

# MAPEAMENTO DA CHUVA DISTRIBUÍDA MENSAL E ANUAL E HIETOGRAMA MENSAL DE SÃO CARLOS, ITIRAPINA E BROTAS (SP)

Francisco F. N. Marcuzzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador em Geociências, CPRM / SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil – R. Banco da Província, 105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90.840-030. [francisco.marcuzzo@cprm.gov.br](mailto:francisco.marcuzzo@cprm.gov.br)

## RESUMO

O mapeamento da chuva mensal e anual facilita a identificação de áreas em que ocorre maior e menor volume de precipitação pluviométrica. O objetivo deste trabalho é apresentar o mapeamento da distribuição espacial mensal e anual da precipitação pluviométrica dos municípios de São Carlos, Itirapina e Brotas, no Estado de São Paulo, cujo território de São Carlos está entre as bacias do Rio Grande e do Rio Tietê e de Itirapina e Brotas apenas na Bacia do Rio Tietê. Os municípios estão próximo ao centro geodésico do estado de São Paulo. Na espacialização dos dados pontuais de chuva, média de 1977 a 2006, verificou-se que os meses mais chuvosos, em ordem decrescente, foram: janeiro com 261,9mm; dezembro, com 247,4mm; fevereiro, com 198,1mm; março, com 177,5mm; novembro, com 167,9mm; outubro, com 125,7mm. Os maiores volumes de chuva anualmente variaram de 1.528 a 1.576mm no Noroeste e Oeste de São Carlos, e os menores volumes precipitados ficaram de 1.411 a 1.448mm no Sul de Itirapina e Brotas.

**Palavras-chave** — bacia do rio Tietê, rio jacaré-açu, precipitação, pluviometria, interpolação matemática.

## ABSTRACT

*The mapping of the monthly and annual rainfall facilitate the identification of areas where there is greater and lesser volume of rainfall. The aim of this paper is to present the mapping of monthly and annual spatial distribution of rainfall in the municipalities of San Carlos, Itirapina and Brotas, State of Sao Paulo, whose territory of São Carlos is between the basins of the Rio Grande and the Rio Tiete and Itirapina and Brotas only in the Tiete River Basin. Municipalities are near the geodesic center of São Paulo. The spatial distribution of point data of rainfall, average from 1977 to 2006. It was found that the rainiest months in descending order, were: January with 261,9mm; December, 247,4mm; February, 198,1mm; March with 177,5mm; November, 167,9mm; October, 125,7mm. The highest rainfall volumes annually ranged from 1.528 to 1.576mm in the northwest and west of San Carlos, and the lower volumes were precipitated from 1.411 to 1.448mm in the south of Itirapina and Brotas.*

**Key words** — river basin Tietê, jacaré-açu river, rainfall, pluviometric, Topo to Raster.

## 1. INTRODUÇÃO

Entender a distribuição mensal e anual do volume de chuva média corrobora no auxílio da identificação dos períodos e áreas mais e menos úmidas em territórios municipais.

Em um estudo temporal e de espacialização mensal e anual das chuvas na bacia do Rio Paraguai, concluíram que o período úmido vai de setembro a maio, e os meses secos são junho, julho e agosto [1].

Com base em um estudo sobre a precipitação irregular do Nordeste do Brasil, observou-se a necessidade do monitoramento pluviométrico por meio de índices climáticos [2]. Já no estudo de espacialização do volume da precipitação pluviométrica mensal no território do município de São Carlos/SP, [3] verificou que o mês com mais chuva é janeiro (264mm) e os dois meses com menor são julho (23mm) e agosto (25mm).

O objetivo deste estudo foi mapear a distribuição espacial mensal e anual da chuva no município de São Carlos, Itirapina e Brotas, próximos ao centro de São Paulo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os municípios de São Carlos, Itirapina e Brotas estão localizados em uma região de alta altitude (Figuras 1, 2 e 3) em São Paulo [4, 5]. Foram utilizados dados das séries históricas de dados pluviométricos das bacias hidrográficas do Paraná (bacia 6), obtidos de [6]. No mapeamento seguiu-se o método de interpolação melhor observado em [7].

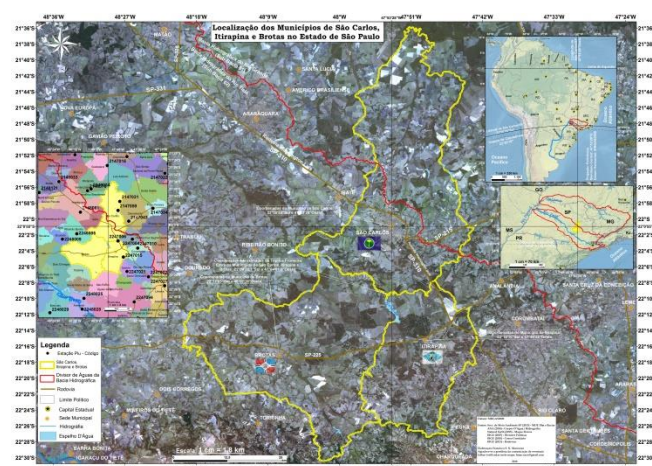
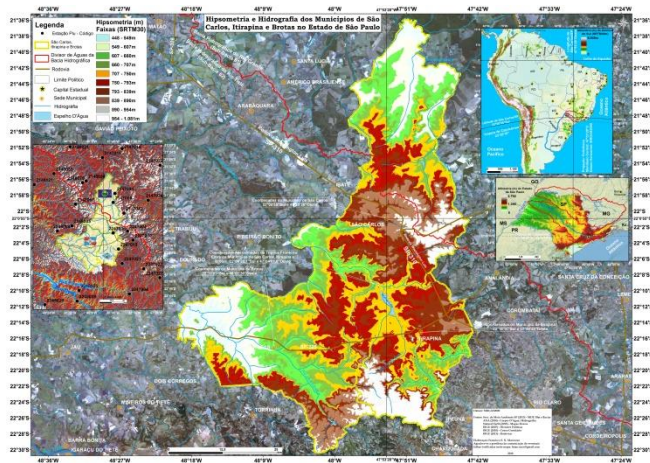
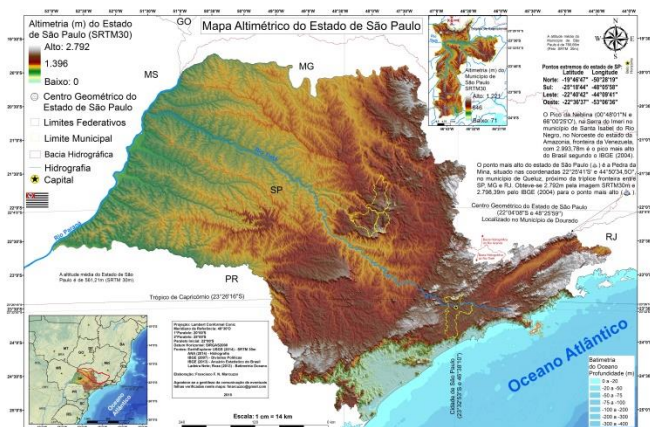


Figura 1. Localização dos municípios usados no estudo.





**Figura 2. Hidrografia básica e altimetria do município de São Carlos, Itirapina e Brotas e a localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.**

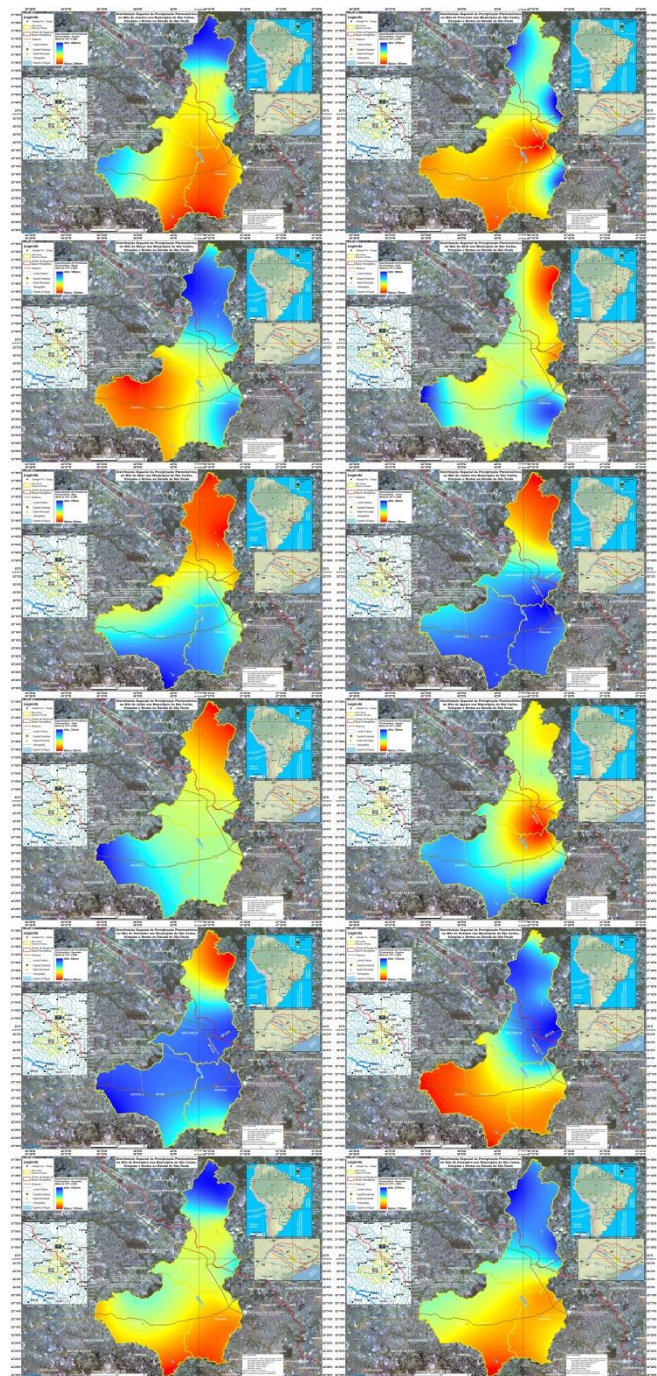


**Figura 3. Altimetria do estado de São Paulo e a localização dos municípios de estudo.**

### 3. RESULTADOS

Nas Figuras de 4 e 5 observa-se a espacialização da chuva mensal e anual em São Carlos, Itirapina e Brotas. A Figura 6 mostra o hietograma mensal com estações pluviométricas em São Carlos e Itirapina. Observou-se que janeiro, o mês com maior volume de chuva, atinge o máximo 284mm no Norte de São Carlos e o mínimo de 246mm no Sul de Brotas e Itirapina. Em fevereiro o maior valor, 219mm, fica no Leste e Noroeste de São Carlos, e o menor valor, 180mm, na divisa entre São Carlos e Itirapina. Em março, o maior valor, 186mm, é atingido no Noroeste de São Carlos, e o menor valor, 152mm, no Oeste de Brotas. Em Abril, o maior valor é atingido no Centro e Leste de Itirapina e Oeste de Brotas, chegando a 89mm, já o menor valor, 78mm, é observado no Nordeste de São Carlos. Em maio observou o valor máximo, 79mm, no extremo Sul de Brotas, e o menor valor, 63mm, no Norte de São Carlos. Em junho, o maior valor é observado na divisa entre São Carlos e Itirapina, 48mm, e o menor valor, 28mm, no Norte de São Carlos. O

maior valor em julho, mês mais seco, foi de 31mm, observado no Oeste de Brotas. Em Agosto o maior volume de chuva, 35mm, no extremo Sul de Itirapina, e em setembro, o maior valor, 83mm, no Sudoeste de Brotas. Em outubro o maior valor, 133mm, é atingido no Sudeste e Noroeste de São Carlos. Em novembro, o maior valor, 183mm, foi observado no Norte de São Carlos. Em dezembro, o maior valor de 275mm, foi observado no Noroeste e Sudeste de São Carlos.



**Figura 4. Espacialização da precipitação pluviométrica durante os 12 meses do ano (média de 1977 a 2006).**



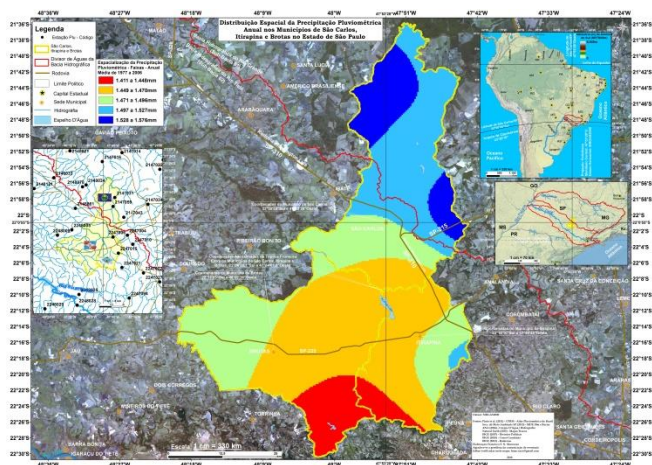


Figura 5. Distribuição da precipitação pluviométrica média anual (1977 a 2006).

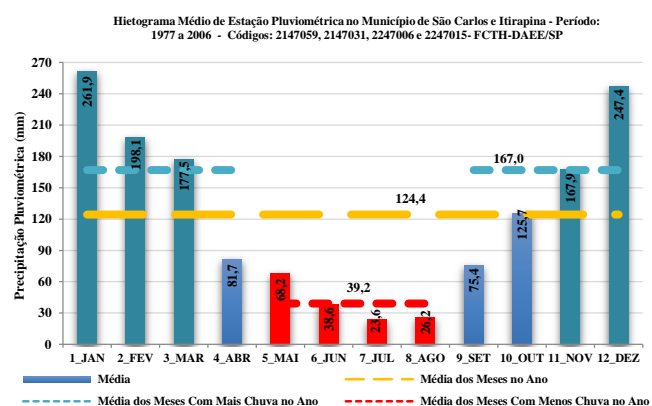


Figura 6. Hietograma médio mensal de 1977 a 2006.

#### 4. DISCUSSÃO

Outros estudos sobre a espacialização da chuva nesta região pode ser verificados em [3]. Um maior detalhamento da precipitação pluviométrica no Brasil, com outros mapas de distribuição de chuva, pode ser verificado em [6] e, em outra sub-bacia do rio Tietê, em [8], [9], [10] e [11], além de outros estudos realizados na região Centro-Oeste e Tocantins, estado de São Paulo e Rio Grande do Sul, como os encontrados em [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23] e [24], observam também a importância na identificação dos períodos mais e menos úmidos.

#### 5. CONCLUSÃO

Neste estudo de distribuição espacial mensal e anual do volume da precipitação pluviométrica no território dos municípios de São Carlos, Itirapina e Brotas, verificou-se que os meses mais chuvosos, considerando a série histórica de 1977 a 2006, em ordem decrescente, foram: janeiro com 261,9mm; dezembro, com 247,4mm; fevereiro, com 198,1mm; março, com 177,5mm; novembro, com 167,9mm;

outubro, com 125,7mm; abril, com 81,7mm; setembro, com 75,4mm; maio, com 68,2mm; junho, com 38,6mm; agosto, com 26,2mm; julho, com 23,6mm. A média, considerando os doze meses do ano, foi de 124,4mm. Considerando a série histórica de 1977 a 2006, a região Noroeste e Leste de São Carlos possuem os maiores volumes precipitados anualmente, variando de 1.528 a 1.576mm, e a região Sul de Itirapina e Brotas os menores volumes precipitados, variando de 1.411 a 1.448mm. Os mapas produzidos neste estudo podem ser baixados de: [https://drive.google.com/drive/folders/0B5YK\\_fCaGOyfdWJjX3dWc01hTXM?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/0B5YK_fCaGOyfdWJjX3dWc01hTXM?usp=sharing).

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] 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. 2017.
- [2] 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. 2017.
- [3] Marcuzzo, F. F. N. Mapas de chuva espacializada mensal e anual no território do município de São Carlos/SP. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017, Florianópolis. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2017. v. 1. p. 1 a 8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18486>>. Acesso em: 23 dez. 2017.
- [4] 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. 2017.
- [5] 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, Bento Gonçalves. Anais... São Paulo: ABRH, 2013. v. 1. p. 1 a 8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17445>>. Acesso: 23 out. 2017.
- [6] 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. 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: 23 out. 2017.

- [7] 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 a 804, 2011. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/605>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- [8] 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. 2018.
- [9] 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 jun. 2017.
- [10] 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](https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1lmSXB3ZUE&usp=sharing)>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- [11] 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. 2017.
- [12] 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>>.
- [13] 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 a 55, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15047>>. Acesso: 25 set. 2017.
- [14] Costa, H. C.; Marcuzzo, F. F. N.; Ferreira, O. M.; Andrade, L. R. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife, v. 5, n. 1, p. 87 a 100, 2012. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/617>>. Acesso em: 14 ago. 2017.
- [15] Kich, E. de 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.... Porto Alegre: ABRH, 2015. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15060>>. Acesso em: 23 out. 2017.
- [16] Marcuzzo, F. F. N. Espacialização mensal e anual da chuva nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires, Vera Cruz e Passo do Sobrado no 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/18481>>. Acesso: 23 jan. 2018.
- [17] Marcuzzo, F. F. N. Precipitação pluviométrica mensal e anual espacializada no território do município de Penápolis, SP. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18482>>. Acesso: 23 jan. 2018.
- [18] 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. 91-99, 2013. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14837>>. Acesso: 23 out. 2017.
- [19] 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. 2018.
- [20] 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. 2017.
- [21] Oliveira, de L. N.; Marcuzzo, F. F. N. Influência do el niño e la niña no número de dias de precipitação pluviométrica do estado do Mato Grosso do Sul. *Ateliê Geográfico (UFG)*, v. 10, p. 73-94, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16655>>.
- [22] Oliveira, N. de L.; Marcuzzo, F. F. N.; Barroso, R. G. Influência do El Niño evLa Niña no Número de Dias de Precipitação Pluviométrica no Estado do Mato Grosso. *Ciência e Natura*, v. 37, n. 4, p. 284-297, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16655>>.
- [23] Romero, V.; Cardoso, C. C.; Marcuzzo, F. F. N.; Barroso, 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 a 245, 2013. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18873>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- [24] 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://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15048>>. Acesso em: 25 set. 2018.