

Caracterização espaço-temporal pluviométrico do Município de São José do Vale do Rio Preto, Rio de Janeiro

Eluá Nogueira Torres, Guilherme Hissa Villas Boas, Roberta Rollemberg Cabral Martins

Centro de Ciências e Tecnologia - Centro Universitário Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ, Brasil

eluantorres@yahoo.com.br, guilherme.hissa@gmail.com, rrcmartins@unifeso.edu.br

Pluviometric spatio-temporal characterization of the Municipality of São José do Vale do Rio Preto, Rio de Janeiro

Abstract: *This work aimed to spatial and temporal rainfall characterization of the municipality of São José do Vale do Rio Preto, State of Rio de Janeiro, in order to observe the distribution and the precipitation behavior. From rainfall historical series were performed calculations of descriptive statistics, percentages and rainfall seasonality, and isohyets maps. The temporal and spatial results described a poorly distributed rainfall pattern and significant heterogeneity, influenced by atmospheric systems such as air masses and the South Atlantic Convergence Zone (SACZ), in addition settings of relief, as areas in the Mountainous Region and the Mountain Plateau.*

Keywords: *precipitation, temporal distribution, spatial distribution, São José do Vale do Rio Preto.*

Resumo: Neste trabalho objetivou-se a caracterização pluviométrica temporal e espacial do Município de São José do Vale do Rio Preto, Estado do Rio de Janeiro, com a finalidade de observar a distribuição e o comportamento pluviométrico. A partir de séries históricas pluviométricas, foram realizados cálculos de estatística descritiva, percentuais pluviométricos e sazonalidades, além de mapas de isoietas. Os resultados descreveram um padrão pluviométrico mal distribuído e de heterogeneidade significativa, influenciados por sistemas atmosféricos como as massas de ar e a Zona de Convergência do Atlântico Sul, além das configurações de relevo, como os domínios da Região Serrana e o Planalto da Serra.

Palavras-chave: precipitação, distribuição temporal, distribuição espacial

Introdução

O ciclo hidrológico representa um dos sistemas naturais que compõe os ciclos biogeoquímicos atuantes na biosfera. Dentre os diversos componentes que o formam, a precipitação é o mais variável e que causa impactos positivos e negativos sobre os sistemas naturais e antropogênicos (COLLISCHONN, 2006).

Conhecer esta variável e a forma como se comporta no tempo e no espaço, facilita, por exemplo, o manejo adequado de bacias hidrográficas, o controle do uso dos recursos naturais, o abastecimento urbano, entre outras aplicabilidades (CALDEIRA *et al.*, 2011).

Para Naghettini e Pinto (2007) e Lanna (2014), a quantificação da precipitação ao longo do tempo ou do espaço, pode ser realizada por meio de observações ou medições que acontecem em pluviômetros fixados em determinado local.

Este artigo objetivou caracterizar temporal e espacialmente a distribuição pluviométrica no Município de São José do Vale do Rio Preto, Estado do Rio de Janeiro, utilizando séries históricas, uma vez que o Município em questão carece de estudos hidrológicos realizados a partir de medições pluviométricas, demonstrando a forma como as precipitações se distribuem no território.

O Município de São José do Vale do Rio Preto está inserido na 4ª Região Hidrográfica (R.H) do Estado, denominada Piabanha, e, em zonas de maior altitude, há registros de taxas de 500 mm de precipitação, demonstrando que quase não há déficit hídrico, inclusive no inverno. Isto se atribui à influência da altitude e da cobertura vegetal ainda preservada nesta RH. Entretanto, ao considerar o clima Tropical dominante no Estado, observa-se uma precipitação mal distribuída, com chuvas concentradas no verão e inverno seco, salvo nas regiões hidrográficas, que apresentam os maiores índices de pluviosidade potencializados pela barreira da Serra do Mar (BASTOS; NAPOLEÃO, 2010).

Ainda assim, de acordo com Conti e Furlan (2005), há a atuação de duas massas de ar: a Massa Tropical Atlântica (MTA) e a Massa Polar Atlântica (MPA).

A MTA tem como origem o centro das altas pressões subtropicais do Oceano Atlântico, com características de temperatura e umidade elevadas. Sua atuação mais significativa acontece no verão, através de correntes de leste e de nordeste, que, quando atraídas pelas relativas baixas pressões que se formam sobre o Continente, traz para a atmosfera deste bastante umidade e calor, provocando chuvas quando encontra a barreira natural da Serra do Mar. Já a MPA origina-se a partir do acúmulo de ar polar sobre o oceano Atlântico na altura centro-sul da Patagônia, cuja característica é fria e úmida. Esta massa encontra baixa resistência nos meses de inverno ocasionando chuvas frontais (CONTI; FURLAN, 2005; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

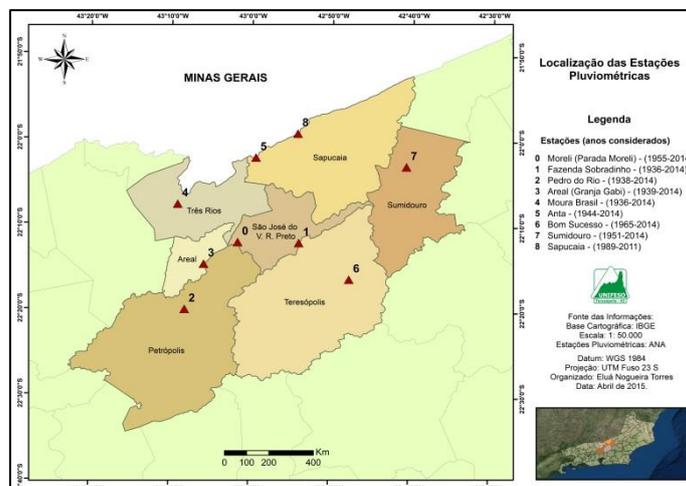
Segundo Sant'Anna Neto (2005), além dos sistemas atmosféricos da baixa troposfera, como as massas de ar, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) também é responsável por causar perturbações e instabilidades.

Predominantemente do verão, a ZCAS é o sistema atmosférico que pode ser definido como uma banda de convecção ativa, com altas taxas de precipitação em uma linha com orientação Noroeste-Sudeste (JORGETTI, 2009). Para Oliveira (2012), este fenômeno transporta calor e umidade em excesso da Amazônia até a região Sul-Sudeste influenciando fortemente na precipitação de todo o Estado do Rio de Janeiro. Durante os episódios de ZCAS, o tempo se mantém encoberto e a precipitação intensa contribui para a queda da temperatura. Os episódios têm duração de 3 a 10 dias, com duração superior quando associados a uma frente fria.

Metodologia

Este estudo se baseou na metodologia desenvolvida por Nascimento (2011).

Utilizaram-se dados de 9 estações pluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional, da Agência Nacional de Águas (ANA) (Figura 1).



Fonte: IBGE (2014) e ANA (2015), modificado.
 Figura 1. Mapa de localização das Estações Pluviométricas

Para a caracterização temporal, utilizaram-se dados pluviométricos de 60 anos de medições diárias de duas estações: Moreli (Parada Moreli) e Fazenda Sobradinho.

Foram realizados cálculos e gráficos de estatística descritiva como:

- Máximos e Mínimos: são valores máximos e mínimos mensais interanuais;
- Frequência: consiste no agrupamento dos totais pluviométricos mensais em intervalos de 100 mm.
- Média: consiste no somatório dos totais pluviométricos mensais e sua divisão pelo número de meses da série histórica.
- Desvio-padrão: consiste na dispersão dos valores individuais em relação à média.
- Coeficiente de variação: consiste no cálculo da relação entre o desvio padrão e a média, para obter o percentual de variação da chuva precipitada.

A partir dos totais pluviométricos mensais foram confeccionados histogramas das tendências sazonais, considerando as estações de verão e inverno, segundo a delimitação Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2015). Utilizaram-se linhas de tendências, especificamente, médias móveis, para melhor visualizar os ritmos dos eventos pluviométricos, acompanhando as reduções e elevações interanuais que ocorrem bruscamente.

Realizou-se a concentração percentual com a finalidade de compreender a variabilidade pluviométrica em determinados períodos do ano, considerados habituais na climatologia. Para isto, os totais pluviométricos mensais foram transformados em percentuais mensais e, classificados em cores. Tal percentual baseou-se no utilizado por Nascimento (2011), a partir dos princípios aplicados na pesquisa desenvolvida por Schröder (1956). Para cada cor atribuíram-se os seguintes valores: vermelho (0 - 1,9%),

laranja (2 – 3,9%), amarelo (4 – 8,9%), azul claro (9 – 12,4%) e azul escuro (acima de 12,4%).

Todos os gráficos e tabelas apresentados na distribuição temporal foram elaborados no software Excel 2010®.

Para a caracterização espacial, foram utilizadas as médias gerais anuais e mensais das 9 estações escolhidas. A partir das médias anuais gerou-se um mapa de isoietas para observar a distribuição pluviométrica anual e, com as médias mensais elaboraram-se dois mapas de isoietas referentes à distribuição pluviométrica nas estações climáticas do verão e inverno.

A base cartográfica utilizada foi adquirida em formato *shapefile*, através do acervo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), em escala 1:50.000.

Para a elaboração dos mapas, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento, a partir do software ArcGIS 10.2. Por meio da extensão *Spatial Analyst*, foi utilizado o método de Kriging para interpolação das médias, dando origem ao gradiente de variação pluviométrica espacial.

Resultados e Discussão

Análise Temporal

Os cálculos de estatística descritiva (Tabela 1) demonstraram, de maneira simplificada, que as estações possuem valores significativos, principalmente quando referem-se aos valores máximos e médios pluviométricos registrados. Analisando os valores do coeficiente de variação (C.V.%) observa-se que ambas as estações possuem uma heterogeneidade pluviométrica, o que significa que não houve uma constância periódica no comportamento das chuvas.

Tabela 1. Dados estatísticos da precipitação mensal (1955-2014)

Estação Pluviométrica	Parâmetros				
	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação
Moreli	524,10 mm	0 mm	98,51 mm	97,36 mm	98,83%
Fazenda Sobradinho	699 mm	0 mm	116,01 mm	112,07 mm	96,60%

A amplitude pluviométrica de cada estação pode ser melhor compreendida na Figura 2.

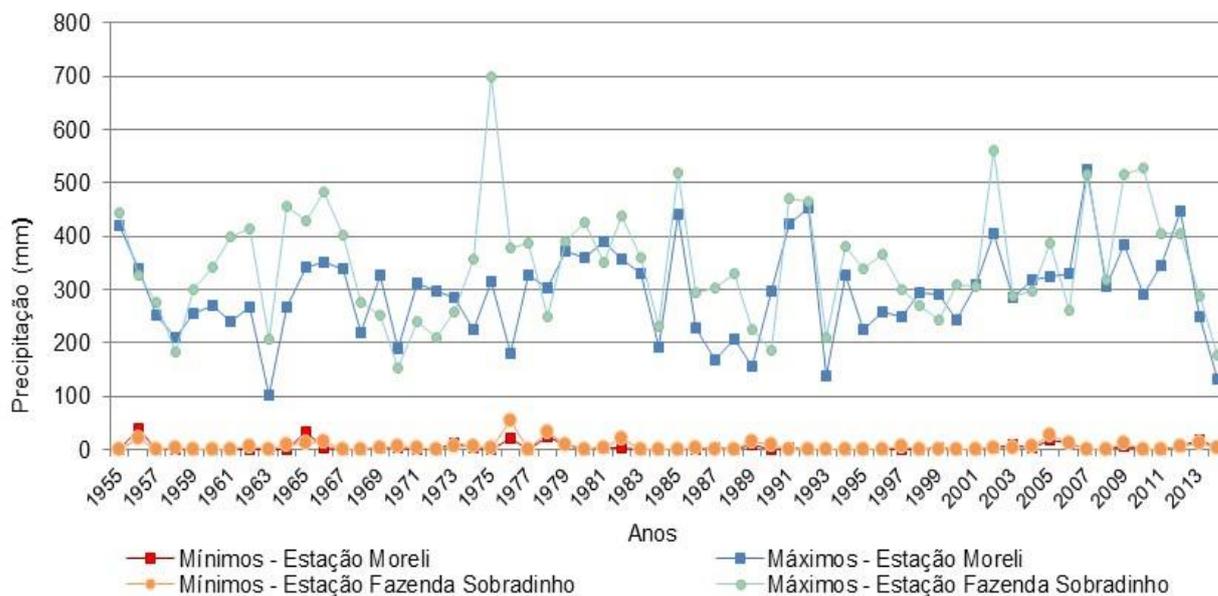


Figura 2. Máximos e Mínimos interanuais

Observa-se que a quantidade máxima de chuva interanual em ambas as estações são distintas, uma vez que a estação Moreli apresenta em média valores entre 300 e 400 mm e na estação Fazenda Sobradinho este valor foi em média 400 e 500 mm. A distribuição pluviométrica na região estudada não se comporta de forma linear, havendo meses com elevado acúmulo de pluviosidade e meses onde não há chuva.

A partir dos valores máximos e mínimos apresentam-se na Tabela 2 as frequências absolutas e relativas, bem como o percentual acumulado de cada estação.

Tabela 2. Frequências absolutas e relativas da precipitação mensal (1955-2014)

Unidade (mm)	Estação Moreli			Estação Fazenda Sobradinho		
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa Simples (%)	Frequência Relativa Acumulada (%)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa Simples (%)	Frequência Relativa Acumulada (%)
0 – 100	444	62	62	412	57	57
100 – 200	157	22	84	160	22	79
200 – 300	78	11	95	97	14	93
300 – 400	30	4	99	29	4	97
400 – 500	6	1	100	14	2	99
500 – 600	1	0	100	5	1	100
600-700	-	-	-	1	0	100
TOTAL	716	100%	100%	718	100%	100%

É possível observar que em ambas as estações, a maior concentração pluviométrica ocorre até 100 mm e, em mais de 90% dos meses, o volume acumulado foi até 300 mm. Desta forma, os valores acima de 300 mm são pouco frequentes, sugerindo serem provocados por eventos climáticos esporádicos, provavelmente, de proporções catastróficas.

Com relação as médias gerais e mensais apresentadas na Figura 3, é possível analisar que o padrão pluviométrico das referidas estações possui uma mesma curvatura, demonstrando que há uma redução dos índices pluviométricos e, posteriormente uma elevação, resultado de um comportamento pluviométrico mal distribuído, onde há grande concentração de chuvas no verão e pouca chuva no inverno.

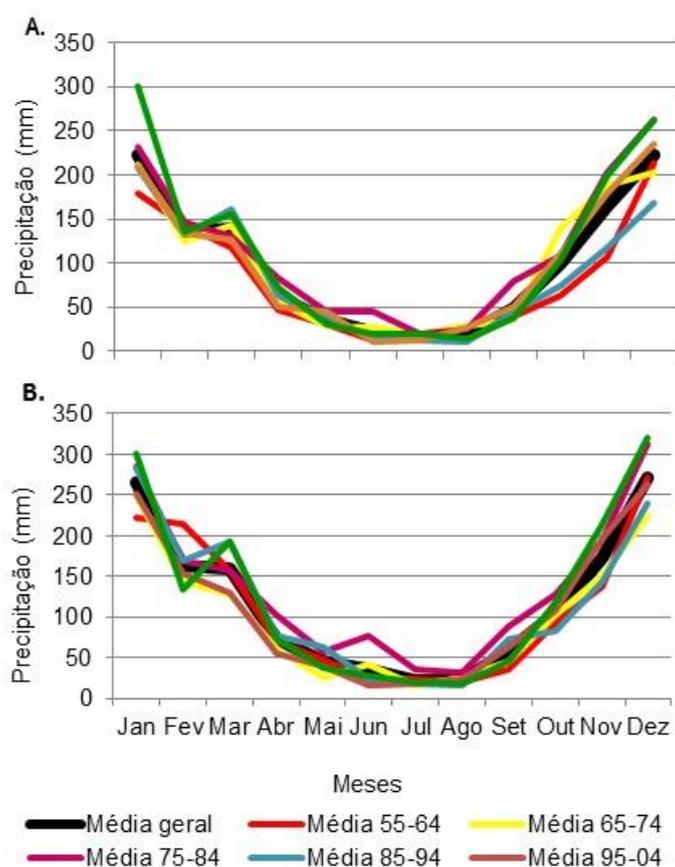


Figura 3. Padrão Pluviométrico (A) Estação Moreli (B) Estação Fazenda Sobradinho.

A estação Moreli, numa perspectiva ampla, possui pouca variação ao longo das décadas. Entretanto, quando segmentada esta análise, percebe-se que, entre os meses de outubro a dezembro ocorre uma variação pluviométrica mais marcante. Já o padrão pluviométrico da estação Fazenda Sobradinho demonstra possuir maior variação inter-décadas, sendo os meses de março e junho os mais variados desta série.

Com relação a distribuição pluviométrica sazonal, observam-se histogramas que demonstram a tendência das chuvas nas estações climáticas do verão e inverno, respectivamente.

Na Figura 4, compreende-se a tendência pluviométrica no verão.

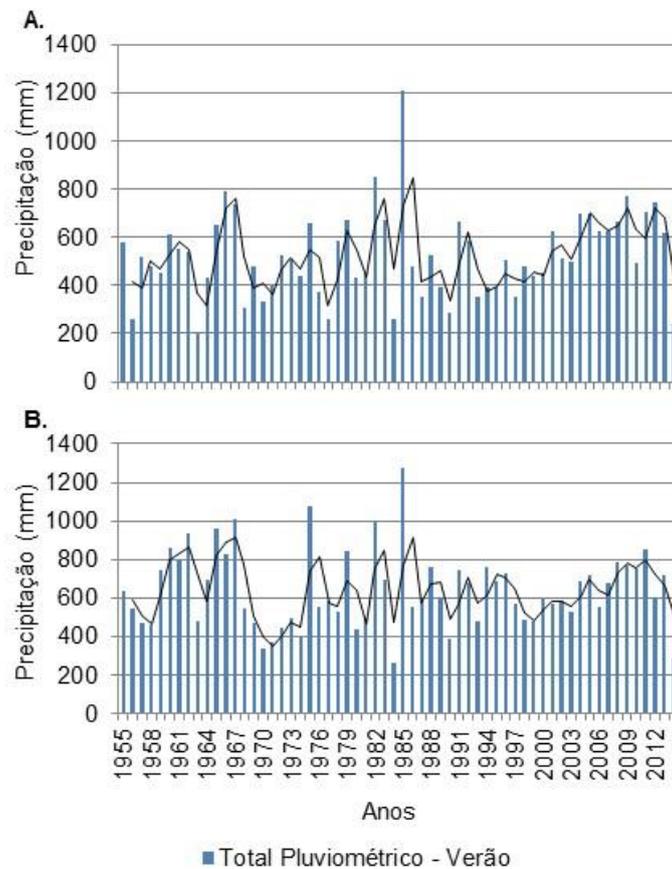


Figura 4. Tendência Pluviométrica no Verão (A) Estação Moreli (B) Estação Fazenda Sobradinho.

Nela é possível analisar que médias móveis demonstram em ambas as estações, possuir um ritmo pluviométrico muito semelhante, com rápidas elevações e quedas bruscas. Isto reafirma, a grande heterogeneidade que há nas estações Moreli e Fazenda Sobradinho. Contudo, na segunda estação, este ritmo pluviométrico é um pouco mais acentuado, atingindo valores acima de 800 mm.

Estes valores estão registrados nas décadas de 1970 e 1980, com destaque para os anos de 1975 e 1985, onde se obteve índices pluviométricos de 1077 mm e 1278,2 mm, respectivamente. A partir da década de 1990, houve uma queda da recorrência de anos com verões muito chuvosos, diminuindo até o ano de 2011 quando registrou um pico de 851,9 mm.

Na Figura 5, compreende-se a tendência pluviométrica no inverno.

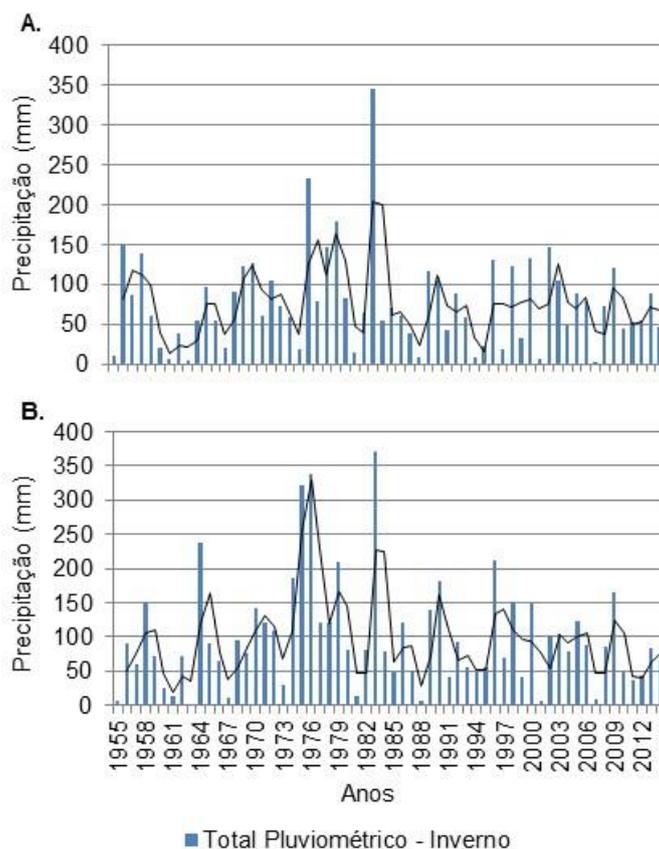


Figura 5. Tendência Pluviométrica no Inverno (A) Estação Moreli (B) Estação Fazenda Sobradinho.

Embora, para o inverno, as médias móveis também demonstrem que, em ambas as estações, o ritmo pluviométrico é muito semelhante, com rápidas elevações e quedas bruscas, a intensidade de chuva é bem reduzida quando comparada ao verão.

Observa-se que, a distribuição pluviométrica da estação Moreli, se mantém durante os 60 anos com registros de no máximo 150 mm. Sugere-se que os picos registrados acima de 150 mm, com ênfase para o ano de 1983, estejam relacionados a eventos isolados.

Com relação à estação Fazenda Sobradinho, os picos registrados no inverno a partir da década de 1990, estão diminuindo proporcionalmente ao número de anos mais secos, o que pode sugerir uma maior distribuição pluviométrica quando comparada às décadas anteriores.

Para facilitar a visualização gráfica da distribuição temporal das precipitações apresenta-se, nas Figuras 6 e 7, o gráfico de Schröder das estações Moreli e Fazenda Sobradinho, respectivamente.

No gráfico de ambas as estações, observa-se que há uma má distribuição pluviométrica durante os anos analisados, ratificando o que já foi apresentado nos resultados anteriores.

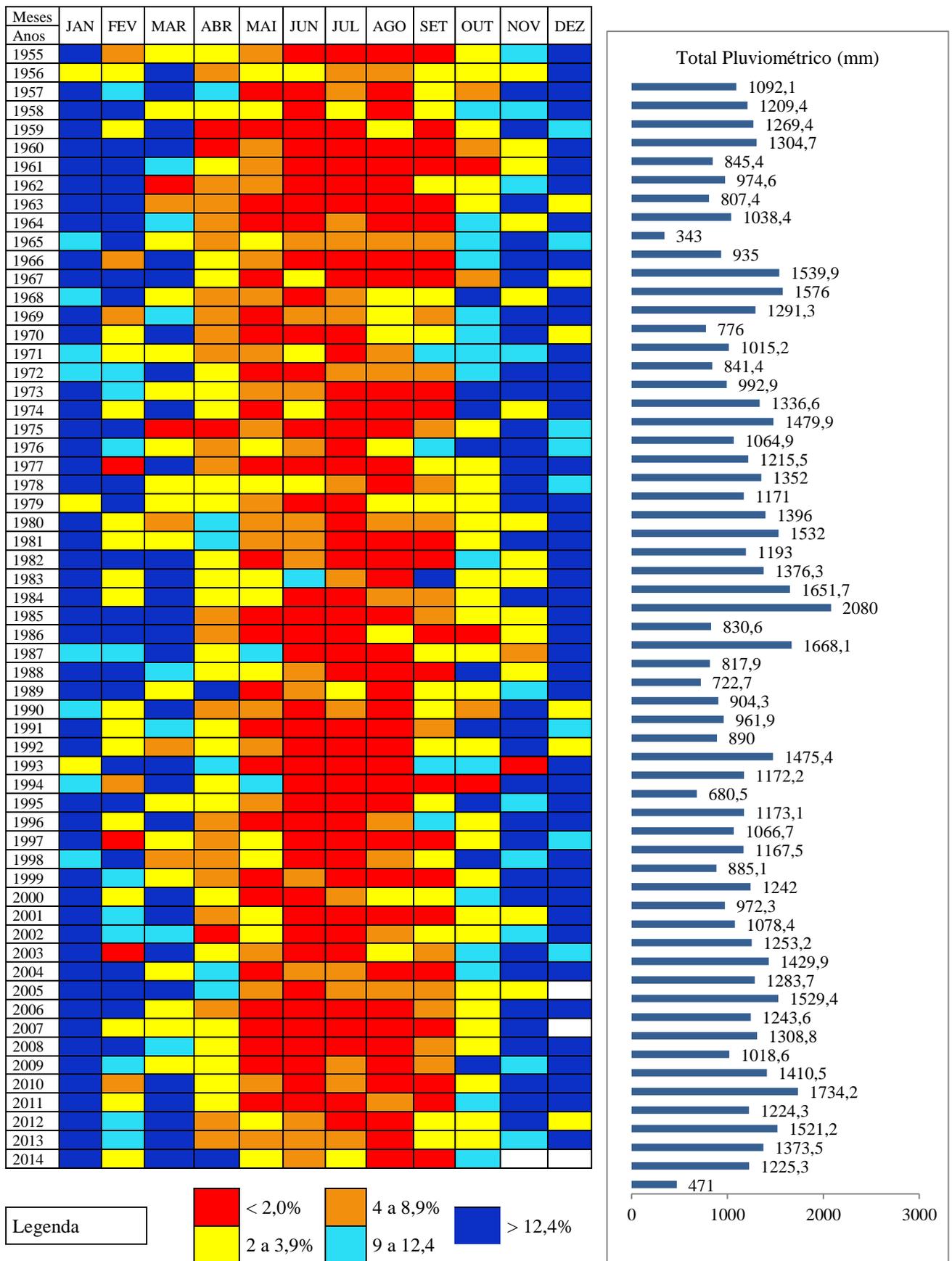


Figura 6. Percentual da precipitação mensal (1955-2014) – Estação Moreli

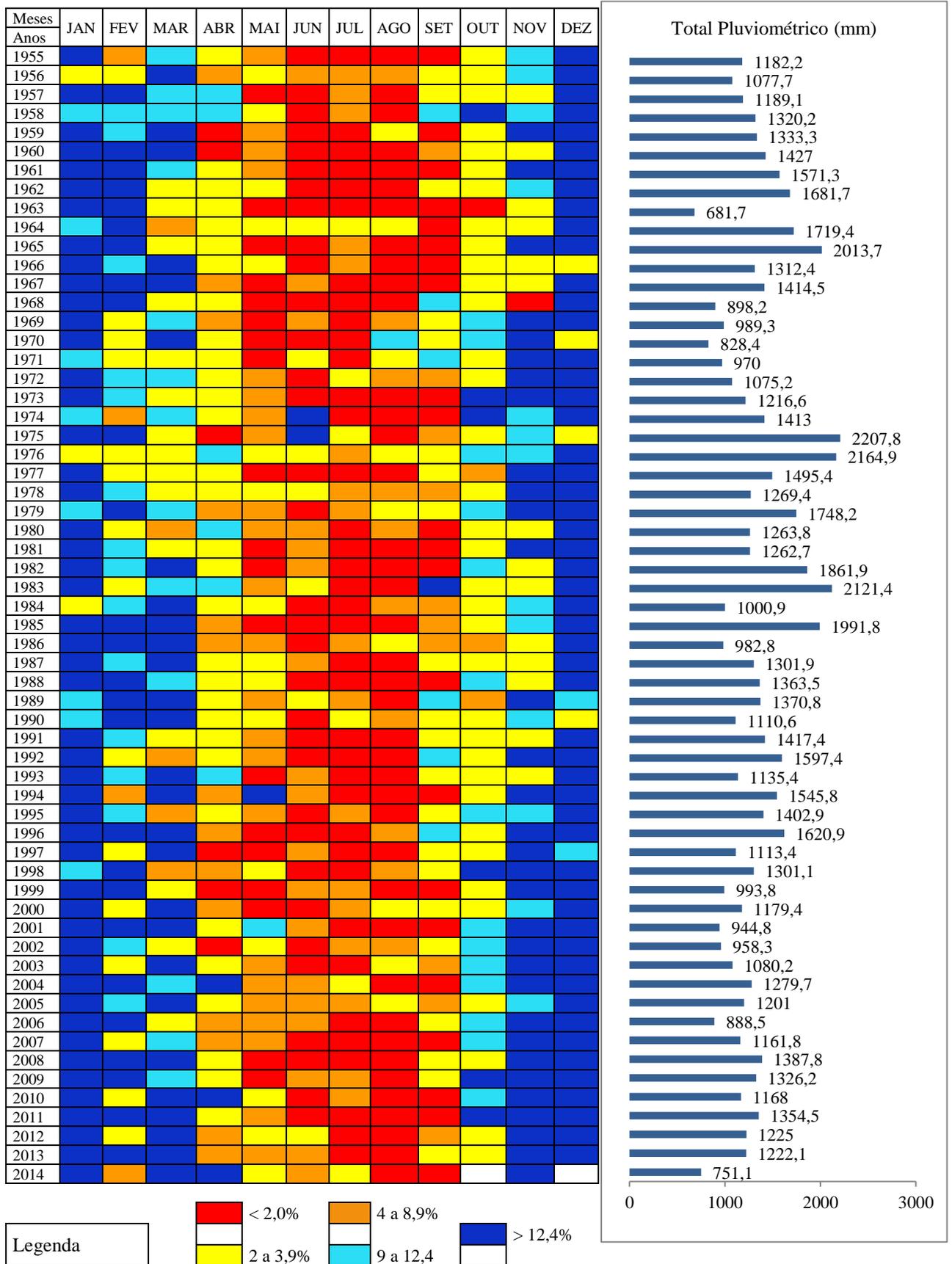


Figura 7. Percentual da precipitação mensal (1955-2014) – Estação Fazenda Sobradinho

Observa-se que, no ano de 1983 da estação Moreli, os meses de junho e setembro obtiveram um percentual de 9 a 12,4 e, acima de 12,4, respectivamente. Isto representa, uma eventual anormalidade quanto ao padrão pluviométrico já discutido, e confirma os resultados obtidos da sazonalidade do inverno, onde se registrou um alto volume de chuva neste ano.

Com relação à estação Fazenda Sobradinho, no ano de 1985, há quatro meses seguidos de percentuais acima de 12,4, reafirmando os resultados sazonais do verão que foram apresentados, cujo registro alcançou o valor de 1278,2 mm.

Análise Espacial

Na Figura 8 observa-se a distribuição espacial anual no Município de São José do Vale do Rio Preto.

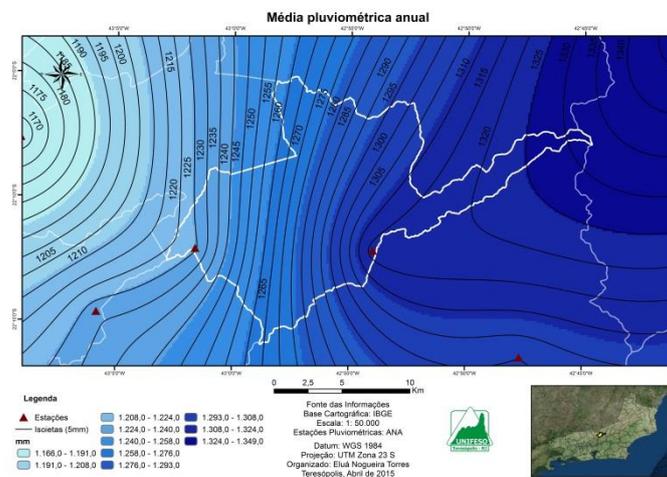


Figura 8. Mapa da distribuição pluviométrica anual

A pluviosidade ocorre de forma crescente na direção Leste para Oeste, onde, seus índices pluviométricos alcançam os valores próximos de 1332 mm e 1220 mm, respectivamente. Nota-se, que as isóietas, apresentam valores elevados em todo o município. Entretanto, quando comparadas as médias máxima e mínima, observa-se uma amplitude pluviométrica de 112 mm distribuídos anualmente, ou seja, cerca de 8% em todo o território.

Na Figura 9, apresenta-se a espacialização pluviométrica na estação climática do verão, que ocorre na direção Sudeste, com valor médio máximo de 183 mm, para a direção Noroeste com 175 mm.

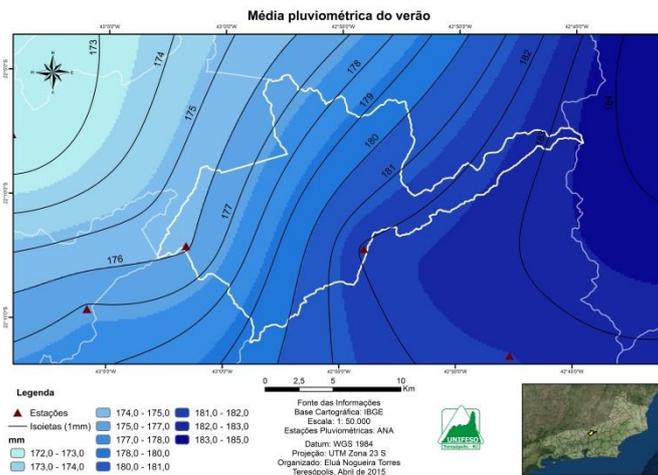


Figura 9. Mapa da distribuição pluviométrica no verão

A diferença entre o volume máximo e mínimo precipitado no município de São José do Vale do Rio Preto resulta em uma amplitude pluviométrica de 8 mm, significando que há uma variação pequena, de menos de 5%, ao longo do seu território.

Com relação ao comportamento da chuva na estação do inverno, observa-se na Figura 10 que a precipitação nesta estação do ano cresce na direção Sudeste para Noroeste, sendo muito semelhante com o verão, cujo valor está entre 32 mm e 28 mm, respectivamente. A diferença entre os valores médios, máximo e mínimo, é de apenas 4 mm em todo território do município de São José do Vale do Rio Preto, demonstrando pouca variação espacial.

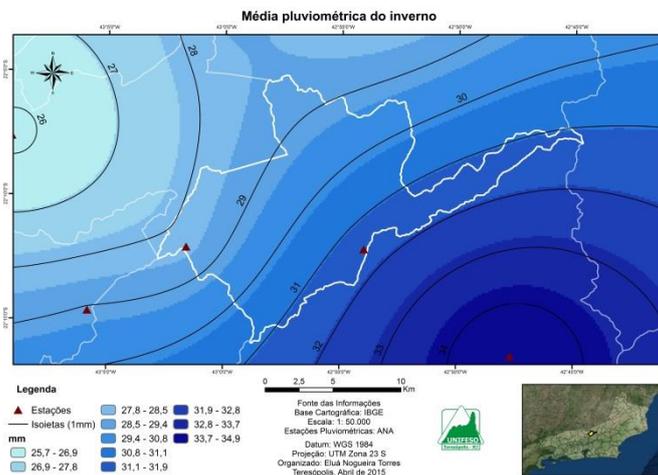


Figura 10. Mapa da distribuição pluviométrica no inverno.

Analisando a redução pluviométrica que ocorre bruscamente no inverno, quando comparado ao verão, observa-se que, mesmo com valores infimamente menores, o município ainda possui uma distribuição pluviométrica nos meses mais secos do ano, não caracterizando um déficit hídrico.

Conclusão

Considerando os resultados apresentados conclui-se grande variabilidade pluviométrica ao longo dos anos, principalmente quando segmentada esta análise para as estações do verão e inverno, uma vez que não houve um comportamento estável da chuva.

Toda essa variabilidade conclui-se estar relacionada às características da região Serrana do Estado, onde se observa o relevo acidentado, cuja altitude é significativa e a cobertura vegetal ainda preservada; bem como às características do planalto da serra, que atua em parte do Município estudado. Atuando em conjunto com tais configurações de relevo estão os sistemas atmosféricos: MTA, MPA e ZCAS.

Pode se concluir também que, a metodologia empregada, satisfaz as necessidades desta pesquisa, demonstrando o real comportamento pluviométrico do município.

Referências

- ANA (Agência nacional de Águas). Hidroweb: Séries Históricas. 2015. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em: 18 mar. 2015.
- Bastos, J.; Napoleão, P. (org.). O estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SEA (Secretaria Estadual do Ambiente) / INEA (Instituto Estadual do Ambiente), 2010. 160p.
- Caldeira, T. L.; Araújo, M. M. F. De; Beskow, S.. Análise de série hidrológica de precipitação no Sul do Rio Grande do Sul para aplicação na gestão e monitoramento de recursos hídricos. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 4., 2011, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2011. p.1-8. Disponível em <http://wp.ufpel.edu.br/meteoro/files/2011/05/tamara_caldeira_1.pdf>. Acesso em: 27 set. 2014.
- Collischonn, B.. Uso de precipitação pelo satélite TRMM em modelo hidrológico distribuído. 2006. 193f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- Conti, J. B.; Furlan, S. A.. Geocologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, J. L. S. (org). Geografia do Brasil. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. p. 67 – 208.
- CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos). Estações do Ano, 2015. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/>> Acesso em: 29 abr. 2015.
- Jorgetti, T.. A Zona de Convergência do Atlântico Sul e os Processos Oceânicos do Atlântico e do Pacífico. 2009. 193f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- Lanna, A. E.. Elementos de Estatística e Probabilidades. In: TUCCI, C. E. M. (org). Hidrologia: ciência e aplicação. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014. p. 79-176.
- Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M.. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

- Naghetini, M.; Pinto, E. J. De A.. Hidrologia Estatística. Belo Horizonte: CPRM, 2007.
- Nascimento, F. J. B. do. Estudos de Séries Históricas Hidrológicas: Uma abordagem Geomorfológica na bacia do rio Macaé – RJ. 2011. 63f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- Oliveira, J. L. F. De. Clima. IN: SERRA, MV.; SERRA, M. T. F. (org). Guia de História Natural do Rio de Janeiro. 1ª ed. Rio de Janeiro: Iphis Gráfica e Editora, 2012. p. 84-97.
- Sant’Anna Neto, J. L.. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. Revista Brasileira de Climatologia. v. 1, n. 1, p. 43-60, dez. 2005.
- Schröder, R.. Distribuição e Curso anual das precipitações no estado de São Paulo. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. São Paulo, v. 15, n.18, p.193-249, 1956.