

# PROBABILIDADES MENSAIS DE OCORRÊNCIA DE CHUVA EM DIAMANTINA, MINAS GERAIS

JOÃO P. G. VIEIRA<sup>1</sup>, MARIA J. H. SOUZA<sup>2</sup>, MOACIR F. FILHO<sup>3</sup>, JOSIANE M.  
TEXEIRA.

<sup>1</sup>Graduando de Eng. Florestal, bolsista FAPEMIG, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina - MG, Fone (0xx31) 9115-8847, joapaulofloresta@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Adjunta, Depto. de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina - MG

<sup>3</sup> Graduando de Eng. Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha Mucuri (UFVJM), Diamantina - MG

<sup>4</sup> Prof<sup>a</sup>. Assistente, Depto. Ciências Básicas/Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina - MG

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 A 05 de Julho de 2007 –  
Aracaju – SE

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo analisar a probabilidade empírica de precipitação total mensal, e averiguar os valores mensais extremos, em Diamantina, MG. Os dados de precipitação utilizados foram obtidos durante o período de 1960 a 1964, sendo obtidos na estação climatológica principal de Diamantina, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e na estação meteorológica da Agência Nacional das Águas (ANA). Foram analisadas as variações da precipitação mensal a fim de determinar qual a probabilidade ocorrência para os níveis de 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 95%, para cada mês do ano. Determinaram-se também os anos de maior e menor total precipitado. Nos anos estudados verificou-se grande variação nos totais mensais de precipitação ao longo do ano. Verificou-se que para o nível de 75% de probabilidade a precipitação mensal pode ser superior a 100mm para janeiro (superior a 128mm), novembro (143mm) e dezembro (187mm); e superior a 50 mm em fevereiro (68mm), março (57mm) e outubro (51mm), enquanto que para os meses de junho a agosto existe mais de 25% de probabilidade de não chover.

**PALAVRA-CHAVE:** probabilidade de chuva, precipitação, agroclimatologia.

## MENSAL PROBABILITIES FOR RAINFALL EVENT IN DIAMANTINA COUNTY - MG

**ABSTRACT:** This study aimed at analyzing the empirical probability for monthly total precipitation and verifying the extreme monthly values in Diamantina county-MG. The precipitation data relative to the period from 1960 to 1964 were obtained at the main climatological station in Diamantina, pertaining to the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) and at the meteorological station pertaining to the Agência Nacional de Águas (ANA). The variations in the monthly precipitation were analyzed in order to determining the event probability for the levels 5%, 10%, 25%, 50%, 75% and 95% for each month in the year. The years with higher and lower total precipitations were also determined. A wide variation in the total monthly precipitations throughout the years under study were also verified. For 75% probability level, the mensal precipitation can be higher than 100mm in January (above 128mm), November (143mm) and December (187mm), whereas there is more than 25% probability for no rainfall events in the months from June to August.

**KEYWORDS:** rainfall probability, precipitation, agroclimatology

**INTRODUÇÃO:** A região de Diamantina-MG está localizada na região do espinhaço meridional, com predominância de solos rochosos e arenosos, com baixo poder de retenção de umidade (SILVA et al., 2005). Em conjunto estão os fatores climáticos da região, classificada como Cwb, segundo classificação de Köppen (apresentada por VIANELLO e ALVES, 1991). Nesse contexto insere-se o estudo de probabilidade de ocorrência de precipitação, uma vez que a precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos de maior importância, pois está diretamente relacionada aos mais diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico é uma das variáveis que mais limita a produção agrícola afetando a economia, o meio ambiente e a sociedade, como um todo. Estudos desta natureza são fundamentais para o planejamento agrícola como, por exemplo, em projetos de irrigação, dimensionamento de sistemas de escoamento de água, planejamento do plantio em época adequada, aplicação de adubos e defensivos, a utilização de máquinas agrícolas dentre outros, proporcionando a obtenção de rendimentos satisfatórios em cultivos. A precipitação pluvial de um determinado local pode ser estimada, dentre outras formas, em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados (PERIERA et al., 2002; COSTA, 1994). Levando-se em consideração a relevância do assunto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e estimar a probabilidade de chuva mensal para a região de Diamantina.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), utilizando dados fornecidos pelo 5º Distrito de Meteorologia – 5º DISME – pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – obtidos na estação climatológica principal de Diamantina (latitude 18° 15' S, longitude de 43° 36' W altitude 1296 m) e os dados obtidos na estação meteorológica da Agência Nacional das Águas (ANA). O trabalho baseou-se em dados mensais de precipitação pluviométrica de um período de aproximadamente 46 anos (janeiro de 1960 a dezembro de 2006). O trabalho baseou-se em dados mensais de precipitação pluviométrica, considerando-se um período de 46 anos (janeiro de 1960 a dezembro de 2006). As precipitações mensais para os anos de 1988 e 1989 foram estimadas através da análise de séries temporais, considerando um modelo sazonal. Dados faltantes de outros anos foram estimados por médias móveis (MORETTIN e TOLOI, 2004). A probabilidade de chuva foi calculada a partir de uma seqüência de valores medidos em ordenação crescente, ou seja: a probabilidade empírica corresponderá a um valor igual ou menor que o limite escolhido de acordo com metodologia apresentada por SOUZA, 2005. Portanto para determinar a probabilidade de ocorrência (P) de um valor maior ou menor que um valor crítico, deve-se ordenar a seqüência de dados em ordem crescente, e dividir o número de ordem (m) correspondente à posição do valor crítico pelo número total de dados (n) mais 1, isto é:

$$P = \left( \frac{m}{n + 1} \right) * 100$$

Se na seqüência de dados houver ocorrências de valores nulos (ausência de precipitação no mês), eles são descartados, anotando-se quantas vezes este fato ocorreu ( $N_0$ ), fazendo-se depois uma ordenação dos valores restantes. Neste caso, a probabilidade de ocorrência (P) de um valor crítico é dada pela seguinte relação:

$$P = \left( 1 - \frac{N_0}{n} \right) \left( \frac{m}{n + 1 - N_0} \right) * 100$$

Sendo **n** o número total de dados (inclusive os valores nulos). A probabilidade de não chover

é dada por  $No/n$ . Os cálculos de probabilidade de chuva foram feitos para todos os meses do ano, para melhor detalhamento dos resultados, fez uma interpolação das probabilidades para se saber qual seria a precipitação máxima para determinada probabilidade. Para se ter caracterizar um mês chuvoso levaram-se em consideração apenas os meses que tiveram mais de 50 mm de chuva –segundo Godin e Medina, 1980, citado por NETO, 1996). Ressalta-se que para projetos de irrigação é levada em consideração a probabilidade mínima de 75% (BERNARDO, 1989).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A precipitação média anual é de 1232 mm, valor este menor do que o publicado nas normais climatológicas para Diamantina (Brasil, 1992) que é de 1404 mm anuais, isso porque a série que foi utilizada abrangia os anos de 1960 a 2006, enquanto que a série das normais climatológicas se refere ao período de 1972 a 1990. O ano de 1981 foi o mais chuvoso, com 1786 mm, e o ano de 1963 o menos chuvoso, com 492 mm. Os coeficientes de variação das médias mensais e o desvio padrão foram elevados, evidenciando-se a grande variabilidade da precipitação (Tabela 1). Verifica-se que os maiores coeficientes de variação (CV) foram obtidos para os meses de inverno, estação seca do ano, e os menores CV foram verificados nos meses chuvosos, principalmente em novembro e em dezembro (40 e 30%, respectivamente). Com base na probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial (mm) mostrada na Tabela 2, pode-se verificar qual a probabilidade mensal de chuva para região de Diamantina-MG, obtendo-se as curvas de probabilidade apresentadas na Figura 1.

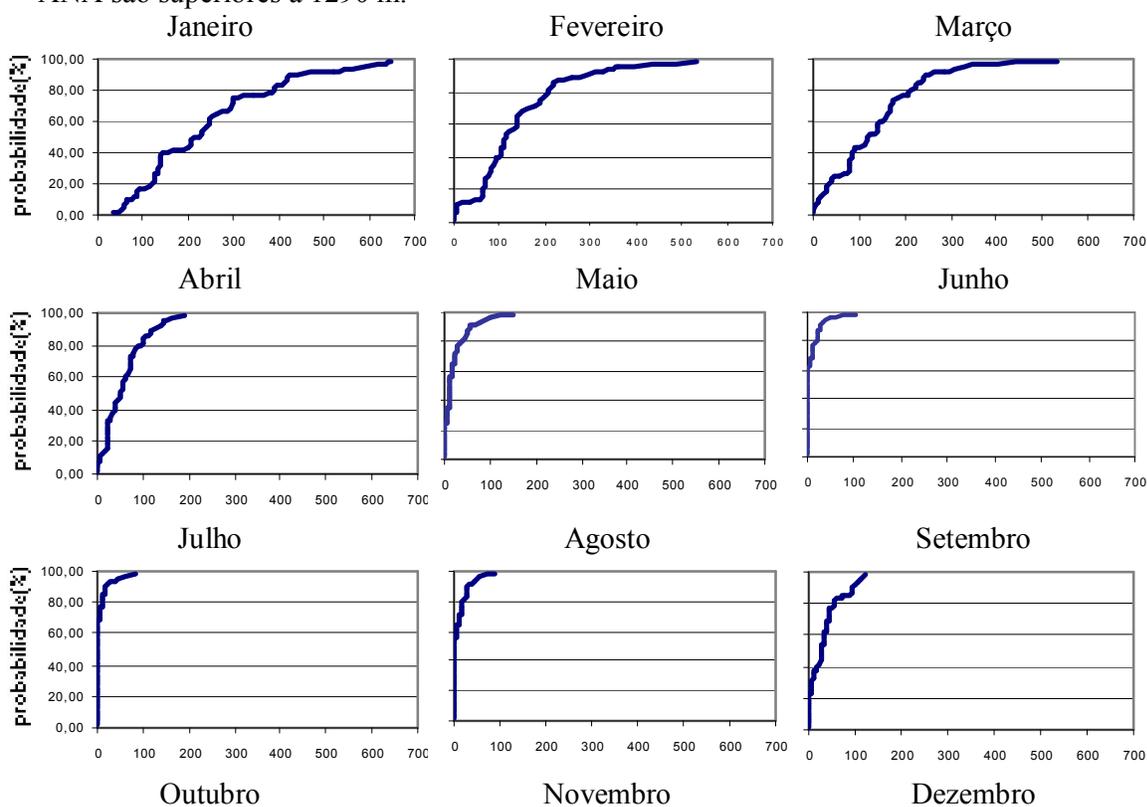
Tabela 1. Médias mensais, desvio-padrão, coeficiente de variação (CV) e valores extremos de precipitação pluviométrica mensal e ano de ocorrência em Diamantina, MG, para o período de 1960 a 2006

Mês	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	CV(%)	Mínimo (mm)	Ano ocorrido	Maximo (mm)	Ano ocorrido
Janeiro	241,3	118,7	50	36,9	1995	646,4	1962
Fevereiro	136,2	75,4	60	0	1987	531,8	1979
Março	134,4	80,4	60	0	1963	532,5	1981
Abril	58,1	32,7	60	0	2 anos	190,9	1979
Maio	22,4	16,4	70	0	5 anos	153,5	1978
Junho	8,86	8,2	90	0	20 anos	103,0	1978
Julho	6,6	6,4	100	0	19 anos	85,3	1990
Agosto	10,6	10,6	100	0	22 anos	87,5	1985
Setembro	8,8	32,7	50	0	8 anos	122,6	1971
Outubro	103,6	49,9	50	1,1	1994	337,6	2006
Novembro	226,2	80,7	40	0,4	2004	510,8	1971
Dezembro	253,6	79,9	30	45,4	1970	618,4	1986
Anual	1232,0	592,1	63,4				

Tabela 2. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial (mm) em Diamantina com seis níveis de probabilidade

Meses	Precipitação provável (%)					
	5	10	25	50	75	95
Jan	52,6	63,7	128,0	226,3	303,0	599,2
Fev	2,2	7,8	67,9	108,7	189,6	355,8
Março	3,8	11,6	57,1	120,0	184,5	344,0
Abril	0,3	6,6	22,9	51,8	77,5	146,3
Maio	0,0	0,0	4,0	12,2	28,5	90,7
Junho	0,0	0,0	0,0	0,5	9,8	41,58
Julho	0,0	0,0	0,0	0,4	7,5	41,2
Agosto	0,0	0,0	0,0	1,0	16,3	49,6
Set	0,0	0,0	4,6	27,5	46,9	108,1
Out	15,56	22,7	50,7	90,4	123,8	242,24
Nov	50,68	65,56	143,4	240,3	276,6	449,72
Dez	87,02	112,1	187	243,5	315,8	445,98

Observa-se na Tabela 2 que ao nível de probabilidade de 75%, valor este adotado em dimensionamento de projetos de irrigação, que para Diamantina, durante os meses de janeiro, novembro e dezembro existem 75% de probabilidade de chover mais de 100mm (veja na coluna de 25% de probabilidade), ou seja, para janeiro existe 75% de probabilidade de chover mais de 128mm no mês, em novembro 143mm e dezembro 187mm; e superior a 50 mm em fevereiro (68mm), março (57mm) e outubro (51mm), enquanto que para os meses de: maio existe 10,42% de probabilidade de não chover, em junho 41,06%, em julho 39,58%, em agosto 45,83% e em setembro 16,67% de probabilidade de não chover. Constatou-se que para um mesmo nível de probabilidade os meses de novembro a janeiro as precipitações são superiores aos dos outros meses, já nos meses de junho a agosto verificou-se valores bem menores, sendo estes meses coincidem a estação seca da região. A predominância de uma maior precipitação, nos meses de novembro a janeiro esta associada à grande atividade da circulação secundária de ar, advindas da atuação das frentes frias. A intensidade destas chuvas esta ligada ao domínio de baixas pressões nesta época do ano, produzindo chuvas mais prolongadas. Estas chuvas podem estar associadas aos ventos do sul e de sudeste associados a entrada de frentes frias na região - Grimm, 2003 (citado por SILVA et al., 2006) comenta efeito semelhante observado em um estudo feito em Santa Maria, RS -. Também se verifica em Diamantina o efeito orográfico que favorece a ocorrência de precipitações mais prolongadas e às vezes mais intensas, uma vez que a altitude das estações do INMET e da ANA são superiores a 1290 m.



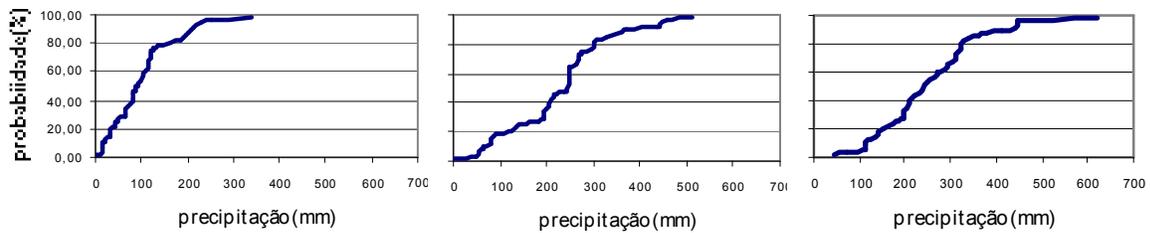


Figura 1. Probabilidade de precipitação mensal em Diamantina, no período de 1960 a 2006.

Verifica-se na Figura 2, onde são apresentados os totais médios mensais de precipitação para o período de 1960 a 2006, que em média, a lâmina de precipitação é superior a 50 mm de outubro a abril, caracterizando a estação chuvosa de outubro a abril (de acordo com Godin e Medina, 1980, citado por NETO, 1996). Ressalta-se existem outros estudos que podem ser empregados para a caracterização da estação chuvosa, necessitando de análises em nível diário (COSTA, 1994). Observa-se na Figura 1 que durante os meses de outubro a março da estação chuvosa que a probabilidade de ocorrência de um total mensal de precipitação inferior a 50 mm é inferior a 20%, ou seja, existem mais de 80% de probabilidade de chover mais de 50 mm nos meses de outubro a março, por exemplo, em novembro existe 25% de probabilidade de chover menos que 143,4 mm e complementarmente 75% de probabilidade de chover mais que 143,4 mm. Já em abril, final da estação chuvosa, a probabilidade de chover menos de 50 mm é superior a 40% (Figura 1).

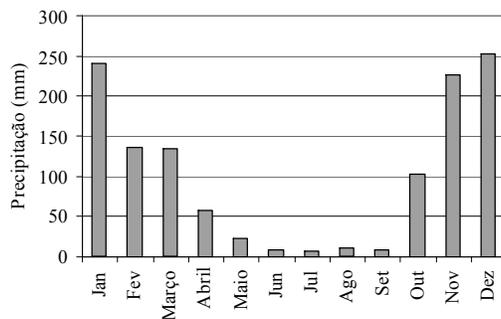


Figura 2. Precipitações mensais, médias de 1960 a 2006, para Diamantina.

**CONCLUSÃO:** Para um mesmo nível de probabilidade as precipitações são maiores nos meses de novembro a janeiro, já nos meses de junho a agosto os valores são bem menores, apresentando as probabilidades de 41%, 40% e 46%, respectivamente de não chover nestes meses. O período de maior precipitação pluviométrica em Diamantina, MG, tem início em outubro e se prolonga até abril, indicando um período viável de cultivo por seis meses com uso eventual de irrigação.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Imprensa Universitária. Viçosa, MG. 1989. 657p.  
 COSTA, M. H. Análise de dados de precipitação. Caderno didático, nº11. Viçosa: Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. 1994. 21p.  
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA NORMAL CLIMATOLÓGICA. BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação (1961-1990). Brasília: 1992. 84p.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. Análise de Séries Temporais. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 535 p.

NETO, J.S.P.; SILVA M.A.V. Probabilidades mensais de chuva para a região de Barreiras-BA. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 91-94, 1996.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba – RS: Livraria e editora Agropecuária, 478p, 2002.

SILVA, J.C., ARNO B. HELDWEIN, A.B.; MARTINS F.B; TRENTIN, G.; EDENIR L. Análise de distribuição de chuva para SantaMaria, RS. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, p. 988-994, 2005.

SILVA.A.C.; PEDREIRA.L.V.S.F; ABREU.P.A.A. Serra do espinhaço Meridional, Paisagens e Ambientes. Diamantina; UFVJM, 271p. 2005.

SOUZA, M.J.H. Caderno didático de meteorologia e climatologia: precipitação. Diamantina-MG: UFVJM, 2005.

VIANELLO, R.L.;ALVES, A.R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa:UFV, 449p. 2000.