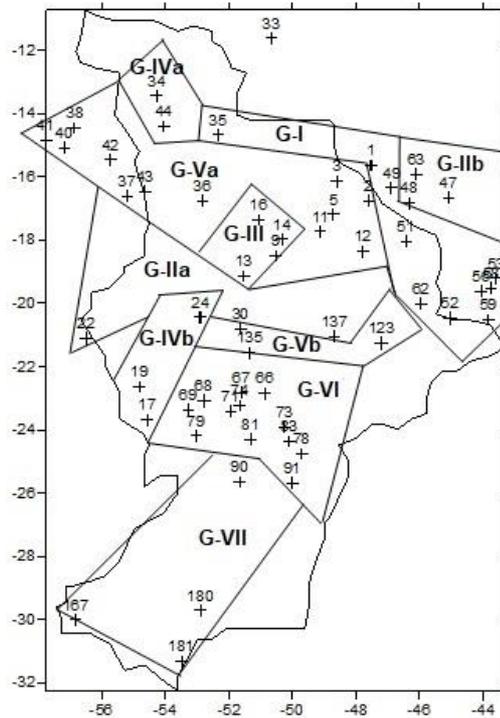


Figura 4 - Distribuição espacial dos grupos homogêneos de precipitação. Organização: Autor, 2018.

Os grupos I, Va e VI, respectivamente o sul dos estados de Goiás e Mato Grosso e oeste de Minas Gerais, norte do Mato Grosso do Sul e São Paulo e Paraná, são os que englobam maior número de estações pluviométricas, portanto, se consubstanciam em áreas mais uniformes, que baseadas na integração do território estudado, apresentam características mais uniformes no que diz respeito ao regime das precipitações.

A distribuição espacial dos grupos homogêneos permitiu definir áreas potenciais de disponibilidade de recursos hídricos, no entanto, é importante salientar que, além da pluviosidade, existem outros elementos que também integram e transformam a paisagem a serem considerados, como o relevo, o solo e a vegetação.

No que tange às precipitações, as áreas da Bacia do Paraná identificadas na Figura 4 como GI, GVa e GVI são as que apresentam maior potencialidade a recarga de recursos hídricos, afirmação comprovada com os valores encontrados para as médias anuais e para o respectivo desvio-padrão na área de estudo (Figuras 5 e 6). As áreas onde localizam-se os grupos I, Va e VI são as que apresentam as maiores médias anuais e os maiores desvios-padrão da precipitação.

Pode-se observar, por meio das médias pluviométricas do período (Figura 5), certa uniformidade no regime das chuvas na área estudada, com valores entre 1.300 e 1.600 mm. Os maiores volumes estão concentrados no extremo sul da bacia, sobre a região Sul do País e extremo norte da bacia, sobre a região Centro-Oeste do País.

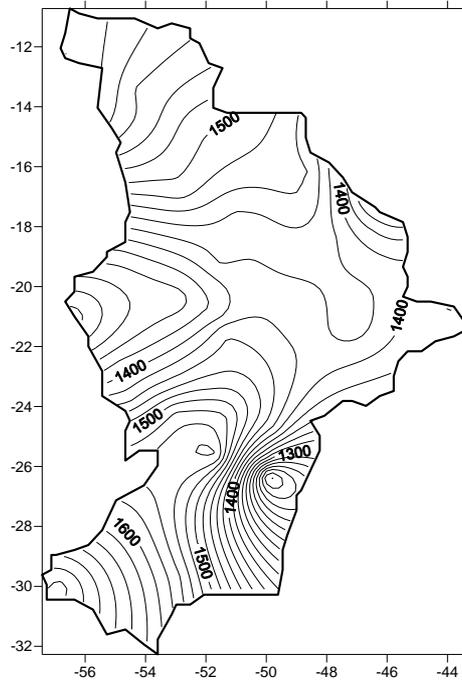


Figura 5 - Média da precipitação total anual (1970-2014). Organização: Autor, 2018.

A dispersão absoluta da precipitação média total anual está expressa na Figura 6. A variabilidade da área é identificada por meio dos valores de desvio-padrão que oscilam entre altos - 420 mm no extremo norte da bacia- e medianos -240 mm na porção mais central da bacia, ambas se consubstanciam como regiões de significativa variabilidade na Bacia do Paraná.

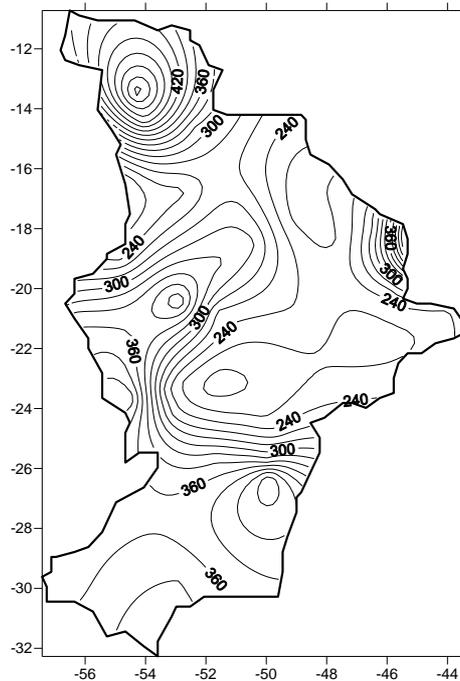


Figura 6 - Desvio-padrão da precipitação média total anual (1970-2014). Organização: Autor, 2018.

O extremo norte da bacia consiste, na maior parte, pela Região Centro-Oeste do País, caracterizada pelo clima tropical. Esse tipo de clima brasileiro possui invernos secos e verões chuvosos, com pluviosidade média anual em torno dos 1500 mm. Na estação do verão, a massa Equatorial continental (mEc) atua, no entanto, recua na estação do inverno para sua área de origem, a Amazônia Ocidental, dando lugar a massa Polar atlântica (mPa) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; MONTEIRO, 1964; SERRA e RATISBONNA, 1959).

O clima subtropical contempla o extremo sul da bacia, onde se localiza a Região Sul do País, sob influência direta da massa Tropical atlântica (mTa) e sujeito à interferência da mPa na estação do inverno, apresenta chuvas regulares e bem distribuídas ao longo do ano. Na estação do verão, essas chuvas são provocadas pela mTa, no inverno, a chegada da mPa ocasiona as chamadas chuvas frontais, devido ao encontro entre massas de ar de propriedades distintas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; MONTEIRO, 1964; SERRA e RATISBONNA, 1959).

Para expressar a relação percentual do desvio-padrão em relação à média utilizou-se o coeficiente de variação (Figura 7), que consiste em uma dispersão relativa. Os valores encontrados para o coeficiente de variação oscilam entre 20 e 80%, indicando grande variabilidade para a área de estudo, que não apresenta um padrão estabelecido entre homo ou heterogeneidade.

As maiores dispersões, entre 60 e 80%, estão concentradas entre os estados do Paraná e Santa Catarina, mais precisamente no nordeste e sudeste de ambos. As menores dispersões, entre 15 e 25% dominam o restante da bacia.

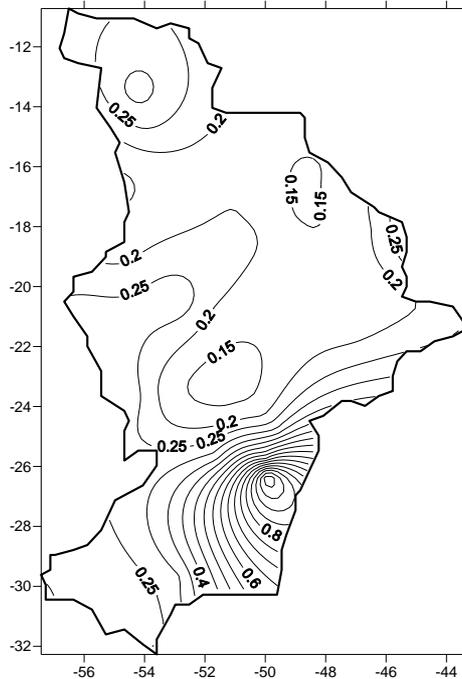


Figura 7 - Coeficiente de variação da precipitação total anual (1970-2014). Organização: Autor, 2018.

Diante de tamanha variabilidade, o regime de chuvas na Bacia do Paraná foi organizado em dois períodos distintos: o período úmido e o período seco. Analisando a Figura 8, que evidencia a variabilidade média da precipitação durante o período úmido da Bacia do Paraná, é possível constatar que a precipitação diminui de norte a sul, variando entre 1.000 e 500 mm.

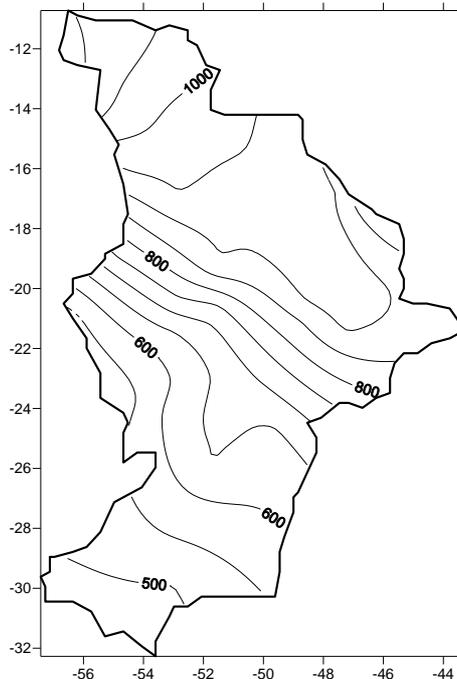


Figura 8 - Variabilidade da média da precipitação para os meses dezembro, janeiro, fevereiro e março (DJFM). Organização: Autor, 2018.

Essa variação da precipitação de norte a sul na bacia, está relacionada com a atuação das massas de ar no Brasil e indica, claramente, o caráter sazonal da precipitação no País. No extremo norte da área de estudo as chuvas são tropicais e convectivas, caem mais no verão, enquanto no extremo sul, são convectivas e frontais, e caem, principalmente no inverno.

Durante a estação do verão a mTc, quente, seca e associada à Baixa do Chaco pode trazer bastante chuva para a região Centro-Oeste do País, especialmente se sua atuação estiver vinculada à mEc, quente e úmida, formada na Amazônia Ocidental (região de baixa pressão) e que estende sua atuação para o Sul do Brasil durante o verão.

Além da mTc e da mEc, a mTa também pode incidir sobre o sul da Região Centro-Oeste do País. Essa massa de ar possui a Alta Subtropical do Atlântico Sul como centro formador e pode causar, no interior do continente, aumento da nebulosidade, neblinas e chuvas orográficas. Nos meses mais frios essa massa de ar preserva suas características por vários dias consecutivos (BORSATO e MENDONÇA, 2012).

A Figura 9, denota a variabilidade média da precipitação durante o período seco da Bacia do Paraná, quando a precipitação aumenta de norte a sul, entre 20 e 450 mm.

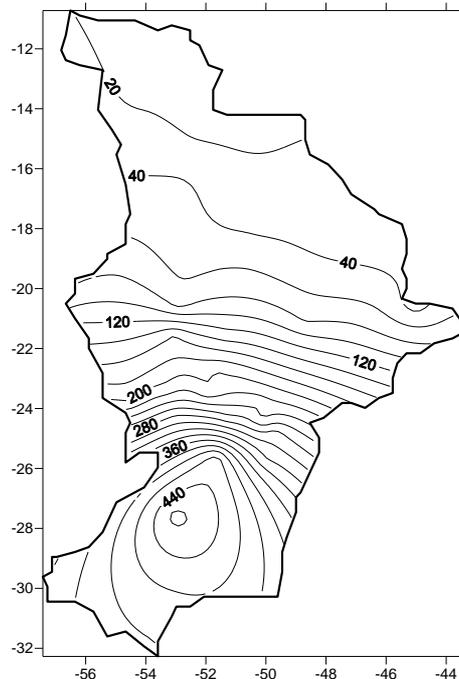


Figura 9 - Variabilidade da média da precipitação para os meses de junho, julho e agosto (JJA). Organização: Autor, 2018.

No extremo sul da Bacia do Paraná, na porção compreendida pela Região Sul do Brasil, as médias pluviométricas não sofrem muita variação do período úmido para o período seco, permanecem em torno dos 400, 500 mm, o que permite constatar certa regularidade no regime das chuvas. No extremo norte da bacia, os maiores volumes de precipitação estão concentrados no período úmido, em torno de 1.000 mm em contraste com os do período seco, entre 20 e 40 mm.

O período seco corresponde à estação do inverno no Brasil, quando a mPa e a mTa chegam no Centro-Oeste e Sudeste do País. A mPa possui em sua borda, no contato com os sistemas atmosféricos tropicais, extensas zonas de pressão relativamente baixa e intensa convergência, denominada frente polar (GALVANI e AZEVEDO, 2003).

Antes da chegada do ar polar, ocorre a passagem do sistema frontal, provocando condições de forte instabilidade e gerando chuvas antes, durante e depois da passagem da frente polar em várias localidades do Brasil, como todo o Sul do País e o estado de São Paulo, por exemplo (MONTEIRO, 1968, 1973; TARIFA, 1975).

CONCLUSÕES

A dinâmica atmosférica de uma região é consequência da circulação geral da atmosfera, das condições geofísicas regionais e locais, da estação do ano e de fenômenos extra regionais.

A Bacia do Paraná, devido a sua extensão territorial, apresenta uma dinâmica atmosférica com significativa variabilidade, que compreende diferentes estados e regiões do Brasil.

A análise fragmentada entre período úmido e período seco permitiu estruturar uma percepção totalizada do regime das chuvas na área de estudo: a porção sul, não sofre grandes oscilações do período úmido para o período seco, constituindo maior regularidade no regime das precipitações; a porção mais ao norte apresenta maior variabilidade, com contrastes significativos no volume das chuvas do período úmido para o período seco.

A área estabelecida mais ao sul do País e da bacia está sob influência da mTc e mTa na estação do verão e da mPa e mTa no inverno. O Centro-Sul do País e da bacia, está sob influência da mTc, mTa e mEc durante o verão e da mTa, mPa e mEc durante o inverno.

Essas massas de ar condicionam o regime da precipitação em todo o território brasileiro contemplado pela Bacia do Paraná, conferindo grande variabilidade climática à área estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F. A. A participação da massa tropical atlântica no estado do tempo no Centro-Sul do Brasil. *Revista Geonorte*, Manaus, v. 1, n. 5, p. 293-304, 2012. Número especial.

Caderno da Região Hidrográfica do Paraná / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 240 p.

CALASANS, N. A. R.; LEVY, M. C. T.; MOREAU, M. Interrelações entre clima e vazão. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. *Conceitos de bacia hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilhéus: Editus, 2008. p. 67-90.

COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS (CPRM). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. 2. ed. FEITOSA, A.C. e Filho (Coord); J.M. Fortaleza: [s.n.], 2000.

ESRL. Earth System Research Laboratory. Disponível em: http://www.esrl.noaa.gov/psd/people/brant.liebmann/south_america_precip.html. Acesso em: maio de 2018.

EVERITT, B.S.; GRAHAM, D. *Applied multivariate data analysis*. Edward Arnold, 1991.

GALVANI, E.; AZEVEDO, T.R. (2012) A Frente Polar Atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. *Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia – Departamento de Geografia / FFLCH / USP – Série TA – Texto 018* disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/lcb/az/TA018.pdf>, consultado em 07/05/2018.

LIEBMANN, B.; ALLURED, D. Daily precipitation grids for South America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 86, n. 11, p. 1567, 2005.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros Físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A. & CAMARGO, A. F. M. *Conceitos de bacias Hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilhéus: Editus, 2001.

MAACK, R. Breves notícias sobre a Geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v. 2, p. 63-154, 1947.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 35-37p.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas no domínio sulocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 527-544, 1998.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 15, n.2, p. 265-287, 2007.

MONTEIRO, C.A. de F. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. Revista Geográfica, T. 33, No. 61, p. 59-69, 1964.

MONTEIRO, C.A. de F. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil. Série Teses e Monografias, São Paulo: USP/Igeog, n.1, 1969.

NUNES, L. H. Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. Territorium, n. 16, p. 179-189, 2016.

SANSIGOLO, C. A.; NERY, J. T. Análise de fatores comuns e agrupamentos das precipitações nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10; CONGRESSO DA FILISMET, 7, Brasília, 1998. Anais... Brasília: SBMET, 1998.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As Massas de Ar da América do Sul: (PRIMEIRA PARTE). Revista Geográfica, T. 25, No. 51, p. 67-129, 1959.

TARIFA, J. R. Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo. Série Teses e Monografias, São Paulo: USP/Igeog, n.1, 1975.

TUCKEY, J. W. Exploratory data analysis. Reading, Mass., Addison-Wesley, 318p. 1977