



## Balanço hídrico espacial da região de Ilha Solteira, Itapura e Pereira Barreto

Julia Trindade da Silva<sup>1</sup>  
Mariele Squizzato<sup>1</sup>  
Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>2</sup>  
Renato Alberto Momesso Franco<sup>2</sup>  
Emanoele Caroline Amendola<sup>2</sup>  
Vitor Felipe Trinca<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP/FEIS  
Avenida Brasil, 56 - Bairro: Centro - 15385-000 - Ilha Solteira - SP, Brasil  
juliatsilva@gmail.com  
marielesqui93@gmail.com  
fbthtang@agr.feis.unesp.br  
bioramfranco@yahoo.com.br  
emanoele.amendola@gmail.com  
trincavitor@gmail.com

**Abstract.** The water balance is necessary for irrigation management, and it is based on the fact that this region has a good availability of water due to the presence of many masses of water of different volumes; This way, the climatic water balance generates data of excess and deficit of water. It is possible to better explain this point through the Thornwaite and Mather method; Subsequently, to obtain data referring to water demand and to interpolate the results, and expose it with the help of maps to visualize geographically the region of Itapura, Ilha Solteira and Pereira Barreto. Next, to identify the level of deficit in the whole region comprising the municipalities of Ilha Solteira, Itapura and Pereira Barreto, it was the objective of this work. The use of remote sensing by use of maps determine the movement to where the deficit of water goes along the year 2015, and the period from 2012 to 2015, with a spatial water balance. Thus, it is possible to analyze the accentuated water deficit in the months of January, August and October of 2015, with interpolation maps, as well as, this characterization in the interpolation maps of the mean period of water deficit of the years 2012 to 2015. Therefore, it is recommended to use the Method of data processing, and expose the results on interpolation maps to better visualize variations in water demand, facilitating decision-making on water management.

**Palavras-chave:** remote sensing, evapotranspiration, déficit of water, sensoriamento remoto, evapotranspiração, déficit hídrico.

### 1. Introdução

O clima da região do noroeste paulista apresenta inverno seco e ameno, e verão quente e úmido com as maiores taxas de evapotranspiração do estado de São Paulo, sendo assim, sujeita a veranicos que podem limitar as produtividades devido às deficiências hídricas prolongadas por até cerca de oito meses durante o ano, (Damião et al., 2010) concluíram que são altas as probabilidades de ocorrência também de veranicos críticos para as diferentes culturas agrícolas, sendo o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação uma atividade de alto risco.

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, e surgiu da necessidade de se contabilizar a chuva e a evapotranspiração que ocorre em um ecossistema. O manejo da irrigação de uma cultura deve ser feito com base em critérios que possibilitem a aplicação de água no solo, de forma a promover produção ótima, do ponto de vista econômico, em função do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, sendo então o balanço hídrico o nome desta contabilidade, que respeita o Princípio de Conservação de Massa em um volume de solo vegetado (Pereira, Angelocci e Sentelhas, 2009).

Segundo Schutze (2013) para a agricultura, as informações do balanço hídrico estão relacionadas ao conhecimento do regime hídrico de uma região, da época mais apropriada ao

longo do ano para o preparo do solo, semeadura e plantio e a viabilidade de implantação de sistemas de irrigação ou drenagem e definir os períodos de deficiência hídrica em que há necessidade de irrigação suplementar e a identificação dos períodos de excesso, os quais poderão ser aproveitados para o armazenamento superficial da água da chuva.

A utilização de sensoriamento remoto em hidrologia ganhou impulso na última década, principalmente devido ao desenvolvimento de novos sensores orbitais que podem ser utilizados no monitoramento hidrológico e climático (Warren, et al., 2014). O objetivo do trabalho visa determinar o balanço hídrico e discutir o déficit no baixo noroeste do Estado de São Paulo, que compreende os municípios de Ilha Solteira, Itapura, e Pereira Barreto.

## 2. Materiais e métodos

Para compor o trabalho, foram utilizados dados climatológicos provenientes da Rede de Estações Agrometeorológicas do Noroeste Paulista, operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP de Ilha Solteira. O balanço hídrico foi determinado a partir de dados mensais de precipitação (P) e evapotranspiração de referência obtida através da equação e os cálculos feitos em planilha eletrônica (Rolim et al., 1998). Os dados utilizados correspondem ao ano de 2012 a 2015, e foram coletados de três cidades, quatro estações, localizadas no noroeste paulista: Pereira Barreto (estações: Bonança e Santa Adélia), Ilha Solteira e Itapura. O clima da região é classificado segundo Köppen, como do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação pluvial anual média de 1.232 mm e umidade relativa do ar média de 64,8% (Hernandez et al., 1995)

O balanço hídrico foi determinado a partir dos dados médios mensais de precipitação (P) e evapotranspiração de referência ou potencial estimada pela equação da planilha eletrônica (Rolim et al., 1998). A CAD (Capacidade de Água Disponível) foi calculada a partir do valor médio dos solos (Argissolos) da região, sendo considerada a CAD de 40 milímetros. A partir dos dados iniciais (P, ETo e CAD) foi realizado o balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) apresentado por Pereira, Angelocci e Sentelhas (2009).

De acordo com o que foi apresentado por Silva et al., (2013) a interpolação pode ser definida como o procedimento matemático de ajuste de uma função a pontos não amostrados, baseando-se em valores obtidos em pontos amostrados. Na prática o processo de interpolação parte da definição de uma malha, seu espaçamento e suas dimensões. Esta malha é útil para estimar o valor de cada ponto (ou nó) pela seleção de pontos (nós) próximos com valores conhecidos. Os valores dos nós então serão redefinidos por filtragem e por funções (algoritmos) matemáticas que podem ser semelhantes aos valores iniciais (interpoladores exatos) ou aproximados dos valores dos pontos iniciais.

Os mapas foram feitos com a ajuda dos softwares Ilwis 3.31 Academic (processamento de imagens) e ArcGis (sistema de informações geográficas) para finalizar. Para a elaboração dos mapas foi preciso escolher o método de estimativa que se adequasse melhor ao trabalho e utilizou-se os valores de déficit hídrico obtidos pelo balanço hídrico. Segundo Jakob (2002), o moving average é aplicável para conjuntos grandes e muito grandes de dados. Este método extrai tendências intermediárias de um número mínimo de pontos definidos dentro de uma “Elipse de Procura” (Search Ellipse), associada a cada um dos pontos do grid. O valor final de cada um dos pontos do grid é igual à média aritmética de todos os pontos vizinhos identificados. Se dentro da elipse de procura não houver o número mínimo de pontos definidos para o cálculo, aquela área aparecerá em branco.

## 3. Resultados e discussão

Os resultados do balanço hídrico médio mensal para a região abordada estão apresentados nas Figuras 1 a 3, onde se podem analisar as variações do déficit hídrico na região



abordada.

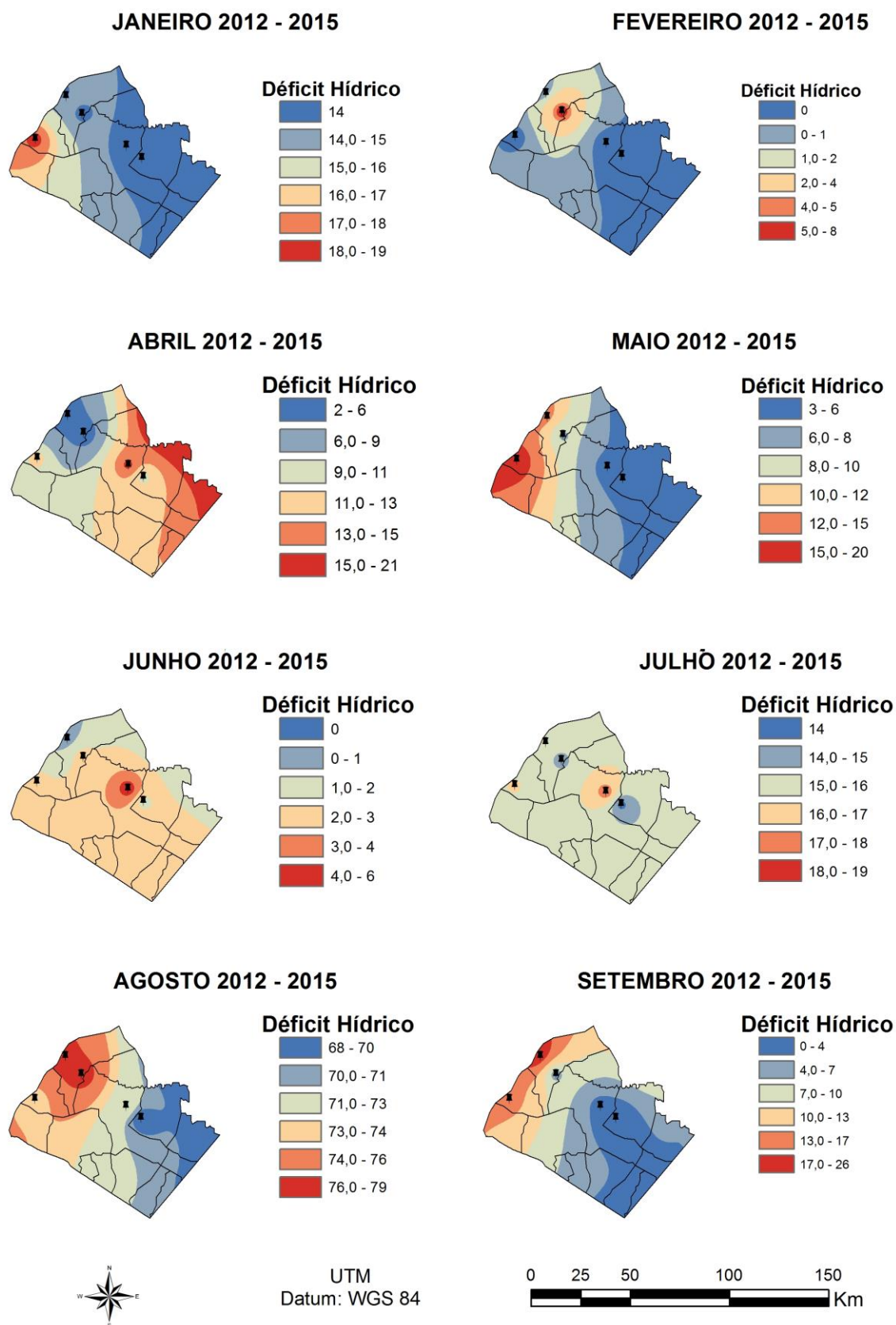


Figura 1 Mapas do déficit hídrico mensal em média dos anos de 2012 a 2015.

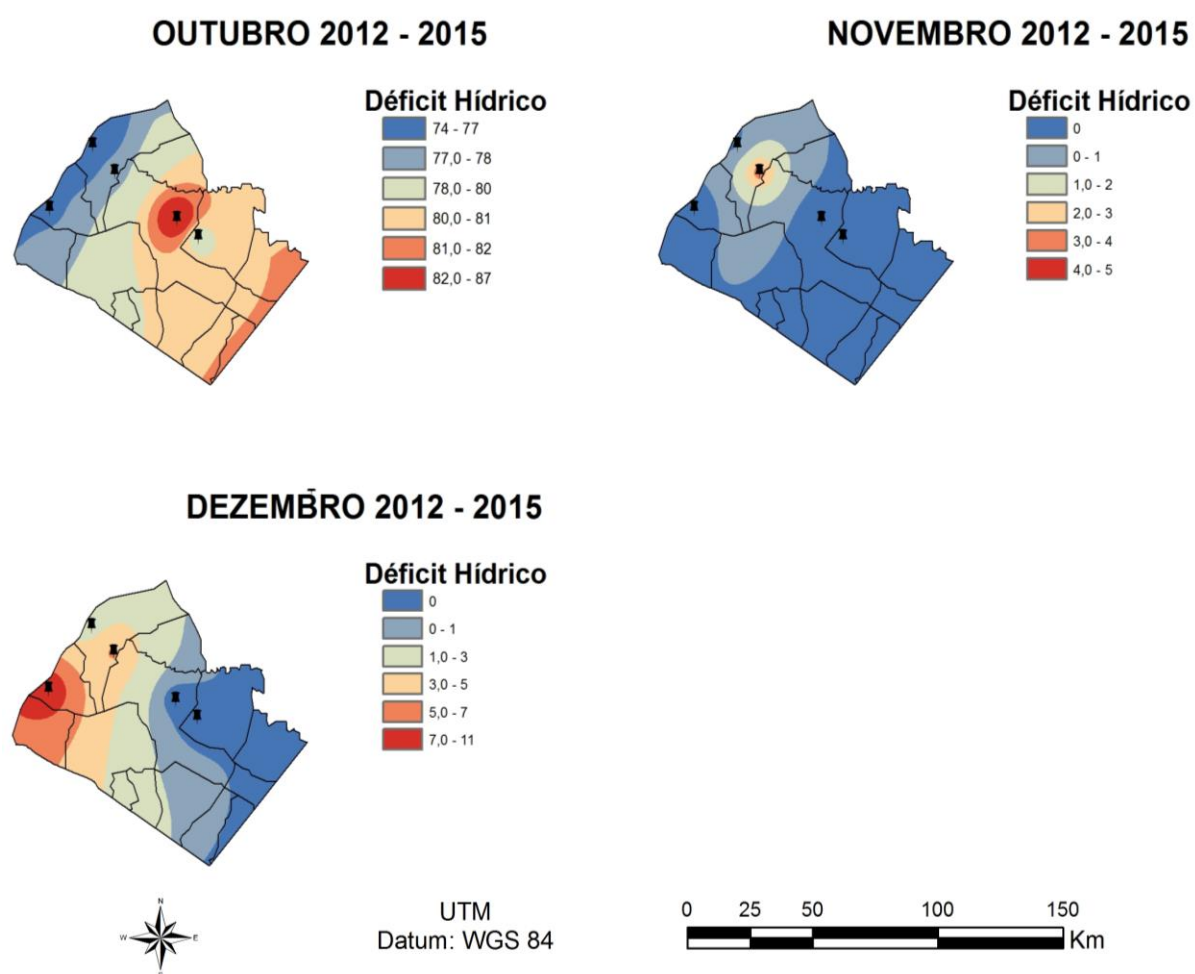


Figura 2 Mapas do déficit hídrico mensal em média dos anos de 2012 a 2015.



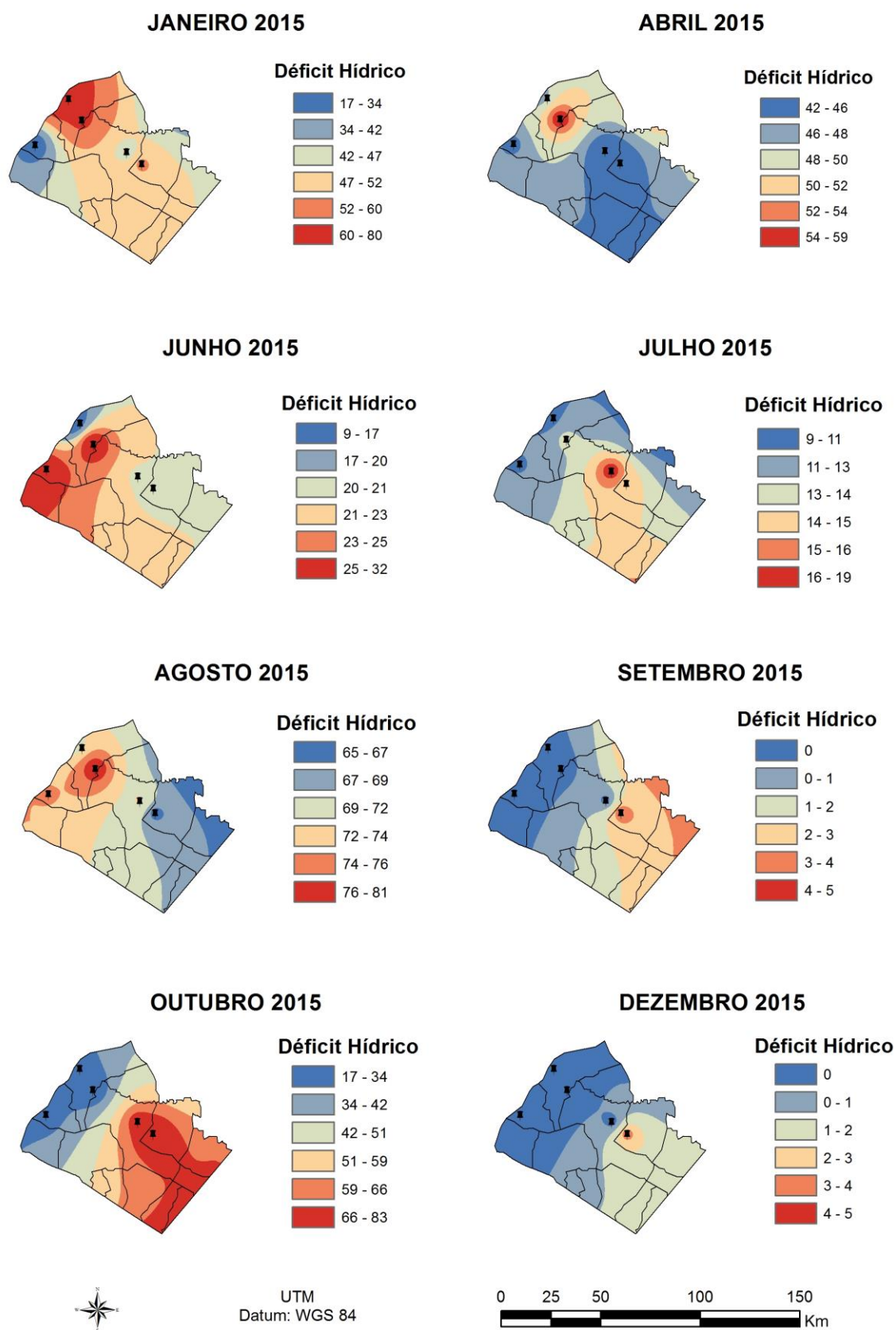
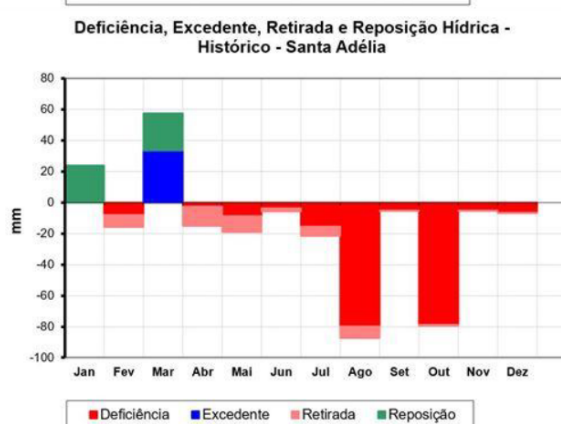
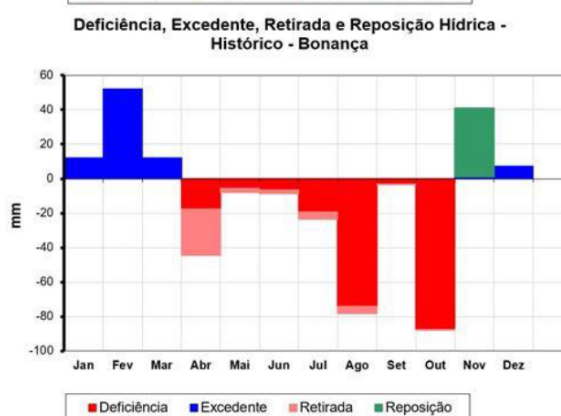
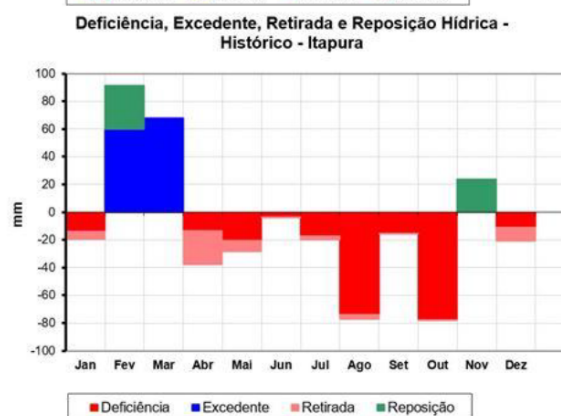
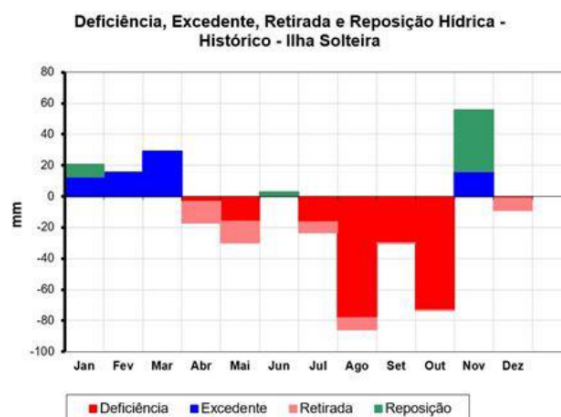
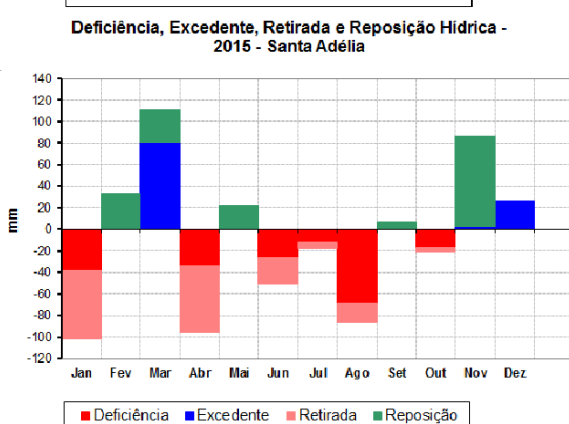
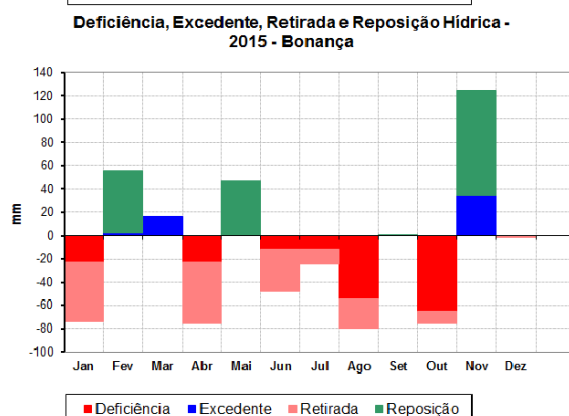
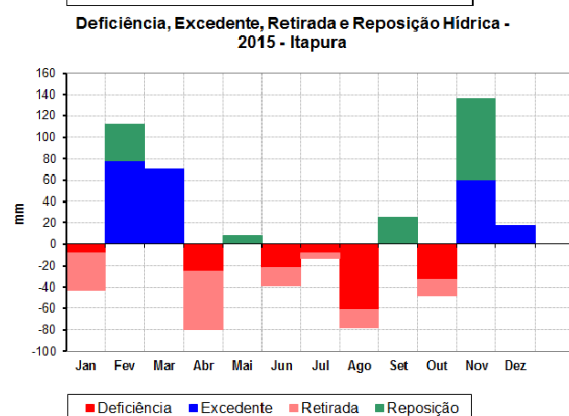
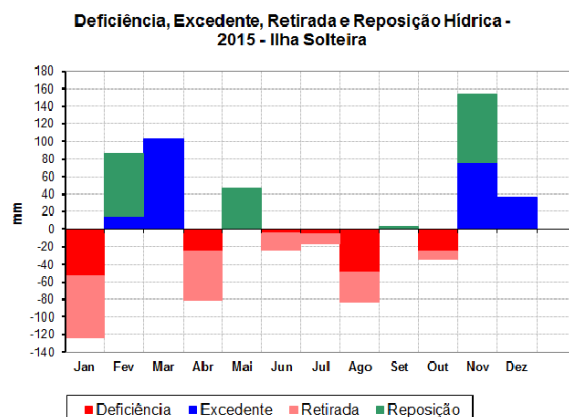


Figura 3 Mapas do déficit hídrico mensal em média do ano de 2015.



Na estação Santa Adélia, localizada no município de Pereira Barreto foi observando semelhança no déficit hídrico nos meses de agosto em ambos períodos que estive entorno de 70 e 80 milímetros, caracterizando agosto de 2015 um pouco acentuado ultrapassando cerca de 8 mm da média dos anos de 2012 a 2015, mas adequado visto que é um período

compreendido como seco no ano. Ainda no município de Pereira Barreto, mas agora na estação Bonança semelhante a estação Santa Adélia em ambas as comparações o mês de outubro foi apontado como o mês de maior déficit com 89 mm e 87 mm em 2015, o que representa bastante regular com relação ao histórico, pois são apenas 2 milímetros de diferença. Houve um período de 7 meses de abril a outubro na média de 2012 a 2015 de déficit hídrico prolongado.

Em Ilha Solteira a situação é diferente na média do período de 2012 a 2015 o déficit mais expressivo ocorreu em agosto com 89 mm, semelhante a Pereira Barreto. Porém em 2015 o mês de janeiro chegou a cerca de 20 milímetros menos que o mês de agosto. Em Itapura pode-se observar que na média do período de 2012 a 2015 os maiores déficits foram em outubro e agosto com 89 e 87 mm, respectivamente. Já em 2015 o analisado é que outubro teve déficit de 59 mm, enquanto agosto chegou a 86 mm semelhante ao observado na média histórica. E semelhante ao município de Pereira Barreto, na estação Bonança em Itapura também houve um período de abril a outubro de déficit prolongado na média de 2012 a 2015 e ainda em janeiro e dezembro apresentou déficit hídrico.

Com isso através da interpolação dos dados de déficit hídrico foi feita a caracterização da região que abrange desde Ilha Solteira, Itapura até Pereira Barreto. Assim, em 2015 o mês com déficit mais expressivo em Pereira Barreto foi outubro com um contraste de déficit no lado oposto que abrange os municípios de Itapura e Ilha Solteira. Diferente de janeiro que o contraste foi justamente entre as cidades de Ilha Solteira com cerca de 80 mm e Itapura com entorno de 17mm. Na média dos anos de 2012 a 2015 o mês que houveram valores maiores de déficit hídrico também foi outubro com o menor valor em 74 mm nos municípios de Itapura e Ilha Solteira, e 87 mm estimado na região de Pereira Barreto mais precisamente na região da estação Bonança.

#### 4. Conclusões

Portanto conclui-se que nesta região que apontamos no trabalho o mês de outubro tem sido o mês com déficit hídrico mais acentuado e que a partir de 2015 isso foi sendo distribuído ao longo do ano, mas que ainda por poucas diferenças janeiro, agosto e outubro foram os mais representativos, mas com destaque para agosto que foi de 65 a 81 milímetros de déficit hídrico, o que caracteriza a região com um clima bastante variável sendo sujeita a veranicos. E a metodologia aplicada no presente trabalho para a produção de mapas de interpolação, associada ao uso dos softwares ILWIS e ArcGIS, tiveram desempenho satisfatório, e assim pode-se recomendar o uso deste processamento para determinação do déficit hídrico em diferentes áreas.

#### Referências Bibliográficas

- DAMIÃO, J. et al. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, noroeste paulista. In: CONIRD – CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Anais.. Brasília-DF: ABID – Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2010. v. 20, p. 1–7.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p.
- JAKOB, A.A.E. A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil de 4 a 8 de novembro de 2002.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI L. R.; SENTELHAS P. C.; Meteorologia Agrícola. São Paulo: LCE 306. 2009. 191 p.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas do ambiente EXCEL™ para cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n.1. p.133-137, 1998.
- SCHUTZE, I. X.; HERNANDEZ, F.B.T.; FEITOSA, D. G.; SILVA, Y.F.; Balanço hídrico no noroeste paulista em 2012. XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013, Fortaleza, Ceará, Brasil de 4 a 8 de agosto de 2013.



SILVA Y.F.; HERNANDEZ F.B.T.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; NUÑEZ D. N. C.; TEIXEIRA A. H. C.; BRUNINI O.; ILWIS como ferramenta para geração de mapas de chuva por interpolação. Anais XVI Simpósio de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 13-18 abril 2013, INPE, p. 5338-5344.

THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Publications in climatology. Laboratory of Climatology, New Jersey, v.8, 1955, 104p.

UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação. Canal Clima. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em: 28 de outubro de 2016.

WARREN, M. S.; TEIXEIRA, A. H. de C. ; RODRIGUES, L.N. ; HERNANDEZ, F. B. T. Utilização do Sensoriamento Remoto Termal na Gestão de Recursos Hídricos. Revista Brasileira de Geografia Física, v.07, n. 01, 2014, 065-082.