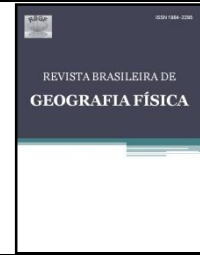




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbge



Probabilidade e análise decadal da precipitação pluvial da cidade de Barreiras-Bahia, Brasil

Joaquim Pedro Soares Neto¹, André Ricardo Gomes Bezerra², Éder Stolben Moscon³

¹Engenheiro Agrícola, Prof. Titular, Faculdade de Agronomia, UNEB, Barreiras - BA, Fone: (77) 3611.3950. E-mail: jpsneto@uneb.br, ²Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fitotecnia, UFV, Viçosa - MG. Email: bezerra.agro@yahoo.com.br, ³Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, UNB, Brasília - DF. Email: hederstolben@hotmail.com.

Artigo recebido em 20/03/2013 e aceite em 08/09/2013

RESUMO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra. O estudo do comportamento temporal da distribuição e probabilidade das chuvas constitui um fator de grande relevância para a compreensão dos sistemas que determinam os regimes hídricos de regiões semiáridas. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo, caracterizar a precipitação pluvial para o município de Barreiras-BA. Foi utilizada uma série histórica de precipitação pluvial, referente ao período de 1959 a 2008 (49 anos). Os dados foram provenientes da rede de estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na distribuição empírica as probabilidades com que serão igualadas ou superadas às precipitações pluviais foram calculadas pelo método Kimball. Esperam-se chuvas acima de 100 mm nos meses de novembro e dezembro com probabilidade superior a 80%. Para a precipitação total anual há uma maior probabilidade de precipitações inferiores a 1000 mm (probabilidade > 50%). O Estudo aponta a ocorrência de precipitações superiores à média histórica a cada 4 anos. Não foi evidenciado indícios de decréscimo de chuvas para Barreiras-BA nos últimos 49 anos.

Palavras-chave série histórica, chuva, período de retorno.

Probability and analysis of decadal rainfall in the city of Barreiras-Bahia, Brazil

ABSTRACT

Rainfall is one of the weather parameters that has the highest variability in both quantity and distribution of monthly and annual from one region to another. The study of the temporal distribution and probability of rainfall is a factor of great importance for understanding the systems that determine water regimes in semi-arid regions. In this context, the objective of this study was to characterize the rainfall for Barreiras, state of Bahia, Brazil. It was used a historical series of rainfall for the period 1959 to 2008 (49 years). The data were derived from the conventional network stations from the National Institute of Meteorology (INMET). In the probabilities empirical distribution that will be equaled or exceeded the rainfall were calculated by the method Kimball. More than 100 mm rainfall during the months of November and December are expected with a probability greater than 80%. For the total annual rainfall there is a larger probability of precipitations below 1000 mm (probability > 50%) This study shows the occurrence of precipitation above the historical average every four years. No evidence was shown to decrease rainfall for Barreiras in recent 49 years.

Keywords: historical series, rain, return period.

Introdução

O Estado da Bahia, especialmente a região oeste, nos últimos trinta anos tem experimentado uma expansão da fronteira agrícola com supressão vegetal de grandes áreas para implantação de culturas de grãos e fibra. Somente os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães (LEM) em vinte e

dois anos sofreram uma supressão de cobertura vegetal da ordem de 201.702,7 ha. Nesse período, as reservas legais, como também as áreas de preservação permanente foram substituídas pelos campos de soja (Cardoso & Almeida, 2009). Diante desse cenário surgem os questionamentos quanto aos efeitos dessa

intensa ação antrópica sobre o regime pluviométrico.

Estudar a variação temporal da distribuição e probabilidade das chuvas constitui um fator de grande relevância para a compreensão dos sistemas que determinam os regimes hídricos de regiões semiáridas. Também é importante no planejamento agrícola (Murta et al., 2005) e urbano de um município, conservação de estradas, barragens e drenagem. Situações de ocorrências extremas, como chuvas frequentes ou muito intensas, podem provocar catástrofes naturais, erosão do solo, inviabilizar safras, atrasar colheitas e até mesmo ocasionar problemas de ordem fitossanitária nas culturas, acarretando na redução da produção agrícola. Da mesma forma, situações opostas, como veranicos ou períodos secos prolongados podem causar quebras na produção (Bega et al., 2003).

Segundo Almeida (2001) a precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra. As séries temporais possibilitam analisar possíveis alterações ocorridas na variação de um determinado fenômeno. As análises dessas séries temporais são instrumentos importantes para avaliar tendências futuras, por meio do histórico, principalmente no momento em que muitas especulações estão sendo feitas sobre o clima mundial.

Ao examinar séries históricas de precipitação em uma rede de estações bem distribuídas sobre o nordeste brasileiro, Hastenrath & Greischar (1993) não encontraram tendências para condições úmidas ou secas na região. No entanto, a precipitação nessa região é bastante sensível a valores extremos de temperatura da superfície do mar no Pacífico equatorial associado ao ENOS, assim como as anomalias de temperatura da superfície do Atlântico, associadas ao dipolo de anomalias da temperatura da superfície do mar Atlântico (Moura & Shukla, 1981).

Lima et al. (2011) estudando tendências climáticas anuais de precipitação para o estado da Bahia, inclusive Barreiras, encontraram tendências significativas de aumento apenas para Caravelas e Cipó.

Yevjevich (1972) define tendência em uma série temporal como uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas. Alterações climáticas devem ser evidenciadas por meio de tendências contínuas ou de descontinuidades na variabilidade de alguns elementos meteorológicos (Pittock et al., 1987).

Analisando tendência das precipitações na bacia hidrográfica do Rio Brígida, no estado de Pernambuco, Fachine & Galvêncio (2009) constataram que mesmo em anos de El Niño, as precipitações não apresentaram tendências. Demonstrando que os eventos El Niño não têm proporcionado aumento nas intensidades das secas na bacia hidrográfica do rio Brígida.

Em virtude da complexidade da dinâmica e das teleconexões atmosféricas, a determinação das forçantes atuantes em um sistema deve ser realizada à luz das ciências físico-meteorológicas (Blain et al., 2009). Deve-se ressaltar que as análises estatísticas empregadas nesses estudos são conclusivas, apenas sob o ponto de vista de detecção de possíveis tendências na variação da precipitação pluvial.

Tendo em vista a importância do conhecimento da distribuição e volume das chuvas dentro de período, objetivou-se com este estudo, caracterizar a precipitação pluvial para o município de Barreiras, BA.

Material e Métodos

Foi utilizada uma série histórica de precipitação pluvial, referente ao período de 1959 a 2008 (49 anos). Os dados foram provenientes da rede de estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada a latitude 12° 15' S e longitude 45° 00' Oeste de Greenwich com elevação de 470,37 m, e da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), localizada a 15 km da estação anterior (12° 10' de latitude sul e 45° 02' longitude a Oeste de Greenwich). O clima do município de Barreiras (Figura 1), conforme classificação de Köppen é do tipo Aw, ou seja, típico de savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 22o C.

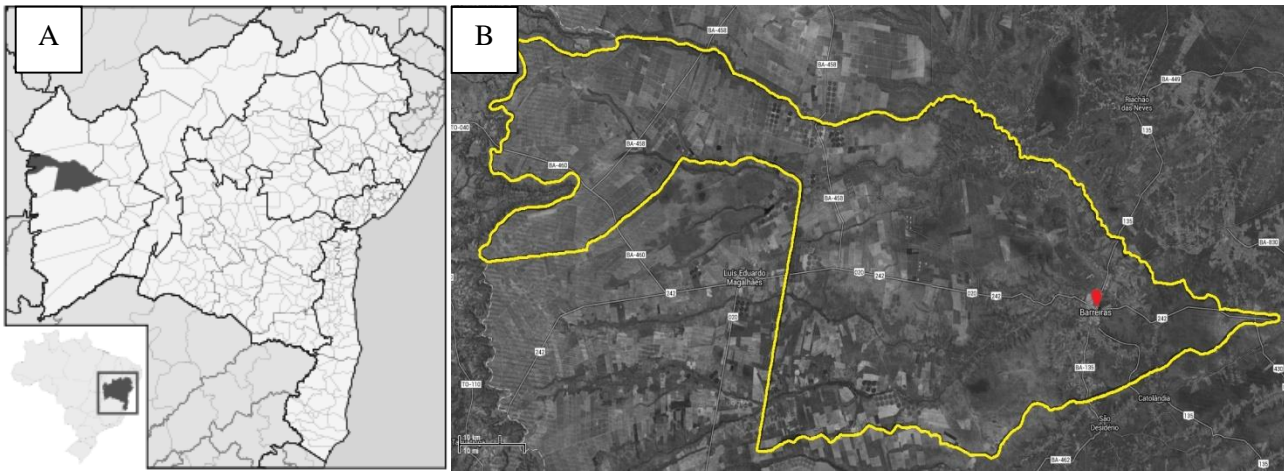


Figura 1. Localização geográfica (A), delimitação do município de Barreiras, BA (B), e localização da estação convencional do INMET (ponto em vermelho). Fonte: Google Maps®

A série histórica foi subdividida por década (1959 a 1968, 1969 a 1978, 1979 a 1988, 1989 a 1998 e 1999 a 2008) e estudada separadamente. Alguns estudos como o conduzido por Gutzler et al. (2002) comprovaram que anomalias de precipitação relacionadas ao ENOS em certas regiões do globo podem ser moduladas por modos de clima de baixa frequência, ou seja, longos tempos para ocorrer um próximo evento. Entre os modos de clima de baixa frequência, a oscilação decadal do pacífico exerce um papel importante.

Na distribuição empírica as probabilidades com que serão igualadas ou superadas as precipitações pluviais foram calculadas pelo método Kimball, conforme Eq. 1 (Villela & Mattos, 1975):

$$F = M.(N+1)^{-1} \quad (1)$$

Onde: F é a frequência, M o número de ordem e N o número de anos observação.

O tempo de recorrência (T) foi calculado pela Eq. 2.

$$T = F^{-1} \quad (2)$$

Esse método possibilita uma estimativa de probabilidade para um período de recorrência menor que o número de anos de observação.

Resultados e Discussão

Numa análise preliminar, observou-se que a região apresentou, no período em estudo, precipitação média anual de 1.056 mm, sendo 1985 o ano mais chuvoso, com 1.863,3 mm, enquanto 1961 foi o ano em que se registrou a menor precipitação (249,1 mm). O desvio-padrão para a precipitação anual no referido período, foi de 294,9 mm e coeficiente de variação igual a 27,92%. As médias de precipitação para as décadas foram 995,8; 1.136,5; 1.157,05; 927,65 e 1.049,71. É importante salientar que a média de pluviosidade obtida a partir dessa série é inferior à média descrita nas normais climatológicas que é de 1200 mm (Brasil, 1992).

Durante a primeira década da série histórica, período compreendido entre 1959 e 1968, a precipitação oscilou consideravelmente, quando foram observados acumulados com variações próximas, muito abaixo e muito acima da média histórica do município (Figura 2A). No ano de 1961 foi registrada a pluviosidade mais baixa (249,1 mm), que representou pouco mais de 23% da média anual, voltando aos patamares médios no ano seguinte. No ano de 1966, observou-se um acumulado igual a 1685,4 mm, ou seja, 59% acima da média, confirmando esse ano como sendo o mais chuvoso do período citado. A tendência observada no período mostra que houve um aumento dos valores de precipitação acumulada.

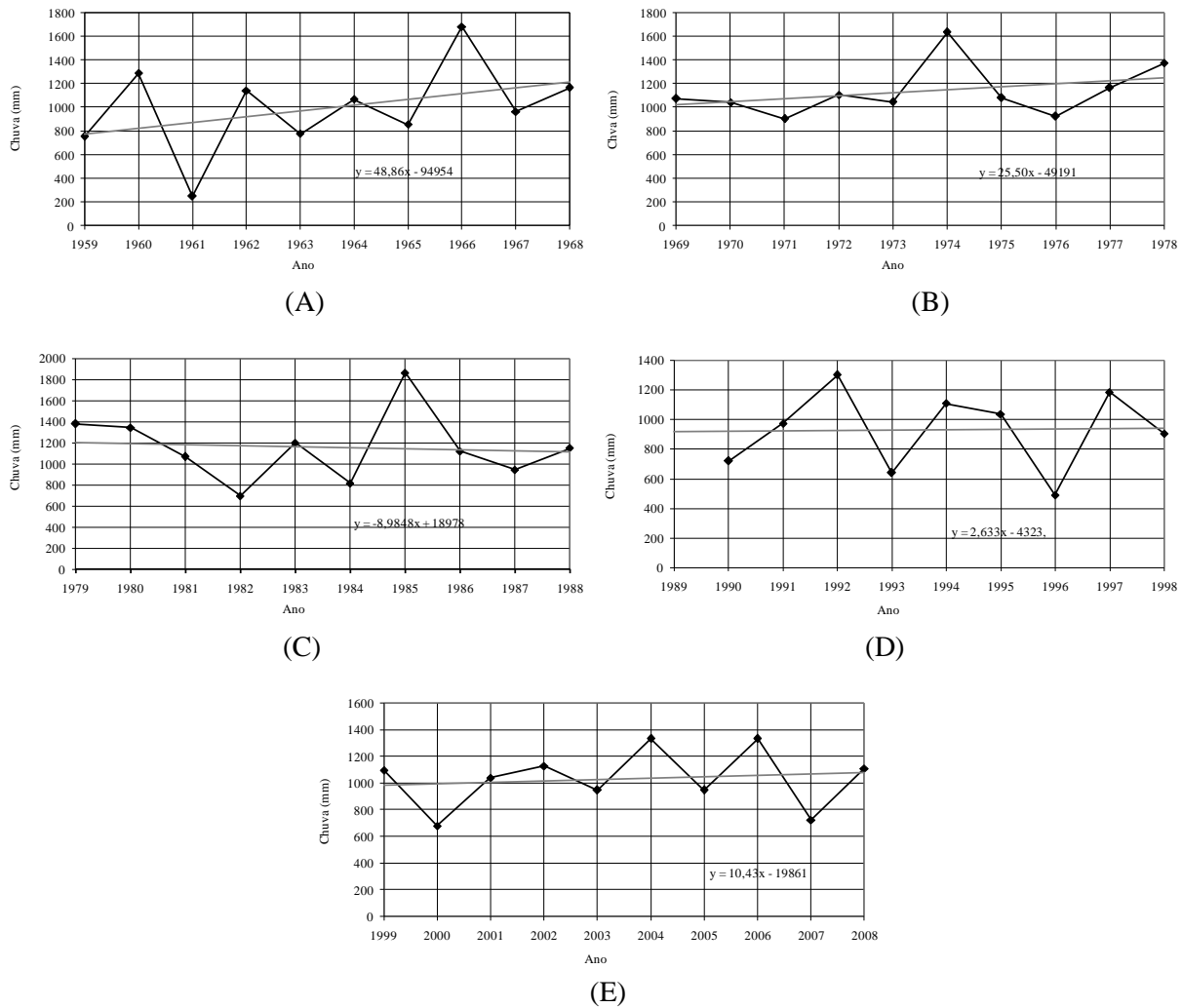


Figura 2. Séries anuais da precipitação pluvial nas décadas de 1959 a 1968 (A), de 1969 a 1978 (B), de 1979 a 1988 (C), de 1989 a 1998 (D) e no período de 1999 a 2008 (E). Barreiras, BA. 2012

O segundo período (1969 a 1978) pode ser considerado a década em que a precipitação foi mais uniforme, salvo a única situação que destoou das demais no ano de 1974 (Figura 2B), onde foi registrado um acumulado de precipitação acima da média histórica (1638,1 mm), que correspondeu em uma superação à média em 55%. Tal acumulado retorna para as proximidades da média no ano posterior.

Entre os anos de 1979 e 1988 houve uma pequena tendência de diminuição da precipitação. Entretanto, no ano de 1985 a chuva extrapolou a média histórica (76%) e o padrão em relação aos demais anos dessa década, com acumulado de 1863,3 mm, que culminou no recorde da série histórica estudada. O período compreendido entre os anos de 1989 e 1998 foi o mais oscilante (Figura 2D). Para os anos de 1990, 1993 e 1996, foram observados acumulados abaixo da

média, em termos percentuais esses anos ficaram 40, 46 e 60% abaixo da média, respectivamente. O ano de 1995 (489 mm) juntamente com o ano de 1961 (249,1 mm) foram os menos chuvosos da série. Os anos de 1991, 1992, 1994, 1995 e 1997 ficaram muito próximos da média, com variações entre 900 a 1300 mm.

Na última década estudada, período compreendido entre 1999 a 2008, foi observada acumulados médios de 1049 mm (Figura 2E). Nesse período o comportamento da chuva foi variável, tanto para cima ou para valores abaixo da média. Todavia, evidenciou-se uma pequena tendência de aumento da precipitação nesse período.

Silva & Marques (2007) estudando a tendência da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul observaram predomínio de aumento das chuvas nos últimos 50 anos, nos

meses de janeiro e fevereiro entre 28 estações meteorológicas estudadas, porém, nenhuma apresentou nível significativo a 1% de probabilidade. Esses resultados assemelham-se aos encontrados nesse trabalho. Por outro lado, Marcuzzo et al. (2010) observou, ao longo de 30 anos de observação um decréscimo nas chuvas do Pantanal nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, agosto, setembro, novembro e dezembro. Ficando, apenas os meses de julho e outubro com crescimento nessa variável climatológica.

Em relação à probabilidade mensal de ocorrência de chuvas na cidade de Barreiras, esta se mantém a níveis favoráveis de probabilidade apenas nos meses mais chuvosos que compreendem o período de novembro a março, onde se concentram 80% da precipitação anual. Esperam-se chuvas acima de 100 mm nos meses de novembro e dezembro com probabilidade superior a 80% (Figuras 3A e 3C). Nos meses de janeiro a março, essa mesma lâmina de chuva é esperada a uma probabilidade de 60%. Para a ocorrência de chuvas acima dos 200 mm a probabilidade é inferior a 40% nos meses de novembro e dezembro, e 20% para os meses de janeiro, fevereiro e março. Essas informações são preciosas para o planejamento da expansão urbana e drenagem das águas pluviais. Nos meses considerados menos chuvosos (ou sem nenhuma precipitação) período compreendido entre maio e setembro, a probabilidade de ocorrência de chuvas acima dos 100 mm é inferior a 20% (Figura 3B e 3C). Para o mês de maio esse mesmo volume de chuva é esperado a uma probabilidade inferior a 20%, nos demais meses esse valor é ainda menor, 10%.

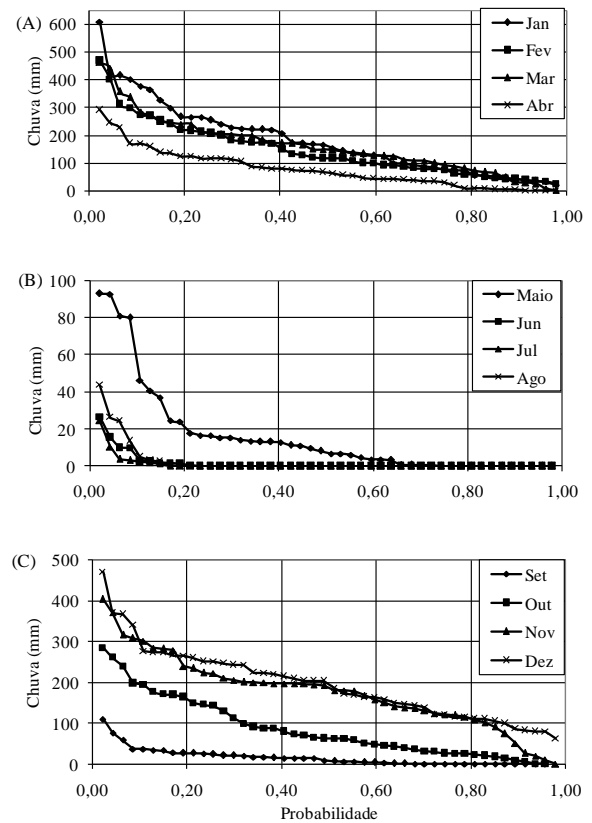


Figura 3. Probabilidade anual de ocorrência de chuvas em Barreiras, BA, 2012

Ao nível de 75% de probabilidade, que é o nível mais indicado para o planejamento de projetos de irrigação (Bernardo, 2006), os meses em que pode ocorrer precipitação acima de 100 mm são novembro e dezembro. Entretanto, a média histórica para esses meses é superior à média mensal esperada conforme o modelo, para o nível de probabilidade de 75%. Contraditoriamente os meses de dezembro e janeiro, apesar de serem os mais chuvosos do ano, ao mesmo nível de probabilidade, a precipitação esperada é próxima da precipitação esperada nos demais meses da estação chuvosa. Nos meses mais secos, junho a setembro que, conforme citado anteriormente, são habitualmente secos, a precipitação esperada ao nível de 75% de probabilidade são valores desprezíveis.

Na região dos Cerrados, as precipitações concentram-se no período primavera-verão, época em que se intensificam as atividades agrícolas. Segundo Sampaio et al. (2007) o estudo probabilístico da distribuição pluviométrica desempenha papel relevante no planejamento racional da produção agrícola, auxiliando na predição da lâmina mínima a

precipitar-se, com certa margem de segurança, e contribuindo para o melhor planejamento de irrigações suplementares por meio do uso eficiente das águas nas áreas cultivadas.

Para a probabilidade anual de ocorrência de chuvas em Barreiras, como pode ser observado na Figura 4, há uma maior probabilidade de precipitações anuais inferiores a 1000 mm (probabilidade > 50%). Por outro lado, a ocorrência de anos atípicos, com precipitações acima da média histórica, como no ano de 1985, onde a chuva ultrapassou os 1800 mm, essa probabilidade cai para valores abaixo dos 10%.

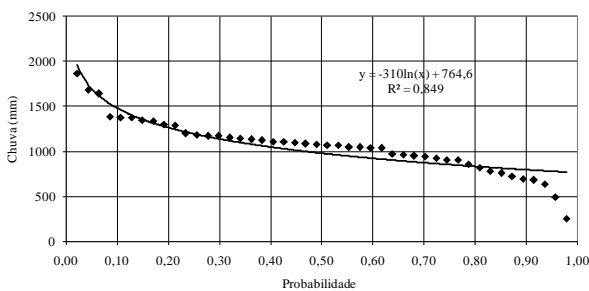


Figura 4. Probabilidade anual de ocorrência de chuvas em Barreiras, BA, 2012

Os modelos gerados, após a comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica, podem fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades (Fietz et al., 1997). Bernardo (2006) considera o nível de 75% como o mais indicado para ser utilizado no dimensionamento de sistemas de irrigação.

Considerando os níveis probabilísticos de 25, 50 e 75% a precipitação anual esperada é 1284,2; 1069,9 e 926,5 mm. À medida que aumenta a probabilidade a precipitação esperada tende a diminuir. Nessas condições, a precipitação anual esperada para Barreiras ao nível de 75% de probabilidade é de 926,5 mm. Apesar de estarem abaixo da média histórica anual, precipitações dessa ordem, desde que bem distribuída ao longo da estação chuvosa é suficiente para o desenvolvimento das culturas do algodão (450 a 700 mm), soja (450 a 850 mm) e milho (350 a 500 mm) (Doorenbos & Kassan, 1979).

O tempo ou período de retorno adequado para ocorrer uma determinada precipitação pluvial mínima para o período anual em Barreiras (Figura 5) pode ser

interpretado do seguinte modo: espera-se que, em um tempo médio de 25 anos, o valor da precipitação anual máxima tendo um intervalo de 85% de confiança, com limite superior e inferior (249,1 mm; 1863,3 mm, respectivamente), é igual a 1762 mm.

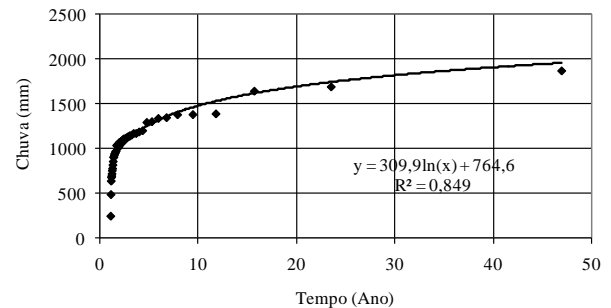


Figura 5. Tempo de retorno para precipitação pluvial em Barreiras, BA, 2012

O estudo do tempo de retorno fornece informações úteis sobre a chance de um determinado evento extremo ocorrer novamente em determinado espaço de tempo, permitindo a prevenção de catástrofes naturais e subsidiando o planejamento de atividades econômicas (Mesquita et al., 2009). Este representa o número médio de anos, durante o qual se espera que a precipitação determinada seja igualada, ou superada uma única vez (Tucci, 2000).

Segundo Beijo et al., (2003) dentre as características das precipitações, as de maior interesse pela relevância no dimensionamento de obras hidráulicas, são a frequência e a altura que correspondem, respectivamente, ao número de ocorrências de uma dada precipitação no decorrer de um intervalo fixado de tempo, e a quantidade de água precipitada por unidade de área horizontal.

De maneira geral, anos com precipitação anual inferior a 1000 mm ou aos níveis da média histórica podem ocorrer a cada dois anos. Enquanto precipitações superiores à média histórica apresentam período de retorno acima dos 4 anos. Para tempos de retorno iguais a 2, 10, 15 e 20 anos são esperados lâminas anuais equivalentes a 1263, 1478, 1604 e 1693 mm, respectivamente. Analogamente, anos chuvosos como 1985, onde a precipitação foi igual a 1863,3 mm podem ocorrer, provavelmente, a cada 45 anos.

Mesquita et al. (2009) ainda citam que mesmo para projetos que necessitam de volume precipitado, como é o caso de terraceamento em nível, ou bacias de acumulação de água em estradas, é de interesse o conhecimento da precipitação máxima, ocorrida em um período de tempo estabelecido em horas ou em minutos, relacionado a um tempo de retorno. O período de retorno utilizado dependerá do tipo de obra e da margem de segurança que se deseja obter. Quanto maior o período de retorno considerado, maior será a precipitação esperada e as dimensões da obra a ser dimensionada.

Conclusões

A distribuição das chuvas em Barreiras-BA apresentou pequenas variações temporais no decorrer do período estudado, todavia, através da análise de tendências decadais não foi possível evidenciar indícios de decréscimo de chuvas nos últimos anos. Para os níveis probabilísticos aceitos na elaboração de projetos (> 75%) a chuva esperada é superior a 100 mm nos meses de novembro e dezembro, sendo considerados os mais chuvosos do ano. Para essa mesma probabilidade a chuva esperada por ano é inferior a 1000 mm. Precipitações anuais acima dos 1500 mm possuem um período de retorno superior a 10 anos.

Referências

Almeida, H. A. 2001. Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC (Boletim Técnico n. 182), 32p.

Bega, R.M. Vieira, S.R.; Maria, I.C.; Dechen, S.C.F.; Castro, O.M. 2005. Variabilidade espacial das precipitações pluviais diárias em uma estação experimental, em Pindorama, SP. *Bragantia* [online], Campinas, v. 64, n.1, p. 149-156.

Beijo, L.A.; Muniz, J. A.; Volpe, C. A.; Pereira, G. T. 2003. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. *Revista Brasileira*

de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147.

Bernardo, S.; Soares, A.A.; Mantovani, E.C. 2006. Manual de irrigação. Viçosa: Ed. UFV, 625 p.

Blain, G. C. 2010. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no Estado de São Paulo: variações e tendências climáticas. *Revista Brasileira de Meteorologia* [online]. v. 25, n.1, p. 114-124.

Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. 1992. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas: 1961-1990. Brasília, DF, 84 p.

Cardoso, E.S.; Almeida, M. G. 2009. Bacia hidrográfica do Rio de Ondas – Barreiras – BA: a análise socioambiental e saberes populares. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – SBGFA. Anais... XIII SBGFA. UFV, Viçosa.

Doorenbos, J.; Kassan, A.H. 1979. Yield response to water. (Irrigation and Drainage Paper, 33), Rome: FAO, 235p.

Fechine, J.A.L.; Galvêncio, J.D. 2009. Tendência das precipitações na bacia hidrográfica do Rio Brígida – estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 2 n.02.

Fietz, C.R.; Frizzone, J.A.; Folegatti, M.V.; Urchei, M.A. 1998. Precipitação esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados, MS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 28, n.1, p. 29-34.

Gutzler, D.S.; Kann, D.M.; Thornbrugh, C. 2002. Modulation of ENSO-based long-lead outlooks of southwestern U.S. winter precipitation by the Pacific decadal oscillation. *Weather and Forecasting*, v. 17, p.1163-1172.

Hastenrath, S.; Greischar, L. 1993. Further work of Northeast Brazil rainfall anomalies. *Journal of Climate*, n.6, p. 743-758.

Lima, J.R.A.; Neves, D.J.D.; Araújo, L.E. Azevedo, P.V. 2011. Identificação de tendências climáticas no estado da Bahia. *Revista de Geografia*, v.28, n. 3.

Marcuzzo, F.F.N.; Faria, T.G.; Cardoso, M.R.D.; MELO, D.C.R. 2010. Chuvas no Pantanal brasileiro: análise histórica e tendência futura. 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Anais... EMBRAPA, Cáceres – MT.

Mesquita, W.O.; Griebeler, N.P.; Oliveira, L.F.C. 2009. Precipitações máximas diárias esperadas para as regiões central e sudeste de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 73-81.

Morais, A.R.; Botelho, V.A.V.A.; Carvalho, L.G.; Muniz, J.A.; Lage, G. 2001. Estimativa da precipitação provável em Lavras, MG, através da distribuição Gama. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n.2, p.305-310.

Moura, A.D.; Shukla, J. 1981. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of Atmospheric Science*, n.38 (12), p.2653-2673.

Murta, R. M.; Teodoro, S. M.; Bonomo, P.; Chaves, M. A. 2005. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 988-994.

Nunes, L. H. 1997. Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no estado de São Paulo: variabilidade, tendências, processos intervenientes. 1997. 192f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de São Paulo.

Pittock, A.B.; Frakes, L.A.; Jessen, D.; Peterson, J.A.; Zillman, J.W. 1978. *Climatic change and variability: a southern perspective*. Cambridge: University Press, 455p.

Sampaio, S.C.; Quiroz, M.M.F.; Frigo, E.P.; Longo, A.J.; Suszek, M. 2007. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná. *Irriga, Botucatu*, v. 12, n. 1, p. 38-53.

Sant'anna Neto, J. L. 1995. As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 1995. 194. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade Estadual de São Paulo.

Silva. G. B.; Azevedo, P.V. 2008. Índices de tendências de mudanças climáticas no estado da Bahia. *Engenharia Ambiental*. Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 141-151.

Silva, V. L.; Marques, J. R. 2007. Tendência Temporal da Precipitação Pluvial do Bimestre Janeiro-Fevereiro no Rio Grande do Sul. IX Encontro de Pós-Graduação – ENPOS, UFPEL, Pelotas.

Tucci, C. E. M. 2000. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: ABRH.

Vilela, S.; Mattos, A. *Hidrologia Aplicada*. 1 ed. São Paulo: mcgraw-Hill do Brasil, 1975. 245p

Yevjevich, V. 1972. *Probability and statistics in hydrology*. Fort Collins: Water Resources Publication, 276 p.