



BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIETÊ: PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ESPACIALIZADA

TIETÊ RIVER WATER BASIN: SPACIALIZED RAINFALL

Francisco F. N. Marcuzzo
Serviço Geológico do Brasil
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SGB/CPRM)
francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

RESUMO

A espacialização de chuva mensal e a anual, em bacias hidrográficas, é de grande importância e recurso fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos, sendo objeto de estudos geográficos, climatológicos e hidrológicos. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo da distribuição espacial mensal e anual da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Tietê, utilizando a função Topo to Raster do ARCGIS como interpolador dos dados pontuais (estações pluviométricas). Os dados foram extraídos do Atlas Pluviométrico do Brasil, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil, cuja série histórica é de 30 anos. Como resultados são apresentados mapas com a distribuição espacial dos meses menos e mais chuvosos, além dos mapas de espacialização de chuva dos doze meses do ano e a anual. Verificou-se que os meses mais úmidos, em média, são janeiro e dezembro, e os meses com menor umidade são julho e agosto. Notou-se também, que a região com maior volume de precipitação na bacia do rio Tietê, foram na região de fronteira entre São Paulo e Minas Gerais, e, principalmente em suas regiões que ficam em cima do divisor de águas entre as bacias do Atlântico – Trecho Sudeste (8) e do Paraná (6). Já a região de menor volume de precipitação, em geral, foi próxima ao exutório da bacia, nas proximidades do rio Paraná.

Palavras-chave: Sub-Bacia 62, SIG, Chuva, Hidrologia, Hidrometria, São Paulo.

ABSTRACT

The monthly and annual rainfall spatialization in watersheds is of great importance and fundamental resource for water resources management, being the object of geographic, climatological and hydrological. The objective of this paper is to present a study of the monthly and annual spatial distribution of rainfall of the Tietê river basin, using the ARCGIS Topo to Raster function as interpolator of the punctual data (rainfall stations). The data were extracted from the Pluviometric Atlas of Brazil, published by the Geological Survey of Brazil, whose historical series is 30 years. As a result, maps are presented with the spatial distribution of the least and wettest months, in addition to the rainfall spatialization maps of the twelve months of the year and the annual one. The wettest months, on average, are January and December, and the months with the lowest humidity are July and August. It was also noted that the region with the highest volume of precipitation in the Tietê river basin was in the border region between São Paulo and Minas Gerais, and especially in its regions that are above the watershed between the Atlantic basins. - Southeast (8) and Paraná (6). The region with the lowest volume of precipitation, in general, was close to the basin's outfall, near the Paraná River.

Keywords: Sub-Basin 62, GIS, Rain, Hydrology, Hydrometry, Sao Paulo.

1 - Introdução

Estudar a variação temporal da precipitação pluviométrica é de grande importância para qualificar os interesses da sociedade quanto ao planejamento rural e urbano, além de servir de subsídio para a engenharia de recursos hídricos.

Utilizando os dados do Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO *et al.*, 2011), na mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, Mello *et al.* (2011) verificaram que choveu mais na parte Sul durante o período analisado. Os autores relataram que isso ocorreu porque no extremo Sul do Mato Grosso do Sul o clima é do tipo tropical de altitude, que no Brasil sofre maior influência da massa de ar tropical atlântica, uma massa de ar quente e úmida, o que traz muita chuva para a região.

Marcuzzo *et al.* (2012), em um estudo sobre a sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma do Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul (onde está inserida a maior parte da sub-bacia 63), notaram que o Cerrado Sul-Mato-Grossense tem seu ano hidrológico começando no mês de setembro, sendo de setembro a maio meses úmidos e de junho a agosto os meses secos. Marcuzzo e Melati (2015) concluíram que a amplitude de precipitação média anual entre as sub-bacias pertencentes à bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, em sua parte brasileira, foi de 1.028,1mm.ano⁻¹, mostrando uma variação da maior (2.510,3mm.ano⁻¹, sub-bacia 80) para a menor (1.482,2mm.ano⁻¹, sub-bacia 88) precipitação média anual entre as suas sub-bacias estudadas de 41%.

Mello *et al.* (2008), em estudo de continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais, relatou que um dos principais ramos de pesquisa em hidrologia e climatologia consiste na aplicação do geoprocessamento, por meio da análise de técnicas para uma melhor interpolação espacial da chuva intensa gerando mapas com boa aplicabilidade aos projetos.

Reis *et al.* (2005), em estudo de espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no estado de Goiás e Distrito Federal, constatou que a disponibilidade de informações sobre precipitação para a região Centro-Oeste do Brasil ainda se mostra bem deficiente, sendo a pequena quantidade de estudos e a malha restrita de estações pluviométricas as principais causas. Segundo ele, isso tem levado a utilização de informações sobre precipitações de forma inadequada, adotando-se valores a sentimento ou utilizando informações de outras regiões ou mesmo Estados,

fazendo com que os valores adotados sejam, muitas vezes, discrepantes daqueles que realmente ocorrem na região de interesse.

Em um estudo na sub-bacia 17, Marcuzzo *et al.* (2011) concluíram que a região da sub-bacia 17 é suscetível a cheias periódicas, aja vista que se encontra em uma região com que apresenta os maiores índices pluviométricos do Brasil. Marcuzzo *et al.* (2013), determinaram que período úmido da sub-bacia 63, vizinha a jusante no rio Paraná a sub-bacia 62 que engloba a bacia do rio Tietê, começa em setembro e termina em maio e o período seco começa em junho e terminando em agosto. Cruciani *et al.* (2001), em estudo de modelos de distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, São Paulo, observou que no Brasil raros, tem sido os trabalhos de caracterização das chuvas intensas, ao passo que no exterior esse tipo de estudo tem sido muito comum. Ainda segundo ele, conhecer o modelo de distribuição temporal de chuvas intensas de uma localidade torna mais realista a previsão hidrológica para projetos em áreas rurais e urbanas, permitindo a caracterização e a qualificação com maior precisão do escoamento superficial.

Em estudo para identificar mudanças climáticas regionais, Haylock *et al.* (2006) fizeram uma análise da precipitação sobre a América do Sul e observaram uma tendência de aumento do total anual de chuva. O estudo realizado por Santos e Brito (2007), utilizando índices de extremos climáticos e correlacionando-os com as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), também mostra tendência de aumento da precipitação total anual nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Diferentemente da região do município de São Paulo, no estudo de Kich *et al.* (2015), observou-se pela análise de pluviogramas médios da sub-bacia 86 no estado do Rio Grande do Sul, que foi possível visualizar que as precipitações da sub-bacia 86 em sua totalidade, e em suas respectivas sub-bacias verificou-se que possuem características homogêneas, não apresentando grandes variações mensais, o mesmo sendo observado por Simon *et al.* (2013).

O objetivo deste trabalho foi mapear, analisar e expor a distribuição espacial mensal e anual da precipitação pluviométrica na área territorial da bacia do rio Tietê, utilizando os dados Atlas Pluviométrico do Brasil, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil, cujas séries históricas são de 1977 a 2006. Interpolou-se esses dados utilizando a função *Topo*

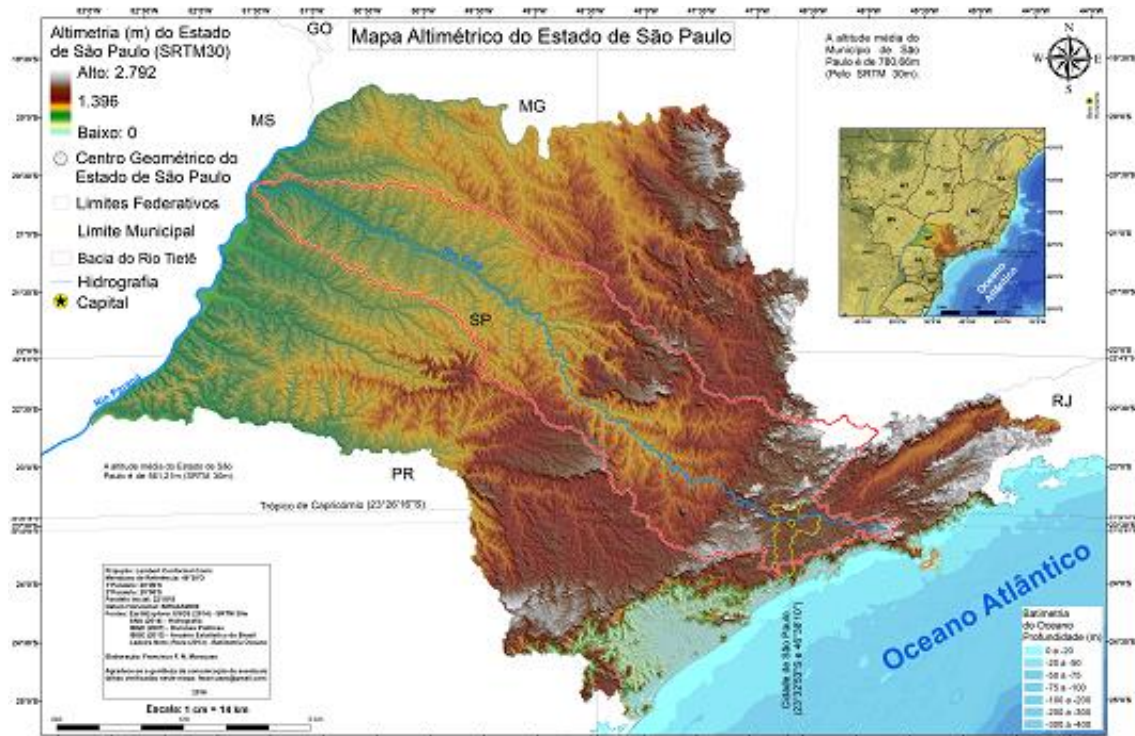
to Raster do ARCGIS, produzindo mapas de superfície para mostrar as áreas da bacia do rio Tietê com maior e menor volume precipitado mensal e anual.

2 – Material e Métodos

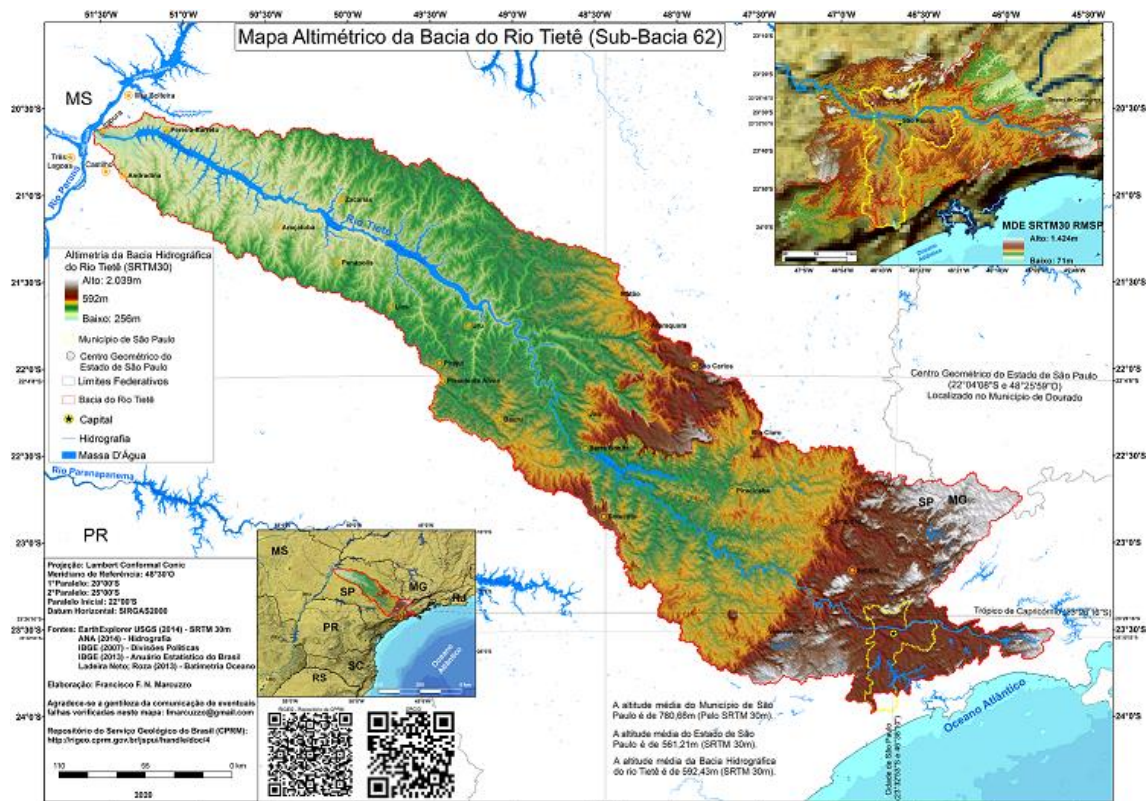
2.1 – Área de Estudo

O estado de São Paulo (Figura 1) possui em sua área territorial, de 248.219,481 km², o número de 645 municípios, sendo um deles a capital de São Paulo. Estima-se que a população do estado de São Paulo, em 2018, era de 45.538.936 pessoas. Já a população no último censo, de 2010, foi contabilizada em 41.262.199 pessoas, o que gera uma densidade demográfica de aproximadamente 166,23 hab.(km²)⁻¹. A capital paulista (código do IBGE: 3550308) possuía em 2010 uma população aproximada de 11.253.503 habitantes (IBGE, 2010) e uma população estimada em 2015 de 11.967.825 habitantes. Peixoto (2010) traz um maior detalhamento da geodiversidade de São Paulo. A bacia do rio Tietê (Figura 2), cuja área é de aproximadamente 72.000km², possui a maioria do seu território no estado de São Paulo e uma pequena porção no extremo Sul de Minas Gerais.

Figura 1. Localização da bacia do rio Tietê na altimetria do estado de São Paulo.



Fonte: O autor.

Figura 2. Mapa altimétrico da bacia do rio Tietê com alguns municípios.

Fonte: O autor.

2.2 – Dados Utilizados

A origem dos mapas de distribuição espacial de chuva, apresentados neste estudo, foi através dos dados de precipitação pluviométrica pontual das estações (Figura 4) utilizadas no estudo de Pinto *et al.* (2011). Através de uma análise visual comparativa, verificou-se que a geração das superfícies com a espacialização das chuvas para pequenas áreas, como a de municípios e pequenas bacias, eram melhores utilizando os valores pontuais e não as isolinhas, mostrando assim um gradiente de *pixels* mais uniforme entre os volumes precipitados de uma estação pluviométrica para outra. Para regiões de fronteira de dados, ou seja, quando não se tem estações ao redor do ponto que se deseja interpolar não se aconselha utilizar a interpolação por ponto e sem das isolinhas. Foram utilizados médias mensais e anuais (sazonais) de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos, obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional (BRASIL, 2012), também disponibilizados por Pinto *et al.* (2011) e utilizados também por Cardoso e Marcuzzo (2010) e (2012), Cardoso *et al.* (2011), (2013) e (2014), Kich *et al.* (2015), Koefender (2015), Marcuzzo *et al.* (2011), Marcuzzo *et al.* (2012), Marcuzzo e Cardoso (2013),

Marcuzzo e Melati (2015), Melati (2015), Melati e Marcuzzo (2015), Mello *et al.* (2011), Oliveira e Marcuzzo (2013) e (2015), Romero e Marcuzzo (2013), Romero *et al.* (2014) e (2015) e Simon *et al.* (2013).

Alguns estudos localizados no estado de São Paulo utilizaram os dados de de Pinto *et al.* (2011) para espacialização da precipitação pluviométrica, como Marcuzzo (2016), Marcuzzo (2017), Marcuzzo *et al.* (2018) e Marcuzzo (2019).

Outros trabalhos pelo Brasil também utilizaram dados de Pinto *et al.* (2011) para espacialização da precipitação pluviométrica, como Simon *et al.* (2013), Müller *et al.* (2019), Marcuzzo (2018), Guimarães *et al.* (2017), Finck *et al.* (2017), Senhorinho *et al.* (2017), Troian *et al.* (2017) e Marcuzzo *et al.* (2019).

2.3 – Interpolação Matemática Topo to Raster dos Dados Pontuais (Estações P)

A função *Topo to Raster* é um método de interpolação baseado no programa ANUDEM desenvolvido por *Hutchinson*, que foi especificamente feito para a criação de MDE hidrologicamente corretos, contudo alguns estudos o indicam como o melhor para a interpolação de dados climatológicos (MARCUIZZO *et al.*, 2011, p.803), onde a interpolação pode ser feita em programas de sistema de informação geográfica. Segundo Marcuzzo *et al.* (2011), cada elevação em um determinado local é dada por:

$$z_i = f(x_i, y_i) + w_i \varepsilon_i \quad (1)$$

em que, $f(x,y)$ é a função de interpolação, definida por uma função *B-spline*, cada w_i é uma constante positiva que representa o erro de discretização do ponto i e cada ε_i é uma amostra de uma variável aleatória de média zero e desvio padrão igual a um.

Assumindo que cada ponto está localizado aleatoriamente dentro da célula do modelo, a constante w_i é:

$$w_i = \frac{hs_i}{\sqrt{12}} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n [(z_{1-f(x_i, y_i)}) \div w_i]^2 + \lambda J(f) \quad (3)$$

em que, h é o espaçamento da grade; s_i é a medida de inclinação da célula da grade associada com o ponto (x_i, y_i) .

Marcuzzo *et al.* (2011) citam que o programa utiliza o método *multi-grid* simples para minimizar a equação em resoluções cada vez melhores, começando de uma grade inicial larga até uma grade que tenha resolução definida pelo usuário, respeitando restrições que garantem uma estrutura de drenagem conectada. No Quadro 1 a seguir pode-se encontrar as Figuras/Mapas deste trabalho, com melhor resolução, para baixar no formato PDF. Também estão disponibilizados outros materiais de interesse produzidos e utilizados neste trabalho.

Quadro 1 - Figuras, com melhor resolução para visualização de detalhes deste estudo, e demais materiais utilizados e/ou produzidos para baixar.

Material	Endereços (“links”) para Baixar Utilizando o Navegador de Internet
	----- Mapas Para Impressão das Figuras Deste Trabalho em PDF (Folha A1) -----
Figura 1 – Localização PDF	https://drive.google.com/file/d/1K7PA4Y0XE_K7SVo9w4NAn-Ejc9w9MePV/view?usp=sharing
Figura 2 – Mapa Altimétrico da Bacia PDF	https://drive.google.com/file/d/1LUszzGxMcN4cpJ_elx-qw0DBBfHLVZ2X/view?usp=sharing
Figura 3 – Meses Menos Chuvosos PDF	https://drive.google.com/file/d/1r0icM0tXQIEsT2A-yWY3YDL-yhuWKAhR/view?usp=sharing
Figura 4 – Meses Mais Chuvosos PDF	https://drive.google.com/file/d/1NP-raSwzTeL4EgeleaCRTjxYk2YtIA/view?usp=sharing
Figura 5 – Chuva Janeiro PDF	https://drive.google.com/file/d/10VUqBLkZsPTW16zsBjntFpxNKT1F4o/view?usp=sharing
Figura 6 – Chuva Fevereiro PDF	https://drive.google.com/file/d/15Ezoxsm8N1pe51f_rFRhIMj7ChVZGM8/view?usp=sharing
Figura 7 – Chuva Março PDF	https://drive.google.com/file/d/13VLfBljo4_L3X_8Vpqs4E4KmbxDjI/view?usp=sharing
Figura 8 – Chuva Abril PDF	https://drive.google.com/file/d/1Z9cL8ZQJAU7XX_VWrBX1SKUDXZSkDFy/view?usp=sharing
Figura 9 – Chuva Maio PDF	https://drive.google.com/file/d/1aWHdo9VH0rPJ4IObHYB-9m_SAIdePhBZ/view?usp=sharing
Figura 10 – Chuva Junho PDF	https://drive.google.com/file/d/1qiNmKGGj56JsvPfn445n8LodXmqMJvgP/view?usp=sharing
Figura 11 – Chuva Julho PDF	https://drive.google.com/file/d/14qP2yFSGI1nQ8KfQrBAN7KZHLiMDn41K/view?usp=sharing
Figura 12 – Chuva Agosto PDF	https://drive.google.com/file/d/1ViMnny2yEQ11KZd8eL72ErH3W6eXr44/view?usp=sharing
Figura 13 – Chuva Setembro PDF	https://drive.google.com/file/d/1m71d4saoTUQvCVBkqVq6jM0Ncp2XZdL/view?usp=sharing
Figura 14 – Chuva Outubro PDF	https://drive.google.com/file/d/1oXSHmDWYTOcuze_Bn8EFC0L2R4dSBc5Y/view?usp=sharing
Figura 15 – Chuva Novembro PDF	https://drive.google.com/file/d/1rt8dNnZr3FeVbR2O8673iOVQsZnk8Yz/view?usp=sharing
Figura 16 – Chuva Dezembro PDF	https://drive.google.com/file/d/1rt8dNnZr3FeVbR2O8673iOVQsZnk8Yz/view?usp=sharing
Figura 17 – Chuva Anual PDF	https://drive.google.com/file/d/1sjDCfG0m4AbDzgVNs4dAZK8fRoBvW99t/view?usp=sharing
----- Material de Interesse Utilizado e/ou Produzido Neste Trabalho -----	
Área de Drenagem KMZ (Google Earth)	https://drive.google.com/file/d/1rdH_17cWBkPvnKZV-dEJhX4ZHPjafpNI/view?usp=sharing
Altimetria da Bacia KMZ (Google Earth)	https://drive.google.com/file/d/1AfaLMaM351YoP5L6PyvuATtqvXOQrbpw/view?usp=sharing
Principais Rios KMZ (Google Earth)	https://drive.google.com/file/d/1iac7pCR4272Rt0BIRQ_VD5RFAYm0k6kq/view?usp=sharing
Mapas das Bacias Hidrográficas do Brasil	https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1ImSXB3ZUE&usp=sharing http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18492
Mapas do Estado de São Paulo	https://drive.google.com/drive/folders/1tUhgBHTuTsV78Zp5Rzjoc5UkxLe7ZL-?usp=sharing
Atlas Pluviométrico do Brasil	http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html

3 – Resultados e Discussão

3.1 – Meses com Menores e Maiores Volumes de Chuva na Bacia do Rio Tietê

As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, o mapeamento dos meses com menores e maiores volumes de chuva nas estações utilizadas neste estudo.

Nota-se na Figura 3 que os meses com menores volumes de chuva na bacia do rio Tietê são julho e agosto, já os meses com maiores volumes são janeiro, com a grande maioria das estações e dezembro, com apenas três estações pluviométricas.

Figura 3. Meses menos chuvosos nas estações pluviométricas utilizadas no estudo.



Fonte: O autor.

Figura 4. Meses mais chuvosos nas estações pluviométricas utilizadas no estudo.

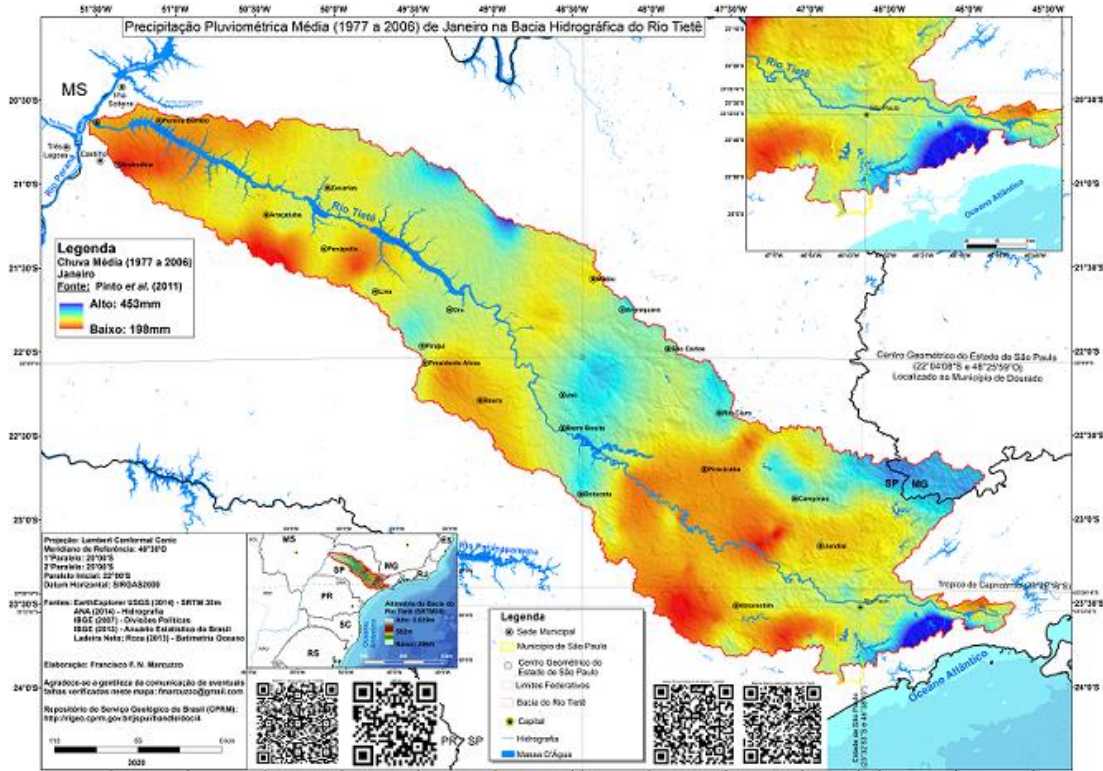


Fonte: O autor.

3.2 – Precipitação Média Mensal na Bacia do Rio Tietê

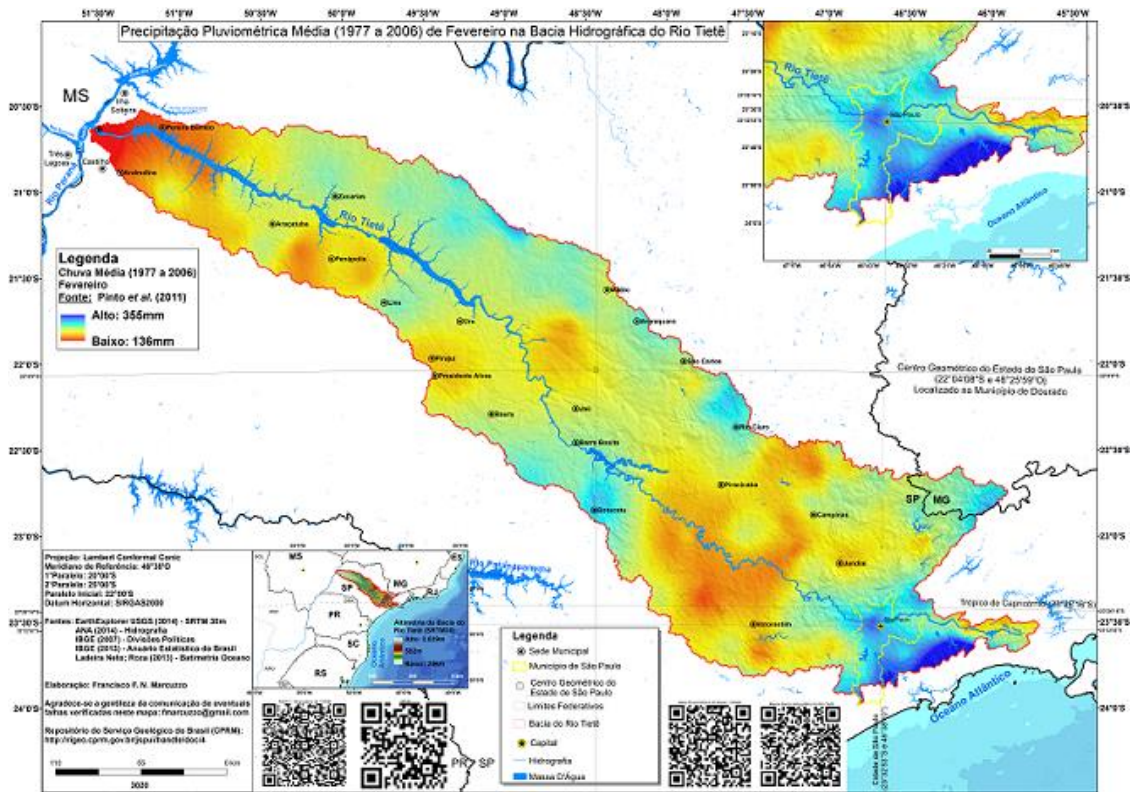
Da Figura 5 a 16, verifica-se a distribuição de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Tietê, de janeiro a dezembro. Nota-se em todas as Figuras (5 a 16), que mostram a espacialização da precipitação pluviométrica, a região a Leste do município de São Paulo, já nos meses mais úmidos destaca-se com elevados volumes de chuva a região de fronteira entre São Paulo e Minas Gerais na bacia do Tietê, além das regiões com elevada altitude na bacia (Figura 1 e 2). Em geral a região do exutório da bacia do Tietê (município de Itapura)_ obteve os menores volumes de chuva durante os meses do ano. Na Figura 17 verifica-se que os meses menos úmidos na bacia são junho, julho e agosto, tendo o início do ano hidrológico (primeiro mês mais úmido) na bacia, setembro (região Sudeste da bacia) ou outubro (região Central e Noroeste da bacia). Nota-se que em janeiro e dezembro, o volume precipitado médio ultrapassa os 400mm na região a Leste do município de São Paulo, já próximo a descida da serra de Santos. Já nos meses de julho e agosto o volume precipitado médio fica abaixo de 21mm na região Central e Noroeste da bacia hidrográfica do rio Tietê, com características muito próximas as relatadas por Cardoso *et al.* (2013) e Cardoso *et al.* (2014) na região Central do Brasil.

Figura 5. Precipitação média de janeiro especializada na bacia do rio Tietê.



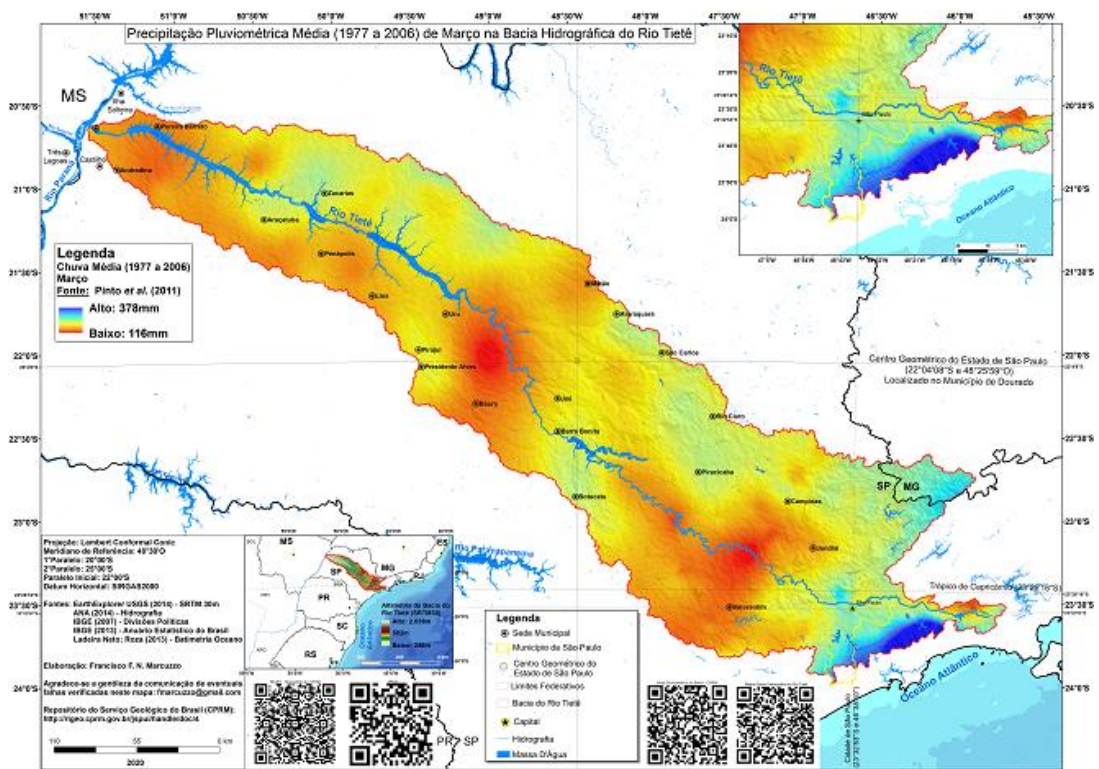
Fonte: O autor.

Figura 6. Precipitação média de fevereiro espacializada na bacia do rio Tietê.



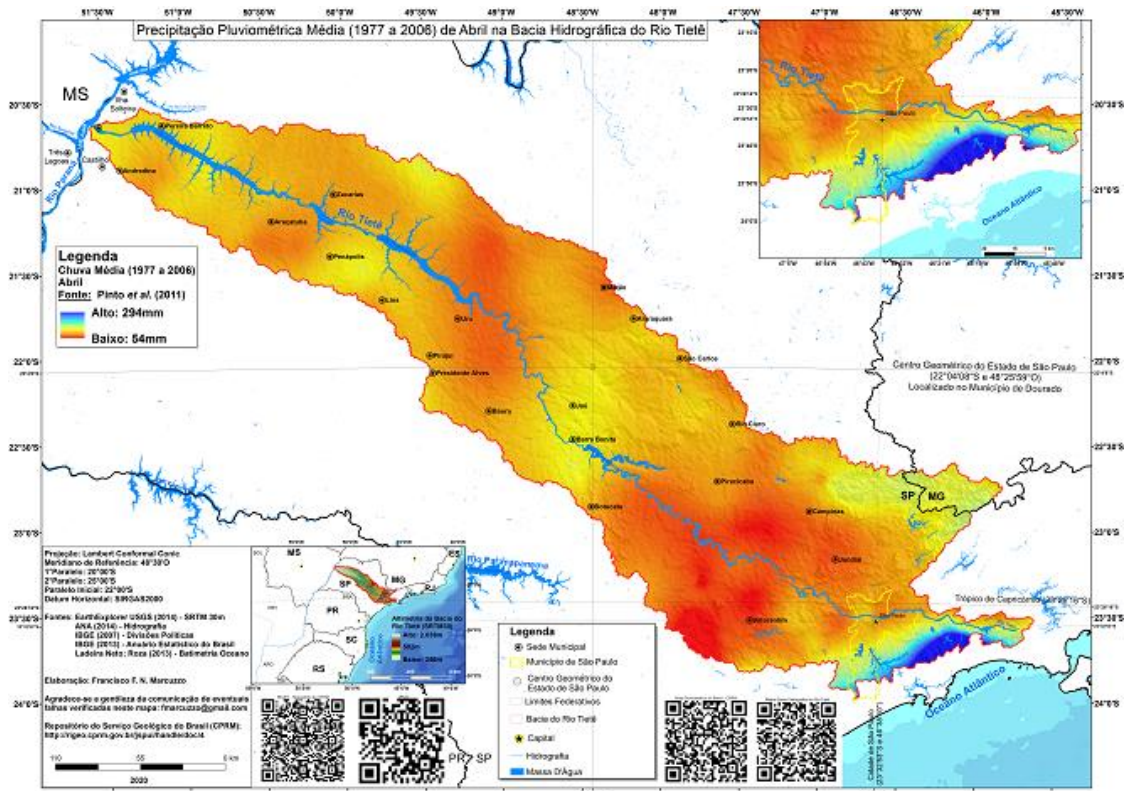
Fonte: O autor.

Figura 7. Precipitação média de março espacializada na bacia do rio Tietê.



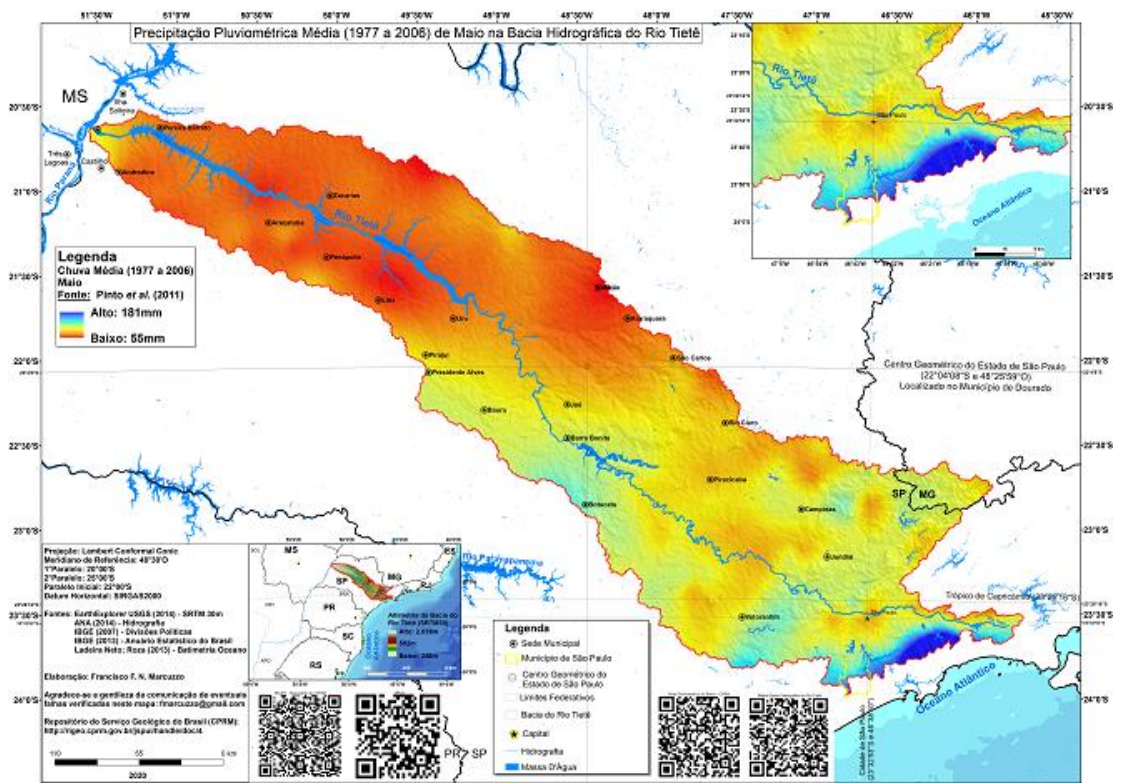
Fonte: O autor.

Figura 8. Precipitação média de abril espacializada na bacia do rio Tietê.



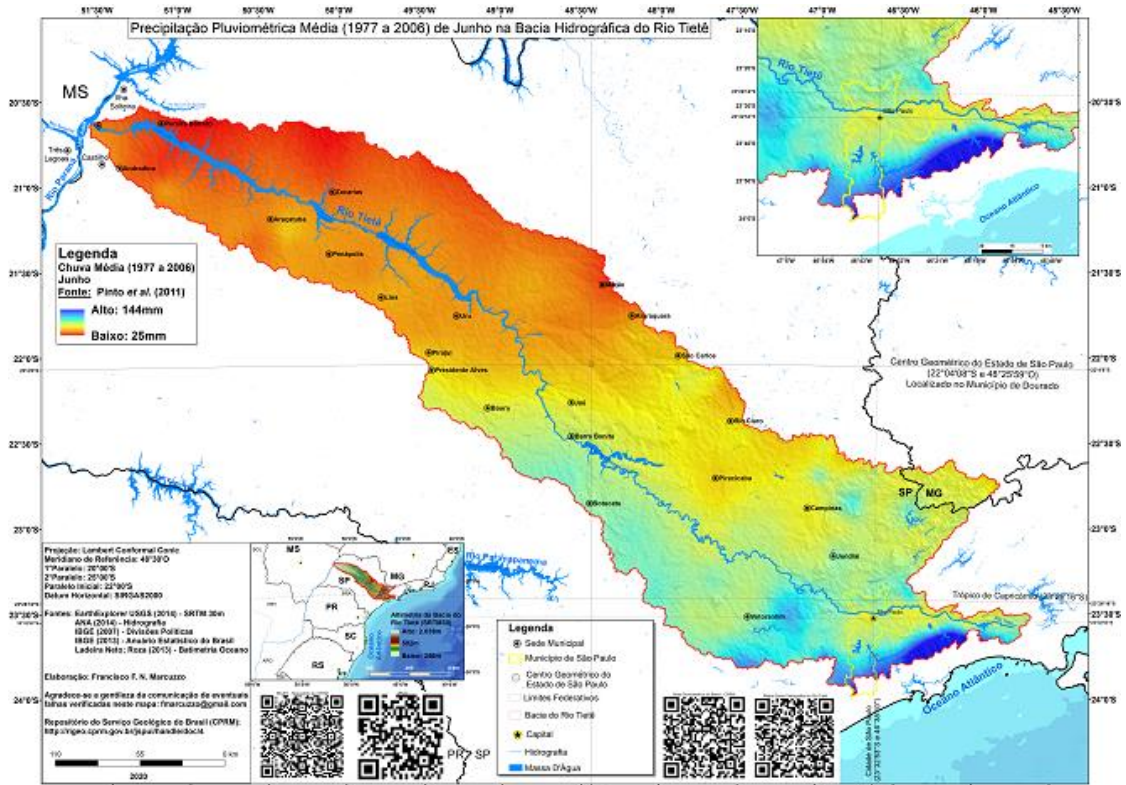
Fonte: O autor.

Figura 9. Precipitação média de maio espacializada na bacia do rio Tietê.



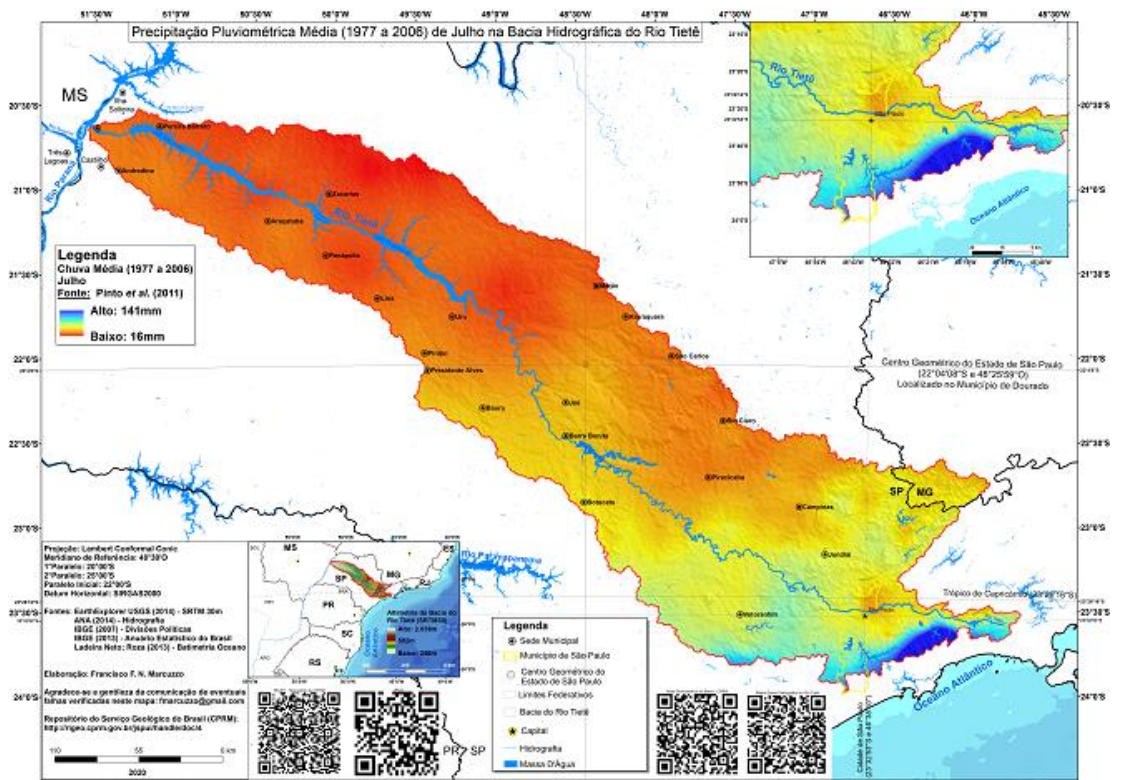
Fonte: O autor.

Figura 10. Precipitação média de junho espacializada na bacia do rio Tietê.



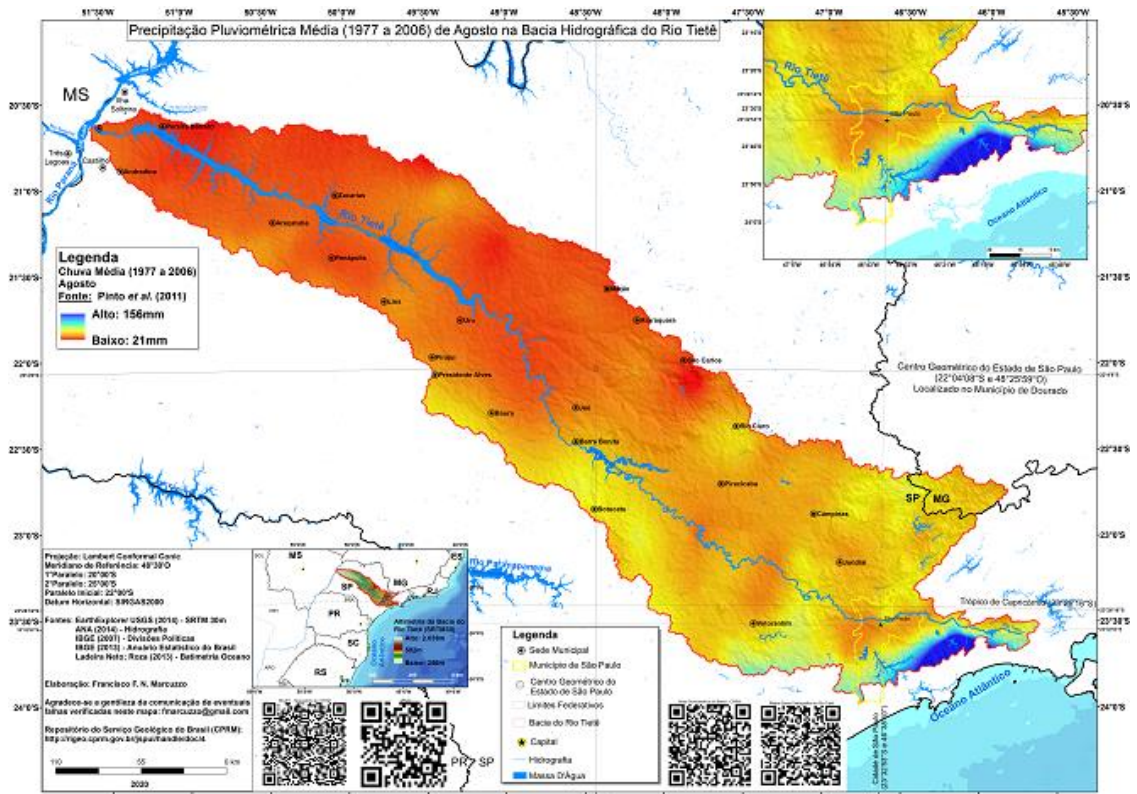
Fonte: O autor.

Figura 11. Precipitação média de julho espacializada na bacia do rio Tietê.



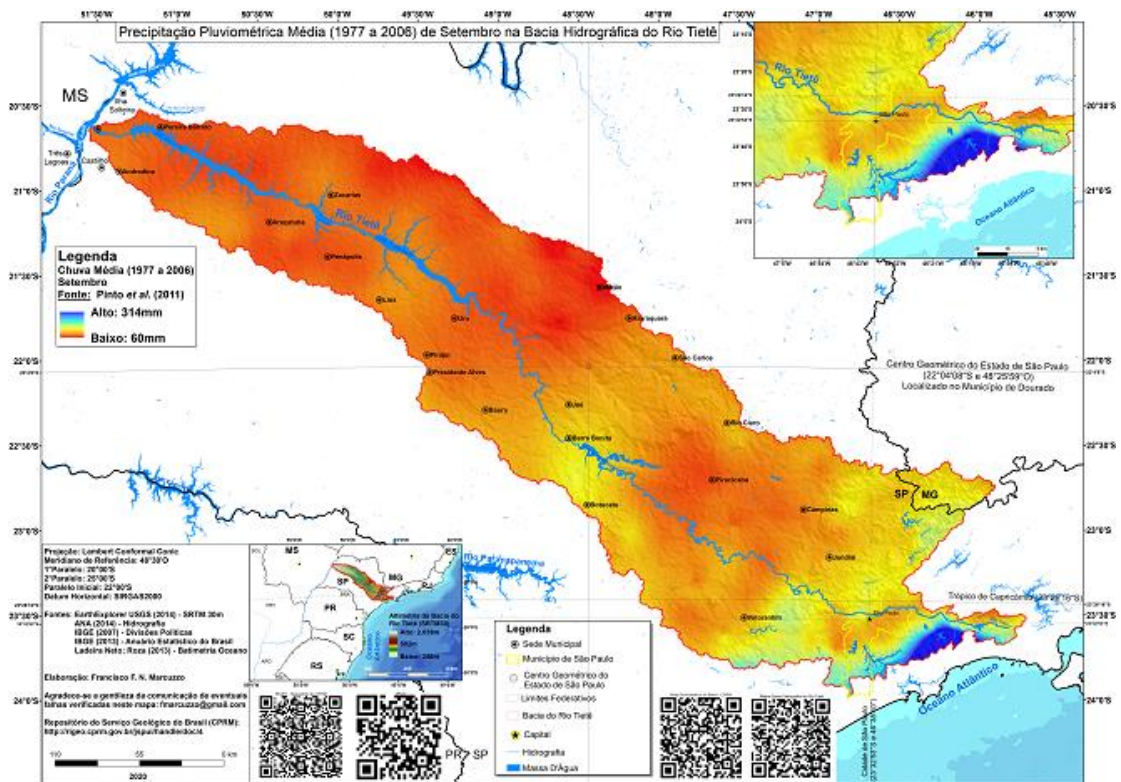
Fonte: O autor.

Figura 12. Precipitação média de agosto espacializada na bacia do rio Tietê.



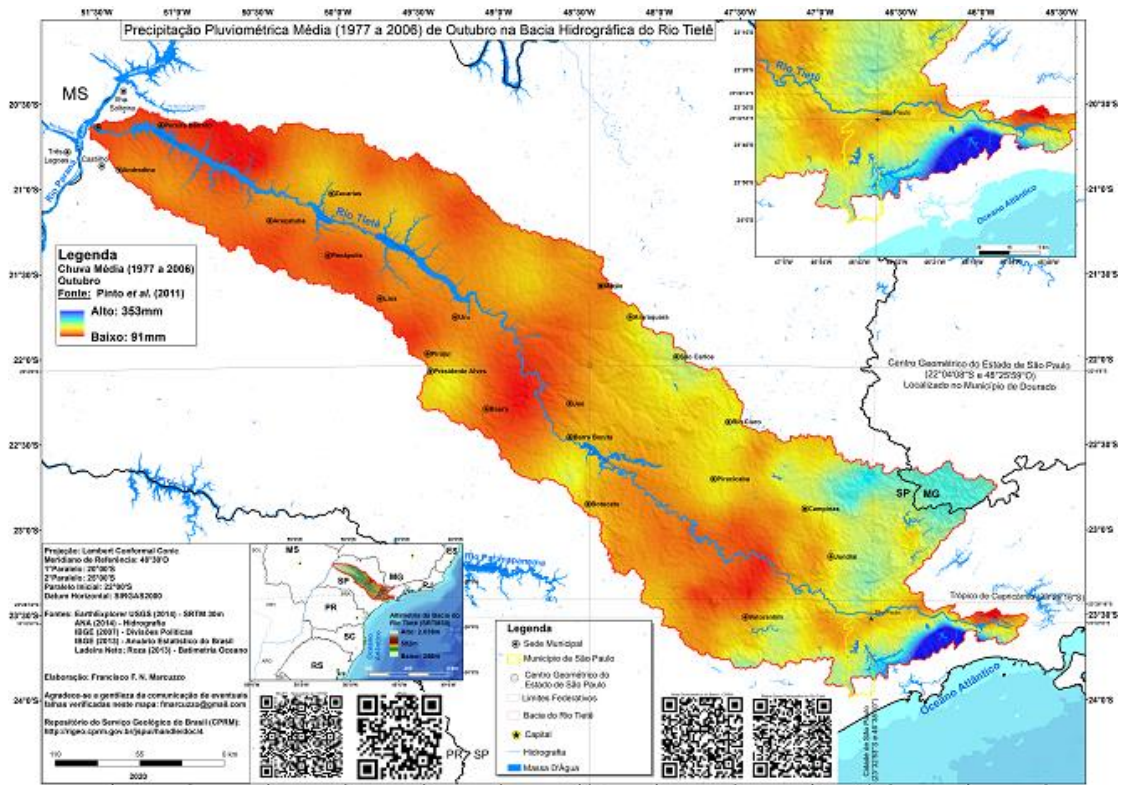
Fonte: O autor.

Figura 13. Precipitação média de setembro espacializada na bacia do rio Tietê.



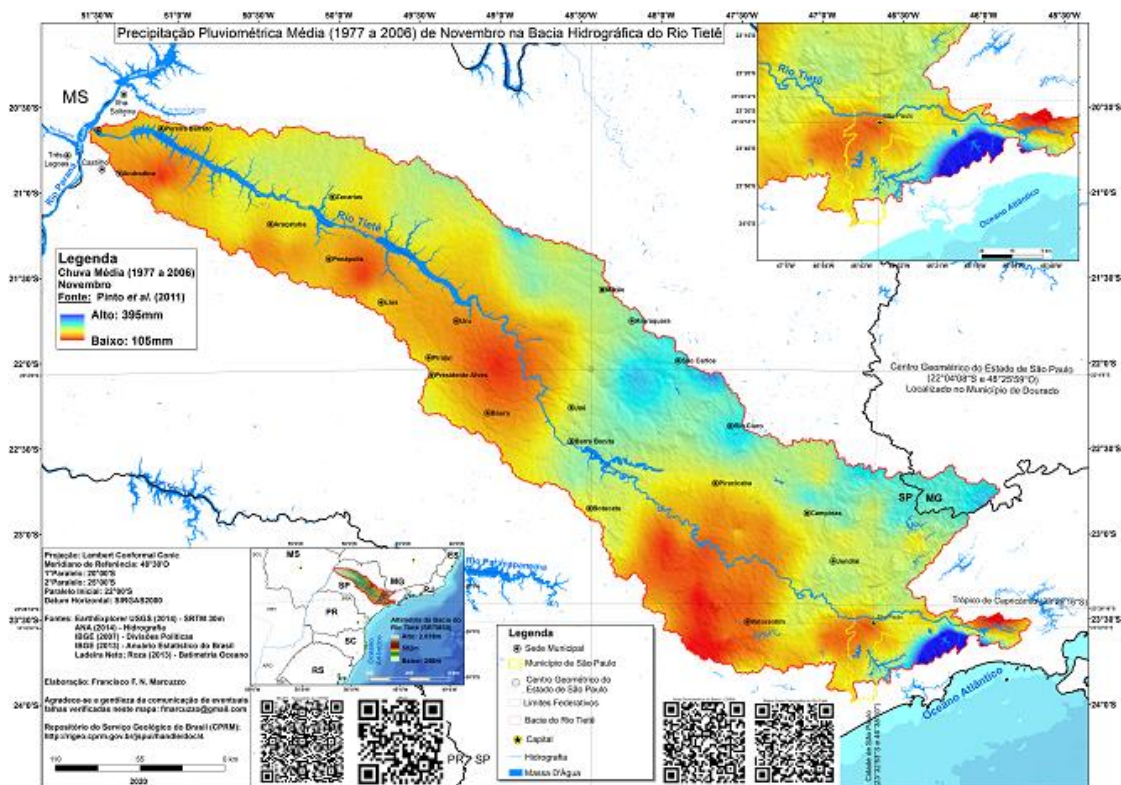
Fonte: O autor.

Figura 14. Precipitação média de outubro espacializada na bacia do rio Tietê.



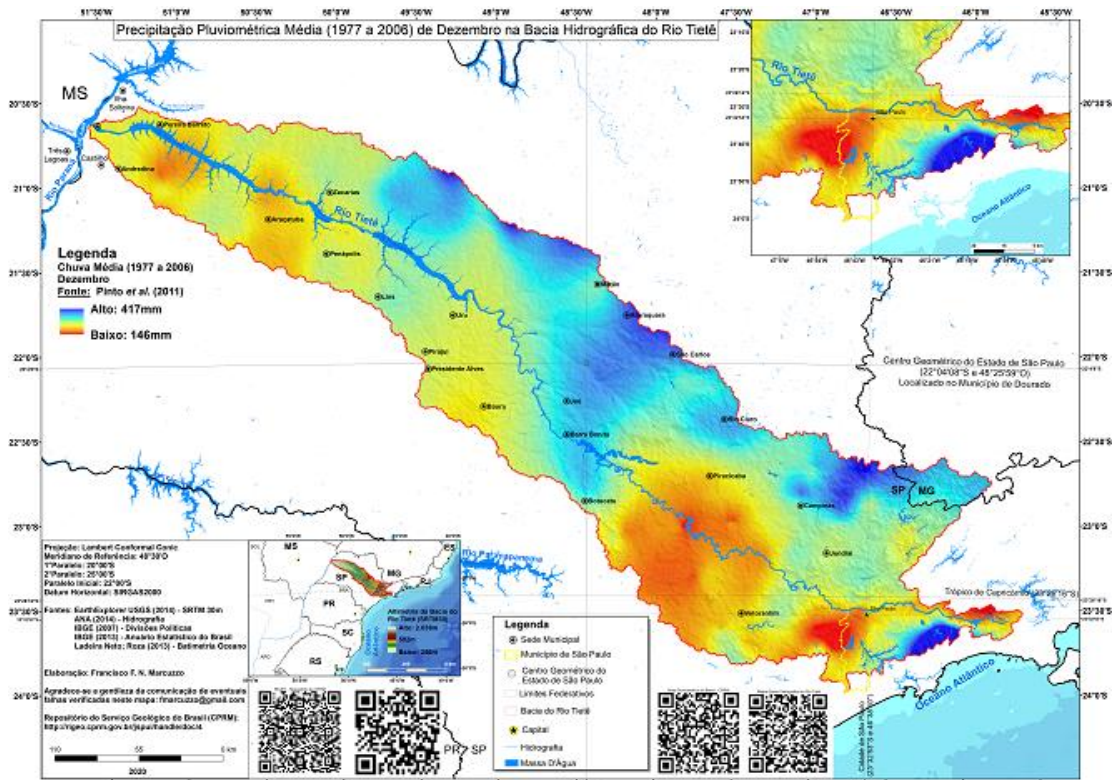
Fonte: O autor.

Figura 15. Precipitação média de novembro espacializada na bacia do rio Tietê.



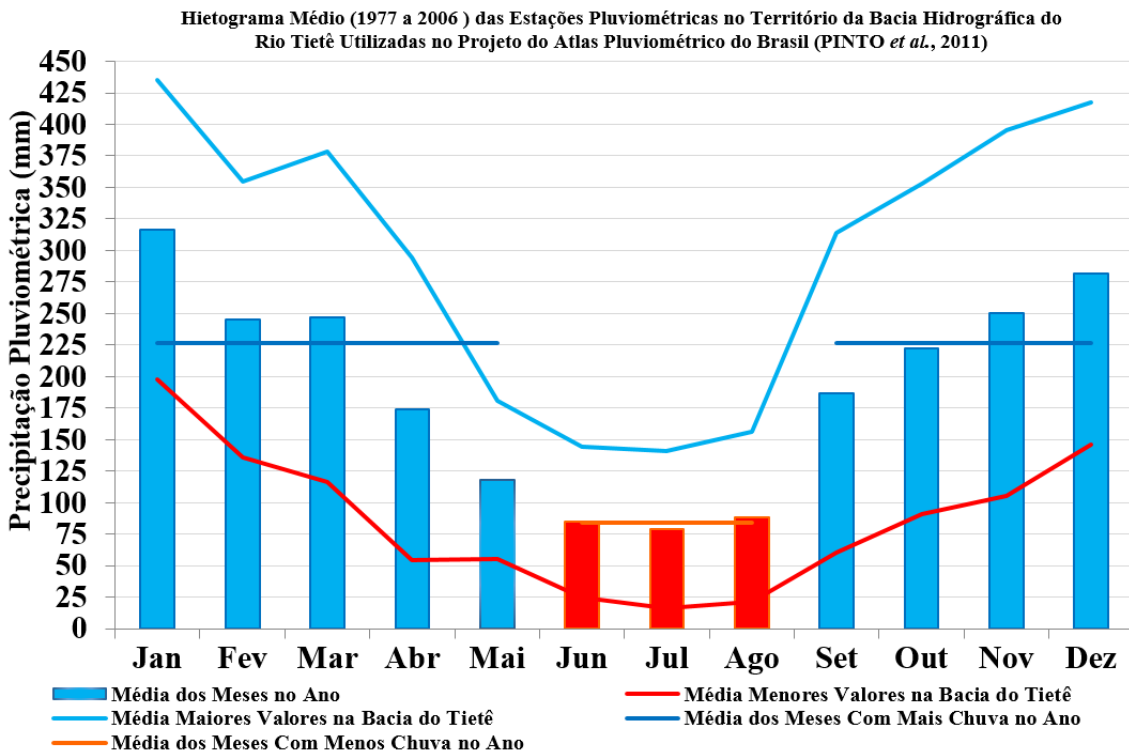
Fonte: O autor.

Figura 16. Precipitação média de dezembro espacializada na bacia do rio Tietê.



Fonte: O autor.

Figura 17. Hietograma mensal médio (1977 a 2006) da bacia hidrográfica do rio Tietê.



Fonte: O autor.

também, que sempre a parte com maior precipitação, normalmente, é a Sudeste, principalmente em suas regiões que ficam no divisor de águas entre as bacias do Atlântico – Trecho Sudeste (8) e do Paraná (6).

Considerando a precipitação média anual na área territorial da bacia do rio Tietê, nota-se que as regiões mais altas e próximas ao oceano Atlântico são as que apresentaram os maiores volumes precipitados, considerando a média dos 30 anos estudados. Por fim, em ordem decrescente, os meses mais úmidos, em média, na bacia do rio Tietê são: janeiro, dezembro, novembro, março, fevereiro, outubro, setembro, abril, maio, agosto, junho e julho.

AGRADECIMENTO

O autor agradece a Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB - Empresa Pública de Pesquisa do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. **Saison Sèche et Indice Xérothermique**. 1953. Docum. pour les Cartes des Prod. Végét. Série: Généralité, 1: 1-49. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Saison_s%C3%A8che_et_indice_x%C3%A9rothermique.html?id=03g_AAAAYAAJ&redir_esc=y>. Acesso em: 14 dez. 2018.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Análise de consistência de dados fluviométricos de estações de monitoramento da ANA localizadas na bacia hidrográfica do Rio Purus (sub-bacia 13)**. Nota Técnica nº 245/2011/SGH-ANA. Acesso em: 30 set. 2018.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Inventário das estações fluviométricas**. 2. ed. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em 26 ago. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema para Gerenciamento de Dados Hidrológicos**. Versão Hidro 1.2, compilação 1.2.1.286. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

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: Embrapa Informática, 2012. v. 1. p. 1076-1085. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/1094>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Mapeamento de Três Décênios da Precipitação Pluviométrica Total e Sazonal no Bioma Pantanal. In: III Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, Cáceres - MT. **Anais III Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Corumbá - MS: EMBRAPA, 2010. v. 1. p. 84 a 94. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/958>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Caracterização da temperatura do ar no Estado do Goiás e no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. XI, p. 119 - 134, 2013. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18874>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica (UFRR)**, v. 8, p. 40 - 55, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15047>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; FARIAS, T. G. Distribuição Temporal e Tendência de Precipitação no Bioma da Mata Atlântica do Estado de Goiás. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados - MS. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. v. 1. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17421>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. de R. Mapeamento Temporal e Espacial da Precipitação Pluviométrica na Região Metropolitana de Goiânia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos - SP: MCT/INPE, 2011. v. 1. p. 4594 - 4601. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17417>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CRUCIANI, D.E.; MACHADO, R.E.; SENTELHAS, P.C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2002, vol. 6, n. 1, pp. 76 a 82. ISSN 1415 4366. doi: 10.1590/S1415 43662002000100014. Acesso em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662002000100014&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 23 out. 2018.

FINCK, J. S.; GUIMARÃES, G. M.; KOEFENDER, A; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; MARCUZZO, F. F. N. Diagrama unifilar de dados hidrológicos em bacia hidrográfica: proposta de modelo e passo a passo de como fazer consistindo os dados. In: Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18491>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. **Saison seche et indice xerothermique e Toulouse, França**: Université de Toulouse, Facultei dès Sciences, 1953. Acesso em: <http://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1954_num_29_3_1980>. Acesso em: 23 out. 2018.

GOOGLE. **Google Earth**, 7.1.2.2041. [S.l. : s.n.], Compilação de 10/7/2013. 2013. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acesso em: 12 fev. 2019.

GUIMARÃES, G. M.; FINCK, J. S.; MARCUZZO, F. F. N. Construção de diagramas unifilares da rede hidrometeorológica nacional e de aproveitamentos hidrelétricos das sub-bacias 85 a 88, na bacia hidrográfica do Atlântico – trecho sudeste. **Geographia Meridionalis** - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, v. 03, n. 3. p. 276–300, jul-dez. 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18953>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T. C.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIÇÃO, Y. M. T.; BAEZ, J.; BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; GARCIA, V. J.; GRIMM, A. M.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B.; MONCUNILL, D. F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; TREBEJO, I.; VINCENT, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, v. 19, p. 1490 - 1512, 2006. Acesso em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/JCLI3695.1>>. Acesso em: 23 out. 2018.

KICH, E. M.; MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo do Regime Hídrico Pluvial e Fluvial na Sub-Bacia 86 Visando a Determinação do Seu Ano Hidrológico. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2015. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15060>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

KOEFENDER, A. **Regionalização de vazões Q7,10, Q90% e Q50% da sub-bacia 76 (rio Ibicuí)**. 2015. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, UFRGS/IPH, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://1drv.ms/1VksLCH>>. Acesso em: 2 mar. 2019.

MARCUZZO, F. F. N. A distribuição espacial da chuva mensal e anual no território do município de São Paulo. In: Congresso Nacional De Saneamento E Meio Ambiente, 27., 2016. São Paulo. **Anais...** São Paulo: AESABESP, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16643>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N. Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18492>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N. Distribuição espacial do volume de chuva trimestral no território do município de Penápolis no estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19., 2019, Santos, SP. **Anais[...]** Santos, SP: SELPER; INPE, MCTIC, 2019. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21162>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N. Especialização da precipitação pluviométrica trimestral em São Paulo Capital. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 18., Santos, SP, 2017.

Anais... Santos, SP: INPE, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17850>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N. Mapeamento da precipitação pluviométrica trimestral no território dos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires, Vera Cruz e Passo do Sobrado no Rio Grande do Sul. In: Simpósio De Recursos Hídricos do Nordeste, 14., Maceió, 2018. **Anais...** Maceió: ABRH, 2018. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20447>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

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. Acesso em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/605>>. Acesso em: 23 out. 2019.

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: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1099-1106. 1 DVD. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17443>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; MALDONADO, L. H.; DE SOUZA, S. A. Curva-chave sob efeito de histerese: traçado e ajuste de curva-chave média e em laço. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 23, Foz do Iguaçu, 2019. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRH, 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; MANZIONE, R. L.; WENDLAND, E. C. Mapeamento hidrolítico e hidrogeológico da Sub-Bacia do Rio Jacaré-Guaçu afluente da margem direita do rio Tietê. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 20., 2018, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: ABAS, 2018. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20431>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; MELATI, M. D. Precipitação pluviométrica mensal nas sub-bacias que integram à bacia do Atlântico – Trecho Sudeste. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015, Brasília. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15055>>. Acesso: 30 dez. 2018.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; COSTA H. C. Sazonalidade e Distribuição Espaço-Temporal das Chuvas no Bioma do Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n.1, p. 77 a 86, 2012. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/613>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F. Hipsometria da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD - ROM. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17247>>. Acesso em: 22 set. 2018.

MELATI, M. D. **Regionalização das vazões Q95%, Q50% e Q7,10 para a sub-bacia do Taquari-Antas**. 2015. 129 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental,

UFRGS/IPH, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B_S3etRxlvYzVjBTSjlaek9NMWc/view?ts=560a9ffc>. Acesso em: 29 set. 2018.

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. 2018.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Regionalização da Q7,10 na bacia do Taquari–Antas (RS) usando regressão simples e robusta: o problema da variável explicativa precipitação. 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/15059>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M. de; SILVA, A. M. da. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. 2008, vol.32, n.2, pp.532 - 539. ISSN 1413 7054. doi: 10.1590/S1413 70542008000200029. Acesso em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000200029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2018.

MELLO, L. T. A.; MARCUZZO, F. F. N.; COSTA, H. C.; MELO, D. C. R.; CARDOSO, M. R. D. Estudo da sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma da Mata Atlântica do estado do Mato Grosso do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4452-4459. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17418>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MULLER, Y. T.; ROLIM, F. E.; MARCUZZO, F. F. N. Ottocodificação e análise altimétrica e da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Pelotas na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Geographia Meridionalis**, Pelotas, RS, v. 4, n. 02 Juladez., p. 227a245, 2018. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20640>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

OLIVEIRA, N. DE L.; MARCUZZO, F. F. N. Correlação da variação da temperatura na parte sul do oceano Atlântico com o número de dias de precipitação pluviométrica do estado do Mato Grosso do Sul. **Geoambiente On-line**, [S.l.], n. 20, p. 01-22, jul. 2013. ISSN 1679 - 9860. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/26087/15035>>. Acesso em: 20 Jan. 2019.

OLIVEIRA, N. L.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. Influência do El Niño e La Niña no Número de Dias de Precipitação Pluviométrica no Estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 284 - 297, 2015. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/view/12717/pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

PEIXOTO, C. A. B. **Geodiversidade do estado de São Paulo**. São Paulo: CPRM, 2010. 140 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/4>>. Acesso em: 19 Ago. 2019.

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; De Azambuja, Andressa Macêdo Silva; Do Nascimento, Jean Ricardo da Silva; Dos Santos, André Luis M. Real; Farias, José Alexandre Moreira; Machado, Érica Cristina; MARCUZZO, F. F. N.; Medeiros, Vanesca Sartorelli; Melo, Denise Christina de Rezende; Rodrigues, Paulo de Tarso R.; Weschenfelder, Adriana Burin; Sistema de Informação Geográfica-SIG - versão 2.0 - atualizada em novembro/2011; Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9>>. Acesso em: 3 set. 2018.

REIS, M. H.; GRIEBELER, N. P.; SARMENTO, P. H. L.; OLIVEIRA, L. F. C.; OLIVEIRA, J. M. de. Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no Estado de Goiás e Distrito Federal. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** XII. INPE, p. 229 – 236. Acesso em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.04.36/doc/229.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

ROMERO V.; MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M.R.D. Tendência do número de dias de chuva no estado de Goiás e a relação dos seus extremos com o índice oceânico niño. **Boletim Goiano de Geografia** (Online), v. 34, p. 567-584, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/33867/17922>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

ROMERO, V.; CARDOSO, C. C.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. Correlação da variação da temperatura na parte sul do oceano atlântico com a precipitação pluviométrica no estado de Goiás. **Ciência e Natura**, v. 35, p. 232-245, 2014. Disponível: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18865>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica do estado de Goiás. **Acta Geográfica (UFRR)**, v. 7, p. 93a106, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/788/1030>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira Meteorologia**. [online]. 2007, vol.22, n.3, p. 303-312. ISSN 0102-7786. doi: 10.1590/S0102-77862007000300003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862007000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 out. 2018.

SÃO PAULO (SP). **Prefeitura de São Paulo**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidadedesao paulo.com>>. Acesso em: 01 jan. 2019.

SENHORINHO, E. M.; MACHADO, J. L. F.; MARCUZZO, F. F. N. Características hidrogeológicas dos aquíferos da sub-bacia 84 - região sul e sudeste de Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18483>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SIMON, F. W.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo do regime hídrico pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., Bento Gonçalves. **Anais ...** São Paulo: ABRH, 2013. v.1. p.1-8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17428>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

TROIAN, G. C.; REGINATO, P. A. R.; MARCUZZO, F. F. N.; KIRCHHEIM, R. E.; KUHN, I. A. Estimativa de recarga pelo método water table fluctuation (wtf) na porção norte do aquífero costeiro do estado do Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18494>>. Acesso em: 16 ago. 2019.