

PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA ZONA URBANA DE PAU DOS FERROS– RN

Wesley de Oliveira Santos ¹
Manoel Januário da Silva Júnior ²

RESUMO

A cidade de Pau dos Ferros, no estado do Rio Grande do Norte, está localizada dentro do semiárido mais chuvoso da Terra, apresentando índice pluviométrico médio anual de 772 mm (1911-1990). Há uma elevada variabilidade espacial e temporal, pois boa parte desta chuva ocorre no primeiro semestre, especialmente desde fevereiro até maio, sendo que, em alguns anos, isto pode não acontecer, caracterizando as secas. A fim de determinar a caracterização pluviométrica deste município, foram utilizados os dados disponibilizados pela EMPARN em um período de trinta anos observados, de 1987 a 2016, sendo que, a partir de 2014, devido a falhas de dados, foi aplicado o método da ponderação regional para preencher tais falhas e completar a série, utilizando-se, para tanto, dados de até oito postos pluviométricos vizinhos. A partir desses dados da EMPARN, foi possível aplicar a estatística descrita por meio do cálculo das medidas centrais e de dispersão, bem como sua distribuição de frequência, utilizando-se para tanto planilhas no software Excel. Também foi possível obter uma média do número de dias do ano que apresenta registro de precipitação (igual ou maior a 1 mm). A maioria dos anos apresentou chuva abaixo da média calculada para o período, que foi de 695,4 mm. O número de dias com registro de precipitação por ano foi igual a 52, dos quais 36 no período chuvoso, sendo que na maioria dos anos esse número ficou abaixo da média tanto na quadra chuvosa quanto no ano.

Palavras-chave: Clima, Estatística descritiva, Semiárido.

INTRODUÇÃO

Segundo Galvão e Jatobá (2016), “O clima é um dos elementos do quadro natural que mais influências exercem sobre os demais componentes físico-geográficos das paisagens de áreas continentais emersas e também sobre a sociedade, particularmente nos espaços rurais e urbanos”.

As precipitações consistem em qualquer fenômeno relacionado à queda de água das nuvens sobre a superfície terrestre, que incluem a chuva (mais comum), granizo (pedras de gelo) e neve (mais rara) (AQUINO, 2010). Para que elas possam ocorrer, é necessário que as condições atmosféricas estejam favoráveis, como umidade alta e calor suficiente para que o

¹ Professor do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Câmpus Pau dos Ferros, wesley.santos@ufersa.edu.br;

² Professor do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Câmpus Mossoró, mjanuario@ufersa.edu.br;

vapor de água atinja seu ponto de saturação na alta atmosfera e se condense, formando as nuvens.

Além de sua importância, a precipitação é um fenômeno meteorológico que apresenta maior variabilidade tanto espacial quanto temporal. São consideradas essenciais à manutenção da vida no planeta Terra, seja ela animal ou vegetal, constituindo parte do ciclo hidrológico (UFCG, 2008).

As precipitações também são importantes na economia, em especial para a agricultura, pois mantêm a produtividade das lavouras, além de servirem para “o dimensionamento dos sistemas de drenagem, de barragens, pontes e outras estruturas hidráulicas, o planejamento da conservação dos solos e do manejo da irrigação, etc” (UESC, 2017).

Apesar de importantes, as precipitações podem causar transtornos desde enchentes e deslizamentos de terra quando em excesso a secas e queimadas quando em falta, além de perdas nas lavouras agrícolas, em ambos os casos (AQUINO, 2010).

Localizado em uma região de clima semiárido, Pau dos Ferros-RN é um município vulnerável à ocorrência de secas periódicas. As precipitações que caem sobre a cidade, além de concentradas em poucos meses do ano, não são uniformes, ou seja, são comuns as variações no volume entre diferentes pontos da cidade (espacial), assim como a hora e intensidade em que ocorrem as precipitações (temporal).

As irregularidades de precipitação são prejudiciais, principalmente em locais próximos, dentro de uma mesma cidade ou entre dois municípios próximos, comprometendo a recarga dos recursos hídricos e, conseqüentemente, o abastecimento de água, além de afetar a produção agrícola. Assim, essa variabilidade em diferentes pontos da cidade torna-se essencial à tomada de decisões e à elaboração de projetos ambientais.

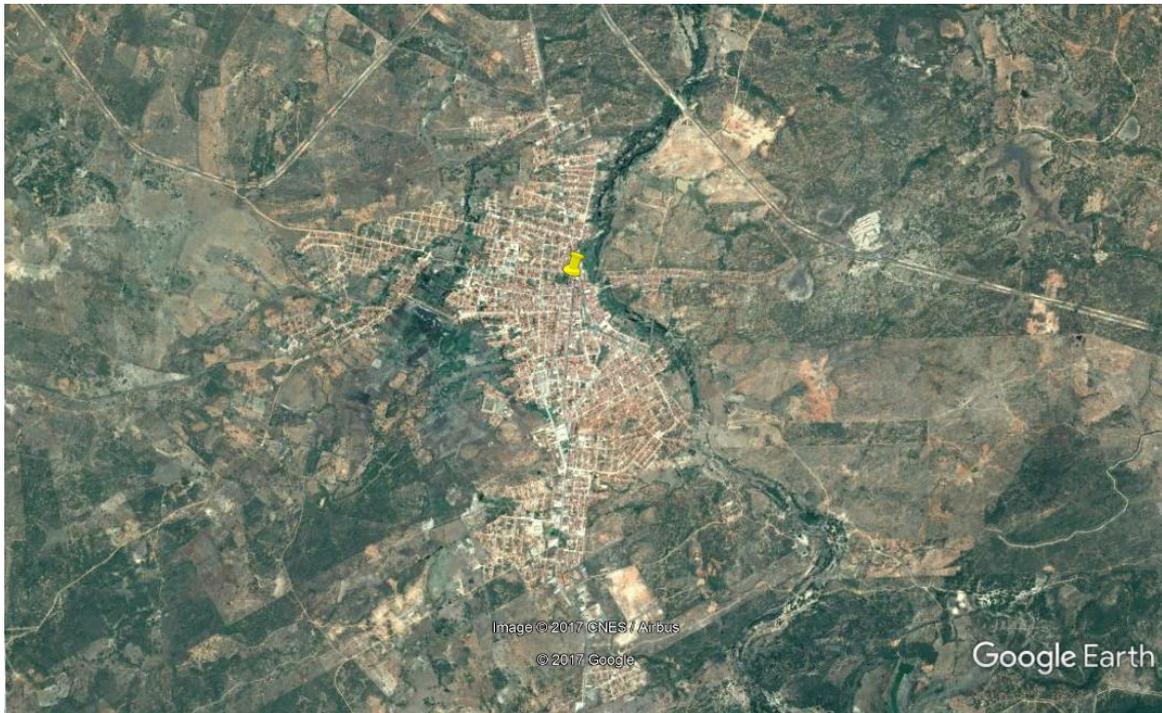
Este trabalho objetivou analisar as variações no regime pluviométrico de Pau dos Ferros-RN nos últimos trinta anos, bem como a frequência das chuvas durante este período, utilizando-se a série histórica da EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte.

METODOLOGIA

Foram utilizados dados de precipitação diários coletados no posto pluviométrico gerenciado pela EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, no período de 1987 a 2016. Este posto está localizado no centro (figura 1), mais especificamente

na Rua 13 de Maio (latitude de 6°6'32,33'' S e longitude 38°12'22,93'' O e altitude de 194 metros), cujo pluviômetro é do tipo Ville-de-Paris, de propriedade particular.

Figura 1 - Localização do posto pluviométrico monitorado pela EMPARN na zona urbana de Pau dos Ferros



Fonte: Google Earth. Adaptação do autor (2017).

Utilizando-se a planilha do software Excel, os dados do posto foram tabulados para em seguida ser determinada a distribuição de frequência. Em virtude da existência de falhas a partir do ano de 2013, foi necessário preenchê-las usando, através do Excel, o método da ponderação regional, dado por:

$$P_y = \frac{\bar{P}_y}{n} \left(\frac{P_{x_1}}{\bar{P}_{x_1}} + \frac{P_{x_2}}{\bar{P}_{x_2}} + \dots + \frac{P_{x_n}}{\bar{P}_{x_n}} \right) = \frac{\bar{P}_y}{n} \sum_{i=1}^n \frac{P_{x_i}}{\bar{P}_{x_i}} \quad (1)$$

Em que: P_y é o dado do posto com falha a corrigir, n o número de postos a serem usados, $\{P_{x_1}, P_{x_2}, \dots, P_{x_n}\}$ os dados diários dos postos pluviométricos vizinhos e $\{\bar{P}_y, \bar{P}_{x_1}, \bar{P}_{x_2}, \dots, \bar{P}_{x_n}\}$ as médias de cada um desses postos, calculadas para um período de pelo menos dez anos de observação.

Para o preenchimento foram utilizados dados de até sete postos pluviométricos próximos, dos quais seis monitorados pela EMPARN (Água Nova, Doutor Severiano, Encanto, Francisco Dantas, Rafael Fernandes e São Francisco do Oeste) e um pela FUNCEME (Ererê).

Por meio da estatística descritiva foi possível determinar a distribuição de frequência de anos secos, normais ou chuvosos, e determinar as medidas centrais e de dispersão (média, mediana, moda, variância e o desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os acumulados de precipitação observados no período de trinta anos, de 1987 até 2016, tanto no período anual quanto no período chuvoso (fevereiro-maio), bem como a classificação (categoria) da precipitação pelo método dos quantis observada nos dois casos.

Tabela 1 Acumulados do período chuvoso e anual pelo método dos quantis

Ano	Acumulado		Categoria	
	Período chuvoso	Ano	Período chuvoso	Ano
1987	506,8	600,7	Seco	
1988	571,2	707,4	Normal	
1989	623,5	964,2	Normal	Chuvoso
1990	279,1	332,9	Muito seco	Muito seco
1991	527,6	577,5	Normal	Seco
1992	458,3	612,4	Seco	
1993	155,9	212,6	Muito seco	Muito seco
1994	657,6	811,2	Normal	
1995	639	762,1	Normal	
1996	768,4	935	Chuvoso	
1997	538	692,8	Normal	
1998	193,2	279,2	Muito seco	
1999	471,1	666,8	Seco	Normal
2000	714,3	994,8	Chuvoso	
2001	393,8	521,2	Seco	
2002	607,8	949,8	Normal	Chuvoso

2003	612,3	770,5	Normal	
2004	700,6	1225,1	Chuvoso	Muito chuvoso
2005	379,6	486,2	Seco	Muito seco
2006	786,9	859,7	Chuvoso	Normal
Ano	Acumulado		Categoria	
	Período chuvoso	Ano	Ano	Período chuvoso
2007	593,4	665,4	Normal	
2008	922	1235	Muito chuvoso	
2009	764,2	1031,6	Chuvoso	
2010	346,4	531,2	Muito seco	Seco
2011	467,6	883,8	Seco	Normal
2012	244,2	441	Muito seco	
2013	386,6	592,8		
2014	482,5	534,6		
2015	403	570,5	Seco	
2016	393	625		

Fonte: EMPARN (2017)

Durante o período observado, em dois anos a precipitação observada ficou dentro do esperado (1995 e 2003), em dez anos acima do normal e nos dezesseis abaixo da média. Apesar disso, em quinze anos o período chuvoso foi, no mínimo, considerado normal, pelo método dos quantis.

Os maiores totais anuais foram observados em 2008 (1235 mm) e 2004 (1225,1 mm), os únicos considerados muito chuvosos pelo método dos quantis. Nos anos 2000 (2000-2009), apenas dois anos foram considerados muito secos ou secos (2001 e 2005); o ano de 2007 teve seu período chuvoso normal e encerrou o ano com um acumulado (665,8 mm) um pouco superior ao mínimo (654,74 mm) que um ano precisa para ser considerado normal. Já os anos mais secos foram 1993 (212,6 mm) e 1998 (279,2 mm), sendo a seca deste último provocada pelo El Niño mais intenso já registrado. Nessa década analisada, apenas o período 1994-1996 teve chuva dentro ou acima do normal, sendo 1996 o ano mais chuvoso; todos os demais tiveram chuva abaixo da média.

Na década de 2010 (2010-2016), seis dos sete anos observados foram considerados como secos ou muito secos, devido à seca prolongada mais intensa das últimas décadas. A

principal causa desta seca prolongada (2012–2016) foi a Temperatura da Superfície do Mar - TSM do Atlântico Sul mais baixa que o Atlântico Norte, comprometendo a posição da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, que ficou mais a norte em relação à sua posição climatológica típica da época da estação chuvosa. A este fator soma-se o El Niño 2014–2016, um dos mais intensos já registrados, semelhante ao evento de 1997-1998. Apenas o ano de 2011 foi considerado normal, tendendo a chuvoso, pois o acumulado anual (883,8 mm) foi um pouco inferior ao necessário para um ano ser considerado chuvoso (891,1 mm), embora a quadra chuvosa tenha se enquadrado em “seco”.

Levando-se em conta apenas o período chuvoso (fevereiro-maio), pelo método dos quantis a maioria dos períodos observados ficou na categoria normal. Comparando-se a classificação do período chuvoso com relação à classificação anual, observa-se que em dezenove anos estas coincidiram e em onze não. Dessas onze, em três deles a categoria anual foi rebaixada em relação à categoria da quadra chuvosa (1991, 2005 e 2006) e nos oito restantes a categoria anual foi superior à do período chuvoso.

Agora, comparando-se os totais observados no período chuvoso e com o obtido em todo o ano, observou-se ainda que em dois anos observados o período chuvoso se encerrou com acumulado igual ou superior à média (587,4 mm), mas o acumulado anual abaixo do normal (1988 e 2007). Em outros dois anos, o acumulado do período chuvoso ficou acima do normal, mas os anos terminaram com chuva dentro do esperado, sendo eles 1995 e 2003. Já o ano de 2011 foi o único que, embora tenha tido seu período chuvoso com menos chuva que o normal (1911-1990), devido à grande anomalia negativa do mês de março, contudo o acumulado anual terminou acima da média. Isso se deveu principalmente à chuva muito acima da média dos meses de janeiro (pré-estação), julho e outubro (os dois últimos do período seco).

Aplicando-se as medidas de dispersão aos dados pluviométricos, tanto para o período chuvoso quanto para o ano, os seguintes resultados foram obtidos, na tabela 2:

Tabela 3 Medidas centrais e de dispersão calculados para os períodos chuvoso e anual

Medida	Período chuvoso	Ano
Média (\bar{x})	500,6 mm	695,4 mm
Moda (M_o)	538,94 mm	638,6 mm
Medida	Período chuvoso	Ano
Mediana (M_d)	502,5 mm	672,76 mm
Variância (S^2)	31930 mm ²	56737 mm ²

Desvio-padrão (S ou σ)	178,69 mm	238,2 mm
Coefficiente de variação (%)	34,25	35,69

Fonte: Autor (2017)

A partir dos resultados, percebe-se que a média de 695,4 mm no período apresentou uma redução de quase 10% em comparação com a médiaclimatológica calculada pela UFCG para o período 1911–1990, que é de 772 mm. Isso se deveu à maior parte dos anos terem sido com precipitação abaixo do normal, com destaque para as secas prolongadas de 2012–2016 e 1990–1993, cujas durações foram, respectivamente, de cinco e quatro anos. Comparando-se agora as médias da quadra chuvosa nos dois períodos, a redução foi ainda maior, de quase 15%. Levando-se em consideração a climatologia anual (1911–1990) e comparando-as com as médias do período 1987–2016, observou-se que no período chuvoso apenas o mês de fevereiro ficou com sua média estável e em todos os demais meses as chuvas ficaram menos frequentes, em especial no mês de março. Já em janeiro observou-se um aumento em torno dos 40%, enquanto nos demais meses (junho a dezembro), por serem de pouca chuva, a climatologia apresentou pouca variação.

Analisando-se os outros resultados, nota-se que a moda anual é exatamente a média aritmética dos limites inferior da primeira classe modal e superior da segunda classe modal e, pelo método dos quantis, um ano com essa quantidade de precipitação é considerado seco. Por sua vez, a moda do período chuvoso, pelo mesmo método, encontra-se na categoria normal.

A mediana anual, de 672,76 mm, é considerada normal, estando um pouco acima do mínimo para um ano se enquadrar nesta categoria, que é de 654,74 mm, ao passo que, para a quadra chuvosa, este valor está 1% abaixo do mínimo do normal (507,4 mm), encontrando-se, portanto, na categoria seco. Pelo coeficiente de variação, a dispersão em ambos os casos é considerada alta, por CV ser superior a 30%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo, foi possível determinar a distribuição de frequência, por meio da aplicação de métodos estatísticos. No período observado, a categoria normal foi a mais frequente e ocorreu em nove dos trinta anos analisados. Muitos dos anos considerados secos ou muito secos, pelo método dos quantis, ocorreram nas décadas de 1990 e 2010, com destaque

para a seca de 2012-2016, considerada a pior das últimas décadas e que gerou a atual crise hídrica que o município enfrenta. A década de 2000 concentrou a maioria dos anos chuvosos ou muito chuvosos no período, com apenas dois anos relativamente secos.

Com relação ao número de dias com precipitação, a média foi de aproximadamente 52 dias por ano, dos quais 36 foram na quadra chuvosa, que vai de fevereiro a maio. Para ambos os casos, a maioria dos anos teve menos dias com chuva do que o normal. Houve também anos em que o número de dias ficou acima da média, mas com precipitação abaixo do normal e vice-versa.

Portanto, a fim de se evitar o problema da escassez de água, faz-se necessário uma correta administração dos recursos hídricos, começando com a conscientização da população acerca do uso sustentável da água, proporcionando assim uma melhor convivência com a seca.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Aline. **Chuvas, deslizamentos e enchentes urbanas**. 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/labcaa/2010/01/05/chuvas-deslizamentos-e-enchentes-urbanas/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

EMPARN. **Breve Histórico sobre a Meteorologia**. Disponível em: <http://web.archive.org/web/20170821185918/http://187.61.173.26/historico.php>>. Acesso em: 21 ago. 2017

FUNCEME (Fortaleza). Governo do Ceará. **Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre o Nordeste**. 2014. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/551-sistemas-atmosfericos-atuantes-sobre-o-nordeste>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

GALVÂNCIO, Josiclêda Domiciano; JATOBÁ, Lucivânio. A DIALÉTICA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO. **Revista Equador**, Universidade Federal do Piauí, v. 2, n. 5, p.75-86, 2016.

UESC. **Precipitação**. Disponível em: <http://web.archive.org/web/20170731140209/http://www.agronomiaufs.com.br/index.php/material-de-aula/>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **CAPÍTULO I: A ÁGUA (01/10):**

A Água na Natureza. 2008. Disponível em:
<http://web.archive.org/web/20080331181352/http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua01.html>>. Acesso em: 22 jul. 2017.