

BALANÇO HÍDRICO EM FUNÇÃO DE REGIMES PLUVIOMÉTRICOS NA REGIÃO DE PETROLINA-PE

IUG LOPES¹; MIGUEL JULIO MACHADO GUIMARÃES¹; JULIANA MARIA MEDRADO DE MELO¹ E CLOVIS MANOEL CARVALHO RAMOS²

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmão, CEP: 52171-900 – Recife, PE, Brasil. iuglopes@hotmail.com; mjmguimaraes@hotmail.com; medrado.juliana@gmail.com

² Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco – Campus Juazeiro, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510 Country Club, CEP: 48.902-300 – Juazeiro, BA, Brasil. clovis.ramos@univasf.edu.br

1 RESUMO

O estudo das condições climáticas da região de Petrolina se faz necessário devido sua importância no cenário agrícola nacional. O objetivo do trabalho foi caracterizar os perfis pluviométricos, classificar por meio da utilização de técnica quantílica e a realização de balanço hídrico para diferentes regimes hídricos observados. Foram utilizados da estação meteorológica convencional (OMM: 81991) localizada no município de Petrolina-PE, os dados de precipitação pluvial e temperatura média do ar condensada. Além do uso da técnica de Quantis que classifica os anos de acordo com o índice pluviométrico anual como muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, foi utilizado o balanço hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather. Na caracterização pluviométrica observou-se um quantitativo anual, variando entre 107,20 e 1023,50 mm, com média de 496,83 mm, a cada dois anos é possível observar uma precipitação pluvial igual ou inferior a 462,92 mm. Ao avaliar o balanço hídrico para os distintos regimes pluviométricos obtidos, pode-se verificar que todos os regimes pluviométricos apresentaram uma deficiência que se estende por todo o ano, com exceção para anos chuvoso e muito chuvoso que apresentam reposição nos meses iniciais do ano.

Palavras-chave: ciclo hidrológico, climatologia, planejamento agrícola

**LOPES, I; GUIMARÃES, M. J. M.; MELO, J. M. M.; RAMOS, C. M. C.
WATER BALANCE FOR PRECIPITATION REGIMES IN THE PETROLINA, PE
REGION**

2 ABSTRACT

The study of the climatic conditions of the Petrolina region is necessary due to its importance in the national agricultural scenario. The objective of this work was to characterize the rainfall profiles, to classify by means of the use of quantile regression technique and the achievement of water balance for different water regimes observed. Data for rainfall and average temperature of the condensed air were provided by the conventional meteorological station (OMM: 81991) located in the city of Petrolina, PE. In addition to the Quantis technique, which classifies years according to the annual rainfall index as very dry, dry, normal, rainy and very rainy, the water

Recebido em 24/03/2016 e aprovado para publicação em 14/06/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n3p443-457>

balance according to the Thornthwaite & Mather method was used. In the pluviometric characterization, an annual quantitative one, varying between 107.20 mm and 1023.50 mm, with an average of 496.83 mm. Every two years, it is possible to observe a rainfall equal to or less than 462.92 mm. When assessing the water balance for the different pluviometric regimes obtained, it can be verified that all pluviometric regimes have a deficiency that extends throughout the year, except for rainy and very rainy years, which present replacement in the initial months of the year.

Keywords: hydrological cycle, climatology, agricultural planning

3 INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica, nos dias atuais, está sendo afetada pela crescente demanda de água no setor agrícola e pelo conjunto de fatores meteorológicos, que estão contribuindo para uma maior irregularidade na distribuição espacial e temporal. Diante da problemática, exige-se cada vez mais planejamento, de forma racional, e otimização para elevar a eficiência do uso da água (SOUZA et al., 2013).

Uma das principais componentes meteorológicas para verificação da disponibilidade hídrica (que deve ser vista como uma característica dinâmica) é a precipitação pluvial, esta permite a manutenção de sistemas ambientais e favorece o rendimento de grande parte dos cultivos. O entendimento do comportamento da variável pluviométrica na sua forma espacial e temporal é de fundamental importância para aplicações em modelagem hidrológica na unidade básica de planejamento, a bacia hidrográfica, assim como em cada um dos seus componentes (TAO et al., 2009).

O estudo da precipitação pluvial para verificação da disponibilidade hídrica de uma região pode ser realizado pelo balanço hídrico climatológico (BHC), assim obtendo as suas variações sazonais de excedentes e de deficiências hídricas (FARIAS; ALVES; NÓBREGA, 2012). O estudo de forma simplificada compreende a relação entre entradas e saídas de água em condições conhecidas, as quais são designadas principalmente pela precipitação pluvial (P) e por evapotranspiração potencial (ETP), respectivamente (CASTRO et al., 2010).

Segundo Lopes, Melo e Leal (2017) o estudo das condições climáticas da região de Petrolina, grande polo de irrigação, se torna de suma importância uma vez que a ocorrência de precipitações pode causar prejuízos na colheita de culturas como uva, podendo atrasar ou inviabilizar a indução de floração na manga, por exemplo. Com isto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o ajuste dos dados de precipitação pluvial máxima à distribuição de Gumbel, estimar as precipitações máximas para os períodos de retorno, identificar o perfil da precipitação pluvial e a sua variabilidade temporal e espacial, por meio da técnica de Quantis para o município de Petrolina-PE.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados climatológicos de precipitação pluviométrica e temperatura média compensada do ar utilizados na pesquisa foram obtidos na Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Petrolina-PE (Figura 1) (Código da Organização Mundial de Meteorologia: 81991; Latitude: -9.388323° e Longitude: -40.523262°; Altitude: 373 m). O clima é considerado semiárido,

segundo Köppen, como tipo Bsw. O índice pluviométrico anual médio é 571,5 mm, distribuído entre os meses de dezembro a abril. A temperatura média anual é de 26,4 °C, com média mínima de 20,6 °C e máxima de 31,7 °C (RAMOS et al., 2011).

Figura 1. Localização do município de Petrolina-PE.



Fonte: IBGE (2017); INMET (2015).

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica, compreendendo uma série histórica de 51 anos, de janeiro de 1963 a dezembro de 2014 e sem preenchimento de falhas, conforme recomendação da Organização Meteorológica Mundial, a qual relata a necessidade de pelo menos 30 anos de dados climáticos para que se tenha uma maior confiabilidade na caracterização climática de uma localidade (BLAIN; BRUNINI, 2007). O conjunto de dados de precipitação pluvial máxima, representando uma amostra, é composto do maior valor diário registrado no mês para cada ano.

A partir dos dados de precipitação pluvial máxima avaliou-se pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov as hipóteses H_0 : a distribuição de Gumbel se ajusta aos dados e H_1 : a distribuição de Gumbel não se ajusta aos dados em análise aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas em planilhas e no software Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

Com a verificação a aderência dos dados à distribuição de Gumbel (1958), foram estimados os valores máximos de precipitação pluvial pelo método, desse autor, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 e 300 anos. A Eq. 1, representa a função de probabilidade acumulada da distribuição de Gumbel, onde, pode-se calcular a precipitação pluvial máxima diária em função do tempo de retorno a partir da sua inversa (Eq. 2).

$$F_y(y) = \exp \left[-\exp \left(-\left(\frac{y-\beta}{\alpha} \right) \right) \right] \quad (1)$$

$$X(T) = \mu - \alpha \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (2)$$

Em que:

$X(T)$ – precipitação pluvial máxima em função do tempo de retorno;

T – tempo de retorno (anos);

μ - parâmetro de forma;

α – parâmetro de escala;

Os parâmetros desta distribuição de probabilidade foram estimados pelo Método do Momento conforme Eqs. 3 e 4.

$$\mu = \bar{X} - 0,451 * S \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{1,2826}{s} \quad (4)$$

Em que:

\bar{X} – média dos dados;

S – desvio padrão;

Posteriormente os dados foram acumulados anualmente para definição dos quantis climatológicos para o período estudado.

A técnica dos Quantis baseia-se na frequência acumulada e foi descrita por Xavier e Xavier (1987), Xavier (2001) e proposta por Pinkayan (1966), para avaliar a ocorrência dos anos secos e chuvosos sobre áreas extensas.

No presente trabalho, os quantis utilizados para caracterização climática da precipitação pluvial foram definidos nas categorias: muito seco (MS: 0 – 15%), seco (S: 15 – 35%), normal

(N: 35 – 65%), chuvoso (C: 65 – 85%) e muito chuvoso (MC: 85 – 100%). Após serem classificados, os anos foram agrupados de acordo com o regime pluviométrico para determinação do balanço hídrico correspondente a cada classe.

Os dados mensais de precipitação pluvial e temperatura média condensada do ar adquiridos foram utilizados de forma direta no cálculo de precipitação pluvial e de evapotranspiração potencial, ambos anuais. Assim calculou-se o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) segundo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), para a série estudada, e o balanço hídrico para cada classe quantílica.

O cálculo da precipitação pluvial anual (Pr) foi realizado através da soma direta e da evapotranspiração potencial (ETP) (mm/mês) realizado através da Eq.5.

$$ETP = 16,2 \left[10 * \frac{T}{I} \right] * a \quad (5)$$

Onde:

T - temperatura média mensal do ar (°C);

I - índice de calor.

O valor de *a* é determinado em função do I, de acordo com a Eq.6.

$$a = 6,750 * 10^{-3}I - 7,711 * 10^{-5}I + 1,792 * 10^{-2}I + 0,492 \quad (6)$$

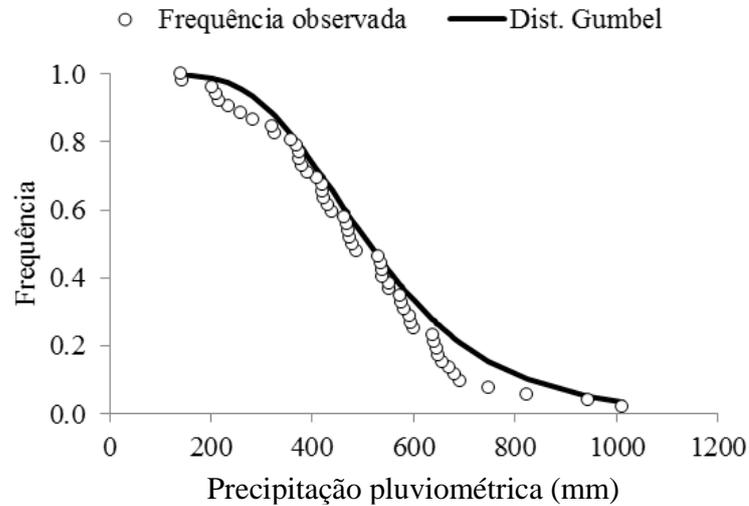
Esse procedimento foi realizado com o auxílio da planilha eletrônica “BHnorm61”, elaborada por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998), e a Capacidade de Água Disponível (CAD) utilizada foi 100 mm.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Precipitações pluviométricas máximas diárias

A caracterização climática da região da cidade de Petrolina-PE é semiárida, pela classificação de Koppen enquadra-se como BSw_h, segundo o Jacomine et al. (1973), e um dos fatores que mais contribuem para essa deficiência no balanço hídrico climatológico é a precipitação pluvial. A caracterização pluviométrica pode ser observada na Figura 2, destacando-se a precipitação pluvial anual, variando entre 107,20 e 1023,50 mm, com média de 496,83 mm.

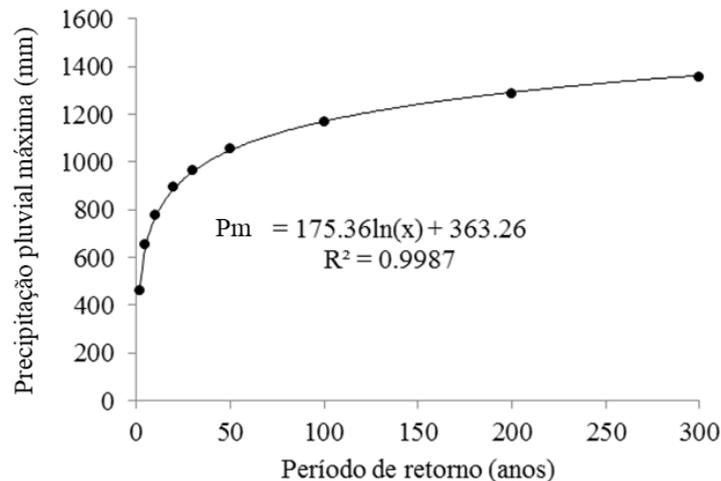
Figura 3. Distribuição de frequência das precipitações máximas anuais observadas e estimadas pelo modelo de Gumbel, para o município de Petrolina/PE entre os anos de 1963 e 2014.



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 4, verifica-se o comportamento das precipitações máximas em função do período de retorno. Pode-se observar que o comportamento da precipitação pluviométrica varia em função do período de retorno. O crescimento das precipitações máximas tende a estabilizar com o aumento do período de retorno, ajustando-se ao modelo logarítmico. Tais resultados corroboram diversos autores, os quais obtiveram resultados semelhantes (FREIRE et al., 2012; SANTOS; HERNANDEZ; ROSSETTI, 2010; QUEIROZ; ASSUNÇÃO, 2013).

Figura 4. Precipitação pluviométrica máxima em função do período de retorno.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com os resultados obtidos da precipitação pluviométrica máxima anual, pode-se observar que em média a cada dois anos é possível observar uma precipitação pluviométrica igual ou inferior a 462,92 mm, esta mesma interpretação serve para os demais tempos de retorno.

5.2 Quantis

Ao aplicar a técnica de Quantis foi constatado que a série histórica estudada possui uma precipitação pluvial anual média $Q(0,50)$ de 481,66 mm, assim o intervalo estabelecido para cada classe extrema indicaram valores abaixo de 307,9 mm para o período como muito seco e acima de 651,6 mm como muito chuvosos (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação, Probabilidade e Intervalo Médio de Precipitação pluvial (mm) das ordens quantílicas do período de 1963 a 2014 para o município de Petrolina-PE

Classificação	Probabilidade	Intervalo Médio de Precipitação pluvial (mm)	
		Mínimo	Máximo
Muito Seco	$P < Q_{0,15}$	-	307,9
Seco	$Q_{0,15} \leq P < Q_{0,35}$	307,9	420,9
Normal	$Q_{0,35} \leq P < Q_{0,65}$	420,9	556,1
Chuvoso	$Q_{0,65} \leq P < Q_{0,85}$	556,1	651,6
Muito Chuvoso	$P > Q_{0,85}$	651,6	-

Além deste estudo, a mesma metodologia de Quantis foi utilizada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2015) em várias cidades, uma delas Petrolina-PE, a fim de caracterizar a precipitação pluvial para cada período de 30 dias, um vez que a região estava passando por uma deficiência hídrica.

Na Tabela 2 é apresentado o resumo descritivo dos dados avaliados para cada regime hídrico. A região que compreende o município de Petrolina-PE apresenta anos muito secos com uma média de 235,27 mm ano⁻¹ e muito chuvosos cerca de 791,62 mm ano⁻¹. Pode-se verificar que os anos classificados como normais apresentam uma Pr média de 481,66 mm, valor este muito próximo a média registrada na série estudada.

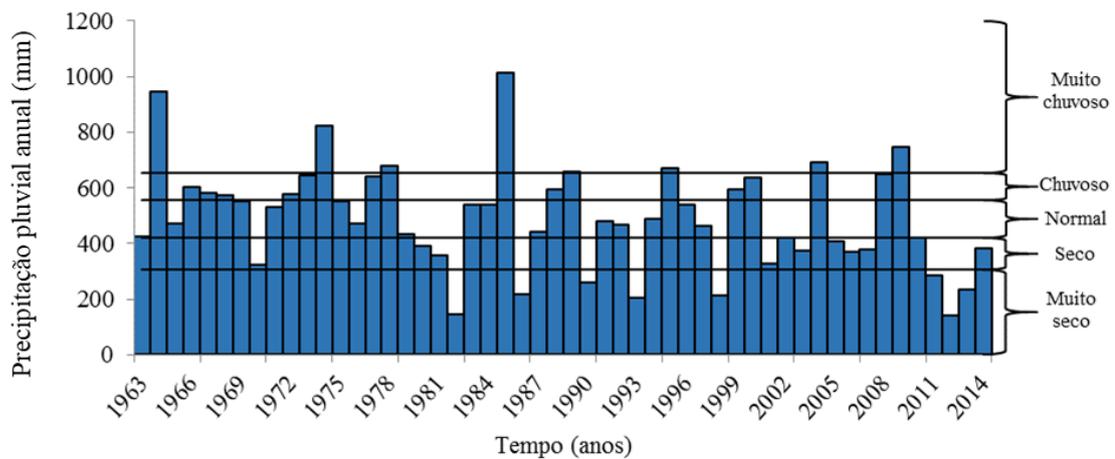
Tabela 2. Análise descritiva das ordens quantílicas do período de 1963 a 2014, para o município de Petrolina-PE

Variável descritiva	Anos				
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
Média (mm)	235,27	363,28	481,66	628,38	791,62
Máxima (mm)	326,80	394,90	538,80	678,40	1023,50
Mínima (mm)	107,20	335,50	403,40	540,00	681,30
Desvio (mm)	81,86	22,00	39,87	44,92	124,97
CV (%)	34,79	6,06	8,28	7,15	15,79
Frequência (%)	15,00	20,00	30,00	20,00	15,00

Constatou-se que os valores das frequências relativas das classes quantílicas atenderam ao proposto pela técnica de Quantis, onde há uma maior incidência de anos classificados como normais (30%), seguidos dos secos e chuvosos (20% cada), e por fim os anos muito secos e muito chuvosos (15% cada) (Tabela 2). Segundo resultados encontrados por Monteiro, Rocha e Zanella (2012), a distribuição apresenta uma curva suave e simétrica, justificando assim a utilização da técnica e comprovando a coerência do cálculo estatístico na constatação dos valores normais e extremos.

Ao avaliar o perfil histórico da precipitação pluvial no período estudado, observa-se que os regimes pluviométricos apresentam-se variados no período, havendo anos seguidos com o mesmo regime pluviométrico tanto para abaixo quanto acima do normal (Figura 5).

Figura 5. Classificação do perfil histórico da precipitação pluvial (mm) de acordo com os valores estabelecidos para cada classe quantílica (nas respectivas linhas, correspondendo a muito seco os valores menores a 307,9 mm; a seco entre 307,9 e 420,9 mm; a normal entre 420,9 e 556,1 mm; a chuvoso entre 556,1 e 651,6 mm; a muito chuvoso superior de 651,6 mm) para o município de Petrolina no período de 1963 a 2014.



5.3 Balanço hídrico

O cálculo do balanço hídrico do município de Petrolina/PE nos fornece valores, na unidade de mm, de precipitação pluvial (Pr) e evapotranspiração potencial (ETP), como observa-se na Tabela 3, possibilitando assim o real cálculo e classificação em regime pluviométrico de deficiência, excedente, retirada e reposição.

Tabela 3. Precipitação pluvial (Pr) e Evapotranspiração Potencial (ETP) mensal de acordo com os valores estabelecidos para cada regime pluviométrico para o município de Petrolina/PE no período de 1963 a 2014

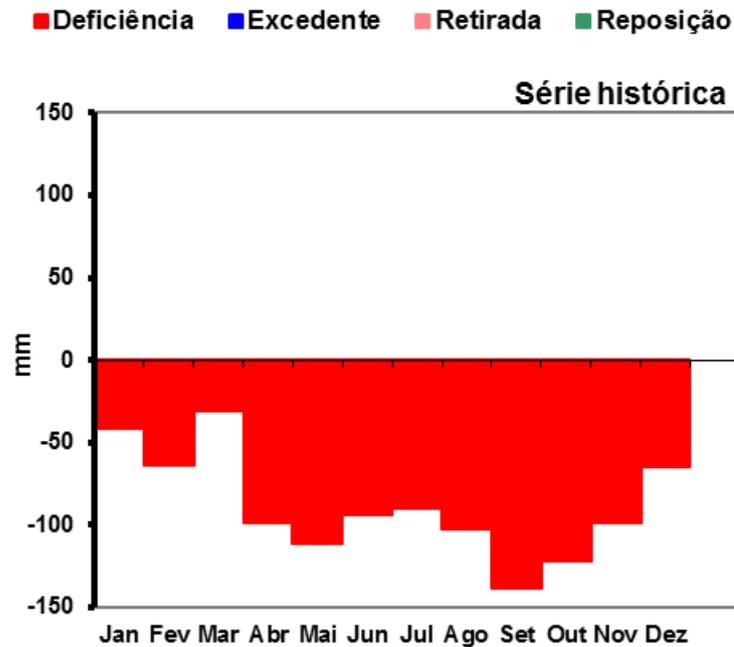
Mês	Muito Seco		Seco		Normal		Chuvoso		Muito Chuvoso	
	Pr	ETP	Pr	ETP	Pr	ETP	Pr	ETP	Pr	ETP
Jan	23,0	127,4	38,6	125,4	76,3	120,9	85,6	118,0	175,73	115,4
Fev	90,9	160,3	60,6	163,2	85,1	158,4	77,2	149,3	147,57	147,4
Mar	46,4	135,0	70,4	135,8	110,5	127,6	162,6	124,0	108,2	127,9
Abr	36,6	151,3	25,9	147,9	39,1	142,5	73,3	126,1	57,07	147,2
Mai	9,1	132,7	5,2	133,0	7,8	131,6	21,8	116,4	23,32	113,9
Jun	1,8	109,1	1,5	102,0	8,6	99,5	6,3	99,2	16,07	96,2
Jul	6,7	97,8	2,9	95,2	5,5	93,9	6,5	96,1	7,38	97,7
Ago	1,6	98,6	1,6	113,1	1,4	101,9	1,6	106,0	5,37	106,4
Set	1,3	141,2	4,1	143,1	3,3	131,0	3,8	144,6	0,0	125,2
Out	11,4	135,2	4,9	135,0	5,0	136,9	22,3	136,7	27,07	139,1
Nov	43,5	145,8	48,9	141,1	60,2	144,4	45,1	144,8	24,32	141,7
Dez	28,0	127,7	24,2	128,3	55,8	123,2	67,7	122,1	124,98	123,2
Média	25,0	130,2	24,0	130,3	38,2	126,0	47,8	123,6	59,8	123,4
Total	300,1	1562,1	288,5	1563,1	458,8	1512,0	573,8	1483,3	717,1	1481,3

Os valores que permitiram a construção da série histórica do balanço hídrico climatológico (Figura 6) são de 464,8 mm para precipitação pluvial e 1503,0 mm para evapotranspiração. Apesar de apresentar uma deficiência hídrica muito grande, Silva et al. (2005) citam que a região de Petrolina comporta-se meteorologicamente com temperatura do ar em 26,5°C, precipitação pluvial média de 578 mm, evaporação anual de 2600 mm, umidade relativa do ar média anual de 61%. Ou seja, resultados destes autores apresentam um déficit hídrico maior, apesar da média de precipitação pluvial ser um pouco maior também.

Quando avaliado apenas os dados de evapotranspiração anual, o valor encontrado de 1512 mm para anos normais, corroboram os resultados encontrados por Santos et al. (2010), em relação à situação climática atual, os quais encontraram valores de ETP entre 1500 e 1700 mm por período de ano.

Os meses de concentração pluviométrica para a região de Petrolina é de novembro até abril, sendo que na série histórica há uma maior reposição no balanço hídrico nos meses de janeiro e fevereiro.

Figura 6. Balanço hídrico climatológico para o município de Petrolina-PE no período de 1963 a 2014.

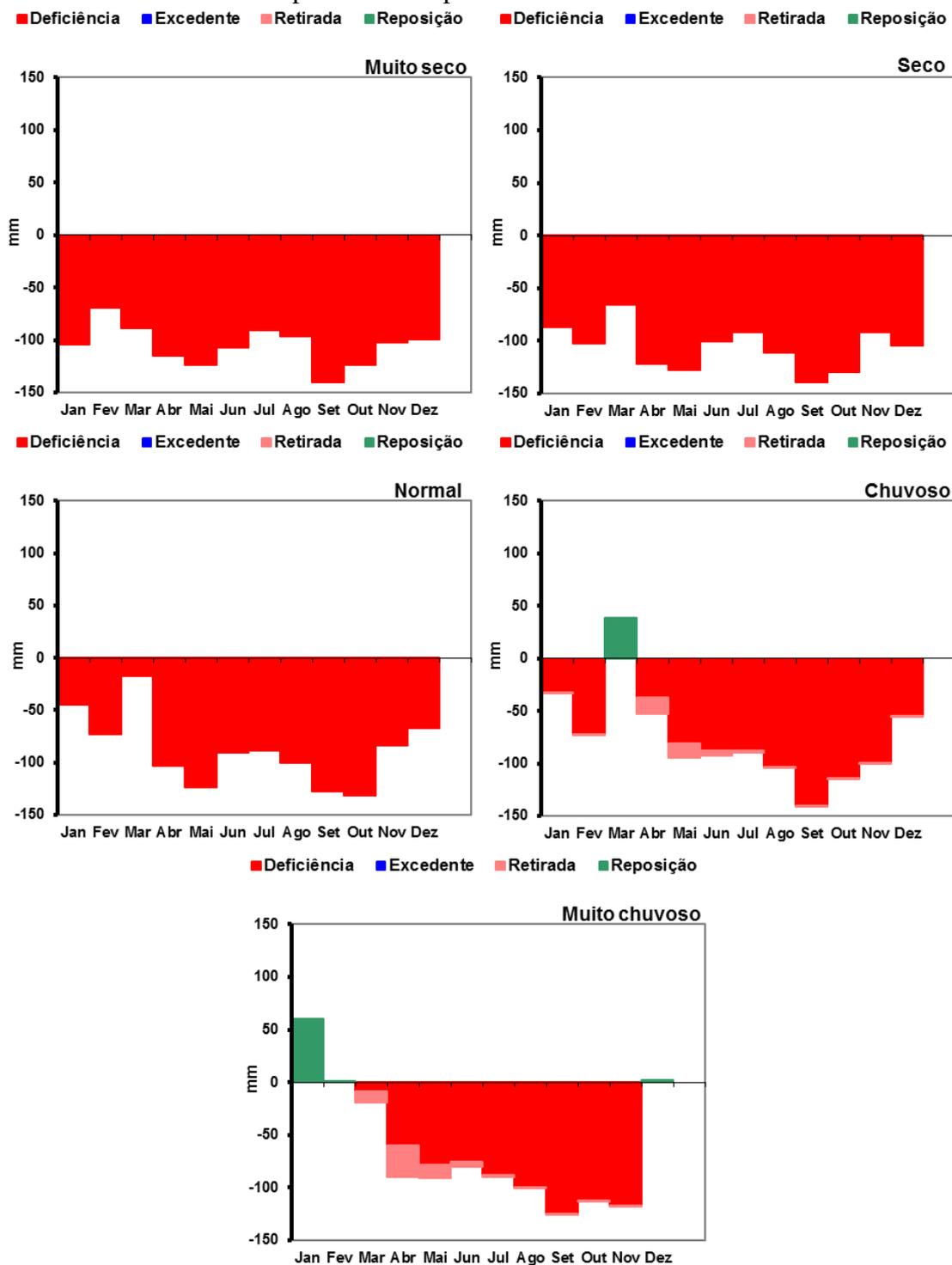


Fonte: Próprio autor.

Ao analisar o balanço hídrico para os regimes pluviométricos encontrados (Figura 7), pode-se verificar que em todos os regimes pluviométricos há uma deficiência que se estende por todo o ano, com exceção para chuvoso e muito chuvoso que apresentam reposição nos meses iniciais do ano. Observa-se ainda que não há excedente em nenhum mês em nenhum dos regimes pluviométricos considerados, ressaltando assim as condições áridas da região estudada.

Em anos muito secos, secos e normais, a deficiência hídrica ocorre em todos os meses, com uma menor intensidade nos meses de setembro e outubro, com uma média de déficit superior a 140 mm. Ressalta-se que entre estes três regimes os outros meses fazem com que diferenciem a classificação.

Figura 7. Balanço hídrico para os regimes pluviométricos muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso para o município de Petrolina-PE.



Fonte: Próprio autor.

Um resultando interessante observado nos balanços hídricos dos regimes pluviométricos chuvoso e muito chuvoso é a mudança dos meses de maior concentração pluviométrica, cujo no primeiro tem a concentração em março, com 162,6 mm, e o segundo regime tem a concentração em janeiro e fevereiro, com 175,73 mm e 147,53 mm,

respectivamente, abrindo assim possibilidades para um planejamento hídrico específico para cada regime pluviométrico.

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o conhecimento das características pluviométricas de uma dada região se torna indispensável na agricultura, principalmente em trabalhos de classificação climática, zoneamento agroclimático e ambiental, manejo de irrigação, disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao planejamento integrado dos recursos hídricos (LIMA; SANTOS, 2009).

Essas características climáticas observadas afetam todas as etapas de atividades agropecuárias, com isto, o conhecimento se torna imprescindível para o planejamento, tendo como exemplo a utilização de sistemas de irrigação, manejo de animais, épocas de plantio, períodos de colheita, dentre outros (SOUZA et al., 2014).

De uma forma geral, a região estudada apresenta clima de restrição hídrica, bem definido. Pode-se verificar a necessidade da prática da irrigação em todos os meses do ano, tendo em vista que o déficit hídrico abrange praticamente todos os meses do ano. Nos anos classificados com chuvosos e muito chuvosos observa-se uma reposição hídrica, a qual não é suficiente para promover uma oferta hídrica favorável ao cultivo em sequeiro na região. A falta de água atua no sistema solo-planta-atmosfera, reduzindo assim a produtividade das culturas.

6 CONCLUSÃO

Os dados de precipitação pluvial máxima diária anual apresentaram aderência ao modelo probabilístico de Gumbel. As precipitações máximas prováveis em função do tempo de retorno apresentaram um ajuste logarítmico satisfatório. Observa-se que a cada 2 anos existe a possibilidade de uma precipitação pluvial anual igual ou superior a 462,92 mm

O município de Petrolina-PE apresenta uma média anual de precipitação pluvial de 464,8 mm, com anos muito secos com valores abaixo de 235,27 mm e anos muito chuvosos com valores acima de 791,62 mm.

O balanço hídrico da região demonstra que o município estudado apresenta período de chuva bem definido, compreendendo os meses de novembro a abril.

7 REFERÊNCIAS

BLAIN, G. C.; BRUNINI, O. Caracterização do regime de evapotranspiração real, em escala decenal, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 22, n. 1, p. 75-82, 2007.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; XAVIER, A. C. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 871-880, 2010.

CEMADEN. **Situação Atual da Seca no Semiárido brasileiro e Impactos**. São Paulo, 2015. 9 p.

FARIAS, R. F. L.; ALVES, K. M. A. S.; NÓBREGA, R. S. Climatologia de ocorrência de eventos extremos de precipitação na mesorregião do Sertão Pernambucano. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 5, p. 930-941, 2012.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GUMBEL, E. J. **Statistical of extremes**. New York: Columbia University Press, 1958. 375 p.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. **Levantamento exploratório reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 713 p. (Boletim Técnico, 26).

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. 2009. 60 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental)-Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis, 2009.

LOPES, I.; MELO, J. M. M.; LEAL, B. G. Espacialização da temperatura do ar para a região do Submédio São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 22, p. 177-193, 2017.

MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 23, p. 232-249, 2012.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area**. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hydrology Papers, 12).

RAMOS, C. M. C.; SILVA, A. F.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. R. L.; BASSOI, L. H. Modelagem da variação horária da temperatura do ar em Petrolina, PE, e Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 959-965, 2011.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, São José dos Campos, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 3, p. 142-149, 2010.

SANTOS, N. D.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 492-500, 2010.

SILVA, F. H. B. B.; SILVA, M. S. L.; CAVALCANTI, A. C.; CUNHA, T. J. F. **Principais solos do semi-árido do nordeste do Brasil**. Petrolina: Embrapa, 2005.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 13-17, 2013.

SOUZA, S. O.; CORREIA, W. S. C.; FILETI, R. B.; VALE, C. C. Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como subsídio ao Planejamento Agrícola. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 7, n. 1, p. 83-92, 2014.

TAO, T.; CHOCAT, B.; LIU, S.; XIN, K. Uncertainty analysis of interpolation methods in rainfall spatial distribution. A case of small catchment in Lyon. **Journal Water Resource and Protection**, Texas, v. 1, n. 2, p. 136-144, 2009.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p. 1955.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de chuva**: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478 p.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Classificação e Monitoração de Períodos Secos ou Chuvosos e Cálculo de Índices Pluviométricos para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Recursos Hídricos**, Blumenau, v. 5, n. 2, p. 7-31, 1987.