



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA TRABALHOS DO EIXO 6: MUDANÇA, VARIABILIDADE E RITMO CLIMÁTICO



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CLASSIFICAÇÃO DE EPISÓDIOS DE PLUVIOSIDADE NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE: PANORAMA DE UMA SERIE DE DADOS PONTUAL DO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

ALINE FABIANE GONÇALVES DE OLIVEIRA¹
CARLOS HENRIQUE JARDIM²
NARO JÚNIO MARTINS DE FREITAS³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a distribuição e caracterização das chuvas no período compreendido entre 1997-2017 no município de Belo Horizonte (MG), a partir de dados obtidos junto à Estação Meteorológica do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (EMET/CDTN), em comparação com dados das estações da rede oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), visando identificar e analisar aspectos da variabilidade das chuvas e, ao mesmo tempo, aferir os dados da EMET/CDTN. Para isso recorreu-se às técnicas estatísticas de desvio-padrão, por meio da variação percentual da precipitação ao longo dos anos em relação à média, e à metodologia do Diagrama de Caixa (*BoxPlot*), considerando o valor da mediana para definir a normalidade e os desvios. Os resultados mostraram que a variação da precipitação foi aproximadamente uniforme durante o período analisado e com base nas análises foi possível classificar anos representativos em habitual, seco e chuvoso (respectivamente 2015, 2014 e 2009).

Palavras-chave: Chuvas; Variabilidade; Desvio-padrão.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the distribution and characterization of the rains between 1997-2017 in the city of Belo Horizonte (MG), based on data obtained from the Meteorological Station of the Nuclear Technology Development Center (EMET / CDTN), in comparison with data from the stations of the official network of the National Institute of Meteorology (INMET), aiming to identify and analyze aspects of rainfall variability and, at the same time, to measure EMET / CDTN data. For this, we used the standard deviation statistical techniques, through the percentage variation of precipitation over the years in relation to the average, and the methodology of the Box Diagram (Boxplot), considering the median value to define normality and deviations. The results showed that the variation in precipitation was approximately uniform during the analyzed period and based on analyzes it was possible to classify representative years in habitual, dry and rainy (respectively 2015, 2014 and 2009).

Keywords: Rain; Variability; Standard deviation

¹ Doutoranda Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear CDTN

² Doutor Universidade Federal de Minas Gerais UFMG

³ Graduando Centro Universitário de Belo Horizonte UNIBH



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

O conhecimento acerca das características e da variabilidade dos elementos climáticos de determinada localidade é importante, sobretudo por possibilitar melhor avaliação das potencialidades climáticas, colocando-se como ferramenta de apoio ao planejamento ambiental e questões de segurança.

Nesse sentido, o desenvolvimento de pesquisas frente a essa abordagem depende das características do objeto de estudo, sendo necessárias séries temporais de dados meteorológicos relativamente grandes (vários anos em sequência) para temáticas que envolvam a gênese, a variabilidade das chuvas, abastecimento hídrico etc., por exemplo, e sequências horário-diárias em se tratando de clima urbano. Monteiro (1973) defende recortes amostrais capazes de refletir o ritmo climático habitual e excepcional de determinada localidade, em consonância à dinâmica dos diversos sistemas atmosféricos atuantes (BARROS e ZAVATTINI, 2009).

A seleção de episódios para análise da climatologia local de Belo Horizonte tem por principal o objetivo separar anos que apresentem características semelhantes quanto a uma determinada variável, de forma que esses possam ser considerados como um grupo com características semelhantes e, posteriormente, eleger um padrão para representar cada grupo. Essa seleção faz-se necessária a partir de uma análise geral dos dados climáticos disponíveis, existindo várias técnicas para a referida análise conforme discute Silvestre et al. (2017).

Normalmente, os episódios são escolhidos pelos totais pluviométricos anuais, a partir de dados absolutos. A seleção por pluviosidade é comum, tendo em vista que esse dado é absoluto mantendo a característica absoluta do dado, em conformidade com o conceito de clima como sucessão habitual dos tipos de tempo de Sorre (1934).

O trabalho pioneiro realizado na abordagem da Climatologia Geográfica, com a seleção de episódios climatológicos, de autoria de Monteiro (1973), utilizando-se da técnica de anos-padrão, resultou em um atlas, no qual foi considerado o tratamento dinâmico das chuvas no estado de São Paulo. O autor definiu os valores totais anuais escalonados e após definição dos anos padrões analisou, concomitantemente, o máximo de elementos climáticos disponíveis.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tavares (1976) apresentou técnica de agrupamento para definir um padrão e analisar os dados de precipitação pluvial de Campinas referentes ao período de 1961 a 1970. Inicialmente, o autor agrupa os dados mensais de precipitação em períodos trimestrais, correspondendo às estações do ano civil e calcula a média para cada uma das estações do ano, para todos os anos da série. Posteriormente, considera o desvio percentual de cada estação em relação aos dados médios obtidos e calcula o coeficiente de similaridade multidimensional entre os desvios percentuais e organiza os resultados em formato de matriz à qual aplica uma técnica de agrupamento hierárquica por pares recíprocos.

Sant'Anna Neto (1990), em seu estudo sobre “O ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista”, utilizou as estações considerando o “ano civil” numa análise sazonal, para a definição de um padrão baseado na análise de dendrogramas e no coeficiente de variação. Primeiramente, o autor classificou todos os 20 anos de estudo referente ao período de 1967 a 1986 em cinco classes e, após as análises, o autor selecionou um ano para cada uma das três categorias de interesse como ano padrão: 1981 como o ano padrão habitual, 1983 como excepcionalmente chuvoso e 1985 ano padrão excepcionalmente seco.

Galvani e Luchiari (2005) apresentam a técnica de classificação baseada nos quartis do gráfico *BoxPlot* (Diagrama de Caixa) e introduz os percentis 5 e 95%, os quais separam os anos super-secos (0 a 5), dos 5% menores valores de precipitação, e super-úmidos (95 a 100), para os 5% maiores valores de precipitação para Piracicaba (SP) no período de 1917 a 1994. As demais categorias são definidas pelos intervalos entre os 1º. e 3º. quartis, ou seja, os percentis 25 e 75%, respectivamente.

Mais recentemente, Gomes et al. (2012) realizaram a definição de padrão para o estudo da gênese e dinâmica climática para o estado do Tocantins. Empregando cálculos estatísticos de tendência central e de medidas de dispersão (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) em séries históricas para seis estações localizadas em Tocantins e entorno, os autores definiram anos secos (2007, 1990 e 2003) e anos chuvosos (2009, 2008 e 2004).

Belo Horizonte, por sua localização geográfica, sofre a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais. Apresentando estações relativamente bem definidas, na qual atuam a Frente Polar Atlântica (FPA) e o anticiclone subtropical do Atlântico



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Sul e os sistemas convectivos associados ao aquecimento continental e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (ABREU, 1994).

Baseado nessas afirmações o objetivo deste trabalho foi compreender a variação da precipitação no município de Belo Horizonte (MG), abrangida pelo período entre 1997-2017, visando selecionar episódios representativos da climatologia local de Belo Horizonte, para a análise da variabilidade da chuva.

2. Metodologia

Foram utilizadas ferramentas estatísticas para seleção de episódios representativos do clima local. Os dados utilizados na pesquisa correspondem a série histórica entre os anos de 1997-2017 coletados e tratados no CDTN (os dados são fornecidos em formato de “txt” no bloco de notas e, posteriormente, foram transportados para o formato Excel e organizados e tabulados para tratamento), disponibilizados de hora em hora e coletados quinzenalmente, sendo em seguida agrupados por dia, mês e ano, considerando o ano hidrológico de julho a junho de cada período.

A torre meteorológica, localizada no CDTN, dispõe de um sistema automático de observações meteorológicas, operando em modalidade automática por meio de equipamentos desde setembro de 1996 (Figura 1). Este sistema está a 857 m de altitude em relação ao nível do mar, ponto de maior altimetria do terreno da UFMG que está localizado nas coordenadas UTM 608.050 E 7.802.451 N Datum WGS-84, fuso 23S ou 23K (Figura 2).

Figura 1 - Estação Meteorológica do CDTN





XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

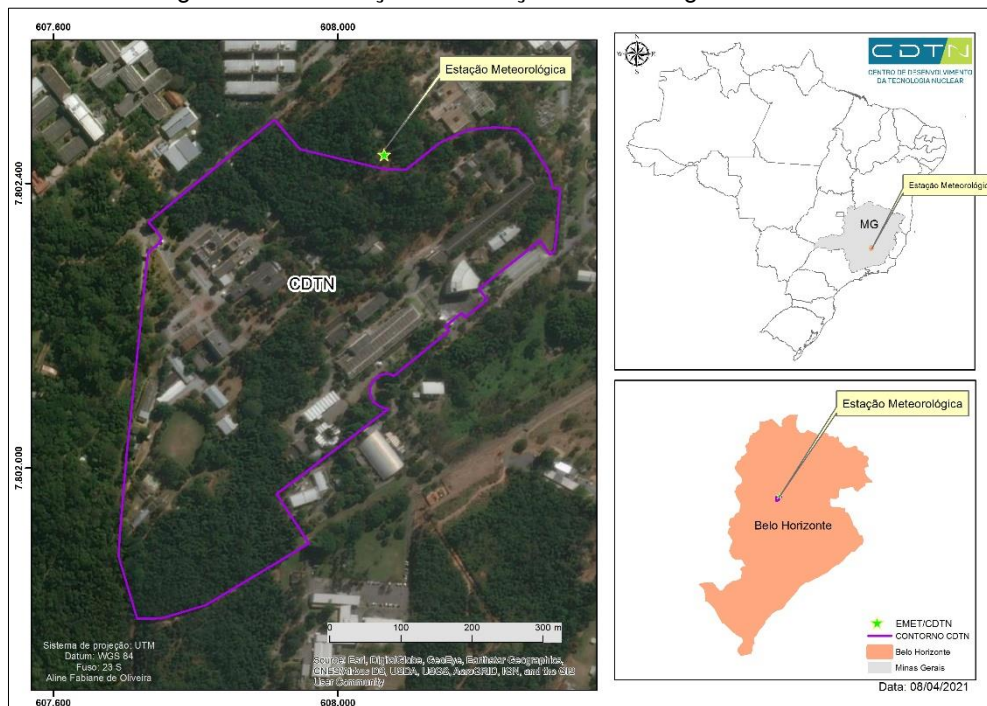
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021



Fonte: Acervo da autora.

Figura 2 - Localização da Estação Meteorológica do CDTN



Fonte: Núcleo de Pesquisa em Geotecnologias e Modelagem Ambiental



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Os cálculos da estatística bem como do acumulado de chuva e médias anuais e mensais da série histórica e gráficos foram feitos com auxílio do software Excel e Minitab17.

Nesta primeira aproximação sobre a variabilidade das chuvas na área de estudo, optou-se em trabalhar com os totais anuais de precipitação e também com distribuição mensal das chuvas. Primeiramente, utilizando-se de cálculos de medias e desvio padrão, empregou-se os percentuais de cada valor médio anual e mensal de precipitação. Os anos ou meses com totais anuais com desvios próximos de zero, ou seja, perto da média, foram considerados habituais ao passo que aqueles com grandes desvios, positivos ou negativos foram considerados como chuvosos e secos, respectivamente.

Os resultados obtidos a partir da análise dos desvios padrão e média dos dados da EMET/CDTN foram aferidos com duas estações meteorológicas da rede oficial do INMET, com uma série de 57 anos de dados entre 1961-2018 da estação de Belo Horizonte (Belo Horizonte, código OMM: 83587; -19.934382° e -43.952292° ; Altitude: 915.47 m) e o intervalo que se sobrepõe ao do CDTN de 20. Essa comparação teve a finalidade de validar a metodologia aplicada a séries mais curtas, como é o caso da série da estação meteorológica do CDTN. A identificação e classificação de padrões de chuva visou a obtenção de amostras de situações climáticas locais de Belo Horizonte, que serão utilizados em pesquisa posterior relativas à modelagem do clima local em situações de risco envolvendo vazamento de radionuclídeos.

Em seguida foi construído o gráfico *BoxPlot* ou diagrama de caixa. Para esse fim, os dados foram ordenados do menor para o maior valor e foi calculada a estatística resumo conhecida como quartis, que dividem o conjunto de dados em partes, sendo o primeiro quartil (Q1) para o qual 25% das observações situam-se iguais ou abaixo de seu valor, o segundo quartil (Q2), também conhecido por mediana para a qual 50% das observações são iguais ou situam-se abaixo dela, e o terceiro quartil (Q3), que separa 75% das observações iguais ou acima de seu valor. Os anos com totais anuais em (Q2) foram considerados habituais (Q2) chuvosos e (Q3) secos. A vantagem do *BoxPlot* é fornecer uma rápida visualização da distribuição dos dados ao longo do segmento temporal sob análise.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

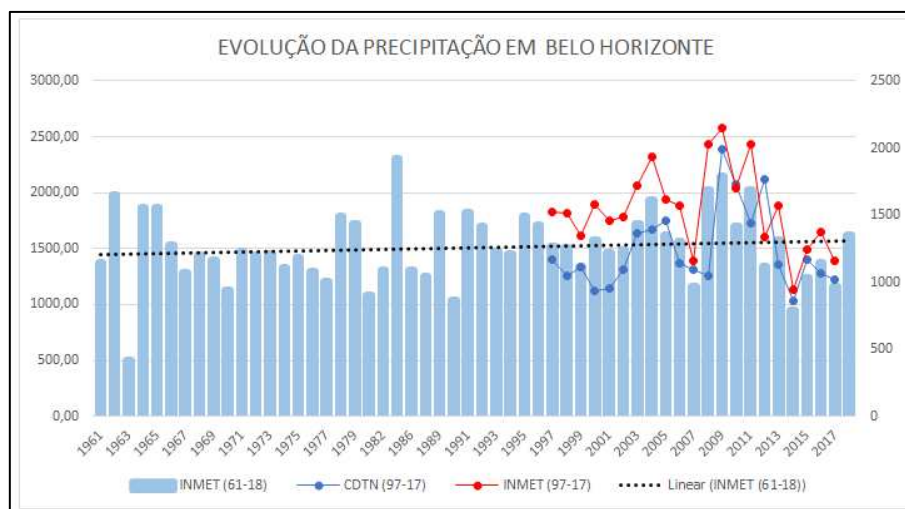
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3. Resultados e discussão

O Gráfico 1 apresenta a evolução anual da precipitação em Belo Horizonte, os valores de acumulo e desvio padrão para o período estudado (1997-2017) e período utilizado para acareação dos valores obtidos pela estação do EMET/CDTN (1961-2018). Pode-se observar que a precipitação pluvial média foi de aproximadamente 1489,11 mm, apresentando uma dispersão entre de 101,87 mm e 359,08 mm e variação de 23,9 %, com amplitude de até 1348,82 mm, aproximadamente.

Gráfico 1 - Evolução Interanual das chuvas



Fonte: Dados CDTN e INMET; elaborada pelo autor

A partir dos dados gerados pela EMET/CDTN durante 20 anos de observações, de 1997 a 2017, pode-se constatar que a região apresenta tendência similar na frequência de chuva, em comparação com a série de 57 anos de dados gerados pela estação do INMET Belo Horizonte, como pode ser observado no Gráfico I. Observa-se também a semelhança para o período de sobreposição da curva de dados.

Para o período analisado as observações obtidas em ambas as estações apresentaram concordância satisfatória na estimativa dos volumes de precipitação, onde a ínfima diferença nos valores pode ser atribuída a fatores geográficos, tais como a diversidade de topografia, as altitudes dominantes e a dinâmica local das massas de ar, somando-se a estes as localidades embora muito próximas, são diferentes, o que pode produzir diferenças



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

nos registros em termos de acumulado de chuva, ou seja, a chuva não se distribui uniformemente pelo espaço, comportando-se como uma variável discreta, consolidando a validação dos dados da EMET/CDTN.

Os valores médios de precipitação em torno da média (Gráfico 1) no intervalo estabelecido através dos dados da estação EMET do CDTN (1997-2017), representando os anos que excederam o valor médio de precipitação e os anos quando houve deficiência, tendo como referência o valor médio anual para o município de Belo Horizonte, corrobora com o resultado apresentado pelos desvios, onde também é possível observar que o ano com maior valor excedente para o período de estudo (1997/2017 EMET/CDTN) acima do valor médio foi 2009 e, abaixo de valor, o ano de 2014, e o ano com maior proximidade da média 2015.

Na compreensão dos anos com valores episódios representativos da EMET/CDTN e avaliando os diferentes comportamentos da precipitação, na Tabela 4 é possível observar a variabilidade interanual das chuvas para os dados da EMET/CDTN, com os maiores e menores valores máximos. Se observarmos na Tabela 4, o ano 2009 apresente maior valor excedente 956,5 mm, desvio padrão de 180,7 mm e uma média de 198,88mm/mês de precipitação, caracterizando-o como representativo do período chuvoso. O ano de 2014 com uma maior deficiência 393 mm, também caracterizado pelo seu desvio 101,87 mm que se encontra sobremaneira abaixo da média pode ser denominado como seco. Os resultados apresentados levaram em consideração a técnica dos desvios, sendo assim temos o ano de 2015, quando os valores se aproximam da média 1407,99 mm, classificado como habitual.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 4 - Resumo da análise estatística de medida central e dispersão anual dos dados

ANO	MINIMO	MÉDIA	MAXIMA	AMPLITUDE	DESVIO PADRAO	C. VARIAÇÃO	TOTAL ANUAL
1997	0,60	105,12	307,40	306,80	127,35	121,15	1406,29
1998	0,00	111,21	293,70	293,70	121,07	108,87	1261,40
1999	0,00	93,39	312,00	312,00	130,75	140,00	1334,50
2000	0,00	95,01	278,90	278,90	115,77	121,85	1120,69
2001	0,00	109,38	334,10	334,10	139,08	127,15	1140,11
2002	0,00	136,49	631,20	631,20	271,17	198,67	1312,59
2003	0,00	139,20	285,70	285,70	116,65	83,80	1637,90
2004	0,30	145,58	401,00	400,70	165,63	113,77	1670,40
2005	0,00	113,71	283,60	283,60	116,53	102,49	1746,99
2006	0,20	109,75	317,80	317,60	131,72	120,02	1364,50
2007	0,00	104,67	368,60	368,60	155,09	148,18	1317,01
2008	0,00	104,67	486,80	486,80	209,22	199,89	1256,00
2009	0,27	198,88	442,20	441,93	180,72	90,87	2386,50
2010	0,00	173,17	833,40	833,40	359,08	207,36	2078,00
2011	0,00	143,88	723,20	723,20	312,57	217,24	1726,61
2012	0,00	176,72	427,20	427,20	175,27	99,18	2120,69
2013	0,00	113,46	751,63	751,63	330,84	291,59	1361,51
2014	0,20	86,48	246,10	245,90	101,87	117,80	1037,70
2015	0,00	117,33	600,68	600,68	259,96	221,56	1407,99
2016	1,50	106,52	493,10	491,60	211,38	198,45	1278,20
2017	0,00	101,91	391,30	391,30	165,75	162,64	1222,90
Média (mm)	0,15	123,17	438,55	438,41	185,59	152,03	1489,11
Amplitude (mm)	1,50	112,40	587,30	587,50	257,21	207,79	1348,80
Ano Máximo **	2016	2009	2010	2010	2010	2013	2009
Ano Mínimo*	---	2014	2014	2014	2014	2003	2014

Fonte: Dados CDTN; elaborada pelo autor

O uso da técnica de representação do “BoxPlot” através do gráfico de intervalos, levando em consideração os desvios padrões individuais (Gráfico 22), possibilita a identificação de características da distribuição da precipitação anual de forma visual eficiente onde pode-se ver os resultados que reafirmam os encontrados pelo método de desvios.

Podemos observar que a distribuição da precipitação para os dados do INMET no mesmo período dos dados do CDTN (1997-2017) os valores estão distribuídos entre as máximas e mínimas de 944,1mm e 2151,5 mm enquanto os dados do CDTN s valores se encontram entre a mínima de 1037,7 mm e máxima de 2120,7mm.

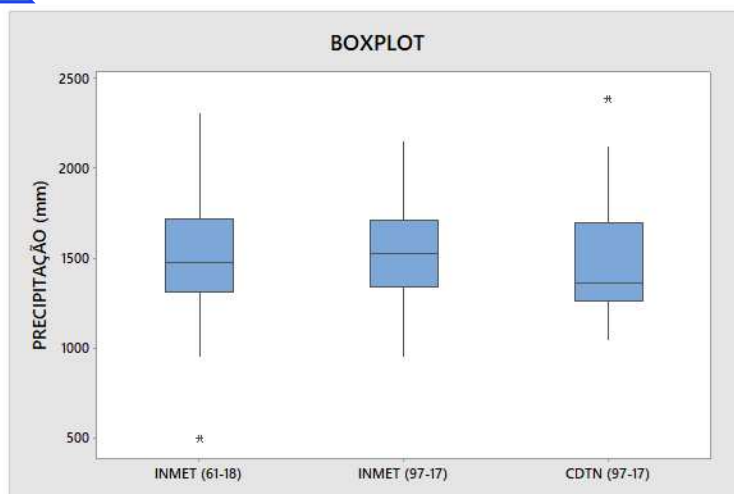
Gráfico 2 - Distribuição estatística com a técnica de *BoxPlot* dos dados anuais de pluviosidade



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021



Fonte: Dados CDTN, IMET; elaborado pelo autor

Em uma análise mensal dos dados, observa-se em ambas as estações (Gráfico 3) que não houve discrepância nas médias mensais de precipitação, observa-se também que não houve grande variação quanto à frequência das precipitações definido em dois períodos de seis meses, onde de outubro a março se concentram os maiores valores de precipitação e de abril a setembro os menores valores.

Notou-se que no mês de janeiro as precipitações entre 240 e 300 mm ocorreram com frequência similar ao longo dos anos. A precipitação de mês de fevereiro e março não variou significativamente, ocorrendo precipitações de 140-190 mm e 160-180 mm, respectivamente.

É evidente a diminuição do volume precipitado a partir do mês de abril até setembro, em ambas as estações, onde de acordo com os dados do INMET e CDTN temos uma variação na média das máximas de 28,66 mm, fato que pode estar associado a influência orográfica uma vez que a estação do INMET se encontra em maior altitude. Quanto ao valor médio das mínimas ambas as estações apresentaram um volume de 29,5 mm.

A evolução mensal da chuva (Gráfico 4 Gráfico 1) reforça o resultado apresentado pelos desvios, onde é possível observar que o mês de maior desvio padrão (dezembro) é também o mês mais com maior volume de precipitação, e o mês de julho com um menor volume e, embora a tabela I apresente o menor desvio para maio, julho obteve dentro do período estudado vários anos com valor de precipitação igual a zero, sendo este considerado o mês mais seco, ou menos chuvoso.

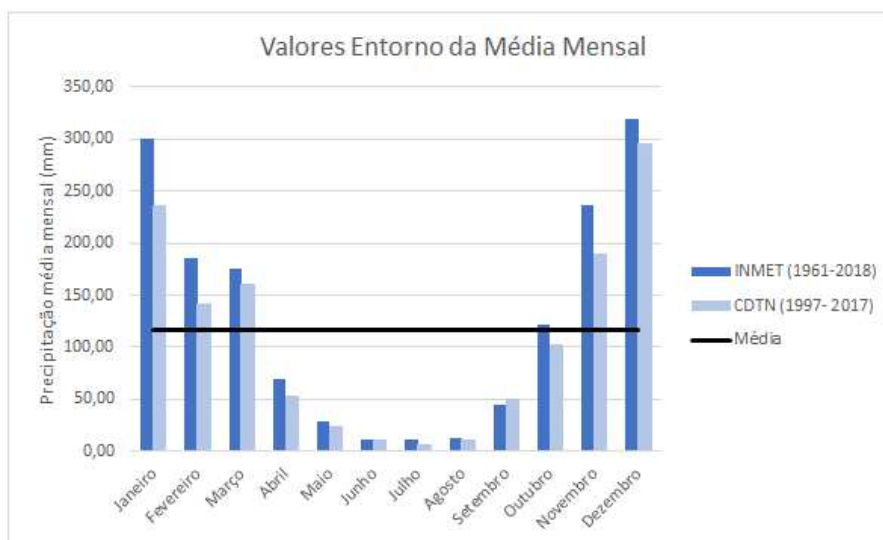


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

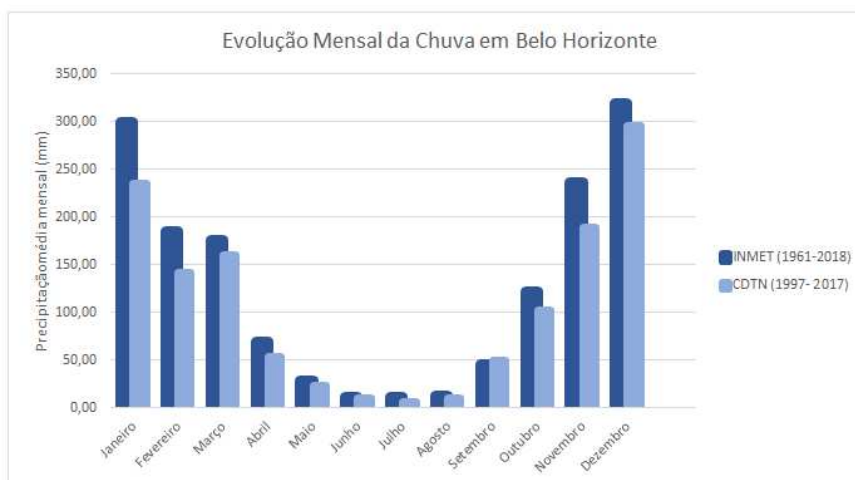
UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Gráfico 3 - Histograma dos valores das chuvas entorno da média mensal



Fonte: Dados CDTN, IMET; elaborado pelo autor

Gráfico 4 - Evolução Mensal das Chuvas



Fonte: Dados CDTN; elaborada pelo autor

A análise da pluviometria mensal da EMET/CDTN, baseada nas medidas estatísticas do conjunto de dados com informações sintetizadas na Tabela 5 apresenta os meses com maior pluviosidade e menor pluviosidade no período estudado. É possível observar a variabilidade mensal das chuvas com contrastes acentuados, com maior desvio padrão 227,16 mm em dezembro, mês que também representa a maior pluviosidade. O menor desvio



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de 12,80 mm foi registrado em julho mês de menor pluviosidade, também. O mês com valor tido para este trabalho como habitual e mais bem traduzido em outubro onde temos profusos valores próximo a média. Os valores do coeficiente de variação evidenciam a heterogeneidade dos dados.

Tabela 5 - Resumo da análise estatística de medida central e dispersão mensal dos dados

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1997	351,30	97,90	89,70	117,30	39,10	29,80	0,60	1,30	145,50	70,81	155,59	307,40
1998	228,71	214,20	18,70	51,10	66,40	1,10	0,00	1,30	47,60	130,60	92,40	133,40
1999	123,70	147,00	221,50	31,90	4,60	0,50	0,90	0,20	29,40	57,40	221,00	254,81
2000	294,99	117,20	98,50	43,40	2,90	0	3,50	18,30	55,80	40,50	257,90	278,91
2001	186,61	55,00	150,80	60,50	32,30	0	11,80	22,20	2,70	169,40	198,70	334,11
2002	253,40	207,00	74,39	20,00	18,90	0	8,20	2,70	75,20	43,00	177,20	434,90
2003	831,20	101,80	112,50	32,70	18,50	0	0,00	2,90	15,90	26,50	144,10	204,00
2004	75,80	285,70	108,60	75,00	16,60	15,30	36,70	52,00	88,70	140,70	229,40	370,10
2005	390,90	201,10	151,00	52,00	34,10	0,30	0,00	5,90	154,20	47,50	258,40	283,60
2006	182,30	104,80	266,00	30,20	29,30	2,30	2,50	12,40	0,70	89,20	64,50	144,00
2007	290,90	151,00	142,69	58,90	6,80	0,70	8,50	0,00	1,80	101,70	111,40	214,80
2008	442,20	218,00	369,80	164,20	4,40	9,60	0	43,60	134,80	53,50	341,20	833,40
2009	381,2	190,8	297,8	65,6	19,6	23	0	36,8	57,6	463,2	143,8	723,2
2010	209,6	105,4	261,2	49,8	26	1,4	0	0	69,2	204,02	427,2	292,2
2011	296,2	80,14	314,71	34,94	0	8	0	0	1,4	221,5	243,6	751,63
2012	424,5	51,44	310,83	45,27	63	7,52	0	0	31,71	58,11	394,8	59,23
2013	327,7	93,16	190	139,2	64,6	3	0	0,3	42	179,3	188,2	600,68
2014	58,90	58,80	96,70	180,00	0	6,20	0	0,20	1,80	86,80	193,30	126,00
2015	63	342,2	181,8	65	72	6,2	15,2	0	55,2	61,8	195,8	156,2
2016	348,40	181,90	117,40	61,60	0,10	116,20	2,40	1,50	97,90	126,40	292,50	493,10
2017	137,00	125,50	68,10	43,10	32,70	21,50	0	0	39,10	142,70	197,60	289,40
Média	271,36	149,05	173,46	66,27	26,28	12,03	6,59	9,60	54,68	119,74	215,65	340,05
Desvio padrão	143,75	76,99	97,00	41,02	23,48	25,38	12,80	15,91	47,65	97,16	92,10	227,16
Mínimo	58,90	51,44	18,70	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	26,50	64,50	59,23
Máximo	631,20	342,20	369,80	164,20	72,00	116,20	36,70	52,00	154,20	463,20	427,20	833,40
Amplitude	572,30	290,76	351,10	144,20	72,00	116,20	36,70	52,00	153,50	436,70	362,70	774,17
coef. Variação	52,97	51,65	55,92	61,89	89,33	211,00	194,32	165,71	87,15	81,14	42,71	66,80

Fonte: Dados CDTN; elaborada pelo autor

O uso da técnica de elaboração e representação do “BoxPlot” através do gráfico de intervalos levando em consideração os desvios padrões individuais, possibilitou a identificação de características da distribuição da precipitação para cada mês do ano durante o período de estudo para a estação (Gráfico 55Gráfico 5).

Observa-se que a maior concentração de chuvas desta categoria é registrada no período entre outubro e março. Este resultado não surpreende uma vez que se trata do período da estação chuvosa. As chuvas de outono e inverno são fracas e ocorrem predominantemente associadas à passagem de sistemas frontais. Durante a estação seca



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

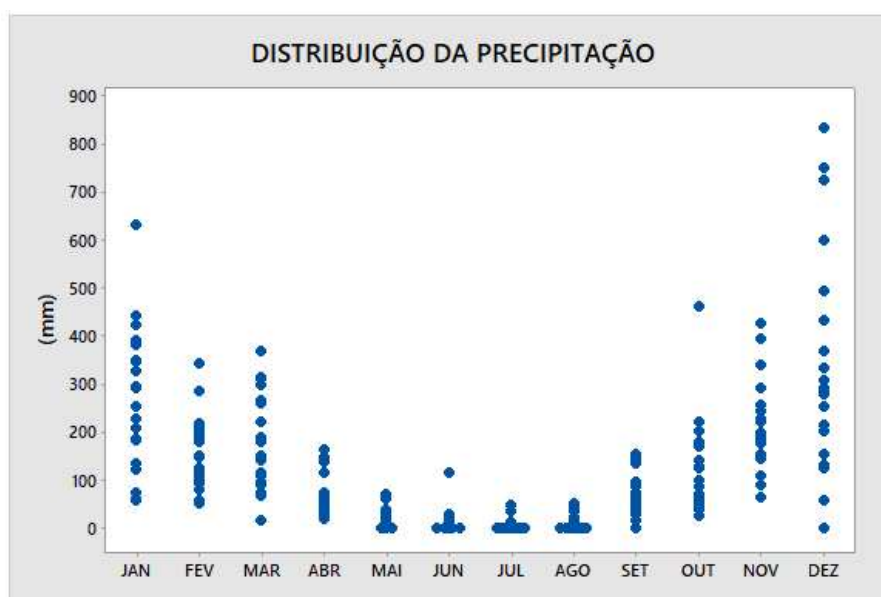
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

observa-se que não há ocorrência de chuvas intensas e o mês de julho registra os menores valores de precipitação.

No geral, o conjunto dos dados destacaram as características pluviométricas do município de Belo Horizonte, dos climas tropicais, com período chuvoso alternado por período seco.

Gráfico 5 - Comportamento da distribuição estatística dos dados mensais de pluviosidade



Fonte: Dados CDTN; elaborado pelo autor

A estação mais chuvosa de acordo com alguns autores deve-se à ocorrência da atividade convectiva local e a atuação de diversos sistemas atmosféricos (sistemas frontais, Linhas de Instabilidade-LI, complexos convectivos de mesoescala-CCM, convecção tropical-CV, Zonas de Convergência de Umidade e do Atlântico Sul-ZCOU/ZCAS) o que contribui para a precipitação (ABREU, 1998; REBOITA et al., 2010; MARENGO et al., 2012).

As estações do INMET são referências de estudos climáticos em todo o Brasil e de acordo com INMET (2017) os períodos de maiores e menores pluviosidades climatológicas mensais para o município de Belo Horizonte, baseado nas médias mensais acumuladas e calculadas para o período de 1961-2018, indicam o mês onde se registra o maior acúmulo de precipitação, ou seja, o mês mais chuvoso em dezembro com 333 mm e com 11 mm de precipitação julho como o mês mais seco ou menos chuvoso, corroborando assim com os



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

resultados discutidos acima obtidos da EMET/CDTN e embasado a qualidade da representatividade dos dados.

4. Considerações finais

Este trabalho apresentou uma caracterização dos episódios representativos da precipitação em Belo Horizonte, no período de 1997 a 2017. Para tanto, foram utilizados dados da estação meteorológica do CDTN em Belo Horizonte – MG em comparação com uma série de 57 anos de dados do INMET (1961-2018). Em termos anuais foi possível inferir anos representativos de pluviosidade habitual (2015), excessivo ou chuvoso (2009) ou escasso/seco (2014) para o período estudado o que corrobora com estudos anteriores, uma vez que este estudo se iguala a resultados apresentados pelo INMET.

Procedendo os valores médios mensais, os meses entre novembro e março registram os maiores índices pluviométricos e maior número de dias chuvosos. Sendo dezembro o mês mais chuvoso (média de 340,05 mm) e o mês de julho como o mais seco (média de 6,59 mm).

Observa-se a ocorrência de duas estações, uma chuvosa e outra seca, de duração aproximada de seis meses, nitidamente distintas. A concentração de chuvas em determinados meses do ano (notadamente o verão) é um traço comum às regiões de clima tropical, sendo os meses de inverno habitualmente secos. A análise, embora realizada com dados pontuais, possibilitou relacionar os episódios representativos e realizar um agrupamento de classe baseado na pluviosidade da área estudada.

Segundo Moreira (2002) isso ocorre em virtude da localização geográfica e influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais onde tem-se duas estações bem marcadas, inverno seco, em que a FPA e o ASAS atuam e verão chuvoso, em que os sistemas convectivos associados ao aquecimento continental e a (ZCAS) predominam. Fenômenos de escala global (El Niño e La Niña) também influenciam na variabilidade das chuvas.

No período de janeiro de 1997 a janeiro de 2018 foram registrados eventos de chuvas acima da média anual como o ano de 2002 classificado como mais chuvoso. Esses eventos coincidem com a ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul e, ao mesmo tempo, o reconhecimento das ocorrências de ZCAS revelou que elas se dão nos meses de maior



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

persistência da precipitação em Belo Horizonte (ZCAS), apontados no Boletim Climanálise (CPTEC, 2016).

5. Referências

ABREU, M. L., QUADRO, M. F. **Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte, MG, 1994, v. 2, 620-623.

ABREU, M. L. **Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul**. GEONOMOS, v.8, n.2, p.17-22, 1998.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. **Bases conceituais em Climatologia Geográfica**. Mercator, ano 8, n. 16, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Centro de previsão de tempo e estudos climáticos**. Previsão do tempo. [S.l.]: CPTEC, 2016. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: abril de 2020.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. **Crêterios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido**. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. São Paulo: FFLCH/USP, 2005.

GOMES, L. P. O; SILVA, A. A.F; SOUZA, L. B. **Notas sobre a seleção de anos-padrão para o estudo da gênese e da dinâmica climática no estado do Tocantins: aspectos metodológicos a partir da inclusão do critério espacial**. Geonorte, Manaus, v.1, n.5, p. 628-641, 2012.

MARENGO, J. A.; LIEBMANN, B.; GRIMM, A. M.; MISRA, V.; DIAS, P. L. S.; CAVALCANTI, I. F. A.; CARVALHO, L. M. V.; BERBERY, E. H.; AMBRIZZI, T.; VERA, C. S.; SAULO, A. C.; NOGUES-PAEGLE, J.; ZIPSER, E.; SETH, A.; ALVES, L. M. **Review recent developments on the South American monsoon system**. International Journal of Climatology, v. 32, n. 1, p.1-21, jan. 2012.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: IGEOG, 1973.

MOREIRA, J. L. B. **Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e em seu entorno. 2002**. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p.185-204, jun. 2010.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. 1990.** 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVESTRE, M.R; SANT'ANNA NETO, J. L. FLORES, E. F. **Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica.** Revista Formação, n.20, volume 2 – p. 23-53, São Paulo, 2017.

SORRE, M. **Objeto e método da climatologia. In: Traité de Climatologie Biologique et Médicale.** Tradução de José Bueno Conti. Paris: M. Piery Masson et Cie Éditeurs, 1934. Vol. 1, p.1-9. Original em francês.

TAVARES, A. C. **Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica.** Geografia, v.1, n.1, p.79-87, 1976.