Statistical evaluation between the estimates of precipitation of the TRMM satellite and surface stations: an analysis to the Mesoregion sul Amazonense

Jonilson M. F. Galvão*, Miqueias L. Duarte**, Amazonino L. de Castro**, Tatiana A. da Silva***, Keith S. Valente**

*Engenheiro Ambiental, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá-AM, Brasil. E-mail: jonilsongalvao@gmail.com

**Doutorandos em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba-SP, Brasil, E-mails: miqueiaseng@hotmail.com (Corresponding Author), alcastro.ufam@gmail.com, keith.ufam@gmail.com

***Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba-SP, Brasil, E-mail: tatianacacio@gmail.com

Received 15 April 2020; accepted 19 October 2020

Abstract

Understanding the spatial and temporal variability of precipitation is of paramount importance for agrarian, industrial, social, economic and environmental sectors. In places with extensive territorial portions, satisfactory data are not found, which depend on the model and quality of the device used in this activity. This problem is recurrent in regions such as the state of Amazonas, in particular on the southern portion of the state. This problem is aimed at this work, the objective of this work is the analysis of TRMM satellite data and surface stations in the precipitation estimate for the Southern Amazonian Mesoregion. In this sense, three statistical models were used: correlation coefficient, Bias and RMSE. According to the IDW interpolation method, essential points on the region's climate classification were discussed, identifying the municipalities that are internal to the study area. The results showed that the TRMM has a good response to the study regarding precipitation dynamics, however the surface values present flaws, with low correlation, distant values in Bias and RMSE showing high values. Of the stations analyzed, only Lábrea showed no incoherent data. Regarding the time series of 18 years of analysis, it was noticed that the municipalities of Tapauá, Manicoré, Novo Aripuanã and Borba have precipitation greater than 2,000 mm. With precipitation below 1,600 mm, as found in the municipalities of Lábrea and Canutama. Intermediate to these values, it was observed in the municipalities of Pauini, Canutama, Humaitá and Apuí.

Keywords: Amazon, precipitation, Tropical Rainfall Measuring Mission.

Avaliação estatística entre as estimativas de precipitação do satélite TRMM e estações de superfície: uma análise á Mesorregião sul Amazonense

Resumo

A compreensão da variabilidade espacial e temporal da precipitação é de suma importância para setores agrários, industriais, sociais, econômicos e ambientais. Em locais com porções territoriais extensas, não se encontram dados satisfatórios, que dependem do modelo e qualidade do aparelho utilizado nesta atividade. Este problema é recorrente em regiões como a do Estado do Amazonas, em particular sobre a porção ao sul do Estado. Observada tal problemática, propõe-se como objetivo deste trabalho, a análise dos dados do satélite TRMM e estações de superfície na estimativa de precipitação para a Mesorregião Sul Amazonense. Nesse sentido, foram utilizados três modelos estatísticos: coeficiente de correlação, Bias e RMSE. Somados ao método de interpolação IDW, foram discutidos pontos essenciais sobre a classificação climática da região, identificando os municípios que estão internos à área de estudo. Os resultados apontaram que o TRMM possui boa resposta ao estudo quanto à dinâmica de precipitação, no entanto os valores de superfície apresentam falhas, com baixa correlação, valores distantes em Bias e RMSE exibindo valores elevado. Das estações analisadas, apenas a de Lábrea demonstrou não ter dados incoerentes. A respeito da série temporal de 18 anos de análise, percebeu-se que os municípios de Tapauá,

Manicoré, Novo Aripuanã e Borba possuem precipitação superior a 2.000 mm. Com precipitação abaixo de 1.600 mm, como encontrou-se nos municípios de Lábrea e Canutama. Intermediários a esses valores, observou-se nos municípios de Pauini, Canutama, Humaitá e Apuí.

Palavras-chave: Amazônia, precipitação, Tropical Rainfall Measuring Mission.

1. Introdução

Compreender pluviosidade é um item de suma importância para diversos ramos da pesquisa científica. Aplicadas em áreas como hidrologia e meteorologia (Araújo e Guetter, 2007), gerenciamento de bacias hidrográficas (Collischonn et al., 2007) e, comum em estudos que envolvam a variabilidade espacial e temporal desta variável (Dereczynski et al., 2009; Albuquerque et al., 2010; Bezerra et al., 2010).

Pesquisar sobre a temática aqui abordada é garantir melhorias sobre a agricultura, pesca, pecuária, consumo humano e animal. Além do mais, tais informações são de fundamental utilidade para a região Amazônica, onde, por meio de pluviômetros e modernos aparelhos contribuem para o entendimento da pluviometria da região. Dados que são fatores chaves para subsidiar a gestão e o planejamento dos recursos hídricos e do ambiente.

No entanto, em porções territoriais extensas, que dificultam a espacialização, nem sempre se adquire medições satisfatórias com distribuição espacial e temporal consistente. O resultado é a desativação do equipamento por falta de manutenção ou dificuldade de se chegar ao local. Tendo em vista essas problemáticas, surgem métodos para continuar o monitoramento e estudo da pluviometria em locais de difícil acesso.

Além do mais, o monitoramento da precipitação em uma região requer uma grande densidade de pluviômetros ou telepluviômetros distribuídos espacialmente de forma adequada, pois a baixa densidade desses equipamentos, e sua distribuição espacial irregular e a longa distância entre as estações (situação comum na região amazônica) não permitem capturar a variabilidade espacial desses eventos de forma adequada (Nobre et al., 2009; Almeida et al., 2015).

Com o advento tecnológico, surge o Sensoriamento Remoto. Onde, por meio de satélites geoestacionários garantem, desde que devidamente comprovada, continuidade a diversos estudos com essa finalidade (Araújo e Guetter, 2007; Collischonn

et al., 2007; Oliveira Júnior et al., 2014; Serrão et al., 2016). E com isso cresce cada vez mais o interesse pela área do Geoprocessamento e suas aplicações.

O satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* – TRMM, fruto da parceria entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e *Japan Aerospace Exploration* (JAXA), está colaborando com muitos estudos na área da climatologia. De acordo com Collischonn (2007) diversas metodologias para estimativa de precipitação por meio de satélites vêm sendo propostas. Ainda que muitos recursos disponíveis existam, tem-se pouco estudo sobre a Mesorregião Sul Amazonense.

Levando em consideração os problemas de má distribuição de estações meteorológicas, falhas em estações mais antigas, falta de manutenção, coleta de dados dentre outros, este estudo avaliou a qualidade dos dados do TRMM no mapeamento da precipitação sobre a região Sul do estado do Amazonas, na tentativa de manter o contínuo estudo na região.

2. Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A Mesorregião do Sul Amazonense (Figura 1), localizada nos seguintes sentidos e confrontantes: no sentido NW, pela Mesorregião do Sudoeste amazonense, no sentido NE e E, pela Mesorregião do centro Amazonense, no sentido SW pelo Vale do Juruá e Vale do Acre, no sentido S pelo Madeira Guaporé, no sentido SE pelo Leste Rondoniense e Norte Matogrossense. Esta mesorregião é constituída por uma quantidade de dez municípios, sendo eles: Pauini, Boca do Acre, Lábrea, Tapauá, Canutama, Humaitá, Manicoré, Novo Aripuanã, Apuí e Borba, com área de aproximadamente 471.501,87 km².

De acordo com Fisch et al. (1998), o clima da região é do tipo Am, com precipitação de aproximadamente 2.300 mm.ano⁻¹, com período mais chuvoso corresponde ao trimestre de janeiro a março, e menos chuvoso de julho a agosto (Duarte e Silva Filho, 2019).

Figura 1 - Localização da Mesorregião Sul do estado do Amazonas, e municípios pertencentes.

Base de dados e distribuição das estações pluviométricas

Foram obtidos dados sobre a precipitação média mensal (mm) entre os anos de 1998 a 2016 em formato *GeoTIFF* na base de dados da *Giovanni* (NASA, 2020). As imagens são dispostas em grades justaposta com resolução espacial de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ graus. Em tese este valor corresponde a 900 Km^2 . o tratamento das imagens foi realizado no software QGIS (Versão 2.18 “Las Palmas”).

Quanto aos dados de precipitação observado

em superfície, obteve-se um conjunto de dados para o mesmo período por meio do website INMET (INMET, 2020). Esses dados foram devidamente tabulados e por fim comparados através de software Excel 2016.

A Figura 2 apresenta as estações em operação, sobre a área de estudo, elas foram comparadas e filtradas sobre os municípios. No entanto, para o estudo, foi adotada apenas um em cada município, em consonância ao TRMM que cobre toda faixa equatorial.

Figura 2 - Distribuição das estações de superfície na Mesorregião do Sul Amazonense.

Análise de dados

Para avaliar a qualidade da precipitação obtida pelo produto 3b42-v7 do TRMM, utilizou-se o coeficiente de correlação (R^2) para avaliar a concordância entre os dados observados pelo satélite e medido em superfície pelas estações. Enquanto para

estimar o erro, fez-se uso do viés médio relativo (Bias). Ao passo que a raiz quadrática do erro médio (RMSE) é empregada no intuito de estimar a diferença média entre os dois conjuntos de dados. A Tabela 1 apresenta as equações utilizadas neste trabalho.

Tabela 1 - Equações utilizados para análise de qualidade dos dados do TRMM.

Índices de desempenho	Equação	Unidade
R^2	$\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}) \times (T_i - \bar{T})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}}$	-
Bias	$\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - O_i)}{\sum_{i=1}^n (O_i)} \times 100$	%
RMSE	$\sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (T_i - O_i)^2}$	mm

Onde as variáveis possuem uma correspondente, em que “T” é o valor para o dado gerado pelo TRMM, e “O” é a precipitação medida em superfície. Os valores de Bias estão em conformidade com o estudo feito por Van Liew et. (2007), onde consideram os valores de Bias com desempenho “muito bom”, se o erro absoluto percentual é 10%, “bom” se o erro é entre 10% e 15% e “justo” quando o erro é entre 5 e 25%. Para calibração e validação, Van Liew et. (2007) afirmam que os erros de medição associados acima 25% são, definitivamente, insatisfatórios.

Interpolação cartográfica

Por meio da técnica de interpolação sugerida por Marcuzzo et al. (2011), onde eles sugerem o

método IDW para interpolação da variável precipitação, por apresentarem pontos espalhados com valores regulares, uma vez que o peso de cada função é o inverso da distância. O software QGIS gera os resultados por meio da Equação (1) sugerida pelos autores, discriminada abaixo.

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^n [\omega_i \times Z(x_i)]}{\sum_{i=1}^n (\omega_i)} \quad \text{Equação 1}$$

Onde ‘Z(x)’ é o valor que se deseja interpolar; ‘n’, a quantidade de pontos próximos utilizados na interpolação do ponto x; “Z(xi)”, o valor do ponto Xi; e “ ω_i ”, o peso do valor de Xi sobre X. A Figura 3 apresenta um fluxograma simplificado das etapas seguidas no desenvolvimento deste estudo.

Figura 3 - Fluxograma simplificado das etapas seguidas no processamento dos dados.

3. Resultados e discussão

Para comparar graficamente os dados, foi utilizado o posto de coleta pluviométrica do município de Lábrea, considerado com melhores dados contínuos. Com isso, observa-se que o TRMM apresenta superestimativa para os valores em período seco e subestimativa no período chuvoso (comportamento observado em ambas as estações), e uma oscilação em fases transitórias, em relação aos da estação de superfície. Observou-se que os dados

de precipitação estimados pelo TRMM apresentaram uma variação não discrepante, os valores de máximo e mínimo estão na faixa de 255 mm e de 34 mm, seguindo a sazonalidade regional, conforme observados em estudos na região (Pedreira Junior et al., 2018; Duarte e Silva Filho, 2019). Contudo, os valores de superfície apresentam um máximo de 657 mm e um mínimo de 0 mm, conforme se observa na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição temporal entre a precipitação estimada pelo TRMM e estação de superfície (em dia Juliano).

Para Collischonn (2007), o TRMM apresenta uma tendência em superestimar nos meses mais secos, enquanto nos meses úmidos o comportamento é mais aleatório. Resultados semelhantes foram observados por Almeida et al. (2015) e Duarte e Silva Filho (2019), porém, em ambos os casos, análise estatística indicou boa concordância entre os dados do TRMM e estações de superfície.

O problema dos erros sucede a fatores limitantes. Os dados de precipitação em estações de superfície na Amazônia são escassos. Das poucas

estações existentes, é comum falhas diárias, mensais ou anuais (Almeida et al., 2015). Essas falhas, quer pela ausência do observador, perda de anotações ou transcrições erradas, ocasionam problemas no entendimento sobre a dinâmica climática na região (Melo et al., 2015; Trindade et al., 2016).

A Tabela 2 apresenta os valores médios do desempenho do coeficiente de correlação (R^2), viés médio relativo (Bias) e raiz quadrática do erro médio (RMSE) observado em cada estação avaliada.

Tabela 2 - Exposição dos Valores médios de R^2 , BIAS e RMSE.

Geocódigo - ANA	Município	R^2	Bias	RMSE
658000	Apuí	0,957	-18,083	132,825
760001	Boca do Acre	0,951	-30,34	172,045
759000	Borba	0,908	-6,446	154,750
664001	Canutama	0,947	-7,811	115,695
662001	Humaitá	0,932	4,381	147,740
764001	Lábrea	0,942	-2,302	93,870
661001	Manicoré	0,962	123,383	118,060
560002	Novo Aripuanã	0,942	103,189	148,330
762003	Pauini	0,950	-17,230	140,845
563002	Tapauá	0,956	103,189	111,085

No que se refere ao R^2 , observou-se uma boa resposta entre os dados do TRMM e estações de superfície, ambos superiores a 90%, o que significa alta e significativa correlação em todos os pontos observados (intervalo de confiança de 95% de probabilidade, com $p < 0,05$). Desempenho semelhante foi observado por Aires et al. (2016), em

uma bacia hidrográfica localizada na região central de Minas Gerais, e Duarte e Silva Filho (2019), em uma bacia hidrográfica localizado no sul do Amazonas. Nesse estudo, desempenho inferior foi observado na estação em Borba, provavelmente em decorrência da ausência de dados para o ano de 1998,

que resultou em um menor desempenho quando comparado com as demais.

A respeito da variável “BIAS”, neste trabalho a resposta foi insatisfatória em boa parte das estações. Nos municípios de Boca do Acre, Manicoré, Novo Aripuanã, Tapauá apresentaram valores altos fora do normal, tanto positivo quanto negativos. O restante dos municípios demonstraram valores aceitáveis. Sendo que os valores observados no município de Lábrea demonstram ter o melhor posto pluviométrico, com Bias negativo, porém considerado satisfatório, conforme valores definidos por Van Liew et al. (2007). Vale ressaltar que este resultado não assegura que os dados estimados pelo satélite TRMM é quem apresenta erro, mas que na realidade, os valores fornecidos pela estação de superfície possuem falhas diárias e mensais, podendo alterar os valores de médias anuais, o que inviabiliza comparações em séries temporais de forma consistente.

Quanto aos valores de RMSE médio. Constata-se que os valores observados em Lábrea

sobressaem aos demais, uma vez que apresenta melhores dados, já testificados. Ainda assim, é importante compreender que os valores de superfície estão, na maioria das estações, extremamente elevados. Os resultados obtidos para os municípios de Boca do Acre, Borba e Novo Aripuanã demonstraram as maiores diferenças.

As médias anuais para cada estação estão disposto na Tabela 3. A variação encontra-se na faixa entre 1.947,84 a 2.284,26 mm. Sendo que a região possui uma média anual aproximadamente de 2.300 mm.ano⁻¹, corroborando com o estudo de Fisch et al. (1998). Não tão distante dessa média para a região da Amazônia, o valor encontrado neste estudo demonstra ter coerência. Com isso, para a Mesorregião Sul Amazonense, a precipitação média é de aproximadamente 2.106,92 mm.ano⁻¹, corroborando com os valores observados em estudos desenvolvidos na região (Pedreira Junior et al., 2018; Duarte e Silva Filho, 2019).

Tabela 3 - Dados de precipitação por estações de superfície na Mesorregião do Sul Amazonense.

Geocódigo da Estação (ANA)	Município	mm.ano ⁻¹
658000	Apuí	2.276,21
760001	Boca do Acre	2.005,11
759000	Borba	1.947,84
664001	Canutama	2.022,11
662001	Humaitá	2.261,00
764001	Lábrea	1.961,26
661001	Manicoré	2.211,79
560002	Novo Aripuanã	2.079,37
762003	Pauini	2.020,32
563002	Tapauá	2.284,26

A partir da metodologia sugerida por Marcuzzo et al. (2011), segue a espacialização dos dados pontuais, possibilitando criar uma superfície contínua da precipitação para a região. A Figura 5 apresenta a distribuição espacial da precipitação na área entre janeiro a dezembro (médias mensais com base na série histórica avaliada). A transição do vermelho para azul demonstra a quantidade de precipitação estimada pelo sensor na área.

Os maiores índices de precipitação ocorrem entre os meses de outubro a maio, com precipitações variando entre 90 mm a 243 mm. Os meses com menores índices ocorrem entre junho a agosto, com índices de 37 mm a 232 mm. Em relação a distribuição espacial, os maiores índices de precipitação ocorrem no extremo norte da área, enquanto os menores índices ocorrem predominantemente no extremo sul. Essa região fica localizado entre a zona de transição entre clima quente, sem estação seca (Af) para clima quente de monção (Am), localizado do extremo norte para o

extremo sul (Alvares et al., 2013; Dubreuil et al., 2018).

Alvares et al. (2013) sugerem que há uma divisória climática sobre a região amazônica. Não distante desse pressuposto, constatou-se que sim, há uma faixa sobre a Mesorregião Sul Amazonense. E que existe um comportamento cíclico da precipitação que é possível avaliar por meio de dados do Satélite TRMM. A linha proposta pelos autores é desenhada sobre a Figura 6, entretanto o comportamento não se demonstrou o mesmo padrão do autor.

Sobre a região, o comportamento é realçado com a cor em amarelo. E sim, estende-se sobre todos os dez municípios. É sob essa perspectiva que há como afirmar que os municípios que possuem maior contribuição pluviométrica na Mesorregião Sul Amazonense são: Tapauá, Manicoré, Novo Aripuanã e Borba. Os municípios que não apresentam baixo valor de precipitação são: Apuí, Boca do Acre, Lábrea e Canutama. E os que estão em faixa média de precipitação são: Pauini e Humaitá.

Figura 5 - Precipitação (mm) de janeiro a dezembro estimada com dados do sensor TRMM.

Figura 6 - Média temporal de Precipitação (mm) sobre a Mesoregião Sul Amazonense.

O comportamento desses valores de precipitação, corroboram para o estudo de Fisch et al. (1998). De acordo com o autor, esse efeito é característico dessa faixa de precipitação. Pois a localização dessa mesorregião é na parte Oeste da Amazônia, com efeito, ter altos valores de precipitação sobre esta região, tais com Tapauá, Manicoré, Novo Aripuanã e Borba, muito se deve ao fato da conexão entre a Amazônia Central e a posição em relação a Alta da Bolívia.

A precipitação nessa posição geográfica, durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, de acordo com Fisch et al. (1998) pode ser superior a 900 mm. Sendo que a média, conforme o autor, para a Amazônia, é de 2.300 mm.ano⁻¹, próximos aos valores médios observados nesse estudo.

4. Considerações finais

O TRMM demonstra ser um recurso útil para diversas finalidades. O conjunto de seus dados apresentam, em uma malha temporal, resultados consideráveis. E, em locais com porções territoriais gigantescas associado a ausência de estações pluviométricas de superfície, como ocorre na região amazônica, tornam esse conjunto de dados demasiadamente aplicável.

A investigação dos dados, TRMM e dados das estações pluviométricas, apresentam ter uma resposta significativa. Contudo, muitas estações na Mesorregião estão inoperantes ou possuem falhas mensais, e até mesmo anuais, o que dificulta, acentuadamente análises temporais consistentes.

Tendo em vista esse resultado sugere-se que, além do TRMM, faça-se uso de outras fontes, tais como o produto *Global Precipitation Measurement* (GPM), ou outra plataforma. Pois a finalidade é compreender a dinâmica climática sobre a faixa tropical, sobretudo na região da Amazônia.

Referências

- Aires, U.R.V., Neto, J.O.M., Mello, C.R., 2016. Estimativas de precipitação derivadas do satélite TRMM para a bacia hidrográfica do rio Paraopeba, MG. *Revista Scientia Agraria* 17, 57-66.
- Albuquerque, M.F., Souza, E.B., Oliveira, M.C.F., Junior, J.A.S., 2020. Precipitação nas Mesorregiões do Estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). *Revista Brasileira de Climatologia* 6, 151-168.
- Almeida, C.T., Delgado, R.C., Junior, J.F.O., Gois, G., Cavalcanti, A.S., 2015. Avaliação das estimativas de precipitação do produto 3B43-TRMM do Estado do Amazonas. *Floresta e Ambiente* 22, 279-286.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728.
- Araújo, N.A., Guetter, A.K., 2007. Validação da chuva estimada por satélite "CMORPH" na modelagem hidrológica do Alto Iguaçu. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 12, 189-198.
- Bezerra, R.B., Dantas, R.T., Trindade, A.G., 2010. Caracterização temporal da precipitação pluvial do município de porto velho/ RO no período de 1945 a 2003. *Sociedade & Natureza* 22, 609-623.
- Collischonn, B., Allasia, D., Tucci, C.E.M., Collischonn, W., 2007. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. *Revista Brasileira de Cartografia* 59, 93-99.
- Dereczynski, C.P., Oliveira, J.S., Machado, C.O., 2009. Climatologia da Precipitação no município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia* 24, 24-38, 2009.
- Duarte, M.L., Silva Filho, E.P., 2019. Estimativa da erosividade da chuva na bacia hidrográfica do rio Juma com base em dados do satélite TRMM. *Caderno de Geografia* 29, 45-60.
- Dubreuil, V., Fante, K.P., Planchon, O., Neto, J.L.S., 2018. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins* 37, 1-40.
- Fisch, G., Marengo, J.A., Nobre, C.A., 1998. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica* 28, 101-126.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2020. Dados precipitação. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/portal/>, Acesso: 20 mar. 2020.
- Marcuzzo, F.F.N., Andrade, L.R., Melo, D.C.R., 2011. Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física* 4, 793-804.
- Melo, D.C.D., Xavier, A.C., Bianchi, T., Oliveira, P.T.S., Scanlon, B.R., Lucas, M.C., Wendland, E., 2015. Performance evaluation of rainfall estimates by TRMM Multisatellite Precipitation Analysis 3B42V6 and V7 over Brazil. *Journal of Geophysical Research* 120, 9426-9436.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration. Giovanni. 2020. Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). Disponível: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, Acesso: 10 mar. 2020.
- Nobre, C.A., Obregón, G.O., Marengo, J.A., Fu R.,

- Poveda, G., 2009. Characteristics of Amazonian climate: main features. *Geophysical Monograph Series* 186, 149-162.
- Oliveira Júnior, J.F., Delgado, R.C., Gois, G., Lannes, A., Dias, F.O., Souza, J.C., Souza, M., 2014. Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. *Revista Floresta e Ambiente* 21, 140-149.
- Pedreira Junior, A.L., Querino, C.A.S., Querino, J.K.A.S., Santos, L.O.F., Machado, N.G., Biude, M.S., 2018. Variabilidade horária e intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá-AM. *Revista Brasileira de Climatologia* 22, 463-475.
- Serrão, E.F.O., Wanzeler, R.T.S., Santos, C.A., Gonçalves, L.J.M., Lima, A.M.M., Rocha, E.S.P., 2016. Avaliação estatística entre as estimativas de precipitação da constelação GPM com satélite TRMM: uma análise a bacia hidrográfica do Rio Solimões. *Revista Brasileira de Climatologia* 18, 256-275.
- Trindade, A.L.F., Oiveira, P.T.S., Anache, J.A.A., Wendland, E., 2016. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51, 1918-1928.
- Van Liew, M.W., Veith, T.L., Bosch, D.D., Arnold, J.G., 2007. Suitability of SWAT for the Conservation Effects Assessment Project: Comparison on USDA Agricultural Research Service Watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering* 12, 173-189.