Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

PRECIPITAÇÃO PROVÁVEL E VERANICOS NO VALE DO JEQUITINHONHA/MG

Probable precipitation and veranicos in the Jequitinhonha Valley/MG

Matheus Gobira LACERDA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
gobira.lacerda@hotmail.com

Bruna Laíz Nogueira BRITO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
bruna.laiz.nogueira@gmail.com

Vico Mendes Pereira LIMA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
vico.lima@ifnmg.edu.br

Resumo

O conhecimento da variação e da distribuição das precipitações permite determinar períodos críticos predominantes numa determinada região e reduzir consequências causadas pelas flutuações do regime pluviométrico. Vários modelos de distribuição de frequência têm sido utilizados, visando à estimativa da precipitação provável para diferentes locais e períodos de ocorrência. No presente trabalho os dados de registros pluviométricos do município de Jequitinhonha, entre 1977 a 2002, foram utilizados para adequação dos modelos de distribuição de probabilidades. Os registros pluviométricos dos anos de 1950 a 2019, da mesma estação, foram utilizados para comparar as precipitações prováveis aos dados históricos e verificar a ocorrência de veranicos. Considerando o nível de probabilidade de 75%, verificou-se uma precipitação provável mensal no período chuvoso (novembro a março) de 70,6 mm e no período seco (abril a outubro) de 13,7 mm. No mês de dezembro, com 75% de probabilidade de ocorrência, é esperada uma lâmina de 114 mm. A irregular distribuição das chuvas e a

severidade dos veranicos nos anos de 2015 a 2019 resultou em perda de produção de grãos, diminuição da segurança alimentar e desabastecimento das famílias.

Palavras-chave: Baixo Jequitinhonha. Modelos de distribuição. Abastecimento hídrico.

Abstract

The knowledge of the variation and the distribution of the precipitations allows to determine critical periods predominant in a determined region and to reduce consequences caused by the fluctuations of the pluviometric regime. Several frequency distribution models have been used, aiming to estimate the probable precipitation for different locations and periods of occurrence. In the present work, data from rainfall records in the municipality of Jequitinhonha, between 1977 and 2002, were used to adapt the probability distribution models. The rainfall records from the years 1950 to 2019, from the same season, were used to compare probable rainfall to historical data and to verify the occurrence of vacationers. Considering the probability level of 75%, there was a month probable rainfall in the rainy period (November to March) of 70.6 mm and in the dry period (April to October) of 13.7 mm. In December, with a 75% probability of occurrence, a 114 mm blade is expected. The irregular distribution of rainfall and the severity of the summer season in the years 2015 to 2019 resulted in loss of grain production, decreased food security and shortages for families.

Keywords: Baixo Jequitinhonha. Distribution models. Water supply.

INTRODUÇÃO

A escassez hidríca, devido a distribuição irregular da precipitação, tem muitas vezes comprometido o desenvolvimento e o abastecimento dos agricultores familiares no meio rural. A variabilidade espacial e temporal e as mudanças climáticas estão entre principais causas da irregularidade de chuvas.

O conhecimento do comportamento e da distribuição das precipitações fornece subsídios para determinar períodos críticos predominantes numa determinada região e informações que visem reduzir as consequências causadas pelas flutuações do regime pluviométrico, seja pelo emprego de técnicas de convivência com o semiárido ou implantação de culturas adaptadas à sazonalidade deste regime (ANDRADE et al., 1998; GOMIDE, 1998).

O Vale do Jequitinhonha está localizado no Nordeste de Minas Gerais, região marcada pelo clima semiárido, caracterizado pela deficiência e/ou irregularidade de chuvas, fazendo com que a evapotranspiração potencial seja superior à precipitação. A estação seca ocorre geralmente entre os meses de abril e setembro e a estação chuvosa, popularmente conhecida por “estação das águas”, durante outubro a março. O período chuvoso é caracterizado por ocorrência de veranicos (estiagens que ocorrem em períodos chuvosos, com dias de muito sol e calor) e grande variabilidade no total precipitado (VIANA et al., 1999). Por isso, torna-se relevante o estudo da probabilidade de ocorrência de veranicos e períodos úmidos, ao longo da estação

chuvosa, para que se possa definir a melhor estratégia para armazenamento de água e época de cultivo em condições de sequeiro.

A estimativa da precipitação provável é importante para o planejamento agrícola e dimensionamento de sistemas armazenamento de água (BERNARDO, 1995). Segundo Castro et al. (1994) utiliza-se, no Brasil, a precipitação média no dimensionamento de projetos agrícolas e sistemas de armazenamento de água, o que constitui um risco para o agricultor.

Vários modelos de distribuição de frequência têm sido utilizados, visando à estimativa da precipitação provável para diferentes locais e períodos de ocorrência. Dentre eles, destacam-se as distribuições Normal (FRIZZONE, 1979; ASSIS et al., 1996; ANDRADE JÚNIOR; BASTOS, 1997), Gama (FRIZZONE, 1979; CASTRO NETO; SILVEIRA, 1983; ASSIS et al., 1996; RIBEIRO; LUNARDI, 1997; ANDRADE JÚNIOR; BASTOS, 1997), e Log-Normal (FRIZZONE, 1979; LANNA, 2001).

Os níveis de probabilidade da precipitação devem ser adotados com base em critérios que contemplem a manutenção e segurança hídrica das famílias no meio rural bem como a continuidade de suas atividades produtivas. Doorenbos e Kassan (1994) recomendaram níveis entre 75 e 80%. Projetos que envolvem risco de desabastecimento hídrico devem considerar a precipitação provável nos níveis de 95%.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho: i) estudar e comparar a adequabilidade de modelos de distribuição de probabilidades aplicados ao estudo da precipitação provável, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado; ii) estimar as precipitações prováveis para diferentes níveis de probabilidade; iii) analisar a série histórica de precipitação e a ocorrência de veranicos no Vale do Jequitinhonha, MG.

1 METODOLOGIA / MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados da pesquisa foram obtidos a partir de registros pluviométricos da estação do município de Jequitinhonha (16°25’59”S; 41°01’01”W) operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), sendo os dados de precipitação referentes ao período compreendido entre 1977 a 2002[1]. Registros pluviométricos, dos anos de 1950 a 2019, da mesma estação foram utilizados para comparar as precipitações aos dados históricos e à precipitação provável, verificando a ocorrência de veranicos e a duração do período seco nesses anos.

A estação de Jequitinhonha foi escolhida no estudo de precipitação provável, devido à localização geográfica do município, localizado em uma posição central da área estudada, por ser uma seção de controle de vazão do Rio Jequitinhonha entre os territórios Alto/Médio e Baixo Jequitinhonha e por este apresentar um histórico confiável de informações de precipitação e vazão que nos permite compreender as alterações ocorridas no Vale do Jequitinhonha. Os veranicos (estiagens que ocorrem em períodos chuvosos, com dias de muito sol e calor) foram avaliados considerando a ocorrência de mais de 15 dias consecutivos sem

[1] Os dados apresentam alguns períodos em que as precipitações não foram coletadas: 1982, 1989, 1994, 1995,1996. Por isso não foram considerados na análise.

chuva e com precipitações no período menores que 10 mm (Castro et. al., 1994; Castro Neto; Silveira, 1983).

Foram ajustadas aos modelos matemáticos séries históricas com 21 anos de observações. As lâminas diárias foram totalizadas em períodos anuais, mensais e quinzenais, sendo aplicadas as seguintes distribuições:

Distribuição Log-Normal 2 parâmetros

A distribuição Log-Normal 2 parâmetros é descrita pela Função Densidade de Probabilidade (FDP), da seguinte forma (NAGHETTINI; PINTO, 2007):

$$FDP: \quad f(X) = \frac{1}{x\sigma n.\sqrt{2\pi}} e^{-0,5.\left(\frac{Ln(x)-\mu n}{\sigma n}\right)^2} \tag{1}$$

em que μn e σn são os parâmetros da distribuição, correspondendo a média e o desvio padrão dos logaritmos das informações. A equação base para estudos hidrológicos, utilizando-se a distribuição Log-Normal 2 parâmetros, é adaptada da equação geral de Ven te Chow (HAAN, 2002):

$$X_{TR} = e^{\mu n + \sigma n.K_{TR}} \tag{2}$$

em que XTR é o valor da variável hidrológica (precipitação), associada a um tempo de recorrência (TR) e KTR a variável reduzida.

Distribuição Log-Normal 3 parâmetros

A distribuição Log-Normal 3 parâmetros tem sua FDP representada pela seguinte equação:

$$FDP: f(x) = \frac{1}{(x-\beta)\sigma n.\sqrt{2\pi}} .e^{0,5\left(\frac{Ln(x-\beta)-\mu n}{\sigma n}\right)^2} \tag{3}$$

Os parâmetros da FDP podem ser estimados pelas seguintes equações (NAGHETTINI; PINTO, 2007):

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

$$\beta = \mu n - \frac{\sigma n}{\eta y} \tag{4}$$

$$\eta y = \frac{\left(1 - \phi^{\frac{2}{3}}\right)}{\phi^{\frac{1}{3}}} \tag{5}$$

$$\phi = \frac{\left[-y + \left(y^2 + 4\right)^{0,5}\right]}{2} \tag{6}$$

$$y = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum_{i}^{n} \left(x_i - \bar{x}\right)}{s^3} \tag{7}$$

Primeiramente, calcula-se o y (equação 7), que diz respeito à assimetria desta distribuição. Com isto, estima-se ø pela equação 6, ηy com a equação 5 e, com base neste último valor e na média (μn) e desvio padrão (σn) dos dados transformados em logaritmos, o parâmetro β é estimado pela equação 4. Neste caso, a equação base para estimativa da variável hidrológica é dada por (HAAN, 2002):

$$X_{TR} = e^{\mu n + K_{TR} \cdot \sigma n} + \beta \tag{8}$$

Distribuição Gama

A distribuição Gama incompleta é definida, segundo Lanna (2001) pela integral:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\nu - 1} e^{-x}\, dx, \quad \nu > 0 \tag{9}$$

$$P(\alpha, x) = \int_0^{x} x^{\nu - 1} e^{-x}\, dx \tag{10}$$

$$P(\alpha, x) = \int_0^x x^{\nu-1} e^{\frac{-x}{\beta}}\, dx \tag{11}$$

Sua FDP pode ser expressa da seguinte forma (BOTELHO, 1989):

$$FDP: f(x) = \frac{1}{\beta^{\nu}.\Gamma(\nu)}.x^{\nu-1}.e^{\frac{-x}{\beta}},\ 0 < x < \infty \tag{12}$$

com $\nu > 0$, $\beta > 0$, $\Gamma(\nu) > 0$, em que ν é o parâmetro de forma adimensional, β é o parâmetro de escala e x a variável aleatória (precipitação).

Os parâmetros ν e β podem ser estimados por:

$$\nu = \frac{\bar{x}^2}{s_x^2} \tag{13}$$

$$\beta = \frac{s_x^2}{\bar{x}} \tag{14}$$

em que x é a média aritmética dos dados da série e Sx é o desvio padrão dos dados da série.

Para avaliar a adequabilidade das distribuições, em todos os períodos estudados, utilizou-se o teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV e o teste de $\chi 2$ (Qui-Quadrado), ao nível de 5% de significância, considerando-se como graus de liberdade o número de classes menos um (FERREIRA, 2005).

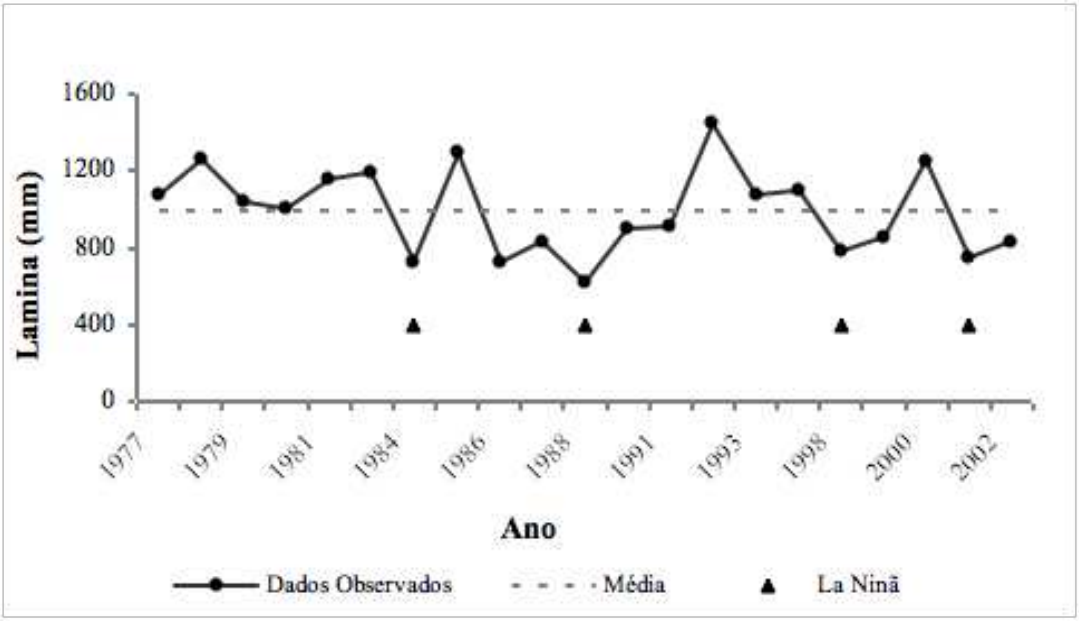
As precipitações prováveis foram estimadas para cada período utilizando a distribuição que apresentou o menor valor de $\chi 2$, nos níveis de probabilidade de excedência de 75, 85 e 95%, correspondendo, respectivamente, aos períodos de retorno de 4, 7 e 20 anos. A distribuição que apresentou o menor valor de $\chi 2$ foi considerada mais precisa, de acordo com Walpole e Myers (1978).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

2 RESULTADOS

Na Figura 1 apresenta-se o comportamento da precipitação anual em relação à média para a região de Jequitinhonha. A primeira inferência que se pode observar é a confirmação de uma característica marcante do clima semi-árido, ou seja, forte irregularidade da precipitação entre os anos. Foram encontrados anos de grandes secas, como 1988, com precipitação anual de 618,7 mm, e outros muito chuvosos, como 1992, com 1450,4 mm. A precipitação média para a região é de 991,3 mm anuais. Observa-se que no período analisado ocorreram mais anos com precipitação anual abaixo da média do que acima (10 contra 8) e apenas 3 muito próximos da média. Nas regiões de clima semi-árido é muito importante observar, registrar e analisar as precipitações de forma a melhorar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

Figura 1 - Precipitação média anual (mm) para a região de Jequitinhonha, MG.



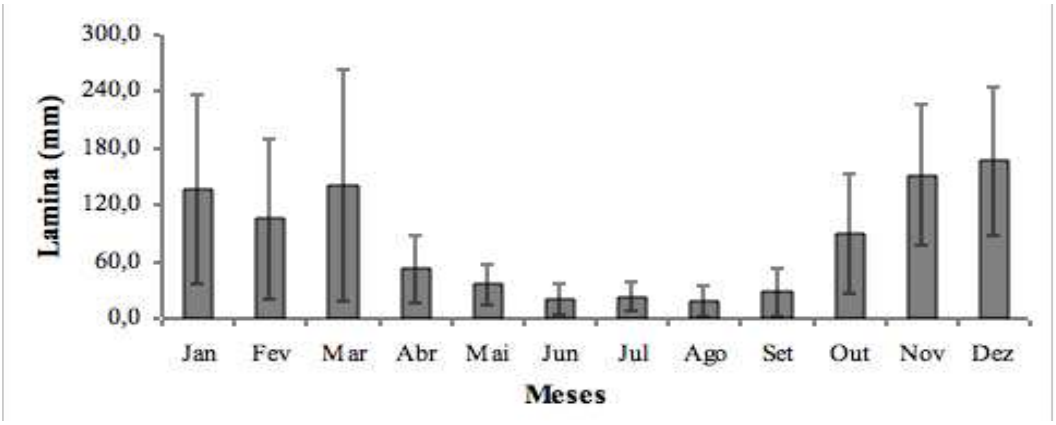
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Episódios recentes do La Niña ocorreram nos anos de 1984/85, 1988/89 (que foi um dos mais intensos), 1998/99 e em 2000/01 (OLIVEIRA, 2001). Estes eventos coincidem com observações de anos em que ocorreram precipitações extremamente baixas na região. O fenômeno La Nina é associado a ventos mais intensos que concentram as chuvas na região próxima ao equador, consequentemente altera os ventos e a distribuição das chuvas nas regiões adjacentes como no vale do Jequitinhonha.

A variabilidade da precipitação também é evidente durante os meses dos anos, dividindo a região em duas estações bem definidas, uma seca, de abril a setembro e outra chuvosa, de outubro a março, de acordo com a Figura 2.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 2 - Precipitação média mensal (mm) para a região de Jequitinhonha, MG.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A análise da adequabilidade das distribuições de probabilidades a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov, revelou um valor tabelado para o nível de significância de 5% de 0,288 sendo que das 3 distribuições avaliadas apenas a distribuição Gama para o 1º decêndio do mês de fevereiro não se ajustou adequadamente.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os testes de adequabilidade de Qui-Quadrado (χ^2), para as distribuições de probabilidades estudadas, respectivamente, para os em cada períodos mensal, quinzenal e decendial. De maneira geral, a distribuição Gama foi a que propiciou melhor adequação, com 100% das séries históricas adequadas, seguida da distribuição Log-Normal 3 parâmetros com 96% e, por último, da distribuição Log-Normal 2 parâmetros com apenas 69% das séries históricas. A distribuição Gama tem sido considerada a mais apropriada quando se estudam períodos mensais ou inferiores de precipitação provável, conforme Castro Neto e Silveira (1981ab, 1983), Ribeiro et al (2007) e Junqueira Júnior et al (2007) que estudaram estatisticamente a precipitação provável para algumas localidades da região Sul de Minas Gerais.

Tabela 1 - Valores de Qui-Quadrado (χ^2) para as distribuições Log-Normal 2 parâmetros, Log-Normal 3 parâmetros e Gama para períodos mensais da região de Jequitinhonha, MG.

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Log 2P	3,95 A	1,41 A	**0,51 A**	0,64 A	5,94 A	6,14 A	2,98 A	**0,45 A**	8,78 NA	2,21 A	0,99 A	5,03 A
Log 3P	**0,49 A**	1,92 A	2,85 A	0,28 A	**0,95 A**	1,30 A	**0,78 A**	2,09 A	4,42 A	3,41 A	**0,21 A**	**0,69 A**
Gama	0,83 A	**0,25 A**	1,31 A	**0,20 A**	1,50 A	**1,13 A**	1,21 A	0,54 A	**2,63 A**	**1,27 A**	0,37 A	2,14 A

NA: distribuição não adequada; A: distribuição adequada.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Além dos comentários anteriores sobre a adequabilidade das distribuições, observa-se pela Tabela 1 que as distribuições Gama e Log-Normal 3 parâmetros, além de adequada a todos os meses, produziu os menores valores de χ^2 para as situações. Nesta mesma linha a distribuição Log-Normal 2 parâmetros se sobressaiu em apenas 2 meses (março e agosto) e não foi adequada para o mês de setembro. Outra observação relevante pode ser destacada para os maiores valores de χ^2 gerados pelas distribuições, esta situação ocorreu para o mês de setembro para todas as distribuições, culminando com a não adequação da distribuição Log-Normal 2 parâmetros. Este comportamento se deve ao fato de que no mês de setembro há considerável variabilidade temporal dos dados, havendo em alguns anos, precipitação praticamente nula e em outros valores importantes (> 40 mm), e a média, para este mês, é superior a 30 mm. Assim, pode ocorrer, maior dificuldade de ajuste das distribuições devido a esta amplitude, mesmo na condição de logaritmo. A introdução do terceiro parâmetro, ligado à assimetria, na distribuição Log-Normal 3 parâmetros, pode produzir melhor ajustamento da distribuição, apesar da redução do graus de liberdade da distribuição, afetando os valores tabelados de χ^2.

Tabela 2 - Valores de Qui-Quadrado (χ^2) para as distribuições Log-Normal 2 parâmetros, Log-Normal 3 parâmetros e Gama para períodos quinzenais nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março na região de Jequitinhonha, MG.

Período	Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
	Log 2P	**Log 3P**	**Gama**	**Log 2P**	**Log 3P**	**Gama**	**Log 2P**	**Log 3P**	**Gama**	**Log 2P**	**Log 3P**	**Gama**
1º quinzena	22,39^{NA}	**0,51** ^{A}	0,81 ^{A}	4,26 ^{A}	4,15 ^{A}	**2,63** ^{A}	6,26 ^{A}	4,25 ^{A}	**0,05** ^{A}	**1,06** ^{A}	3,31 ^{A}	3,26 ^{A}
2º quinzena	10,24^{NA}	**2,78** ^{A}	5,25 ^{A}	6,78 ^{A}	1,20 ^{A}	**0,30** ^{A}	0,59 ^{A}	5,80 ^{A}	**0,51** ^{A}	4,04 ^{A}	0,87 ^{A}	**0,20** ^{A}

NA: distribuição não adequada; A: distribuição adequada.

Observa-se pela Tabela 2 que as distribuições Gama e Log-Normal 3 parâmetros, além de adequada a todas as quinzenas, produziu os menores valores de χ^2 para as situações. Nesta mesma linha a distribuição Log-Normal 2 parâmetros se sobressaiu apenas na 1º quinzena de março e não foi adequada para as duas quinzenas do mês de dezembro. Outra observação relevante pode ser destacada para os maiores valores de χ^2 gerados pelas distribuições, esta situação ocorreu para o mês de dezembro, culminando com a não adequação da distribuição Log-Normal 2 parâmetros. Este comportamento se deve ao fato de que na 1º e 2º quinzenas de dezembro há considerável variabilidade temporal. Assim, pode ocorrer, maior dificuldade de ajuste das distribuições devido a amplitude dos dados, mesmo na condição de logaritmo. A introdução do terceiro parâmetro, ligado à assimetria, na distribuição Log-Normal 3 parâmetros, pode produzir melhor ajustamento da distribuição, apesar da redução do graus de liberdade da distribuição, afetando os valores tabelados de χ^2.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 3 - Valores de Qui-Quadrado (χ^2) para as distribuições Log-Normal 2 parâmetros, Log-Normal 3 parâmetros e Gama para períodos decendiais nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, na região de Jequitinhonha, MG.

Período	Dezembro			Janeiro			Fevereiro		
	Log 2P	**Log 3P**	**Gama**	**Log 2P**	**Log 3P**	**Gama**	**Log 2P**	**Log 3P**	**Gama**
1º decêndio	18,49 NA	5,37 A	**1,13 A**	7,26 A	1,66 A	**0,58 A**	20,32 NA	8,21 NA	**0,19 A**
2º decêndio	11,17 NA	5,02 A	**2,97 A**	8,52 NA	**1,37 A**	2,23 A	22,94 NA	5,31 A	**4,94 A**
3º decêndio	22,11 NA	**5,35 A**	6,02 A	14,65 NA	1,59 A	**1,53 A**	1,75 A	2,61 A	**0,07 A**

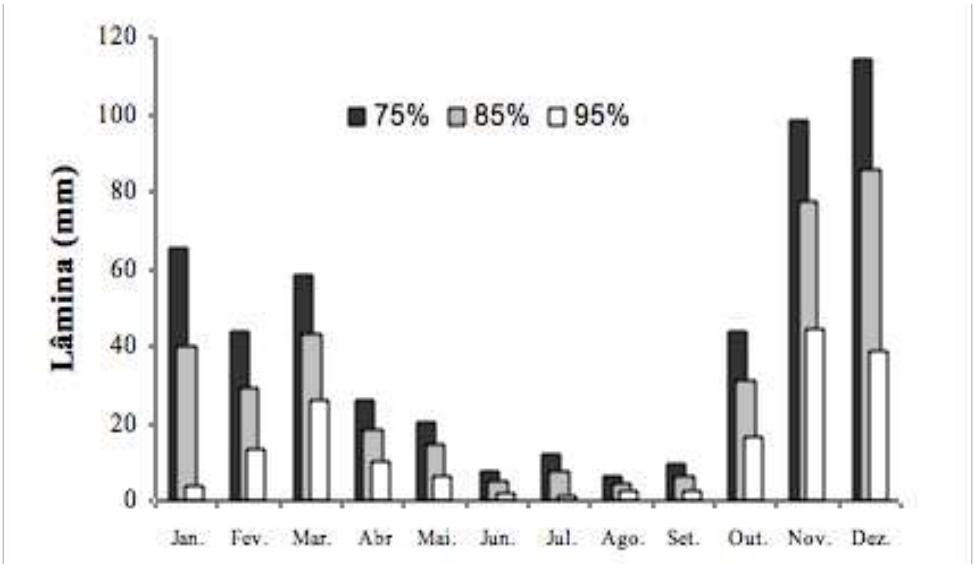
NA: distribuição não adequada; A: distribuição adequada.

Um fato que deve ser destacado é que para períodos decendiais, a quantidade de séries adequadas foi consideravelmente menor que para os períodos quinzenais e mensais. A adequabilidade dos modelos de probabilidades utilizados, segundo o teste de Qui-Quadrado (χ^2), diminuiu com o tamanho dos períodos analisados, ou seja, a possibilidade de um dos modelos utilizados ser adequado para o período decendial foi sempre menor que para períodos quinzenais e estes menores que para períodos mensais. Isto se deve ao fato de que ao se diminuir os períodos de análise aumenta-se o desvio padrão e consequentemente o coeficiente de variação dos dados. Esta situação implica em maior dificuldade de se obter adequabilidade do modelo de probabilidades, pois será estimada uma freqüência teórica consideravelmente distorcida em relação à freqüência observada.

Nas Figuras 3, 4 e 5 encontram-se, respectivamente, as precipitações prováveis mensais quinzenais e decendiais associadas aos níveis de probabilidade de 75, 85 e 95%, estimadas com base na melhor distribuição de probabilidades, de acordo com as Tabelas 1, 2 e 3. A precipitação provável sugere uma lâmina mínima a ser garantida, com segurança associada ao nível de probabilidade trabalhado. Observa-se que o aumento no nível de probabilidade proporcionou uma menor lâmina provável, pois o aumento na confiabilidade da estimativa implica na redução do valor estimado. De acordo com Bernardo et al. (1995), quando se estuda a precipitação provável para fins agrícolas, o nível de probabilidade mais recomendado é de 75%, ou seja, uma lâmina mínima a ser garantida para um determinado período em três a cada quatro anos. Considerando este nível de probabilidade, observa-se que a região de Jequitinhonha, MG tem limitações sérias quanto ao desenvolvimento da maioria das culturas sendo essas limitações agravadas pela ocorrência de veranicos durante o período chuvoso.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

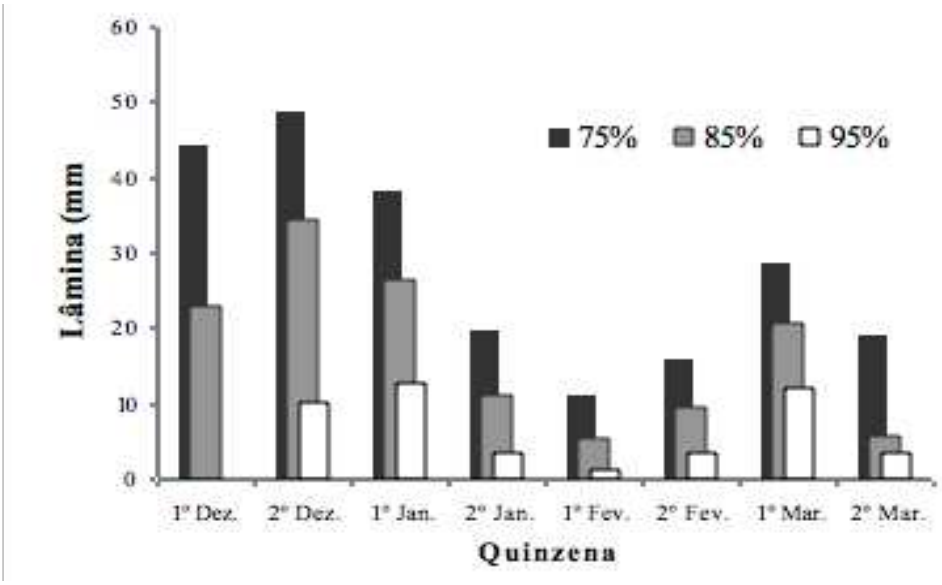
Figura 3 - Chuva provável para a região de Jequitinhonha, MG, para períodos mensais, com níveis de probabilidade de 75, 85, 95%.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 4 buscou-se avaliar mais detalhadamente a precipitação provável durante o período chuvoso dividindo este em quinzena. Este procedimento é importante, pois revela a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa. Durante a 1º quinzena de fevereiro ocorrem os menores índices de probabilidade dentro do período avaliado, sendo um período que caracteriza um veranico durante a estação chuvosa.

Figura 4 - Chuva provável para a região de Jequitinhonha, MG, para períodos quinzenais, com níveis de probabilidade de 75, 85, 95%, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

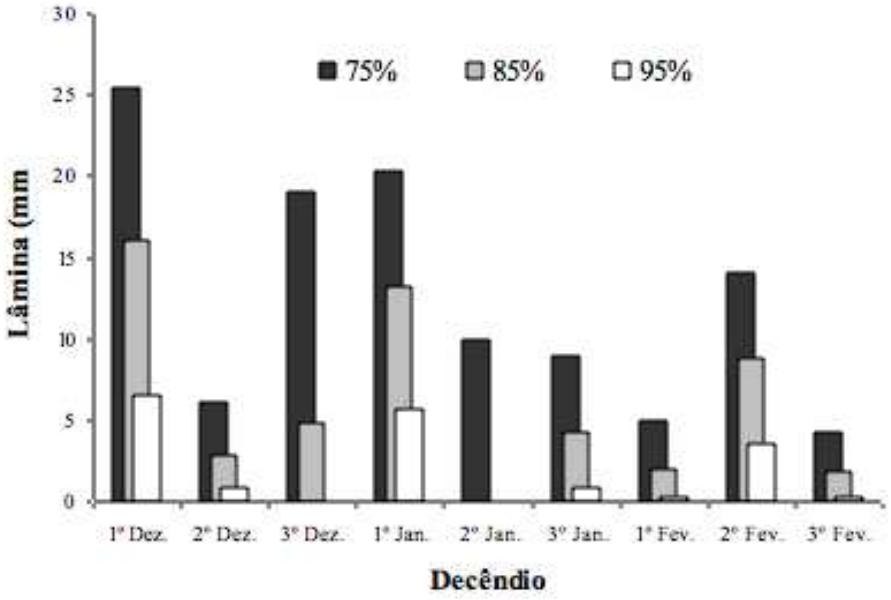


Fonte: elaborado pelos autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, Vol. 2, n.2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Segundo Castro Neto e Silveira (1983) os períodos de veranico são caracterizados pela redução dos valores precipitados em um período quando comparado ao período anterior, até que ocorra aumento dos valores precipitados, durante a estação chuvosa. Analisando as precipitações prováveis, mostradas na Figura 5, verifica-se que com 75% de probabilidade pode ocorrer apenas uma lâmina de 10 mm para o segundo decêndio do mês de janeiro. Este valor, comparado com o decêndio anterior, revela um decréscimo da precipitação provável que se prolonga até o 1º decêndio de fevereiro, ocorrendo em seguida um aumento dos valores de precipitação provável, o que indica uma maior probabilidade de ocorrência de veranicos entre 11 de janeiro a 10 de fevereiro.

Figura 5 - Chuva provável para a região de Jequitinhonha, MG, para períodos decendiais, com níveis de probabilidade de 75, 85, 95%, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Os resultados revelam a variabilidade da chuva que mesmo durante a estação chuvosa se encontra concentrada em alguns períodos promovendo para a região um prejuízo imensurável em termos de quebra de produção da safra agrícola, tanto pela irregularidade da distribuição quanto pelos prejuízos ao solo que a concentração das chuvas trazem.

O estudo demonstra que a implantação de sistemas de irrigação na região pode ser necessária na forma suplementar. O uso de valores de probabilidade de ocorrência de precipitações naturais em projetos de irrigação, além de diminuir os custos do sistema, pode reduzir as vazões outorgáveis, facilitando a aprovação destes projetos junto aos órgãos ambientais. Ressalta-se que a existência de sistemas de irrigação é importante, devido aos períodos de veranico comuns na região e as instabilidades inerentes do regime hídrico nas regiões de clima semi-árido.

Considerando ainda o nível de probabilidade de 75%, o qual normalmente é referência para projetos de segurança hídrica e alimentar, verificou-se uma precipitação provável no período chuvoso (novembro a março) de 70,6 mm e no período seco (abril a outubro) de 13,7 mm, valor insuficiente para abastecimento da cisterna de coleta de água de chuva com telhados de 100 m² (Figura 3). Com base neste tipo de análise o projetista e o agricultor devem pensar e planejar estratégias de convivência com o semiárido, sobretudo medidas de armazenamento de água nas caixas de chuvas, barragens e cisternas, além do aumento da recarga subterrânea com a utilização de bacias de contenção e barragens subterrâneas.

No mês de dezembro, com 75% de probabilidade de ocorrência, é esperada uma lâmina de 114 mm (Figura 1). Esse dado é bastante importante, pois dezembro apresenta uma precipitação média de 167,1 mm sendo a mais alta dentre os meses do ano. Este mês é essencial para o desenvolvimento das culturas do feijão, milho, mandioca e pastagens; os agricultores da região planejam a época de plantio destas culturas coincidindo o estádio de desenvolvimento da planta que mais necessita de água com o mês de dezembro. Este mês também é considerado pelos agricultores o principal período para reabastecimento das suas reservas de água (caixas de chuva, barragens e cisternas).

A pesquisa revelou que as estratégias de convivência no semiárido são cada vez mais imprescindíveis. É possível afirmar, por meio da probabilidade, que, a barragem, caixa de coleta de água da chuva ou espécies cultivadas que necessitam de mais de 50 mm na segunda quinzena do mês de dezembro (período mais regular de chuvas), terão 25% de risco de não encher os reservatórios ou das culturas não se desenvolverem. Para reduzir os riscos de perdas nas lavouras os agricultores vêm utilizando de variedades precoces de milho e feijão ou cultivares resistentes a seca. Existem períodos ímpares e cada vez mais escassos para se conseguir coletar e armazenar água no meio rural e quem perde essas oportunidades só consegue acesso à água no próximo ano chuvoso.

Entre os anos de 1950 e 2019 ocorrem 31 veranicos no Baixo Jequitinhonha o que evidencia que estes eventos são naturais no clima semiárido desta região. Entretanto, quando se avalia o período entre os anos 2010 a 2019 observa-se que ocorreram 8 veranicos de grande intensidade, o que representa 25% dos 31 veranicos ocorridos. Somando-se o número de dias sem chuva e forte radiação solar dentro do período chuvoso, encontra-se uma situação ainda mais complicada: 274 dias de veranicos nos últimos 10 anos, maior valor entre as décadas estudadas. Na última década muitas famílias enfrentaram situação de vulnerabilidade devido as seguidas perdas nas lavouras e escassez de água nas diversas fontes. Em 2019 houve 44 dias de veranico na região, um dos veranico mais extensos entre os anos analisados, iniciado no dia 28 de dezembro de 2018, com recorde de temperatura e perda total da safra de milho.

CONCLUSÃO

A distribuição de probabilidade Gama incompleta foi a que melhor se ajustou as séries históricas de precipitação mensal, quinzenal e decendial.

As maiores precipitações prováveis ocorrem nos meses de novembro e dezembro.

O mês de dezembro é o que apresenta, durante o período chuvoso, maior regularidade das precipitações.

A pesquisa confirma o conhecimento tradicional dos agricultores que consideram o mês de dezembro o principal período para reabastecimento das suas reservas de água (caixas de chuva, barragens e cisternas) e desenvolvimento das culturas de milho, feijão e mandioca.

A irregular distribuição das chuvas e a severidade dos veranicos nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 resultou em perda de produção de grãos, diminuição da segurança alimentar e desabastecimento das famílias.

Em 2019 registrou-se 44 dias de veranico na região com recorde de temperatura e perda total da safra de milho.

Existe maior probabilidade de ocorrência de veranicos entre 11 de janeiro e 10 de fevereiro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **HidroWeb: Sistemas de Informações Hidrológicas.** Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb. Acesso em: 09/2007.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. DE; BASTOS, E. A.. **Precipitação pluviométrica provável em municípios do cerrado piauiense.** Teresina: EMPRABA-CPAMN, 1997. 22p. Documentos, 25.

ANDRADE, C. L. T.; COELHO, E. F.; COUTO, L.; SILVA, E. L. Parâmetros de solo-água para engenharia de irrigação e ambiental. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. **Manejo de irrigação.** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-132.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PERREIRA, A. R.. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática.** Pelotas: Ed. Universitária UFPel, 1996. 161p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.

BOTELHO, V. A. **Ajuste da distribuição de probabilidade gama aos dados de precipitação para a região de Lavras, MG.** 1989. 98 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1989.

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras, região Sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade gama I: períodos mensais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 144-151, 1981a.

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras, região Sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade gama II: períodos de quinze dias. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 152-162, 1981b.

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V.. Precipitação provável para Lavras-MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama III: períodos de 10 dias. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 58-65, 1983.

CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. N.; ASSAD, E. D.. **Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos cerrados brasileiros**. In: Assad, E.D. (coord.) Chuvas no cerrados: análise e espacialização. Brasília: Embrapa, CPAC; Embrapa,SPI, 1994. p.13-23.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H.. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Tradução de H. R. Gheyi e A. A. Souza. João Pessoa: UFPB, 1994. 306 p.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2005. 654 p.

FRIZZONE, J. A. **Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição de precipitação na região de Viçosa - MG.** 1979. 100 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

GOMIDE, R. L.. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. **Manejo de Irrigação.** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 133-238.

HAAN, C. T.. **Statistical methods in hydrology.** Ames: The Iowa State University, 2002. 2º edição. 377 p.

JUNQUEIRA JUNIOR, J. A.; GOMES, N. M.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.. **Precipitação provável para a região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, p. 842-850, 2007.

LANNA, A.. E. Elementos de estatística e probabilidade. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH; UFRGS, 2001. p. 79-176.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A.. **Hidrologia Estatística.** Belo Horizonte:CPRM, 2007. 552p.

OLIVEIRA, G. S.. **O El Niño e Você - o fenômeno climático**. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.

RIBEIRO, A. M. A.; LUNARDI, C.. **A precipitação mensal provável para Londrina, PR, através da função gama.** Energia na Agricultura, Botucatu, v.12, p.37-44. 1997.

RIBEIRO, B. T.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R.; LIMA, J M.; SILVA, Marx Leandro Naves. **Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para a região de Barbacena, MG.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, p. 1297-1302, 2007.

VIANA, T. V. A, et al. Precipitação decendial provável para Pentecoste, CE, através da distribuição Gama. In CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.,

1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 1 CD-ROM.

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H. **Probability and statistics for engineers and scientists.** New York: Macmillan, 1978. 580 p.

Recebido em: *01 de julho 2020*

Aceito em: *23 de setembro 2020*