

## **XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **AVALIAÇÃO DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO DO PRODUTO GPM-IMERG V06 COM DADOS DE ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA**

*Juliana de Albuquerque Silveira<sup>1</sup>; Cristiano das Neves Almeida<sup>2</sup>; Adriano Rolim da Paz<sup>3</sup>*

**RESUMO** – O objetivo desse artigo foi avaliar as estimativas de chuvas realizadas pelo produto *Final Run*, V06, do IMERG (*Integrated Multi-satellitE Retrievals for Global Precipitation Measurement - GPM*), no estado da Paraíba, considerando suas mesorregiões. Foram feitas comparações das imagens do satélite nas escalas mensal e anual utilizando dados interpolados de 137 postos pluviométricos na mesma grade regular do IMERG, tendo como referência três anos com regimes de chuvas distintos (um ano chuvoso e outros dois anos com menores índices de chuva). Foi realizada a comparação pixel a pixel para todo o estado com mapas das diferenças entre os dois produtos (satélite x interpolados) e calculados indicadores estatísticos como o BIAS e gráficos de densidade. Os resultados mostraram que o IMERG majoritariamente superestima os dados de chuva para todo o estado, com BIAS médio mensal variando de 14 a 20 mm. As regiões do Sertão e da Borborema têm as maiores diferenças, em termos absolutos nos meses chuvosos, em termos relativos nos meses secos. BIAS ligeiramente positivo também foi obtido para região litorânea da Mata.

**ABSTRACT**– The purpose of this article was to evaluate the rainfall estimates made by the product GPM (Global Precipitation Measurement), using its algorithm IMERG V06, in the state of Paraíba, considering its mesoregions. Comparisons were made of the satellite images on the monthly and annual scales using interpolated data from 137 pluviometric stations in the same regular grid as the GPM, having as reference three years with different rainfall regimes (one rainy year and another two years with lower rain rates). A pixel by pixel comparison was made for the entire state with maps of the differences between the two products (satellite x interpolated) and statistical indicators such as BIAS and density graphs were calculated. The results showed that IMERG mostly overestimates the rainfall data for the entire state, with average monthly BIAS ranging from 14 to 20 mm. The regions of Sertão and Borborema show the greatest variations, in absolute terms in the rainy months, in relative terms in the dry months. Slightly positive BIAS was also obtained for the coastal region of Mata.

**Palavras-Chave** – Chuva, IMERG, pluviômetros.

<sup>1</sup>) Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa – PB, e-mail: [juliana.albuquerque@academico.ufpb.br](mailto:juliana.albuquerque@academico.ufpb.br)

<sup>2</sup>) Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa – PB, e-mail: [almeida74br@yahoo.com.br](mailto:almeida74br@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>) Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa – PB, e-mail: [adrianorpaz@yahoo.com.br](mailto:adrianorpaz@yahoo.com.br)

## 1 - INTRODUÇÃO

Dados de chuva são importantes fontes de informação e desempenham um papel relevante no ciclo hidrológico global. Ter o conhecimento das estimativas da quantidade de água que atinge a superfície terrestre é fundamental para o gerenciamento da água relacionado a diversas aplicações, incluindo a redução de riscos de inundações e secas (Schneider et al., 2016).

A introdução do sensoriamento remoto por satélite para o estudo da precipitação e seus padrões tem ajudado a entender melhor o clima e as variáveis relacionadas a ele. Esses produtos fornecem uma maneira eficaz de estimar dados de precipitação em áreas onde as redes de monitoramento são escassas, como em regiões remotas, oceanos ou em países em desenvolvimento. Por consequência, eles têm sido amplamente utilizados em pesquisas e aplicações em todo o mundo (Huffman et al., 2007). Em fevereiro de 2014, a Global Precipitation Measurement (GPM) foi lançada com o objetivo de melhorar as estimativas globais de precipitação e neve em baixas e médias latitudes (Rozante et al.). O IMERG, algoritmo que trata os dados brutos do GPM, conta com resoluções temporal e espacial aprimoradas em relação a produtos anteriores de estimativas de precipitação, de 30 minutos e  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ , respectivamente (He et al., 2017).

O IMERG/GPM (*Integrated Multi-satellitE Retrievals for Global Precipitation Measurement*) é o algoritmo que trata os dados brutos do satélite. Em sua versão mais recente, disponibilizada a partir de março de 2019, o IMERG V06 mescla as estimativas iniciais de precipitação coletadas durante a operação do satélite antecessor à missão GPM, o TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) (2000 - 2015), com estimativas mais recentes de precipitação adquiridas durante a operação do GPM (2014 - presente), fornecendo dados globais a partir de 2000 (Tang et al., 2020).

Diversos estudos foram feitos comparando dados da antiga missão TRMM com informações de postos pluviométricos, a fim de verificar a consistência dos dados de satélite. Soares et al. (2016) analisaram o desempenho das estimativas de chuva do TRMM, produto 3b43.v7, para o estado da Paraíba. Dentre as análises realizadas, foram avaliadas as estimativas agregadas espacialmente segundo as mesorregiões do estado, concluindo que a região do Sertão, que tem baixo índice pluviométrico, teve maior concordância em relação à região com maior índice de chuvas, a região da Mata Paraibana. Foi constatado ainda que o TRMM subestimou suas predições nessa região que fica próxima ao litoral, enquanto houve uma superestimativa no sertão. Já Gadelha et al. (2018) avaliaram os dados do IMERG-V05 para o território brasileiro para o ano de 2016, observando que, apesar de

boa consistência dos dados do satélite para a maior parte do Brasil, a costa nordestina apresentou relevante subestimativa das chuvas nas três escalas analisadas.

Por se tratar de um produto relativamente novo, o IMERG/GPM deve ser amplamente estudado e avaliado em diversas escalas temporais e espaciais, principalmente para a versão atual (IMERG V06). Assim, o objetivo deste estudo é analisar as informações produzidas de estimativas de chuvas do IMERG/GPM (V06) para o estado da Paraíba, comparando-as com dados de campo de 137 pluviômetros.

## 2 - METODOLOGIA

### Área de estudo

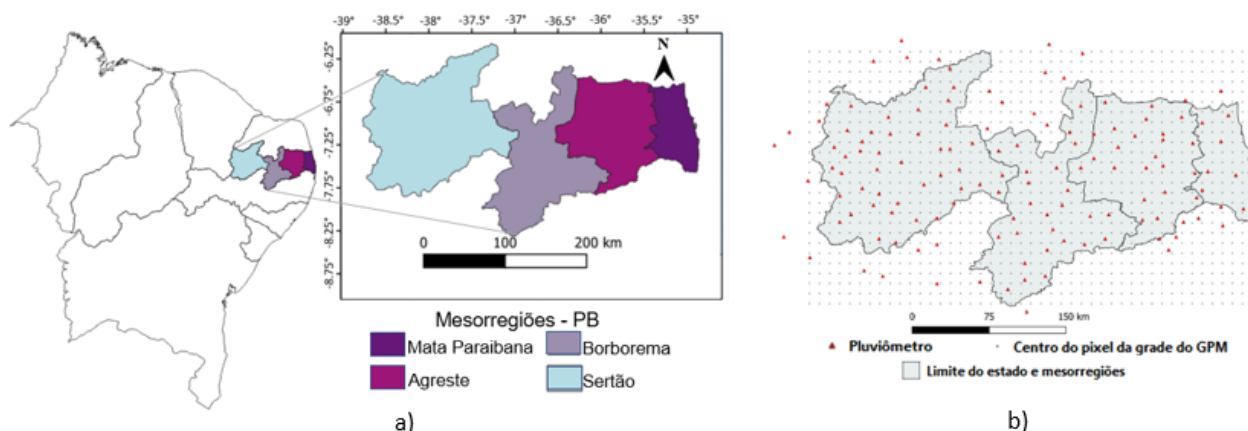
Este trabalho foi aplicado para o estado da Paraíba, que é subdividido em quatro mesorregiões, denominadas Mata Paraibana, Agreste, Borborema e Sertão Paraibano, com área total de 57.279,51 km<sup>2</sup> (Figura 1.a). De acordo com a classificação de Köppen, no estado predominam os climas Bsh (semi-árido quente, com chuvas de verão e inverno seco), e o As (tropical quente e úmido com chuvas de outono-inverno), em sua maioria nas regiões do Sertão e Mata Atlântica. A temperatura média anual oscila entre 22 a 30°, com precipitações variando entre 300 e 1900 mm/ano.

### Dados observados em campo

Considerando que os dados de estações pluviométricas são tidos como confiáveis, foram assumidos como referência e foi realizada a comparação dos dados estimados pelo satélite em relação a 137 estações distribuídas na área de estudo e seu entorno (figura 1.b). Esses dados de campo foram obtidos da atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), Relatório Técnico Parcial 02-A, 2020.

### Dados estimados do IMERG

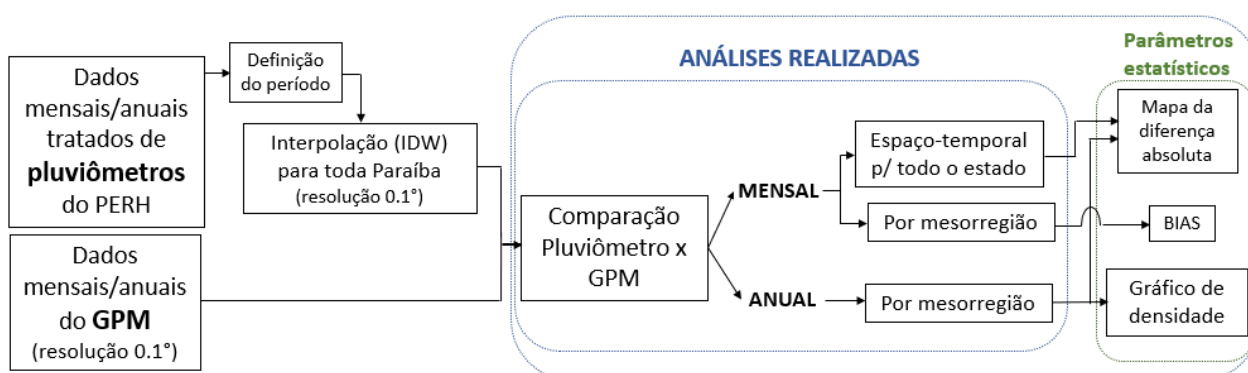
Para esse estudo, foram utilizados os produtos do IMERG Level 3B, *Final Run*, em sua versão mais recente V06, que disponibiliza dados a cada 30 minutos, uma hora, um dia, uma semana e um mês. Nesta análise, foram trabalhados apenas os dados mensais, que são fornecidos em mm/h e que foram convertidos para mm/mês.



**Figura 1** – a) Localização da Paraíba e suas mesorregiões no nordeste do Brasil. b) Postos pluviométricos e pontos do IMERG distribuídos pela Paraíba.

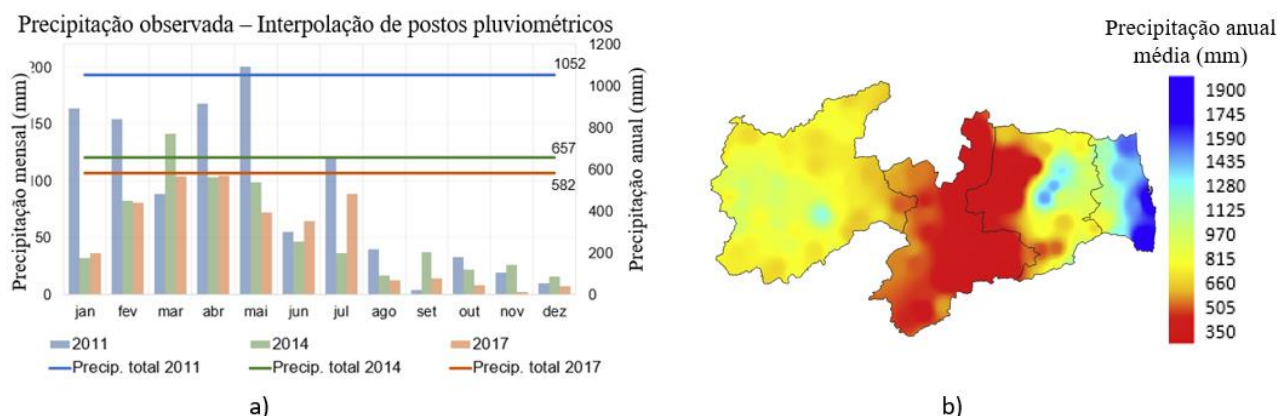
## Comparação dos dados

Para avaliar os dados de chuva reportados do IMERG, foi feita a comparação entre os dados mensais de precipitação disponibilizados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e os dados estimados pelo satélite para os anos de 2011, 2014 e 2017, sendo 2011 considerado um ano chuvoso e 2014 e 2017 com índices inferiores ao primeiro ano. A figura 2 exibe o fluxograma da metodologia adotada neste trabalho.



**Figura 2** – Fluxograma da metodologia.

A primeira etapa consistiu em adquirir os dados de precipitação dos dados dos postos pluviométricos e as informações do IMERG, que foi realizada por meio da plataforma Google Earth Engine. Na sequência, foram definidos três anos com base no critério de diferentes regimes pluviométricos (figura 3a), que, para o estado da Paraíba, possuem distribuição espacial de chuvas conforme ilustrado na figura 3b.



**Figura 3** – a) Precipitações mensais e total anual para os anos de 2011, 2014 e 2017.  
b) Pluviosidade anual média no estado.

A fim de validar esta comparação, em que os dados do IMERG possuem resolução espacial de 0,1°, decidiu-se trabalhar com esta mesma grade para os dados dos postos pluviométricos. Para isto, foi utilizado o método de Interpolação pelo Inverso da Distância ao Quadrado (IDW), tendo em vista a simplicidade de aplicação e por ser um método bastante utilizado (SOARES et al., 2016). Com as estimativas de precipitação do IMERG e do interpolado para o estado na mesma grade, foram feitas análises mensais e anuais para cada divisão mesorregional da Paraíba, em que foram gerados os campos espaciais das diferenças para cada mês dos três anos, e em termos anuais, sendo analisados também os valores do erro sistemático viés (BIAS), que indica se as estimativas do IMERG (Z) tendem a ser menores ou maiores aos dados observados (P), onde o valor zero é o ideal (Equação 1).

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (Z - P)}{n} \quad (1)$$

Por último, foram gerados gráficos de densidade com os dados anuais, a fim de analisar a distribuição dos valores das diferenças absolutas entre os dois dados de precipitação.

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 – Análises mensais

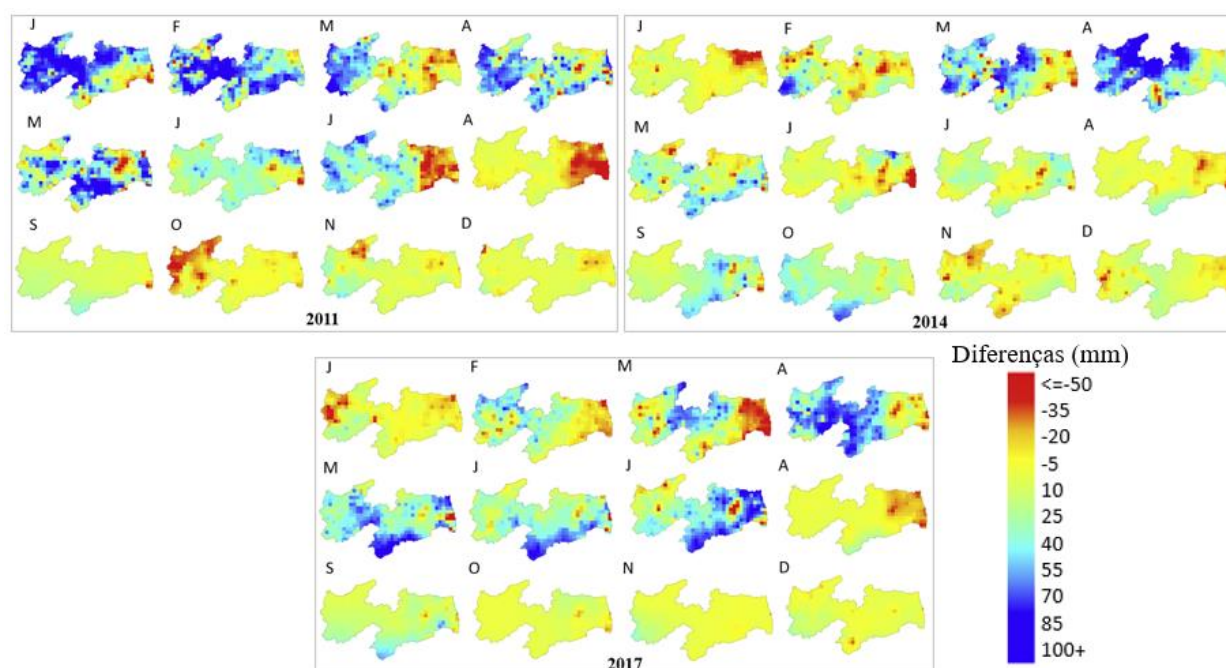
##### 3.1.1 - Mapas da diferença entre IMERG e dados interpolados

Nesta análise, as precipitações estimadas pelo satélite do GPM foram comparadas pixel a pixel com os valores interpolados provenientes dos dados dos pluviômetros. Para isso, foi subtraído o valor do pixel do interpolado do valor de seu correspondente do IMERG/GPM, ou seja, valores negativos indicam subestimativa da chuva proveniente do satélite. Foram gerados mapas para os meses



analisados, para os três anos de estudo. Portanto, 36 mapas representam a distribuição espacial e temporal da diferença, discretizadas em uma grade de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  (Figura 4).

Em 2011, ano com chuvas acima da média, observou-se que as maiores diferenças ocorreram entre os meses de janeiro a julho, sendo superestimados os dados do IMERG em relação aos dados de referência, em sua maioria, entre 40 a 90 mm. Para os meses entre agosto e dezembro, com índices médios baixos de chuva para o estado, a maior parte das diferenças foi entre 0 e 10 mm.



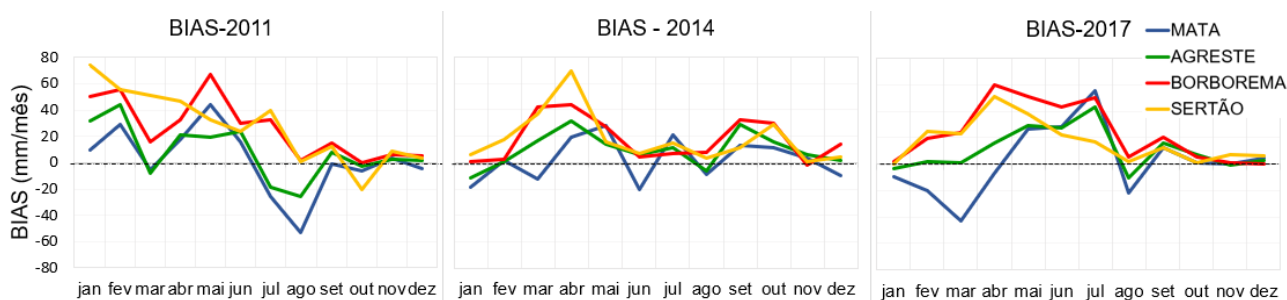
**Figura 4** – Mapas com as diferenças mensais entre o IMERG e o interpolado pluviométrico dos três anos.

Já para 2014, que teve chuvas com índices inferiores a 2011 para o estado, os meses que apresentaram maiores diferenças entre os dados interpolados e o IMERG foram março e abril, período em que o estado teve seus maiores índices de chuva naquele ano. Nesses dois meses, o IMERG superestimou os dados pluviométricos majoritariamente entre 20 a 70 mm. Para os outros meses, a frequência absoluta das diferenças é, em sua maioria, de 0 a 20 mm. Por fim, em 2017, ano que apresentou o menor índice pluviométrico dos três anos, as maiores diferenças médias observadas para o estado foram entre abril e julho, com maiores frequências variando entre 20 a 60 mm. Janeiro e agosto tiveram leve tendência de subestimativa considerando a média estadual. Os outros meses apontaram maiores tendências a superestimativas do IMERG em torno de 10 mm.

Considerando os três anos analisados, conclui-se que, à medida que há maiores índices de chuvas no estado, maior a diferença entre as estimativas do IMERG e os dados advindos de pluviômetros.

### 3.1.2 - Análise por mesorregiões

Em relação à análise agregada no espaço, foi utilizado o BIAS para as quatro mesorregiões, que é um parâmetro estatístico que indica em quais situações os dados estimados pelo IMERG são superiores ou inferiores àqueles observados pelo interpolado dos pluviômetros. A figura 5 mostra os resultados foram obtidos para cada mês analisado dos três anos.



**Figura 5** – BIAS calculado para cada mesorregião.

É possível constatar que, na maior parte (78%) da amostra dos 36 meses analisados, os dados do satélite superestimam a precipitação observada nos dados pluviométricos.. Dos que são subestimados, a maioria se concentra na região da Mata, que fica próxima ao litoral paraibano. Este resultado reitera, em parte, alguns estudos publicados anteriormente, tanto para o antecessor do IMERG, o TRMM (SOARES et al., 2016), quanto para o estudo realizado por Gadelha et al. (2018), em que é reconhecida uma tendência de subestimativas na região litorânea do Nordeste. Entretanto, para os três anos analisados, a média mensal é compensada com outros dados superestimados para a região da Mata, indicando uma leve superestimativa para os dados do local.

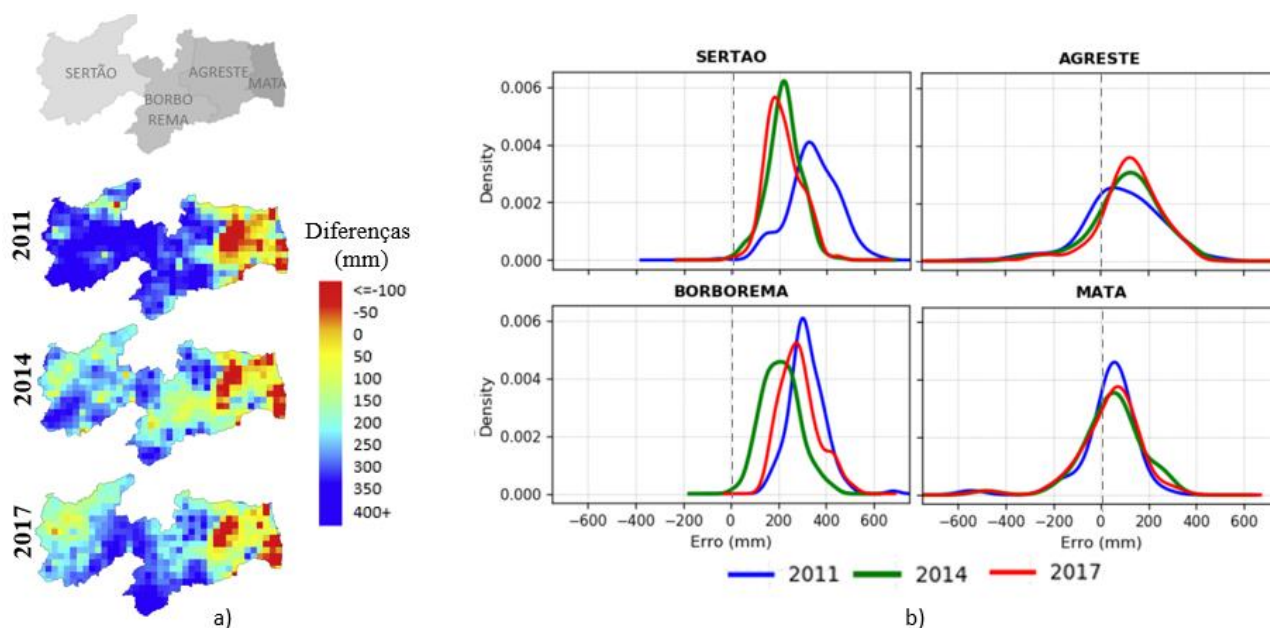
Em sentido oposto, as mesorregiões da Borborema e do Sertão apontaram apenas diferenças positivas (exceto uma ocorrência para o Sertão em outubro/2011), concentradas no primeiro semestre de cada ano. O Agreste apresentou 75% das previsões do satélite de superestimativa.

### 3.2 - Análise anual

A fim de observar a variação espacial comparando os três anos estudados, foram gerados os mapas das diferenças e gráficos de densidade que permitem visualizar a frequência relativa da

variável analisada, neste caso, as diferenças entre os dados do IMERG e do interpolado a partir dos pluviômetros.

Na figura 6a, percebe-se, pelo destaque em azul, que o ano de 2011 foi o que apresentou uma maior densidade de superestimativa da precipitação pelo IMERG.



**Figura 6** – a) Mapa das diferenças IMERG x Pluviômetros. b) Distribuição das diferenças entre as estimativas de precipitação do IMERG e da interpolação de dados pluviométricos para o estado da Paraíba.

É possível constatar, também, que os dados superestimados pelo satélite se concentram mais a oeste do estado, nas mesorregiões do Sertão e na Borborema, com até mais de 400 mm no ano (o que representa uma média de 35% para o Sertão e 40% para a Borborema) em relação aos dados de campo, enquanto no Agreste e na região da Mata, há também ocorrências de valores subestimados, por até mais de 100 mm, o que representa, em média, 7% para a região da Mata e 12% para o Agreste.

Já a figura 6b mostra a frequência das ocorrências das diferenças entre os dois produtos, ou seja, quanto menos achatada e mais a curva se concentra próximo do 0, menores são as variações entre eles. É possível constatar que todas as curvas apresentam maiores áreas no eixo x com valores positivos, indicando que em todos os três anos, para as quatro mesorregiões, a frequência das diferenças aponta superestimativas do produto IMERG na escala anual. A região da mata foi a que apresentou menores diferenças nos três anos. O gráfico do BIAS mensal corrobora essa conclusão, uma vez que, na análise mensal desta região, ora os valores eram superestimados, ora subestimados,



fazendo com que um valor negativo compense um positivo quando feita a análise com resolução anual. Já a região da Borborema foi a que apresentou maiores variações entre os três anos, sendo o ano de 2014 o que teve melhor resultado quanto às variações do IMERG.

Observa-se ainda que todas as regiões apresentam curvas que se aproximam do padrão normal de distribuição das diferenças, o que indica que grande parte dos eventos ficam em torno de um valor médio, com uma certa variabilidade.

#### 4 - CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que o IMERG (*Final Run*) reproduz, de forma geral, os padrões espaço-temporais dos regimes de chuva para o estado da Paraíba e suas mesorregiões. Para os três anos analisados com diferentes regimes pluviométricos, observou-se que as maiores diferenças, em termos absolutos, acontecem nos meses mais chuvosos, em que o IMERG superestima os dados de chuva, enquanto em termos relativos, os meses menos chuvosos foram os que mais apresentaram diferenças. Quando comparados os três anos, 2011, ano mais chuvoso, foi o que teve maior variação mensal positiva, com bias médio de 20,19 mm.

Quando analisadas as mesorregiões individualmente para os 36 meses, 78% dos dados apresentaram superestimativa do satélite. A região da Mata foi a que indicou maior ocorrência de valores subestimados, o que ratifica, em partes, outros estudos realizados anteriormente, em que apontaram que a região litorânea do estado (Soares et al., 2014) ou do território brasileiro (Gadelha et al., 2018) tendem a ter dados de chuva subestimados pelo satélite. Apesar disto, a região próxima ao litoral apresentou, neste estudo, valores médios mensais positivos. Já as regiões da Borborema e do Sertão apresentaram majoritariamente dados mensais superestimados pelo IMERG.

Os resultados da escala anual ratificam o que foi identificado para a análise mensal. Os mapas das diferenças e os gráficos de densidade permitiram identificar que as regiões mais a oeste do estado apresentaram maiores valores de estimativa do IMERG, enquanto a região da Mata indicou maior ocorrência de dados subestimados, apesar de apontar leve tendência de superestimativa para a área. Este resultado indica uma mudança pontual do que já havia sido apresentado em outros estudos para a região, em que predominava dados do IMERG inferiores aos observados por pluviômetros. Cabe ressaltar que este trabalho foi realizado utilizando a versão atual do IMERG (V06), portanto outras análises devem ser realizadas na região, com maior período de dados e amostragem de séries anuais

de diferentes regimes de chuva, a fim de melhor compreender as mudanças de versões do algoritmo do IMERG e verificar a ocorrência de padrões para anos com volumes distintos de precipitação.

## 5 - REFERÊNCIAS

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. Climatologia do estado da Paraíba. 1ª edição, Campina Grande – Paraíba. EDUEFCG, 2017.

GADELHA, A.N.; COELHO, V.H.R.; XAVIER, A.C.; BARBOSA, L.R.; MELO, D.C.D.; XUAN, Y.; HUFFMAN, G.J.; PETERSEN, W.A.; ALMEIDA, C. N. (2018). Grid box-level evaluation of IMERG over Brazil at various space and time scales. *Atmospheric Research*. 218, 231–244.

HE, Z.; YANG, L.; TIAN, F.; NI, G.; HOU, A.; LU, H. (2017). Intercomparisons of Rainfall Estimates from TRMM and GPM Multisatellite Products over the Upper Mekong River Basin. *Journal of Hydrometeorology*, 18(2), 413-430.

HUFFMAN, G.J., BOLVIN, D.T., NELKIN, E.J., WOLFF, D.B., ADLER, R.F., GU, G., HONG, Y., BOWMAN, K.P., STOCKER, E.F., (2007). The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*. 8, 38–55.

ROZANTE, J.R.; VILA, D.A.; CHIQUETTO, J.B.; FERNANDES, A.D.; ALVIM, D.S. (2018) Evaluation of TRMM/GPM blended daily products over Brazil. *Remote Sensing*, 10, 882.

SCHNEIDER, U., ZIESE, M., MEYER-CHRISTOFFER, A., FINGER, P., RUSTEMEIER, E., AND BECKER, A. (2016) The new portfolio of global precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre suitable to assess and quantify the global water cycle and resources, *Proc. IAHS*, 374, 29–34.

SOARES, A.S.D.; PAZ, A.R.; PICCILLI, D.G.A. (2016). Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 288-299.

TANG, G., CLARK, M., PAPALEXIOU, S. M., HONG, Y., MA, Z. (2020) - Have satellite precipitation products improved over last two decades? A comprehensive comparison of GPM IMERG with nine satellite and reanalysis datasets, *Remote Sensing of Environment*. 240, 111697.