

# Probabilidade de Ocorrência de Dias Chuvosos e Precipitação Mensal e Anual para o Município de Domingos Martins-ES

Gizella Carneiro Igreja<sup>1,5</sup>, José Geraldo Ferreira da Silva<sup>2,6</sup>, Eduardo Morgan Uliana<sup>3,6</sup>,  
Lucia Helena Sagrillo Pimassoni<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho estimar para diferentes níveis de probabilidade o número de dias chuvosos e a precipitação mensal e anual no município de Domingos Martins-ES. Para estas estimativas utilizou-se as distribuições gama incompleta e a distribuição de Poisson. Concluiu-se que no município de Domingos Martins entre os meses de outubro e abril ocorrem as maiores precipitações e o maior número de dias chuvosos e entre os meses de maio e setembro as menores precipitações e o menor número de dias chuvosos. O mês mais seco do ano é o mês de agosto e o mês mais chuvoso do ano é dezembro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Precipitação, dias chuvosos, probabilidade.

**ABSTRACT:** This work aimed to estimate for different levels of probability the number of rainy days and monthly and annual precipitation in the city of Domingos Martins-ES. For these estimates we used the incomplete gamma distribution and the Poisson distribution. It was concluded that the city of Domingos Martins between the months of October and April occur the highest rainfall and highest number of rainy days and between May and September occur the lowest rainfall and fewer rainy days. The driest month of the year is the month of August and December is the wettest month of the year.

**KEYWORDS:** Precipitation, rainy days, probability.

## INTRODUÇÃO

A determinação prévia da variação dos elementos meteorológicos ao longo do ano possibilita um planejamento melhor das mais diversas atividades. A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos de grande importância, pois está diretamente relacionados aos mais diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico afeta a economia, o meio ambiente e a sociedade, como um todo (SILVA et al, 2007).

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil, M.Sc. Engenharia Ambiental, Analista de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, gigreja@iema.es.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador INCAPER.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Ambiental, Bolsista FAPES.

<sup>4</sup> Estatística, M.Sc. Engenharia Ambiental, Professora.

<sup>5</sup> Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). BR262, Km 0 - s/n - Jardim América - Cariacica - Espírito Santo - CEP.: 29140-500.

<sup>6</sup> Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Rua Afonso Sarlo, 160 - Bento Ferreira - Vitória - Espírito Santo - CEP.: 29052-010.

De todos os componentes do clima, a precipitação é um dos fatores que mais afeta a produção agrícola, devido ao seu alto grau de variabilidade (CASTRO; SEDIYAMA; GUIDONI, 1981). Por isso, o conhecimento antecipado das condições locais de precipitação pluvial e do número de dias com chuva e a variação destes ao longo de um ciclo de cultivo são significativos para a obtenção de rendimentos satisfatórios na agricultura.

Segundo KREPPER et al (1989), sob o ponto de vista estatístico, as precipitações pluviométricas não são distribuídas uniformemente em torno da precipitação média, mas sim, de maneira irregular, com grande desvio em relação à mesma. Por isso os estudos probabilísticos são muito utilizados, pois procuram estimar o comportamento desta variável climática.

O município de Domingos Martins possui área territorial de 1.225 Km<sup>2</sup> e uma população de 32.455 habitantes (IBGE, 2009). Segundo FEITOZA et al. 2001, a região onde está localizado o pluviômetro é caracterizada como terras frias, acidentadas e chuvosas e a temperatura mínima no mês mais frio varia entre 7,3 e 9,4°C e a temperatura média máxima no mês mais quente varia entre 25,3 e 27,8°C. Essas características correspondem a 60% da área do município.

Objetivou-se com este trabalho estimar para diferentes níveis de probabilidade a precipitação mensal, anual e o número de dias chuvosos no município de Domingos Martins – ES.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para estimativa da precipitação e do número de dias chuvosos para diferentes níveis de probabilidade, foi utilizada uma série dados de 40 anos, disponibilizada no sistema de informações hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA). O pluviômetro utilizado é identificado pelo código 2041020, está na localidade de Aracê, em uma altitude de 1075 metros, nas proximidades do ponto de coordenadas geográficas latitude -20°22'01" e longitude: -41°03'40".

Inicialmente os dados foram tabulados em planilha eletrônica e em seguida foi realizada uma análise de consistência dos dados, excluindo da série, a ser estudada, aqueles dados que se mostraram incoerentes, quando comparados entre si e com pluviômetros próximos ao de referência. Na ausência de dados, a média mensal foi preenchida com o valor médio da série estudada.

Para estimativa do número de dias com chuva para os níveis de probabilidade de 95, 90, 80, 75, 70, 60 e 50% utilizou-se a distribuição de Poisson, sendo a função de distribuição de probabilidade dada por:

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}$$

em que:

$\lambda$  – parâmetro da distribuição de Poisson;

x - variável aleatória discreta (número de dias com chuva);

Segundo o INMET (1999), o dia é considerado chuvoso quando a chuva, chuvisco ou garoa for igual ou superior a 0,1 mm.

Para estimativa da precipitação mensal e anual para os níveis de probabilidade de 50, 60, 75, 80, 90 e 95% utilizou-se a função gama incompleta, proposta por THOM (1958):

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} X^{\gamma-1} e^{-X/\beta} dx$$

em que:

$F(x)$  – probabilidade de ocorrência do evento  $x$ ;

$x$  – variável aleatória contínua (quantidade de chuva), mm;

$\beta$  – parâmetro de escala;

$\gamma$  – parâmetro de forma;

$\Gamma(\gamma)$  - valor da função gama.

Na estimativa dos parâmetros  $\gamma$  e  $\beta$  empregou-se o método da máxima verossimilhança.

Para verificar o ajustamento da distribuição de Poisson e da gama incompleta a série de dados foi utilizado o teste de kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância.

Todos os cálculos estatísticos foram realizados no software R 2.10.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização do teste de kolmogorov-Smirnov verificou-se que os valores de  $p$  foram maiores que 0,05 mostrando assim o ajustamento dos dados às distribuições.

A tabela 1 apresenta os dados de precipitação média mensal e anual e os valores de  $\gamma$  e  $\beta$  para os níveis de probabilidades de 95% a 50%. Por meio dos valores apresentados, é possível afirmar que as maiores precipitações no município de Domingos Martins ocorrem entre os meses de outubro e abril. O período de menor precipitação vai de maio a setembro. A precipitação mensal para nível de 75% de probabilidade varia entre 55 e 184 mm nos meses de maior precipitação e entre 7 e 25 mm nos meses de menor precipitação. A precipitação anual para o mesmo nível de probabilidade é igual ou superior a 1.188 mm, enquanto que a precipitação média anual é de 1.349,80 mm. Em média a precipitação mensal dos meses de novembro a março, ultrapassam os 122 mm.

Tabela 1: Precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade.

| Meses     | Média   | Nível de Probabilidade |      |      |      |      |      |      | $\gamma$ | $\beta$ |
|-----------|---------|------------------------|------|------|------|------|------|------|----------|---------|
|           |         | 95%                    | 90%  | 80%  | 75%  | 70%  | 60%  | 50%  |          |         |
|           |         | Precipitação           |      |      |      |      |      |      |          |         |
| Janeiro   | 218,10  | 51                     | 71   | 103  | 118  | 132  | 160  | 190  | 2,56     | 85,00   |
| Fevereiro | 122,95  | 18                     | 29   | 47   | 55   | 64   | 81   | 101  | 1,76     | 69,93   |
| Março     | 161,43  | 48                     | 64   | 87   | 97   | 106  | 126  | 146  | 3,34     | 48,34   |
| Abril     | 96,96   | 37                     | 46   | 59   | 65   | 70   | 80   | 90   | 4,78     | 20,30   |
| Maio      | 47,65   | 10                     | 15   | 22   | 25   | 28   | 34   | 41   | 2,39     | 19,95   |
| Junho     | 20,84   | 2                      | 3    | 6    | 7    | 9    | 12   | 16   | 1,22     | 17,10   |
| Julho     | 25,31   | 2                      | 4    | 7    | 9    | 11   | 15   | 19   | 1,30     | 19,52   |
| Agosto    | 27,57   | 3                      | 5    | 8    | 10   | 12   | 16   | 21   | 1,36     | 20,24   |
| Setembro  | 50,33   | 9                      | 13   | 21   | 24   | 28   | 35   | 42   | 2,01     | 25,04   |
| Outubro   | 119,47  | 36                     | 48   | 65   | 72   | 79   | 93   | 108  | 3,42     | 34,92   |
| Novembro  | 212,51  | 72                     | 92   | 121  | 134  | 146  | 170  | 195  | 3,93     | 54,01   |
| Dezembro  | 246,70  | 124                    | 144  | 173  | 184  | 195  | 216  | 237  | 8,14     | 30,32   |
| Ano       | 1349,80 | 994                    | 1064 | 1153 | 1188 | 1220 | 1279 | 1337 | 34,20    | 39,47   |

A tabela 2 apresenta o número de dias chuvosos mensal e anual para os níveis de probabilidades de 95% a 50%. Por meio dos valores apresentados é possível verificar que os maiores números de dias chuvosos ocorrem entre os meses de outubro e abril e os menores números ocorrem entre os meses de maio e setembro ambos coincidindo com os períodos de menor e maior precipitação. O número de dias chuvosos para o nível de 75% de probabilidade varia entre 10 e 16 dias nos meses de outubro a março e entre 5 e 9 dias nos meses de maio a setembro. O número de dias chuvosos anual para o mesmo nível de probabilidade é de 147 dias, enquanto que a média de dias chuvosos anual é igual ou superior a 156 dias.

Tabela 2: Número de dias chuvosos mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade.

|                          |       | Nível de Probabilidade |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------|-------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Meses                    | Média | 95%                    | 90% | 80% | 75% | 70% | 60% | 50% |
| Número de Dias com Chuva |       |                        |     |     |     |     |     |     |
| Janeiro                  | 17    | 11                     | 12  | 14  | 14  | 15  | 16  | 17  |
| Fevereiro                | 12    | 7                      | 8   | 9   | 10  | 10  | 11  | 12  |
| Março                    | 15    | 9                      | 10  | 12  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| Abril                    | 14    | 8                      | 9   | 11  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Maio                     | 12    | 6                      | 7   | 9   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| Junho                    | 8     | 4                      | 5   | 6   | 6   | 7   | 7   | 8   |
| Julho                    | 9     | 5                      | 6   | 7   | 7   | 8   | 8   | 9   |
| Agosto                   | 7     | 3                      | 4   | 5   | 5   | 6   | 7   | 7   |
| Setembro                 | 10    | 5                      | 6   | 7   | 8   | 8   | 9   | 10  |
| Outubro                  | 14    | 8                      | 9   | 11  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Novembro                 | 17    | 11                     | 12  | 14  | 14  | 15  | 16  | 17  |
| Dezembro                 | 19    | 12                     | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  |
| Ano                      | 156   | 135                    | 140 | 145 | 147 | 149 | 152 | 155 |

Observa-se ainda, na Tabela 2, que o mês com menor número de dias chuvosos é o mês de agosto e o mês com maior número de dias chuvosos é dezembro. Assim, para o nível de probabilidade de 75% no mês de agosto ocorrem pelo menos 5 dias com chuvas médias iguais ou superiores a 2 mm e no mês de dezembro ocorrem pelo menos 16 dias com chuvas médias iguais ou superiores a 11,5 mm.

Verificou-se que tanto a precipitação quanto o número de dias chuvosos não variam muito entre os meses de maio e setembro. É bom lembrar que em se tratando de probabilidade os valores de precipitação e de dias chuvosos podem ser maior ou igual aos valores citados acima e também nas tabelas abaixo.

## CONCLUSÃO

Após a análise dos dados verifica-se a existência de dois períodos distintos, um chuvoso entre outubro a abril, sendo que 26,8% da precipitação anual ocorrem nos meses de novembro e dezembro; e um seco entre maio a setembro, para o nível de probabilidade de 75%. Conclui-se também que o mês mais seco do ano é o mês de agosto e o mês mais chuvoso do ano é dezembro.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, L. L. F; SEDIYAMA, G. C.; GUIDONI, A. L. **Probabilidade de Precipitação Mensal e Anual para o Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: EMCAPA, 1981.
- FEITOSA, L.R.; STOCKING, M.; RESENDE, M. **Natural resources information systems for rural development: approaches for Espirito Santo State, Brasil**. Vitória, ES: INCAPER, 2001.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Manual de Observações Meteorológicas**. Brasília, 1999.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.
- R Development Core Team (2009). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- SILVA et al. **Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, p.67-72, 2007.
- THOM, H. C. S. **A Note on the Gamma Distribution**. Monthly Weather Review, v.86, n.4, p.117-122, 1958.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao CNPq, FINEP e FAPES pelo apoio ao projeto.