

XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ANÁLISE DE EVENTOS CRÍTICOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO .

Lilian Danielli da Silva¹; Abelardo Antônio de Assunção Montenegro² & Adriana Guedes Magalhães³

RESUMO - A região semiárida apresenta como característica ocorrência de eventos extremos tanto com longos períodos de escassez hídrica como também precipitações de grande intensidade em curto período de tempo. Com o objetivo de identificar esses eventos extremos e a ocorrência em determinadas épocas do ano, foram analisadas as precipitações máximas durante os anos de 2000 a 2013. O estudo foi desenvolvido na bacia representativa do Alto Ipanema uma das bacias investigadas pela Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA). Foram verificados os meses mais chuvosos da região e investigadas possíveis tendências de maior ocorrência de picos de precipitação e realizada a comparação dos 12 anos com as normais climatológicas do município de Pesqueira-PE referentes ao período de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, para observar o comportamento cíclico da precipitação.

ABSTRACT - The semiarid region presents as characteristic occurrence of extreme events with long periods of water scarcity, and with high intensity rainfall in a short period of time. In order to

1) Aluna de Engenharia Agrícola e Ambiental, bolsista CNPq Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52.171-900. Fone (81) 9779-8184, E-mail: liliands11@gmail.com

2) Professor Associado do Departamento de Tecnologia Rural na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. D. Manuel de Medeiros, s/n, Recife, PE, CEP 52171-900. Fone: (81) 8172-5157, E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br

3) Doutora em Engenharia Agrícola, bolsista FINEP Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52.171-900, Fone: (81) 9786-4084, E-mail: agmguedes@gmail.com

identify these extreme events and the occurrence at certain times of year the maximum precipitation were analyzed during the years 2000 to 2013. The study was conducted in representative basin of the Alto Ipanema, one of the investigated basins by Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA). It was analysed the distribution of rainy months in the region, to verify if there is a trend of higher occurrence of peak rainfall and performed a comparison of the 12 years with the climatological normal of the municipality of Pesqueira, Pernambuco referring to the period 1931-1960 and 1961-1990, to observe the cyclic behavior of rainfall.

PALAVRAS-CHAVE - Normal climatológica, precipitação, REHISA

1- INTRODUÇÃO

As séries históricas de precipitação são informações imprescindíveis para o entendimento do regime hidrológico. Estas séries, constituídas por valores diários máximos anuais têm grande aplicabilidade, especialmente nos estudos de chuvas intensas e chuva de projetos, as quais são aplicadas no dimensionamento de obras hidráulicas (Righetto, 1998; Bertoni, 2001). O semiárido Pernambucano apresenta escassez e irregularidades de chuvas, com eventos de alta intensidade e curta duração e uma elevada taxa de evapotranspiração. Por esses fatores, o conhecimento do comportamento climático de uma região, bem como dos processos hidrológicos tornam-se indispensáveis para gestão dos recursos naturais e hídricos (Silva *et al.*, 2013a).

A ocorrência de eventos extremos de precipitação são causadores de enchentes e deslizamentos, sendo de suma importância o estudo e a observação de um possível aumento das ocorrências nos últimos anos. No Brasil, os desastres naturais mais comuns são as inundações e escorregamento (Medeiros & Barros, 2013). Os hidrólogos costumam definir enchentes como sendo a vazão máxima observada em uma seção fluvial capaz de ultrapassar os limites do leito menor e que pode ou não provocar prejuízos materiais (Fernandes, 2009). A magnitude dos eventos críticos e as influências antrópicas são assuntos constantemente discutidos nas comunidades científicas, que buscam identificar uma ligação dos eventos extremos com as mudanças climáticas. Torna-se necessário discutir se de fato houve aumento em suas ocorrências nos últimos anos.

Para um melhor entendimento desses eventos extremos e sua magnitude foi estudada a distribuição de frequência de uma série histórica de 14 anos. A série de precipitação máxima diária anual é normalmente representada por uma função densidade de probabilidade que melhor se ajuste a valores extremos.

Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da precipitação extrema dos últimos 14 anos, avaliando o comportamento cíclico das chuvas e eventual aumento dos períodos de seca e/ou enchentes da região semiárida de Pernambuco na bacia representativa do Alto do Ipanema, uma das bacias investigadas pela Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), que foi criada com o objetivo de incrementar o conhecimento em bacias do Nordeste Brasileiro, integrando pesquisadores de diversas Instituições de Ensino Superior do Nordeste.

2- METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na Bacia representativa do Alto do Ipanema, sub-bacia do Rio Ipanema uma das bacias investigadas pela Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), que abrange os municípios de Arcoverde e Pesqueira. A área de estudo localiza-se no Agreste setentrional do Estado de Pernambuco, com coordenadas geográficas $8^{\circ} 34' 17''$ e $8^{\circ} 18' 11''$ de Latitude Sul. E $37^{\circ} 1' 35''$ e $36^{\circ} 47' 20''$ de Longitude Oeste (Figura 1). A chuva média anual na região é de 700 mm, com evapotranspiração potencial anual média de 2000 mm e temperatura média de 23°C (Santos *et al.*, 2012). A vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila, cactáceas e bromeliáceas (Montenegro & Montenegro, 2006). Segundo Koopen a condição climática desta área é do tipo BSsh, extremamente quente, semiárido.

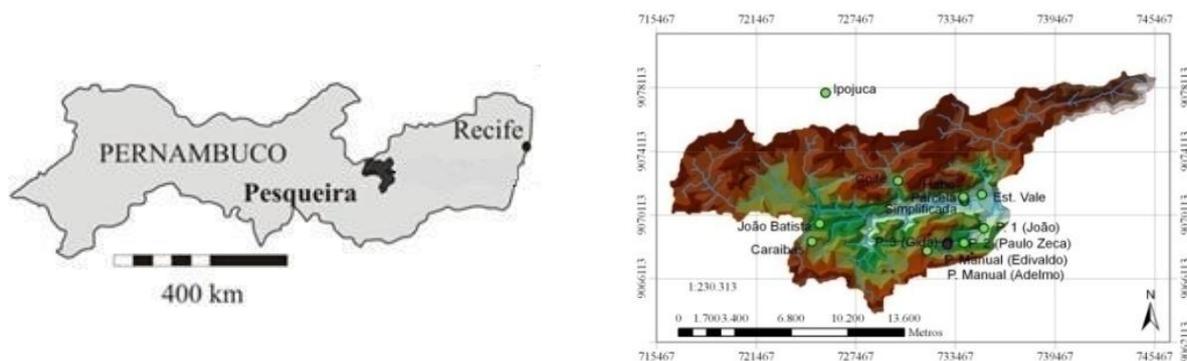


Figura 1. Localização de Pesqueira no Estado de Pernambuco e mapa da Bacia do Alto Ipanema, com a rede de drenagem e distribuição de pluviômetros.

A área experimental é dotada de estações climatológicas automáticas, pluviômetros de balsa automática e pluviômetros manuais (Figura 2). Os equipamentos são distribuídos na bacia com o objetivo de possibilitar registro do comportamento espacial da precipitação. O monitoramento é realizado continuamente e os dados são trabalhados e divulgados no site do grupo GPEAS (Grupo de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo) da UFRPE. A distribuição dos equipamentos esta representada na Figura 1 no mapa de drenagem da bacia experimental.



Figura 2. Estação climatológica (A) e pluviômetro de báscula (B) instalados na bacia do Alto Ipanema.

Este estudo foi desenvolvido a partir da análise dos dados diários de precipitação no período de 2000 a 2013, bem como períodos anteriores, de 1937 a 1950, 1951 a 1964, e 1974 a 1988. Foi realizada uma estatística clássica em cada ano hidrológico, calculando-se a precipitação máxima, mensal da máxima, média das máximas e precipitação anual. Em seguida foram analisados os meses onde ocorreram eventos chuvosos extremos para verificar possíveis tendências. Adicionalmente, foi analisada a normal climatológica para o período de 1961 a 1990.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 foi organizada a partir de uma estatística clássica para análise da máxima precipitação observada. Na estação de Pesqueira, no ano de 2004, ocorreu a maior precipitação dos anos estudados. Observou-se precipitação anual 657 mm a mais do que a precipitação média anual para essa região, que é de 700 mm, segundo Santos *et al.* (2012). A precipitação máxima de 115 mm foi em um mês atípico, por ser em janeiro, período seco para o município de Pesqueira. Com o estudo da Normal climatológica da região de Pesqueira, observa-se que os períodos secos e chuvosos são bem definidos, corroborando com Silva *et al.* (2013). O período seco esta compreendido entre agosto e janeiro e o chuvoso entre fevereiro e julho.

Tabela 1. Chuva Máxima, média das máximas e médias mensais e anuais (série histórica de 13 anos).

| Estação | Dia da Max | Precipitação Máxima (mm) | Precipitação Mensal da Máxima (mm) | Precipitação Média das Máximas (mm) | Precipitação Media Anual (mm) | Precipitação anual da máxima (mm) |
|-----------|------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Pesqueira | 21/1/2004 | 115 | 463 | 75,62 | 817,38 | 1357 |

Neste mês de janeiro de 2004 a precipitação mensal foi de 463 mm, muito acima da esperada para o mês de janeiro de acordo com a normal climatológica que está representada na Tabela 2.

Segundo Silva *et al.* (2013b), a média de precipitação observada para o mês de janeiro de acordo com a Normal Climatológica de 1961 a 1990 é de 42 mm.

Tabela 2. Análise estatística da Normal Climatológica de Pesqueira-PE referente ao período de 1961 a 1990.

| | \bar{x} | σ | x | Cc | Cv | σ^2 | As | Mín | Máx |
|-----------|-----------|----------|--------|-------|--------|------------|-------|------|-------|
| Janeiro | 42,12 | 9,96 | 31,20 | 2,59 | 41,08 | 1687,92 | 1,59 | 3 | 156,7 |
| Fevereiro | 46,98 | 11,49 | 46,35 | -0,85 | 42,97 | 1846,81 | 0,50 | 0 | 133 |
| Março | 70,56 | 25,59 | 19,80 | 3,72 | 105,52 | 11133,62 | 2,10 | 6,4 | 374,4 |
| Abril | 100,37 | 14,64 | 116,60 | -1,40 | 62,13 | 3860,34 | -0,23 | 3,1 | 188,5 |
| Mai | 87,83 | 11,40 | 81,60 | 2,04 | 49,70 | 2469,83 | 1,21 | 5,7 | 216,1 |
| Junho | 87,47 | 18,06 | 62,10 | 3,58 | 69,94 | 4892,06 | 1,71 | 12,2 | 284 |
| Julho | 50,98 | 6,26 | 49,20 | -1,27 | 25,83 | 667,10 | 0,29 | 12,3 | 93 |
| Agosto | 39,09 | 4,81 | 38,00 | -0,89 | 19,83 | 393,38 | 0,19 | 4,6 | 72,3 |
| Setembro | 16,46 | 6,15 | 7,80 | 8,45 | 23,00 | 529,00 | 2,78 | 2,1 | 89,1 |
| Outubro | 6,33 | 4,03 | 1,70 | 12,16 | 14,54 | 211,41 | 3,45 | 0 | 54,1 |
| Novembro | 29,13 | 12,25 | 4,40 | 2,51 | 50,50 | 2550,13 | 1,90 | 0 | 163,2 |
| Dezembro | 25,54 | 8,19 | 13,60 | 7,05 | 35,70 | 1274,49 | 2,42 | 0 | 146,7 |

(\bar{x}) média aritmética, (σ) desvio-padrão, (x) mediana, (Cc) curtose, (Cv) coeficiente de variação, (σ^2) – variância, (As) assimetria, valor mínimo (Mín), valor máximo (Max).

As séries de máximas precipitações diárias foram analisadas e representadas a partir na Figura 1, onde esta plotada a chuva máxima diária para cada ano hidrológico estudado.

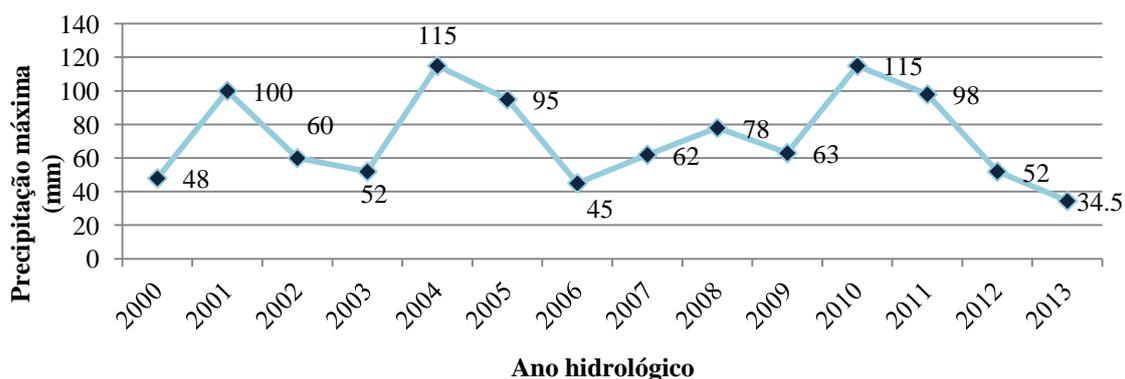


Figura 3. Série de precipitação máxima diárias por ano hidrológico.

Com análise da Figura 3 nota-se que a máxima precipitação de 115 mm no ano de 2004 é de mesma magnitude que chuva a chuva máxima ocorrida 6 anos depois, em outubro de 2010.

A Figura 4 apresenta o histograma de frequência absoluta das máximas precipitações diárias anuais de quatro períodos de 14 anos consecutivos. Nota-se que as precipitações máximas diárias anuais apresentaram maiores valores com o passar dos anos. O período de 1937 a 1950 não apresentou registros de precipitações acima de 75 mm. Já o período de 1937 a 1950, verifica-se que 78% das precipitações encontram-se no intervalo de 50 mm a 75 mm. De 1951 a 2013, constatou-se que 64% das precipitações máximas diárias anuais apresentam-se no intervalo de 75 mm a 100 mm, porém no último período de 14 anos observou-se a maior ocorrência de chuva acima de 100 mm.

Em todos os anos não existiu precipitações diárias superiores a 115 mm, sendo esta chuva a máxima encontrada nos anos de 1956, 2004 e 2010.

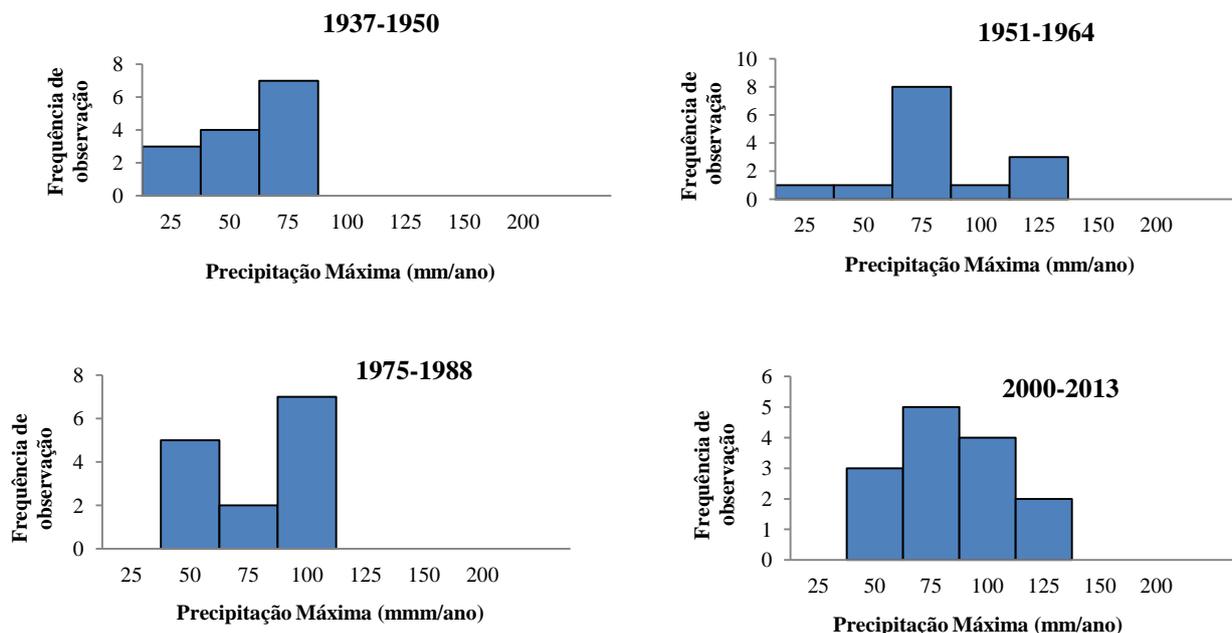


Figura 4. Histograma de frequência absoluta das precipitações máximas anuais.

A observação de eventos de alta intensidade é de grande importância para a agricultura, tempo de colheita, plantio e também para dimensionamento de obras hidráulicas, visto que, chuvas intensas no semiárido Pernambucano se caracterizam por elevada lâmina de precipitação em um curto período de tempo. Os eventos críticos, com elevadas precipitações e períodos de secas extremas, são grandes causadores de perdas nas produções agrícolas.

A chuva, apesar de ter uma alta variabilidade temporal e espacial tem um comportamento cíclico como pode ser demonstrado na Figura 5, sendo assim possível prever períodos mais propensos a enchentes ou secas e evitar maiores perdas de produção. Segundo Siqueira *et al.* (2006), a precipitação de um determinado local frequentemente apresenta-se com uma certa estruturação nas variações entre vizinho e também em um determinado tempo guarda semelhanças com realizações observadas em tempos futuros.

A Figura 5 representa a precipitação total anual no período de 1955 a 2013. Nota-se então que os anos mais chuvosos e os anos de seca têm um comportamento semelhante aproximadamente a cada 10 anos, podendo-se assim prever se aquele ano será produtivo para a produção agrícola.

O ano de 2012 que foi de seca severa para o semiárido Pernambucano com precipitação total anual de 321 mm acarretou em prejuízos na produção agrícola e pecuária. Foi a seca mais extrema dos últimos anos, e que continuou em 2013. O ano de 2012 foi o segundo ano de menor

precipitação para o município de Pesqueira, sendo superada apenas pela seca de 1998 com precipitação total anual de 242,4mm.

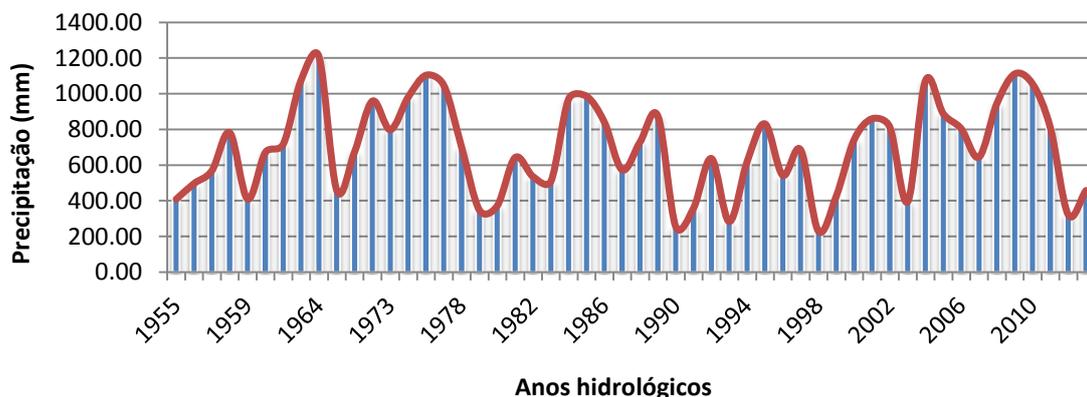


Figura 5. Precipitação anual de 1955-2013.

Os dados diários de precipitação de cada ano hidrológico estudado foram comparados com as Normais Climatológicas de Pesqueira de 1931-1960 e 1961 a 1990. Os anos de 2003 e 2012 foram os mais secos dentre os períodos estudados ficando muito abaixo da Normal Climatológica (Figura 6). O ano de 2012 apresentou uma precipitação média anual de 321 mm, 409 mm a menos do que o esperado para essa região. Os períodos mais secos foram os de Março a Junho e de Setembro a Novembro, a máxima precipitação mensal ocorreu em janeiro com 116 mm, mostrando a irregularidades das chuvas e a presença de picos de precipitação em períodos secos da região.

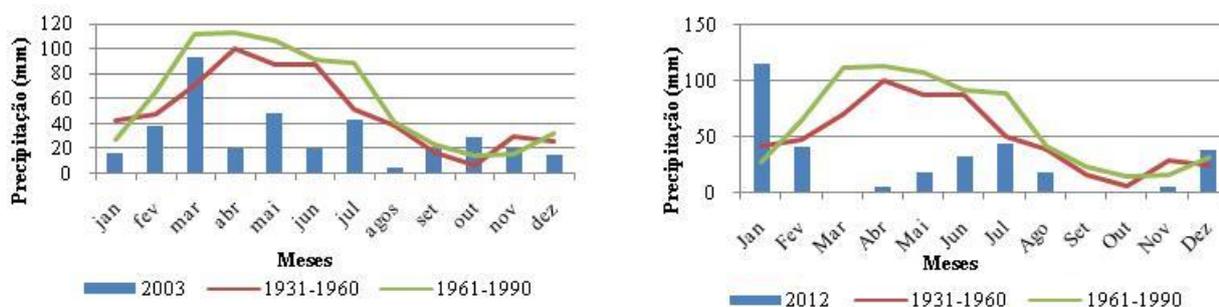
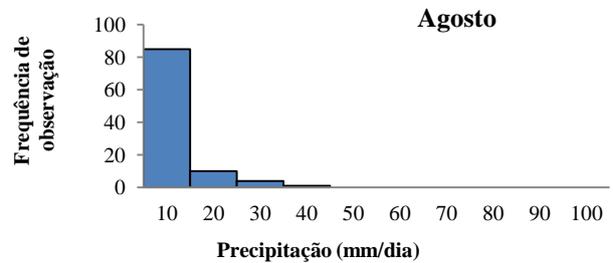
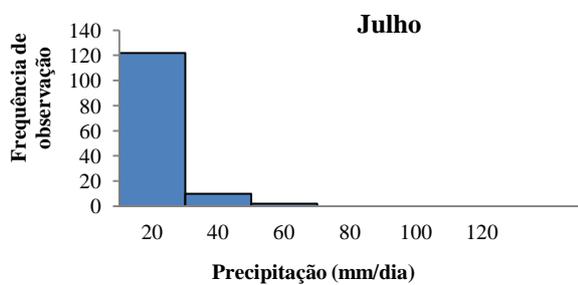
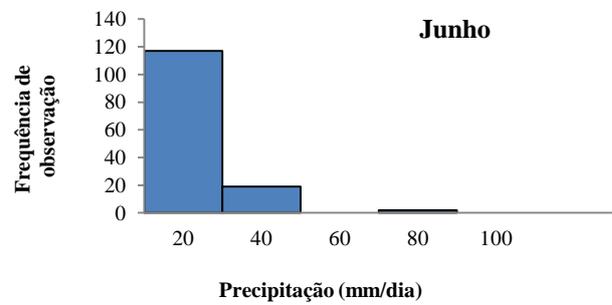
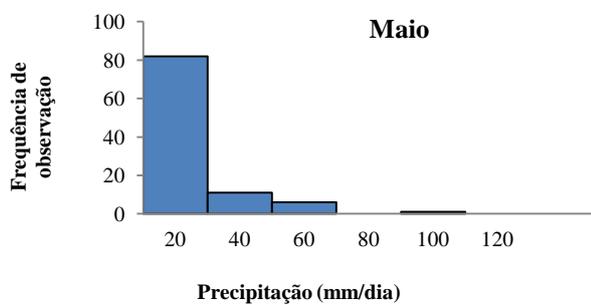
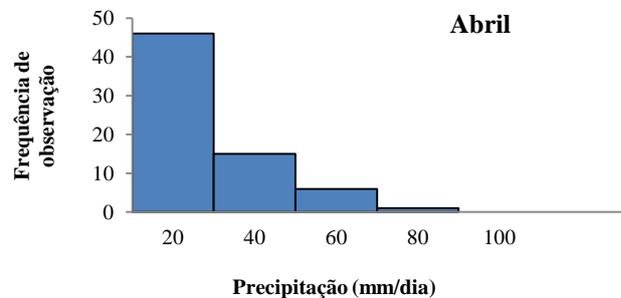
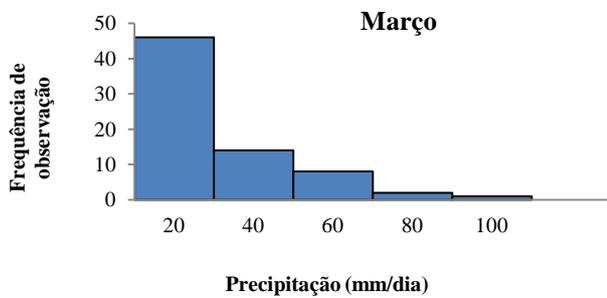
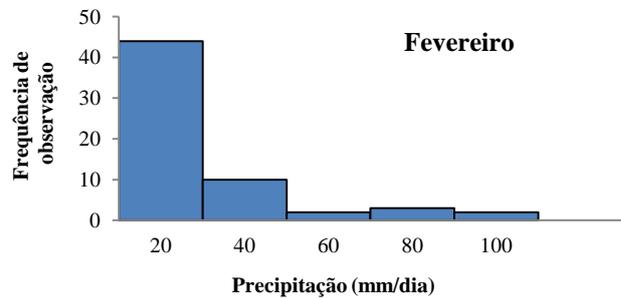
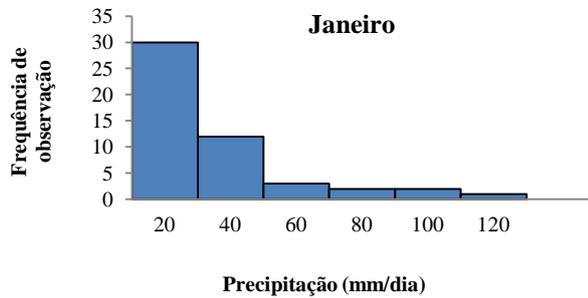


Figura 6. Precipitação mensal dos anos de 2003 e 2012 com a Normal Climatológica de 1931-1960 e 1961 a 1990.

Com o objetivo de verificar qual período do ano apresenta maior ocorrência de eventos de alta intensidade foi realizado o histograma de frequência absoluta mensal e anual de Pesqueira (Figura 7). Analisando os histogramas mensais, observa-se que o período chuvoso da região que vai de fevereiro a julho apresenta picos de precipitação no intervalo entre 60 mm e 100 mm. O mesmo não ocorre no período seco, onde a maior parte das precipitações, 80%, está no intervalo de 0 mm a 30 mm. De acordo com a análise dos histogramas, no mês de março há uma maior propensão a enchentes devido a grandes precipitações em um curto período de tempo. Este mês apresentou

maior frequência de ocorrência de chuvas entre 60 mm a 100 mm quando comparado com os demais meses, com 15% das precipitações do mês de março encontrando-se neste intervalo.



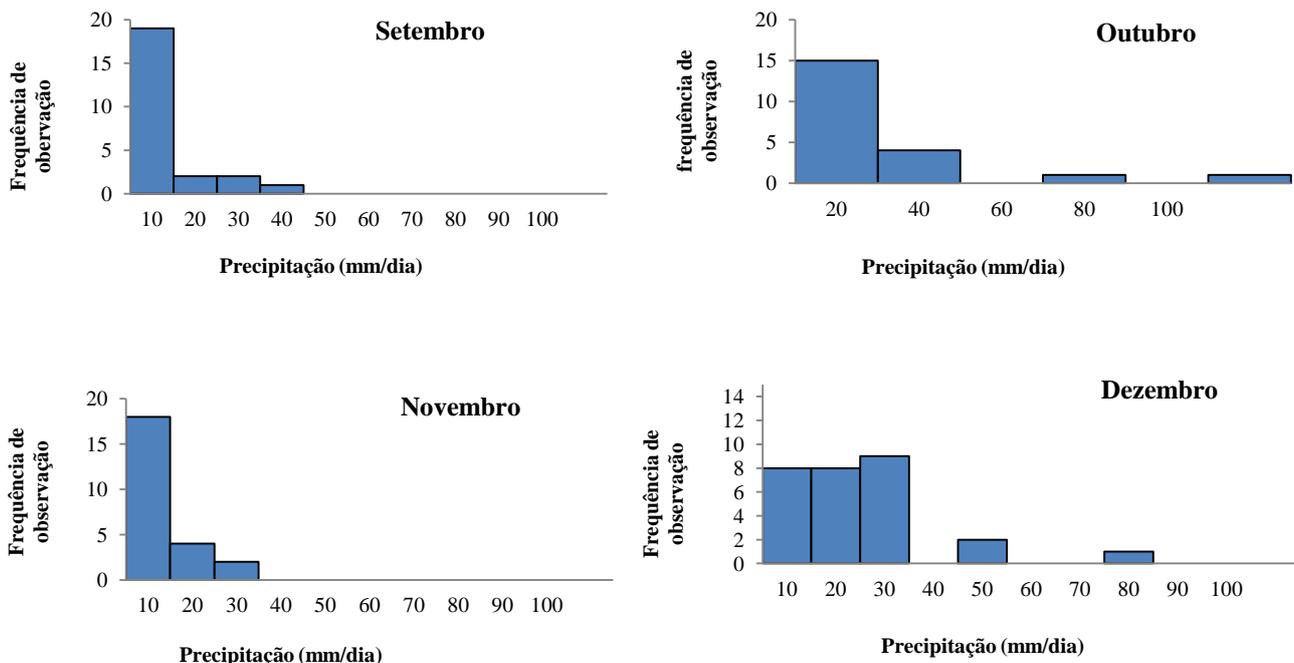


Figura 7. Histogramas de frequência absoluta em cada mês para o município de Pesqueira-PE.

4- CONCLUSÃO

Apesar da irregularidade e variabilidade das chuvas no semiárido Pernambucano, constatou-se um comportamento cíclico da precipitação com a ocorrência de anos mais secos, aproximadamente a cada 10 anos.

Os anos de 2003 e 2012 foram os mais secos entre os 14 anos estudados, apresentando precipitações mensais muito abaixo das esperadas, segundo a Normal Climatológica.

O período chuvoso da região apresenta maior ocorrência de picos de precipitação com chuvas de 60 mm a 100 mm.

Observa-se um aumento das precipitações máximas ao longo dos anos.

O mês de março é o que apresenta maior ocorrência de elevadas chuvas diárias, com 15% das precipitações deste mês encontram-se no intervalo de 60 mm a 100 mm.

5- BIBLIOGRAFIA

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. (2001). Precipitação. “*Hidrologia: ciência e aplicação, 2*”. In: TUCCI, c. E.m. (org.) Ed, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/ Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul. pp. 177-242.

FERNANDES, WS. (2009). *“Método para a Estimação de Quantis de Enchentes Extremas com o Emprego Conjunto de Análise Bayesiana, de Informações não Sistemáticas e de Distribuições Limitadas Superiormente”*. Belo Horizonte: UFMG. 185p. Dissertação de Mestrado.

MEDEIROS, V. S.; BARROS, M. T. L. (2013). *“Metodologia para classificação de eventos extremos de precipitação em São Luíz do Paratinga-SP”*. In: XX Simpósio de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS: ABRH, Anais, 2013.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. (2006). *“Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial”*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, pp. 30-37.

RIGHETTO, A. M. (1998). *“Hidrologia e recursos hídricos. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo”*. 840pp.

SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO S. M. G. L.; ANDRADE, T. S.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. (2012). *“Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco”*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, pp. 828-835.

SILVA, A. P. N.; MONTENEGRO, A. A. A; MOURA, G. B. A; SILVA, J. J. N; SOUZA, L. R. (2013). *“Chuva Mensal Provável para o Agreste de Pernambuco”*. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.8, n.2, pp. 287-296. <http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v8i2a1444&path%5B%5D=1361>DOI:10.5039/agraria.v8i2a1444

SILVA, L. D.; MONTENEGRO, A. A. A. MONTENEGRO, S. M. G. L.; CARNEIRO, T. F. T.; SILVA, J. R. L.; MOURA, A. E. S. S.; OLIVEIRA, L. M. M. (2013). *“Análise comparativa de precipitação, temperatura, e evapotranspiração entre bacias representativas do agreste de Pernambuco”*. In: XX Simpósio de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS: ABRH, Anais, 2013(a)

SILVA, L. D.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R. L.; MAGALHÃES, A. G. (2013). *“Comportamento temporal da normal na Bacia do Alto do Ipanema- Pesqueira- PE”*. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão, 2013(b).

SIQUEIRA, H. R.; VIEIRA NETO, J. F.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. (2006). *“Uso de semivariograma escalonado para comparar a distribuição espaço-temporal da precipitação anual no estado de Minas Gerais”*. Famat em Revista, n.7, Setembro.