



MAPAS DE CHUVA ESPACIALIZADA MENSAL E ANUAL NO TERRITÓRIO DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP

Francisco F. N. Marcuzzo¹

Resumo – O mapeamento da chuva, tanto mensal quanto anual, identifica regiões e períodos críticos em relação a distribuição mensal e anual quanto ao volume precipitado. O objetivo deste trabalho é apresentar o mapeamento da distribuição espacial mensal e anual da precipitação pluviométrica do município de São Carlos, localizado entre as bacias do Rio Grande e do Tietê, na parte central do estado de São Paulo. Na espacialização dos dados pontuais de chuva, utilizou-se a função *Topo to Raster* do ARCGIS como interpolador dos dados pontuais (estações pluviométricas). Os dados foram do Atlas Pluviométrico do Brasil, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil, cuja série histórica é de 1977 a 2006, ou seja, com 30 anos de dados. Com este trabalho de distribuição espacial do volume da precipitação pluviométrica no território do município de São Carlos/SP, verificou-se que o mês com mais pluviosidade, segundo a média de 1977 a 2006, é janeiro (264mm) e os dois meses com menor pluviosidade são julho (23mm) e agosto (25mm). A precipitação média anual no território do município de São Carlos, de 1977 a 2006, considerando três estações pluviométricas, duas no território de São Carlos e uma em Itirapina, na fronteira com São Carlos, foi de 1.490mm por ano.

Palavras-Chave – hietograma, pluviograma, ano hidrológico.

SPATIALIZED MONTHLY RAINFALL MAPS AND ANNUAL THE TERRITORY OF MUNICIPALITY OF SÃO CARLOS/SP

Abstract – The mapping of the rain, both monthly as annual, identifies regions and critical periods for monthly and annual distribution as to precipitate volume. The aim of this paper is to present the mapping of monthly and annual spatial distribution of rainfall in São Carlos, located between the basins of the Rio Grande and Tiete, in the central part of the state of São Paulo. The spatial distribution of specific rainfall data, we used the function to Top Raster ARCGIS as interpolating point data (rainfall stations). Data were Atlas Rainfall in Brazil, published by the Geological Survey of Brazil, whose historical series is 1977 to 2006, ie 30 years of data. With this spatial distribution of work volume of rainfall in the municipality of São Carlos/SP, it was the month with the most rainfall, according to the average from 1977 to 2006, is January (264mm) and two months less rainfall are July (23 mm) and August (25mm). The average annual rainfall in the municipality of São Carlos, 1977-2006, considering three rain gauge stations, two in the territory of San Carlos and in Itirapina, bordering San Carlos, was 1.490mm per year.

Keywords – hietogram, pluviogram, hydrological year.

1. INTRODUÇÃO

Mapear e entender a distribuição do volume mensal e anual da precipitação pluviométrica média pode auxiliar na determinação do início e do fim do ano hidrológico em alguns municípios.

Segundo a EMBRAPA (2002) a chuva é um dos elementos meteorológicos que exerce maior influencia sobre as condições ambientais. Melati e Marcuzzo (2015) citam que a informação dos

1) Pesquisador em Geociências, CPRM / SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Rua Banco da Província, nº105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90840-030, Tel.:(51)3406-7300. francisco.marcuzzo@cprm.gov.br.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
 26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
 Florianópolis - SC

períodos mais e menos úmidos, além da densidade das estações tem grande relevância em estudos hidrológicos. Em um estudo temporal e de espacialização mensal e anual das chuvas na bacia do Rio Paraguai, Cardoso e Marcuzzo (2012) concluíram o período úmido vai de setembro a maio, e os meses referentes ao período seco são junho, julho e agosto. Da Silva (2009) relatam que com base em um estudo sobre a precipitação irregular do nordeste do Brasil, observou-se a necessidade do monitoramento pluviométrico por meio de emprego de índices climáticos.

O objetivo deste estudo foi mapear a distribuição espacial mensal e anual da precipitação pluviométrica no município de São Carlos/SP, utilizando o material disponibilizado do Atlas Pluviométrico do Brasil, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização geral da área de estudo

O município de São Carlos/SP esta localizado em uma região de alta altitude (Figura 1 e 2) no estado de São Paulo, com o território municipal inserido parte na bacia do rio Tietê e parte da bacia do rio Grande (BRASIL, 2009; MARCUZZO, 2016). Foram utilizados dados médios de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos das bacias hidrográficas do Paraná (bacia 6), obtidos de Pinto *et al.* (2011), também disponibilizados como dados brutos pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2013). Estudos voltados à determinação do ano hidrológico necessitam da caracterização de períodos denominados de “seco” e “úmido” (MARCUIZZO 2013; MARCUZZO e GOULARTE, 2013; MARCUZZO e CARDOSO, 2013), ganhando importância a partir da proposta de Bagnouls e Gaussen (1953).

No mapeamento da distribuição da precipitação pluviométrica, a espacialização dos dados de chuva seguiu-se os parâmetros observados por Marcuzzo *et al.* (2011).

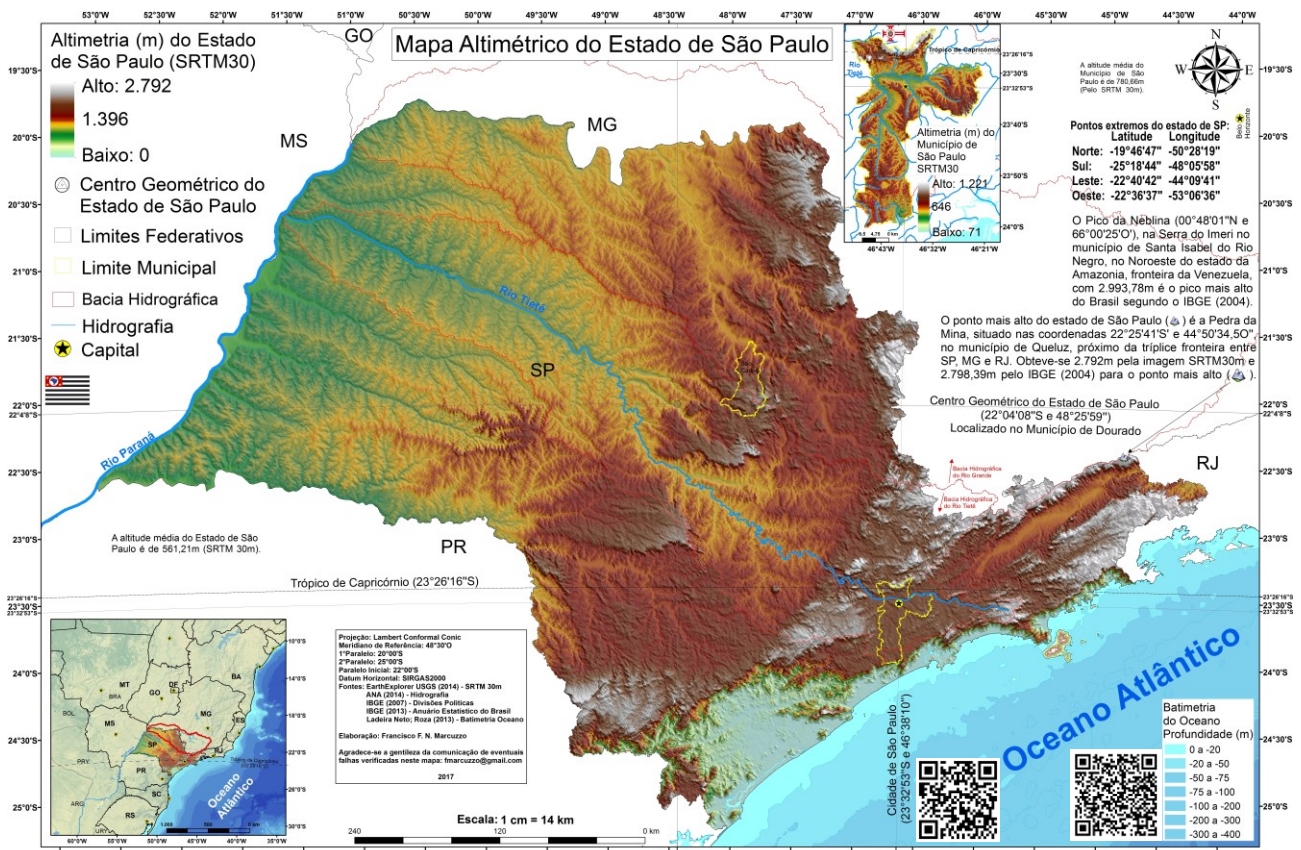


Figura 1. Mapa altimétrico do estado de São Paulo com a localização de São Carlos/SP.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis - SC

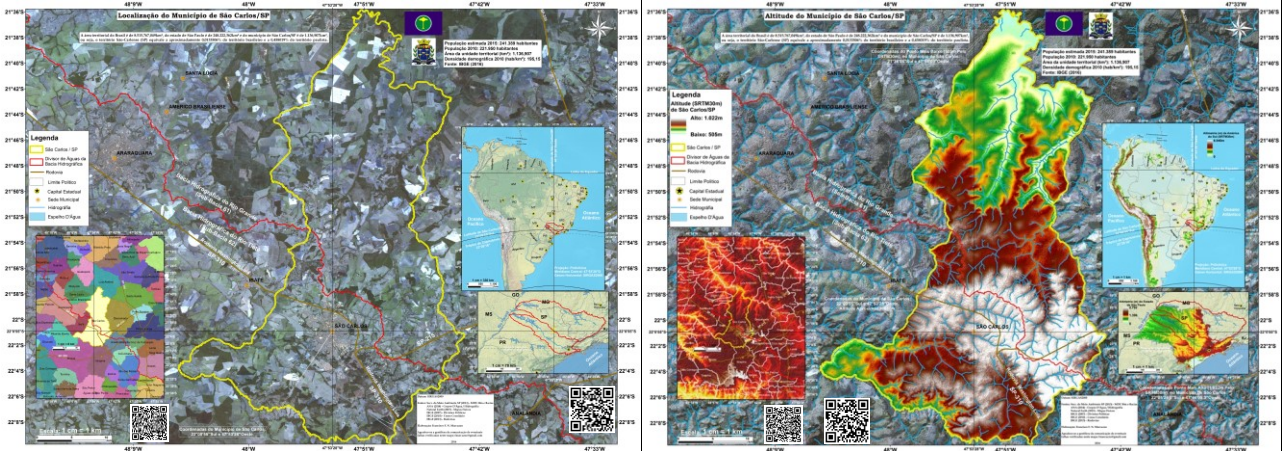


Figura 2. Localização e altimetria do município de São Carlos e localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras de 3 a 9 mostram a espacialização mensal e anual no município de São Carlos/SP. O mês com mais volume de chuva é janeiro, chegando a 284mm no Norte de São Carlos/SP, e a média das estações pluviométricas, segundo o Hietograma (Figura 10), foi de 264mm no mês de janeiro (mês com mais chuva) e 23mm no mês de julho (mês com menos chuva).

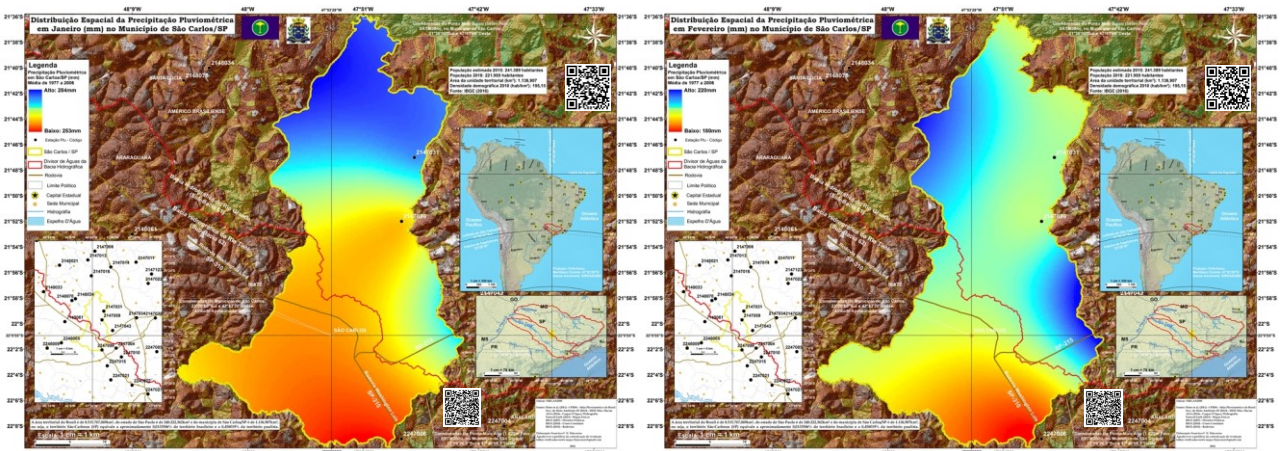


Figura 3. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de janeiro e fevereiro.

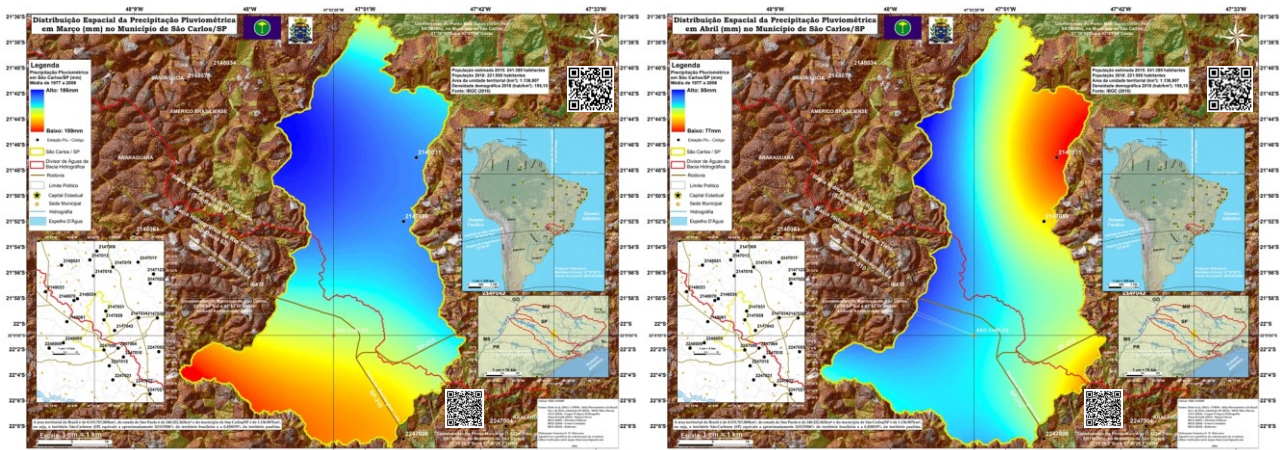


Figura 4. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de março e abril.

XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis - SC

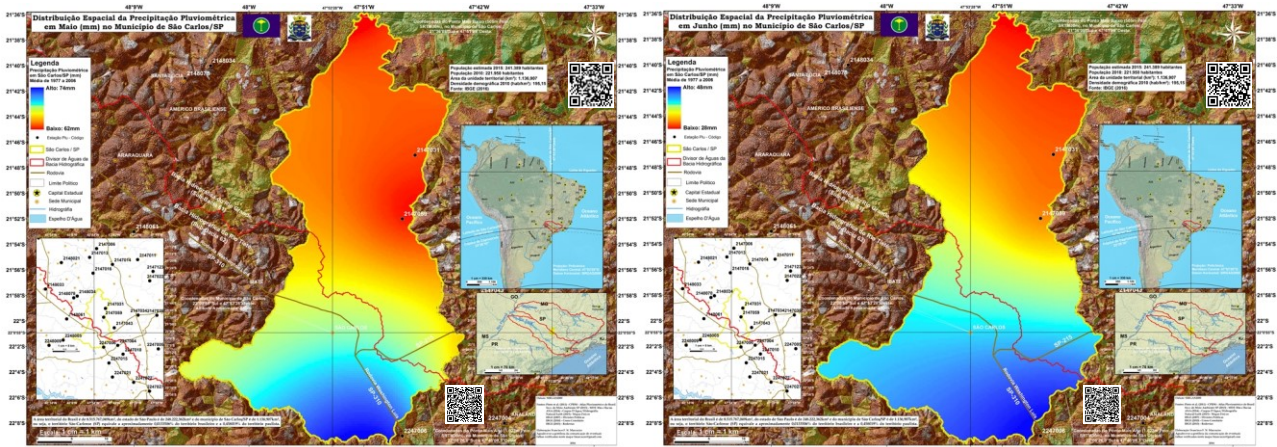


Figura 5. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de maio e junho.

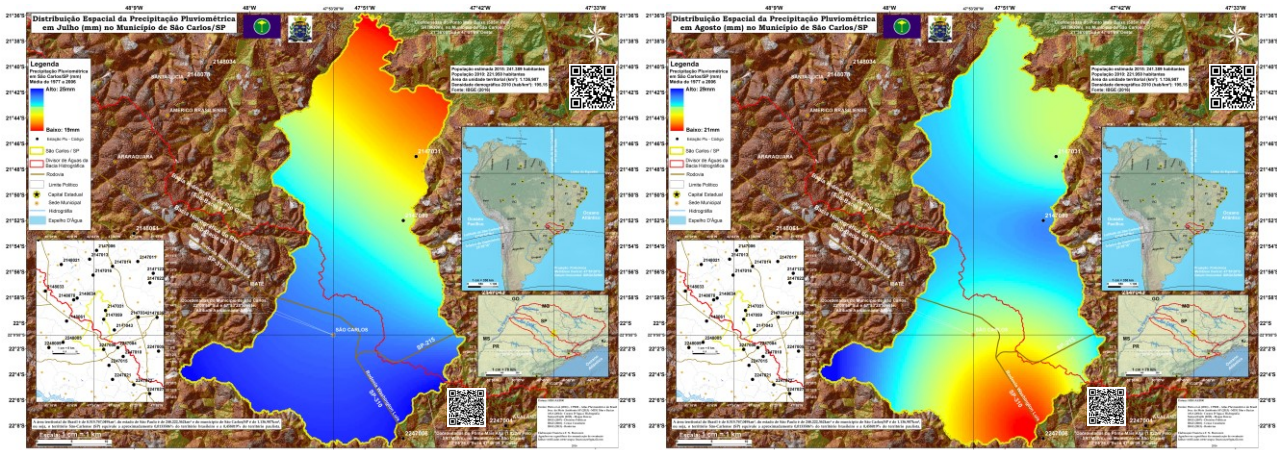


Figura 6. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de julho e agosto.

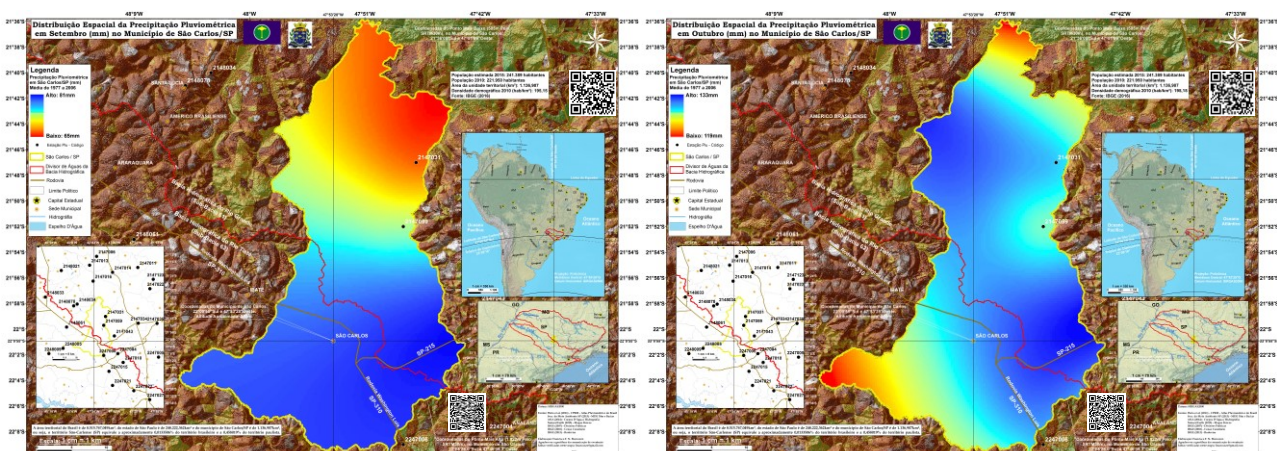


Figura 7. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de setembro e outubro.

XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis - SC

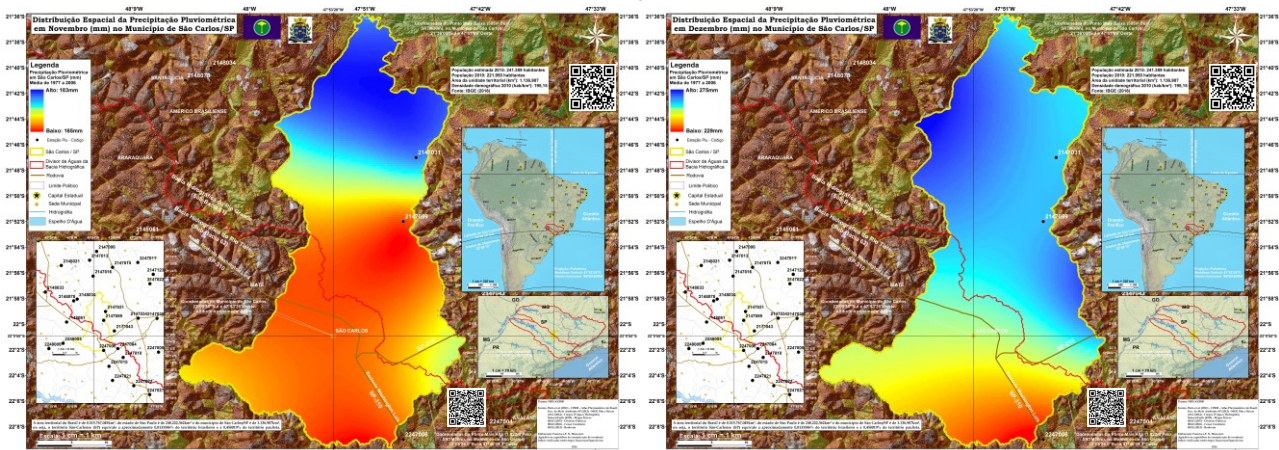


Figura 8. Espacialização da pluviométrica em São Carlos nos meses de novembro e dezembro.

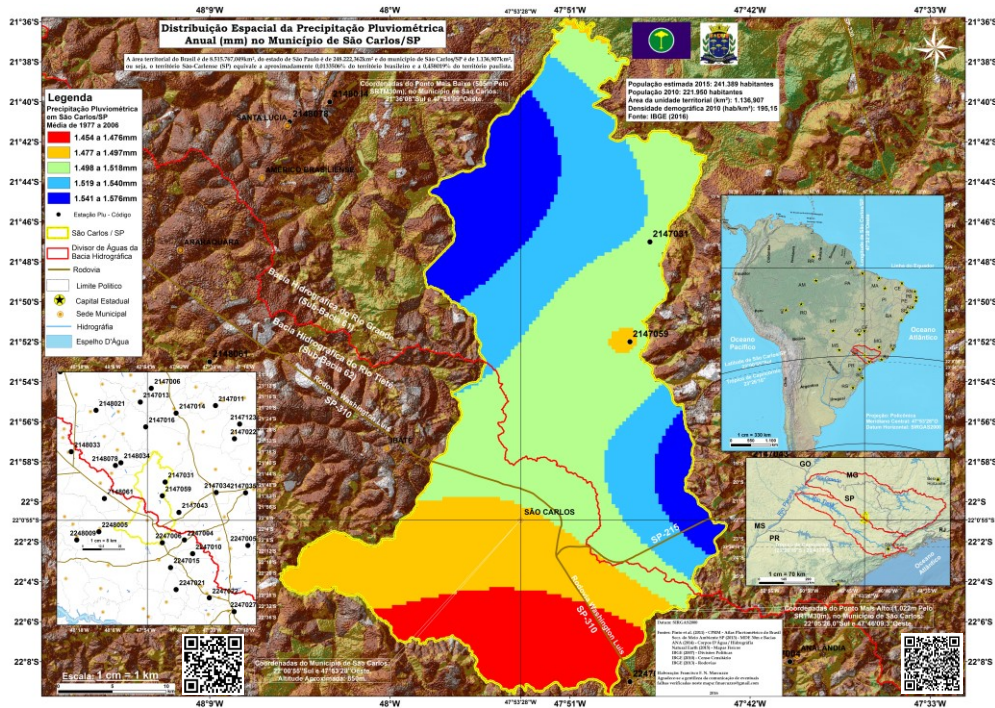


Figura 9. Espacialização da precipitação pluviométrica média anual (1977 a 2006), em São Carlos.

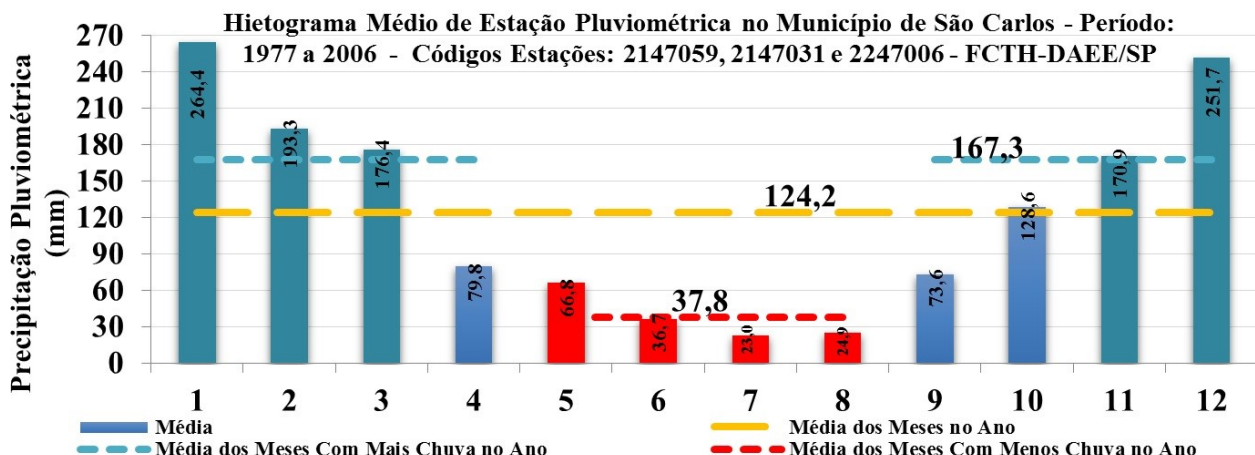


Figura 10. Hietograma médio do município de São Carlos. Média anual de 1977 a 2006.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis - SC

Observou-se que nos meses mais secos os maiores volumes de precipitação pluviométrica ficaram nas regiões mais altas, no Sul de São Carlos. Com precipitação variando de 1454mm, na parte Sul, a 1576mm anuais (média de 1977 a 2006), a precipitação anual obteve uma diferença dentro do território municipal de São Carlos de 122mm. Um maior detalhamento da precipitação pluviométrica no Brasil, com outros mapas de distribuição de chuva, pode ser verificado em Pinto *et al.* (2011) e, em outra bacia do rio Tietê, em Marcuzzo (2016), já a precipitação trimestral de Penápolis/SP pode ser observada em Marcuzzo (2017).

As Figuras apresentadas neste trabalho, com melhor resolução (mais *pixels*) podem ser baixadas pelos endereços (“*links*”) na internet disponibilizados no Quadro 1, ou clicando nas próprias Figuras, ou por meio da solicitação destes mapas, ou mais informações, pelo e-mail do autor deste trabalho.

Quadro 1. Figuras, com melhor resolução para visualização de detalhes deste estudo, para baixar.

Material	Endereços (“ <i>links</i> ”) para Baixar Utilizando o Navegador de Internet
	----- Mapas de Apoio do Estudo Para Impressão em PDF (Folha A1) -----
Mapas das bacias hidrográficas do Brasil – 100 a 2000dpi	https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1lmSXB3ZUE&usp=sharing
Mapa Altimétrico do Estado de São Paulo – 120dpi	https://onedrive.live.com/redir?resid=48404C05B611FFB!652&authkey=!ACIQSOciT8NiXOU&ihtih=file%2cpdf
Mapa Altimétrico do Estado de São Paulo com a Bacia do Rio Tietê	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfc0daQk95WXJxN2M/view
	----- Mapas Para Impressão das Figuras Deste Trabalho em PDF (Folha A1) -----
Figura 1 – Altimetria SP 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfNEJHTU9aM25rRTA/view?usp=sharing
Figura 2 – Localização 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfOW80Z0kMnRFcXM/view?usp=sharing
Figura 2 – Localização 1000dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfY01SRVpUVGJXR1E/view?usp=sharing
Figura 2 – Altimetria e Rios de São Carlos 1000dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfNkNidWQ0TkFrLTQ/view?usp=sharing
Figura 3 – Janeiro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfc2i1Nk1KX3RTWU0/view?usp=sharing
Figura 3 – Fevereiro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyft1Rwd29kUUZjUVU/view?usp=sharing
Figura 4 – Março 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfOHFESHM4RDU5SjQ/view?usp=sharing
Figura 4 – Abril 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfWkxybXBoU2Vktms/view?usp=sharing
Figura 5 – Maio 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfWnMtdzdSQ3hrcFk/view?usp=sharing
Figura 5 – Junho 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyftktwMG9ydfg5SIE/view?usp=sharing
Figura 6 – Julho 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfbm5MMINaRmFaZWs/view?usp=sharing
Figura 6 – Agosto 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfajd0c2VBcWttY2c/view?usp=sharing
Figura 7 – Setembro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfs0lJSFhBYWpHbHc/view?usp=sharing
Figura 7 – Outubro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyRed2NWZLdVNrU00/view?usp=sharing
Figura 8 – Novembro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfTEplN3VhdVJWRXc/view?usp=sharing
Figura 8 – Dezembro 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfaKlIMDIUM3V6dUU/view?usp=sharing
Figura 9 – Chuva Anual 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyR2RrN0U2Y0owdUU/view?usp=sharing
	----- Material Utilizado Neste Trabalho -----
Material Utilizado da CPRM	http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=1351&sid=9
Pasta com Todos Mapas	https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOySnN0OHFjYnV6ZUE&usp=sharing

4. CONCLUSÃO

Com este trabalho de distribuição espacial do volume da precipitação pluviométrica no território do município de São Carlos/SP, verificou-se que o mês com mais pluviosidade, segundo a média de 1977 a 2006, é janeiro (264mm) e os dois meses com menor pluviosidade são julho (23mm) e agosto (25mm).

Notou-se também, que as regiões normalmente com maior volume pluviométrico são as próximas do rio Tietê nos meses mais úmidos e as regiões mais altas próximas do município de Itirapina e Brotas. Os meses de maio a agosto, são os mais secos, com pluviosidade média aproximada abaixo de 37,8mm por mês e os meses que vão de setembro a abril são os meses com maior pluviosidade média, com média aproximada de 167mm. A precipitação média anual no território do município de São Carlos, de 1977 a 2006, foi de 1.490mm por ano.



AGRADECIMENTO

O autor agradece a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - empresa pública de pesquisa do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho e a bibliotecária Ana Lucia Borges Fortes Coelho da CPRM/SGB de Porto Alegre/RS pela ajuda constante com as referências bibliográficas.

REFERÊNCIAS

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. **Saison Sèche et Indice Xérothermique**. Docum. pour les Cartes des Prod. Végét. Série: Généralité, 1. 1953. 1-49.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Inventário das estações fluviométricas**. 2. ed. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em 26 ago. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Sistema de informações hidrológicas. 2013. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 11 ago. 2014.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo Temporal e Espacialização Mensal e Anual das Chuvas na Parte Brasileira da Bacia do Rio Paraguai. In: IV Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2012, Bonito-MS. **Anais do IV Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Brasília - DF: INPE e Embrapa Informática, 2012. v. 1. p. 1076-1085. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/1094>>. Acesso: 23 out. 2016.

DA SILVA, D. F. Análise de aspectos climatológicos, agro econômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). **Tese (Doutorado em Recursos naturais)** – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2002). Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Análise da Distribuição da Frequência Mensal de Precipitação para a Sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Disponível: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP34.pdf>>. Acesso em: 19 ago. de 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Comunicação Social – Mapas de biomas e de Vegetação**. 2004. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresso.php?id_noticia=169>. Acesso em: 20 ago. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Contagem da População – População recenseada e estimada segundo os municípios – Mato Grosso do Sul**. 2007. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_24.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2010.

MARCUZZO, F. F. N. A distribuição espacial da chuva mensal e anual no território do município de São Paulo, 27. (AESABESP), 2016, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: SABESP, 2016. P 1-20. 1 DVD. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16643>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

MARCUZZO, F. F. N. A espacialização da chuva mensal e anual na bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito – afluente do Baixo Tietê, 27. (AESABESP), 2016, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: SABESP, 2016. P. 1 a 20. 1 DVD. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16645>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

MARCUZZO, F. F. N. Ano Hidrológico e Espacialização da Precipitação dos Períodos Úmido e Seco do Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013,



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis - SC

Bento Gonçalves. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2013. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17445>>. Acesso em: 23 out. 2014.

MARCUZZO, F. F. N. Distribuição espacial da precipitação pluviométrica trimestral na bacia do Ribeirão Bonito / Lajeado em Penápolis e Glicério no estado de São Paulo. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2017. v. 1. p. 1 a 8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17847>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

MARCUZZO, F. F. N. **Mapa das bacias e sub/bacias hidrográficas do Brasil**. Escala 1cm:79km. Porto Alegre: 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1lmSXB3ZUE&usp=sharing>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 4, p. 793 -804, 2011. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/605>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D. Determinação do ano hidrológico e geoespacialização das chuvas dos períodos úmido e seco da sub-bacia 63. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 2013. v. 1. p. 5612-5619. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17443>>. Acesso em: 23 out. 2014.

MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 91 a 99, 2013. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14837>>. Acesso: 23 out. 2014.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Espacialização da recomendação de novas estações pluviométricas na sub-bacia 87 segundo os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. 1 DVD. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15130>>. Acesso em: 03 mai. 2015.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Influência da altitude na precipitação média anual nas sub-bacias pertencentes à bacia do rio uruguai. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2015. v. 1. p. 1 a 8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15056>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Equipe Executora: Da Costa, Margarida Regueira; Dantas, Carlos Eduardo de Oliveira; Melo, De Azambuja, Andressa Macêdo Silva; De Rezende, Denise C.; Do Nascimento, Jean Ricardo da Silva; Dos Santos, André Luis M. Real; Farias, José Alexandre Moreira; Machado, Érica C.; Marcuzzo, Francisco Fernando Noronha; Medeiros, Vanesca Sartorelli; Rodrigues, Paulo de Tarso R.; Weschenfelder, Adriana Burin; SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>>. Acesso em: 23 out. 2014.