

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SÉRIE HISTÓRICA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL DO MUNICÍPIO DE CASTELO, ES

Caio Henrique Ungarato Fiorese<sup>1</sup>, Herbert Torres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário São Camilo/ES (caiofiorese@hotmail.com);

<sup>2</sup>Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Centro Universitário São Camilo/ES (herberttorres@saocamilo-es.br)

APRESENTADO NO V CBRA – CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL –  
06 A 08 DE NOVEMBRO DE 2018, VITÓRIA/ES

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi realizar uma análise estatística da série histórica da precipitação no município de Castelo/ES, enfatizando sua aplicação e estratégias de gestão de recursos hídricos na área estudada. Os meses de janeiro, novembro e dezembro são os que apresentam maiores dias com precipitação, ao passo que junho, julho e agosto são os meses mais secos. As chuvas são distribuídas irregularmente nos mesmos meses para diferentes anos, principalmente em dezembro e janeiro. Os meses de junho e agosto são os mais secos, pois apresentaram valor máximo de precipitação mensal pluviométrica inferior a 120 mm. Os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentam maiores acumulados de precipitações diárias acima de 100 mm e as menores porcentagens de dias sem chuva. Para períodos mais úmidos, é importante a criação de sistemas de alertas a enchentes, monitorar o nível dos rios e fiscalizar as encostas. Para períodos mais secos, elaborar sistemas de armazenamento de água pluvial e controlar o uso dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** eventos hidrológicos, planejamento ambiental, precipitações, recursos hídricos.

### Introdução

As regiões Sul e Sudeste do Brasil são vulneráveis aos eventos extremos de precipitação. Portanto, é esperado um aumento da ocorrência de eventos com essa magnitude, sendo que o principal impacto provocado é o aumento dos riscos para a sociedade, ecossistemas e economia. Entre esses eventos, são citados as precipitações pluviométricas intensas e escassez hídrica, que podem ser intensificados em localidades sem infraestrutura básica para suportar desastres e eventos meteorológicos extremos (PIAZZA et al., 2016).

O conhecimento da irregularidade espaço-temporal das precipitações é um dos elementos fundamentais para o planejamento em bacias hidrográficas, sendo que essas áreas estão cada vez mais atingidas pelas ações antrópicas (SIMIONI et al., 2014). Em projetos de drenagem, galerias pluviais e vertedouros de barragem, os estudos da precipitação têm alta relevância, constituindo também um dos fatores limitantes à execução de tais obras (LONGO, SAMPAIO, SUSZEK, 2006). Na flora, segundo Duarte (2012), a precipitação pluviométrica é o principal fator que limita o crescimento de matéria seca das plantas, sendo que a deficiência hídrica no solo afeta seus aspectos anatômicos, fisiológicos e

bioquímicos, conforme a espécie de planta e o tempo de escassez hídrica.

A examinação do comportamento das variações ocorridas de determinada variável climatológica permite antecipar mudanças que poderão ocorrer, sendo que a escolha de determinada cultura ou atividade pode ser auxiliada pelas informações da climatologia (PEREIRA et al., 2015). De acordo com Silva et al. (2015), o processo de uso e ocupação do solo é condicionado por fatores climáticos (secas, estiagens, precipitações pluviométricas em grande volume, etc).

Precipitações pluviométricas, quando ocorrem de forma intensa, podem acarretar enchentes e inundações. Salgado, Peixoto e Moura (2007) atribuem a pluviosidade como um dos fatores essenciais de ocorrência de enchentes no município de Angra dos Reis/RJ, sendo que a crescente ocorrência de enchentes, principalmente nos meses abrangidos pelo verão, atinge várias localidades, exigindo, em certos casos, a remoção de moradores das suas residências. Essa situação é aplicável também para o município de Castelo/ES, que se desenvolveu no baixo curso da planície do Rio Castelo, que passa pela cidade. Dessa forma, a zona urbana do município fica em situação de risco a inundações (LOPES; LANA, 2012).

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise estatística da série histórica da precipitação pluviométrica do município de Castelo (ES), enfatizando sua aplicação e estratégias de gestão de recursos hídricos na área estudada.

## **Material e Métodos**

O estudo foi realizado no município de Castelo, que fica localizado na região Sul do Estado do Espírito Santo. A sede do município fica localizada a uma altitude de 100 metros, estando a uma latitude de 20°36'13" sul e a uma longitude de 41°11'05" oeste. A atividade agropecuária, sobretudo a cafeicultura, é a principal base econômica de Castelo. Além disso, o município faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, sendo de grande importância para o abastecimento da região (INCAPER, 2010). O clima do município é enquadrado como Aw, segundo a classificação de Köppen.

Junto ao sistema Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA), foram consultadas as informações do banco de dados sobre precipitação pluviométrica diária, dada em milímetros (mm), referente ao município estudado. A estação pluviométrica consultada apresenta as coordenadas 20°36'20.16" sul e 41°11'58.92" oeste. O período selecionado compreendeu dos anos de 1940 a 2017, totalizando 78 anos. Os dados foram extraídos e editados em planilha do Microsoft Excel. No editor de planilhas, foram estimados os valores de: média pluviométrica mensal, total de dias em que houve precipitação, desvio padrão, erro padrão, porcentagem de número de dias com chuva, valores máximo e mínimo de precipitação mensal acumulada. Os dados de precipitação diária foram agrupados, por mês, para posteriormente dividi-los em classes, sob forma de frequência. As classes, em mm, foram divididas em: 0; 0,1-10; 10,1-20; 20,1-30; 30,1-40; 40,1-50; 50,1-60; 60,1-70; 70,1-80; 80,1-90; 90,1-100; > 100. Após as estimativas das informações quantitativas, os resultados foram interpretados e descritos para o referido município.

## Resultados e Discussão

Durante as consultas ao sistema Hidroweb, foi verificado que não há quantidade de dados disponibilizados para todos os meses dos anos de 1989 e 2014. Portanto, a série histórica adotada passou a contar com 74 anos de abrangência. A tabela 1 mostra os percentuais de dias chuvosos para cada mês referente a toda série histórica considerada.

**Tabela 1:** Número e percentagem de dias chuvosos em relação ao total de dias mensais da série histórica.

Meses	Total de dias analisados	Total de dias com chuva	Percentagem (%)
Janeiro	2387	914	38,29
Fevereiro	2176	677	31,11
Março	2387	872	36,53
Abril	2310	762	32,99
Maió	2387	584	24,47
Junho	2310	421	18,23
Julho	2387	465	19,48
Agosto	2387	377	15,79
Setembro	2310	574	24,85
Outubro	2387	830	34,77
Novembro	2310	1085	46,97
Dezembro	2387	1132	47,42
Total (série histórica)	8693	28125	30,91

Fonte: ANA (2018); Modificado pelos autores.

Em todos os meses, os percentuais de dias chuvosos não ultrapassaram 50% dos dias mensais, sendo que, em toda a série histórica, o total de dias com chuva foi de 30,91%. Os meses de janeiro, novembro e dezembro são os que apresentam maiores dias com precipitação, ao passo que junho, julho e agosto são os meses mais secos, com porcentagem inferior a 20% de dias chuvosos. Os resultados da tabela 1 quanto ao maior número de dias com chuva corroboram com as observações de Ramos et al. (2011), em um estudo acerca da série histórica da precipitação no município de Conceição do Castelo. Os mesmos autores observaram que o mês de dezembro foi o que apresentou maior número de dias com chuva, caracterizando, assim, o referido período como mais úmido.

O clima tropical, característico do município de Castelo, possui um ritmo estacional marcado, com as quatro estações diferenciadas. Na maior parte, o clima tropical possui como característica ter verão chuvoso e inverno seco, sendo que regiões abrangidas por esse clima são aptas a plantas anuais e algumas culturas perenes de clima equatorial, como é o caso da seringueira e do café arábica (CAMARGO; CAMARGO, 2005). Essa proposição é aplicável ao município de Castelo, sendo que os

maiores eventos de déficit hídrico são observados nos meses próximos à metade do ano, e eventos de enchentes e inundações ocorrem, em maior probabilidade, nos períodos de fim e início de um ano. Assim, cria condições propícias a determinados cultivos de plantas.

A tabela 2 apresenta as informações estatísticas mensais estimadas para a série histórica, com base nos valores de precipitação total para cada mês.

**Tabela 2:** Valores estatísticos para a precipitação total mensal considerando a série histórica.

Meses	Média	Erro padrão	Desvio padrão	Variância	Mínimo	Máximo
Janeiro	173,38	12,89	112,41	12635,99	6,2	648,6
Fevereiro	117,64	9,62	83,85	7030,94	1,8	467,0
Março	160,31	11,04	96,27	9355,4	6,4	474,3
Abril	111,94	7,90	68,85	4740,85	14	342,4
Mai	57,78	5,02	43,73	1912,71	4,1	245,0
Junho	31,99	2,91	25,39	644,46	0	107,6
Julho	33,99	3,64	31,72	1006,02	0	153,7
Agosto	27,50	2,93	25,54	660,70	0	116,0
Setembro	51,36	4,43	38,63	1492,37	0	177,7
Outubro	108,79	6,76	58,89	3467,94	17,8	262,6
Novembro	188,95	9,89	86,18	7426,33	27,5	497,9
Dezembro	239,29	12,69	110,61	12234,81	60,3	732,0

Fonte: ANA (2018); Modificado pelos autores.

A média de chuvas é maior no mês de dezembro, e o menor valor médio de precipitações ocorre nos meses de junho, julho e agosto. Os valores de desvio padrão, erro padrão e variância indicam que, para o município de Castelo, as chuvas são distribuídas irregularmente nos mesmos meses para diferentes anos, principalmente em dezembro e janeiro. Os meses com maior média pluvial foram, majoritariamente, os que apresentaram maiores valores estatísticos. Com relação aos valores de precipitação mínima e máxima, o mês de dezembro é o que apresenta índices mais elevados, com chuvas durante esse mês acima de 60 mm. Entretanto, junho e agosto são os meses considerados mais secos, pois apresentaram, na série histórica analisada, valor máximo de precipitação pluviométrica inferior a 120 mm.

O clima na região Sudeste possui uma característica climática diversificada, atribuída a fatores como topografia, posição geográfica e, sobretudo, os aspectos dinâmicos da atmosfera. Tais aspectos afetam o regime pluvial, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as frentes frias (responsáveis pelas precipitações pluviais) e o anticiclone subtropical do atlântico sul, que é um exemplo de fenômeno que provoca longos períodos de estiagem (MINUZZI et al., 2007). Silva et al. (2015) destacam que os fenômenos El Niño e La Niña afetam o regime de chuvas de determinada localidade. Tais fatores, em escala temporal maior, explicam a grande variabilidade no regime de chuvas no município de Castelo.

A tabela 3 apresenta a frequência diária de precipitações para cada classe e mês considerados.

**Tabela 3:** Frequência, em percentagem (%), de precipitações diárias mensais para cada classe (em mm).

Classes	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
0	61,88	69,04	63,71	67,68	75,68	82,24	81,07	84,63	75,26	65,11	53,38	51,34
0,1-10	20,71	16,85	19,40	20,76	18,42	14,30	15,28	12,35	19,61	23,56	25,61	24,88
10,1-20	7,64	6,84	7,56	5,7	3,31	2,37	2,80	2,42	2,76	5,69	10,13	9,94
20,1-30	4,12	3,72	4,33	2,81	1,49	0,92	0,68	0,21	1,49	3,14	5,26	5,73
30,1-40	2,89	1,63	2,55	1,58	0,72	0,09	0,08	0,17	0,66	1,02	2,68	3,44
40,1-50	1,44	0,79	1,06	0,61	0,25	0,04	0,04	0,08	0,13	0,93	1,54	1,95
50,1-60	0,34	0,84	0,72	0,26	0,04	0	0,04	0,13	0,09	0,34	0,70	1,27
60,1-70	0,34	0,19	0,17	0,26	0,08	0	0	0	0	0,17	0,22	0,51
70,1-80	0,30	0	0,30	0,13	0	0,04	0	0	0	0,04	0,22	0,42
80,1-90	0,08	0	0,21	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0,21
90,1-100	0,08	0,09	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,13	0,08
> 100	0,17	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0,13	0,21

Fonte: ANA (2018); Modificado pelos autores.

Os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentam maiores acumulados de precipitações diárias acima de 100 mm e as menores porcentagens de dias sem chuva. Para todos os meses, há maior predomínio de precipitações que variam de 0,1 a 10 mm, havendo uma distribuição regular de chuvas com essa classe. Contudo, analisando a distribuição diária das chuvas para cada mês, percebe-se que há uma irregularidade, considerando um ano da série histórica analisada.

A preocupação com chuvas mais fortes ocorre nos meses mais abrangidos pelo verão. No município de Castelo, nesse período, preocupações quanto a deslizamentos de terra e inundações são mais evidentes. Isso procede devido à cidade estar localizada entre a planície de inundação do Rio Castelo e seus afluentes e as encostas que a circundam (CPRM, 2013).

## Conclusão

O município de Castelo está sujeito a precipitações fortes nos meses de verão, e menos intensas de junho a agosto. As chuvas são distribuídas irregularmente de ano em ano, e a maior parte da série histórica é composto por meses sem precipitação. Para períodos mais úmidos, é relevante criar sistemas de alertas a enchentes, monitorar o nível dos rios do município e fiscalizar a situação das encostas. Para períodos mais secos, elaborar sistemas de armazenamento de água pluvial e recuperar nascentes são fatores cruciais para proteger a população castelense dos eventos hidrológicos mais críticos.

## Referências Bibliográficas

ANA – Agência Nacional de Águas. **Séries históricas de estações**. Disponível em: <<http://www.snirh.g>

ov.br/hidroweb/publico/medicoes\_historicas\_abas.jsf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

CAMARGO, A. P. de.; CAMARGO, M. B. P. de. Latitude e o tipo climático. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 19-21, 2005.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2013. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto ou muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**. Disponível em: <<http://c2sisweb.tecnologia.ws/C2SisWeb/Repositorio/Arquivos/40/Not%C3%ADcias/Relat%C3%B3rio%20%C3%81reas%20de%20Risco/2012-04-17/12%20Mapeamento%20de%20Riscos%20Geol%C3%B3gicos%20de%20Munic%C3%ADpio%20de%20Castelo.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

INCAPER, 2010. **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013: Castelo**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Caparao/Castelo.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2018.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M. Equação de chuvas intensas e precipitação provável para o município de Cascavel, PR. **Revista Varia Scientia**, v. 6, n. 11, p. 119-127, 2006.

LOPES, L. de C. F. L.; LANA, D. C. E. Análise ambiental da bacia do rio Castelo (ES), com ênfase no problema das inundações. **Brazilian Geographical Journal**, Ituiutaba, v. 3, n. 2, p. 529-552, 2012.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. da M.; MELO JUNIOR, J. C. F. Climatologia do comportamento do período chuvoso na região sudeste no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 338-344, 2007.

PEREIRA, A. R.; COSTA, A. de S.; OLIVEIRA, V. G. de.; BORGES, P. de F.; ISMAEL FILHO, A. Análise do comportamento das médias anuais da precipitação pluvial e temperatura da cidade de Areia, Paraíba. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 1, p. 67-73, 2015.

PIAZZA, G. A. et al. Análise espacial e temporal dos dados de precipitação das estações de entorno da bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras (SC) visando sua inserção no contexto de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 580-592, 2016.

RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da.; IGREJA, G. C.; FREITAS, R. A.; SILVA, A. O. da. Análise da frequência da precipitação diária no município de Conceição do Castelo – ES. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17., 2011, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SBAGRO, 2011.

SALGADO, C. M.; PEIXOTO, M. N. de O.; MOURA, J. R. da S. de. Caracterização espaço-temporal da chuva como subsídio à análise de episódios de enchentes no município de Angra dos Reis, RJ. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 7-26, 2007.

SILVA, D. A.; SANDER, C.; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; WANKLER, F. L. Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista – RR nos anos de 1910 a 2014. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 9, n. 2, p. 35-49, 2015.

SIMIONI, J. P. D.; ROVANI, F. F. M.; IENSSE, A. C.; WOLLMANN, C. A. Caracterização da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, RS. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 28, p. 112-133, 2014.