

ANÁLISE AGROCLIMATOLÓGICA: SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM ITAPURA-SP

Anderson de Jesus Pereira¹, Fernando Braz Tangerino Hernandez² Laís Veloso Febroni³,
Israel De Oliveira Junior⁴

RESUMO: A quantificação do volume de água no solo e o estudo do comportamento pluviométrico são ferramentas importantes para o manejo adequado dos recursos hídricos. Por isso, esta pesquisa objetiva caracterizar o balanço hídrico, a frequência de chuva e determinar a probabilidade diária de ocorrência das precipitações pluviométricas entre os anos de 2012 a 2019 no município de Itapura-SP. Na elaboração do balanço hídrico histórico, adotou-se a capacidade de armazenando de água disponível no solo (CAD) igual a 40mm e, para classificar a intensidade de precipitação, empregou-se o intervalo de 5mm. A média anual de chuva corresponde a 1168mm/ano e os maiores índices pluviométricos referem-se aos meses de fevereiro, janeiro e novembro, responsáveis por 45% da precipitação anual. O déficit hídrico decorre em oito meses, entre abril e outubro, e no mês dezembro, e totaliza 380mm/ano, sendo agosto o mês mais crítico. Em 68% do total de dias estudados, não houve precipitação. A probabilidade de ocorrência de chuva com intensidade moderada é de aproximadamente 2%. Com isso, a agricultura sem a implementação dos métodos de irrigação no município é uma atividade de elevado risco de perda na produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: frequência de precipitação, deficiência hídrica, variáveis climáticas

AGROCLIMATOLOGICAL ANALYSIS: SUBSIDIES FOR THE MANAGEMENT OF IRRIGATION IN ITAPURA-SP

ABSTRACT: Quantifying the volume of water in the soil and studying rainfall behavior is an important tool for correctly managing water resources. Thus, the research aims to characterize the water balance, the frequency of rain and to determine the daily probability of occurrence of rainfall in the municipality of Itapura-SP, between the years 2012 to 2019. In the

¹ Mestrando em Agronomia – Irrigação e Drenagem, UNESP; e-mail: agroandersonn@gmail.com.

² Prof. Doutor, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solo, UNESP, Ilha Solteira, SP; e-mail: fernando.braz@unesp.br

³ Mestranda em Agronomia - Irrigação e Drenagem, UNESP; e-mail: lais.febroni@gmail.com

⁴ Dr. em Geografia; Secretaria de Educação do Estado da Bahia; e-mail: iojjunior@gmail.com.

preparation of the historical water balance, the capacity was adopted of storing water available in the soil (CAD) equal to 40 mm. In the histogram, the precipitation class interval of 5 mm was used to classify the intensity of precipitation. The annual average of rain corresponds to 1168mm/year. The highest pluviometric indexes refer to the months of February, January and November responsible for 45% of the annual precipitation. The water deficit runs for 9 consecutive months, which varies between April and December and totals 380 mm / year, with August being the most critical month. In 68% of the studied days there was no precipitation. The probability of moderate rainfall is approximately 2%. As a result, agriculture without the implementation of irrigation methods in the municipality is a high risk activity loss of productivity.

KEYWORDS: precipitation frequency, water deficiency, climatic variables

INTRODUÇÃO

O manejo adequado da irrigação almeja repor água no solo no momento e em quantidade exata, aliado às necessidades da planta, que variam conforme a evapotranspiração da cultura e a capacidade de armazenamento de água no solo. Um ótimo manejo, também, considera a produção e sustentabilidade do ponto de vista econômico e socioambiental. Assim, antes da disponibilidade hídrica no solo atribuir valores críticos é o momento de irrigar, caso contrário a cultura apresentará efeitos deletérios devido à restrição de água no solo.

As variáveis que constituem o balanço hídrico o torna uma ferramenta importante no gerenciamento agropecuário, pois determina os períodos críticos, a disponibilidade de água no solo em uma escala temporal, efetua o zoneamento agroclimático e ambiental e caracteriza o clima da região (SANTOS et al., 2010; LIMA & SANTOS, 2009). O planejamento integrado dos recursos hídricos auxilia na tomada de decisão correta no processo de produção agrícola e possibilita determinar o período mais adequado para o plantio e colheita – quando e a quantidade de água a ser aplicada pelo sistema de irrigação (ASCOLI et al., 2017; BARRETO et al., 2014; SILVA JUNIOR, 2018).

Nesse sentido, o estudo da distribuição da variabilidade e intensidade pluviométrica no tempo e no espaço, identifica antecipadamente períodos de fragilidade climática de excesso ou escassez hídrica e contribui para o produtor optar pela escolha da irrigação no sentido de evitar a escassez hídrica no solo (SANTOS & CARLESSO, 1998; SANTOS et al., 2010).

O déficit hídrico é um dos principais agentes responsáveis pela redução da produtividade agrícola, assim, a quantificação do volume de água no solo que varia conforme a tipologia e profundidade do sistema radicular da cultura, auxilia na efetivação de um melhor manejo da irrigação tanto do ponto de vista econômico como socioambiental (PEREIRA et al., 2002). As análises dos dados históricos climáticos possibilitam elaborar um plano de manejo adequado para o uso da terra e dos recursos hídricos, no intuito de definir estratégias para alinhar o calendário agrícola com as necessidades das culturas e desenvolver a técnica de irrigação em períodos de insuficiência hídrica.

O noroeste paulista configura-se como uma região de alta evapotranspiração e deficiências na distribuição das chuvas, sendo os meses de agosto, setembro e outubro os mais críticos para o setor agropecuário (SILVA JUNIOR et al., 2018). No intuito de suprir o déficit hídrico no solo e aumentar a produção agrícola, os métodos de irrigação ganham espaço no noroeste paulista. Por exemplo, entre 2000 e 2008 houve uma ampliação da área irrigada por pivô central em 10473 hectares (OLIVEIRA, 2020).

Nessa perspectiva, por este trabalho objetiva-se avaliar a frequência pluviométrica e o conteúdo de água no solo por meio do balanço hídrico no município de Itapura-SP, entre os anos de 2012 a 2019.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Itapura, localizado no noroeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Conforme a metodologia proposta por Köppen, a classificação climática regional, é caracterizada como Aw, de clima tropical úmido, com estações chuvosas no verão e seca no inverno; a temperatura média anual é de 24,5°C, precipitação anual em torno de 1.232mm e umidade relativa média de 64,8 % (HERNANDEZ et al., 1995).

Para a elaboração do balanço hídrico histórico, definiu-se o período entre 2012 e 2019. A caracterização da distribuição temporal foi realizada com o auxílio de planilha eletrônica (ROLIM et al., 1998), conforme a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955). Utilizou-se os valores mensais de pluviosidade (P) e evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) a partir da Estação Itapura (Latitude 20 38° 28.1" S, Longitude 51 38° 28.1" O e altitude de 335m), pertencente à Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (UNESP, 2020).

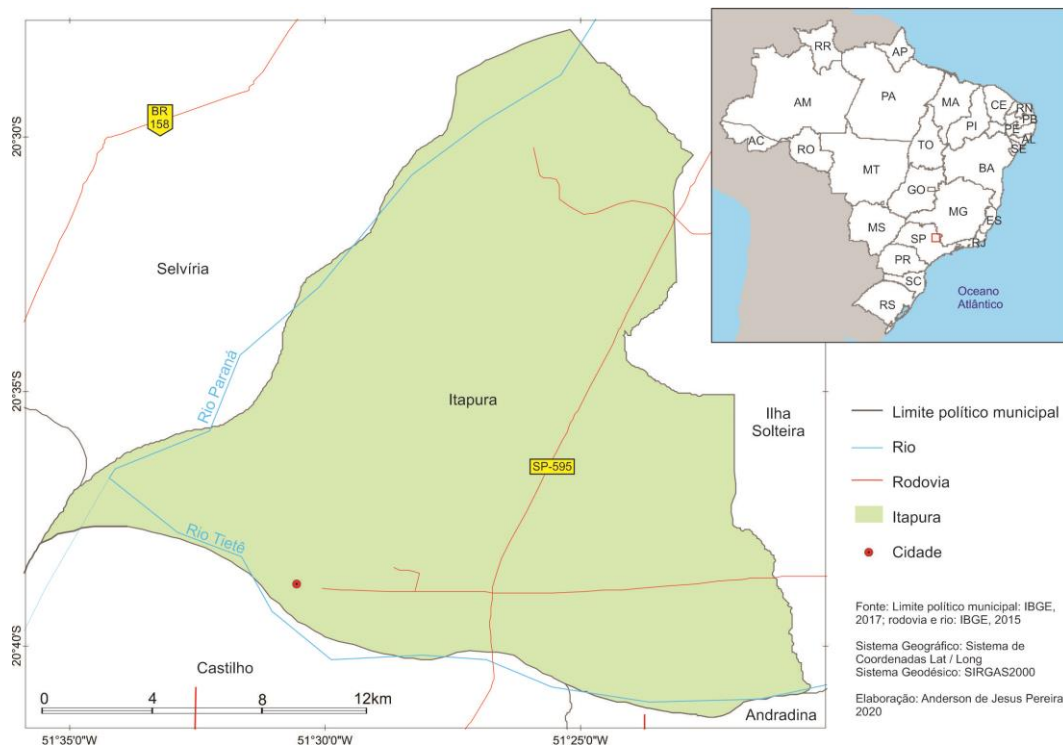


Figura 1. Localização do município de Itapura-SP

Empregou-se a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 40mm (SANTOS, 2010), em virtude das maiorias das culturas anuais manejadas no município, a exemplo do milho, feijão, soja e sorgo (IBGE, 2019). Por meio da planilha eletrônica, efetuou-se a tabulação e os cálculos estatísticos, com o objetivo de identificar a distribuição de frequência de chuvas. Adotou-se, no histograma, o intervalo de classe de precipitação de 5mm, conforme metodologia proposta por Soriano & Galdino (2002), para classificar a intensidade de precipitação (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação da precipitação

Intervalo de precipitação (mm)	Intensidade de precipitação
0,1 - 5	Muito fraca
5 - 10	Fraca
10 - 15	Moderadamente fraca
15 - 20	Moderada
20 - 25	Moderadamente forte
25 - 30	Forte
>30	Muito forte

Fonte: Soriano & Galdino (2002)

Dos 2.922 dias que compõe o intervalo entre os anos de 2012 a 2019, utilizou-se, nos cálculos estatísticos e no balanço hídrico, 2.917 dias, pois há ausência de informações agrometeorológicas nos demais, correspondentes a um dia em um dos meses de julho e, dois dias referentes a um dos meses de setembro e novembro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média anual de precipitação corresponde a 1168mm/ano; sendo 2017, 2015 e 2014 os períodos de maior precipitação, com valores respectivos de 1463, 1407, 1291 mm/ano. Os anos de 2018, 2019 e 2013 assinalam os menores valores, em ordem, 947, 974 e 1032 mm/ano. Os maiores índices pluviométricos referem-se aos meses de fevereiro, janeiro e novembro, com 189 mm, 167 mm e 153 mm; os três meses são responsáveis por 45% da precipitação anual.

Em contrapartida, julho, agosto e junho detém os menores valores de precipitação, em ordem, 19mm, 21mm e 36mm – juntos somam, apenas, 7% das chuvas. A série histórica do município de Itapura-SP indica que o déficit hídrico decorre em nove meses seguidos, que se entente entre abril e dezembro que corresponde a 380 mm/ano (Tabela 1).

Tabela 1. Balanço hídrico histórico, município de Itapura-SP – 2012 a 2019

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (Penman Monteith)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,9	167	148	148	0	0
Fev	25,6	189	129	129	0	44
Mar	25,3	146	130	130	0	16
Abr	24,3	62	104	88	16	0
Mai	21,8	57	85	64	21	0
Jun	21,2	36	75	40	34	0
Jul	20,6	19	88	21	67	0
Ago	22,2	21	118	21	97	0
Set	24,6	75	135	75	60	0
Out	25,9	85	150	85	64	0
Nov	25,7	153	144	144	0	0
Dez	26,0	123	148	128	20	0
Média	24,1	-	121	89	-	-
Total	289,2	1132	1452	1072	380	60

Os maiores picos mensais de deficiência hídrica ocorrem nos meses de agosto e julho, assinalados em 97mm e 67mm (Figura 2). As taxas de reposição acontecem, somente, em janeiro, fevereiro e novembro, com pequenas taxas de excedente em fevereiro e março, respectivamente com 44mm e 16mm (Figura 2). A evapotranspiração potencial corresponde a 1.452mm/ano, com 121mm, de média mensal. Outubro representa o maior valor de ETP, e junho o menor, respectivamente com 150mm e 75mm.

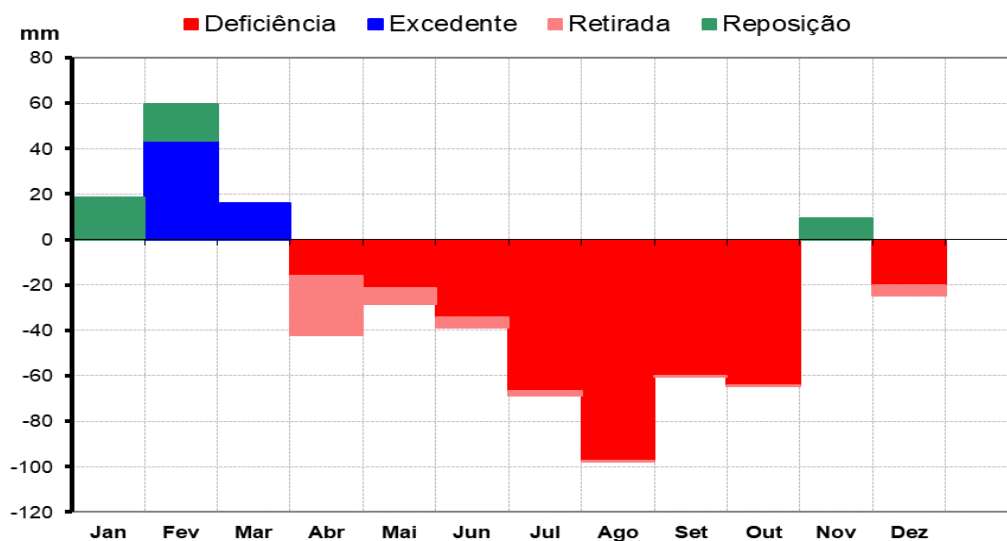


Figura 2. Balanço hídrico do município de Itapura-SP.

Na intensidade de precipitação muito fraca, o mês de maior ocorrência é janeiro, com 76 dias, e julho o menor, com 14 dias (Tabela 2). O mês de janeiro, seguido de dezembro, detém a maior quantidade de dias no intervalo de 5 a 10mm, classificado de baixa precipitação; já os meses de junho, julho e agosto os menores, com apenas 5 dias.

Tabela 2 – Intensidade de Precipitação de acordo com intervalo de classe

Mês	Intervalo de precipitação (mm)						
	Muito fraca	Fraca	Moderadamente fraca	Moderada	Moderadamente forte	Forte	Muito forte
	0,1 ---5	5 ---10	10 ----15	15 ---20	20 ---25	25 ---30	30>=
Janeiro	76	21	13	14	7	3	10
Fevereiro	49	20	7	8	7	6	14
Março	60	8	6	5	6	3	17
Abril	33	10	5	2	1	2	4
Mai	35	7	4	5	2	2	4
Junho	24	5	4	2	1	1	3
Julho	14	5	3	2	2	0	0
Agosto	22	5	4	0	1	0	1
Setembro	26	17	6	1	3	3	4
Outubro	46	14	9	2	4	2	6
Novembro	50	19	12	3	5	4	12
Dezembro	63	21	18	3	2	4	7

Na classificação de precipitação moderada correspondente ao intervalo de 15 a 20 mm, o mês de janeiro representa os maiores valores, com 14 dias, acompanhado por fevereiro, com 8, e março, com 5 dias; entretanto, no mês de agosto não há registro de precipitação moderada.

A classificação do intervalo de precipitação forte abrange a escala entre 20 a 25mm. Ela ocorre em seis dias no mês de fevereiro; em sequência, novembro e dezembro, ambos com 4 dias; inexistente registro de intensidade de chuva para julho e agosto. Os meses de março, fevereiro e novembro apresentam os maiores volumes de chuva, contendo intensidade de precipitação com chuvas muito forte acima de 30mm. O maior volume de chuva diária e

mensal registrada sucedeu no mês de março de 2014, no total de 110,5mm/dia e 356,9mm/mês. No entanto, no mês de julho, entre os anos de 2012 a 2019, não houve precipitação diária acima de 30mm.

Baseado na distribuição de frequência estimou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação diária para cada mês, conforme o intervalo de intensidade (Tabela 3). É possível observar uma tendência no aumento da probabilidade de ocorrência de chuva nos primeiros meses do ano. A maior probabilidade diária de intensidade de precipitação muito forte sucede em março, fevereiro e novembro, com valores respectivos de 6,9%; 6,2% e 5%.

Embora fevereiro tenha a maior média de precipitação mensal, com 189 mm, as chuvas tendem a precipitar de forma intensa. Em contrapartida, janeiro ocupa a segunda colocação, com o valor de 167 mm, e caracteriza o mês de maior probabilidade de chuvas diárias, porém com volumes menores quando comparado a fevereiro.

Tabela 3. Probabilidade (%) de ocorrência de precipitação associada ao intervalo de classe

Mês	Intervalo de precipitação (mm)							
	0	0,1 --5	5 --10	10 --15	15 --20	20 --25	25 --30	30>=
Jan	41,94	30,65	8,47	5,24	5,65	2,82	1,21	4,03
Fev	50,88	21,68	8,85	3,10	3,54	3,10	2,65	6,19
Mar	57,66	24,19	3,23	2,42	2,02	2,42	1,21	6,85
Abr	76,25	13,75	4,17	2,08	0,83	0,42	0,83	1,67
Mai	76,21	14,11	2,82	1,61	2,02	0,81	0,81	1,61
Jun	83,33	10,00	2,08	1,67	0,83	0,42	0,42	1,25
Jul	89,47	5,67	2,02	1,21	0,81	0,81	0,00	0,00
Ago	86,69	8,87	2,02	1,61	0,00	0,40	0,00	0,40
Set	74,79	10,92	7,14	2,52	0,42	1,26	1,26	1,68
Out	66,53	18,55	5,65	3,63	0,81	1,61	0,81	2,42
Nov	55,88	21,01	7,98	5,04	1,26	2,10	1,68	5,04
Dez	52,42	25,40	8,47	7,26	1,21	0,81	1,61	2,82

A menor probabilidade de não chover diariamente refere-se aos meses de julho, agosto e junho, que assinam 10,52, 13,30 e 16,66% (Figura 3). As probabilidades estimadas ratificam os meses de junho, julho e agosto como os mais secos, os quais apresentam uma alta probabilidade de não haver precipitação, quando comparado aos meses do trimestre mais chuvoso.

A pesquisa realizada por Silva Junior et al. (2018) ratifica os dados encontrados e afirma que os meses de agosto e julho caracterizam a maior deficiência hídrica mensal do município. Todavia, os valores encontrados diferem do estudo desenvolvido por Silva et al. (2017), em que o mês de maior déficit de água no solo refere-se a outubro, com 89mm, e agosto o segundo, com 87 mm.

O balanço hídrico, associado aos intervalos de precipitação e dados de probabilidade diária de chuva, ratifica a importância da contabilização do volume de água no solo, para proporcionar o manejo adequado da irrigação. Assim, a agricultura sem a implementação dos métodos de irrigação no município de Itapura é uma atividade de risco elevado.

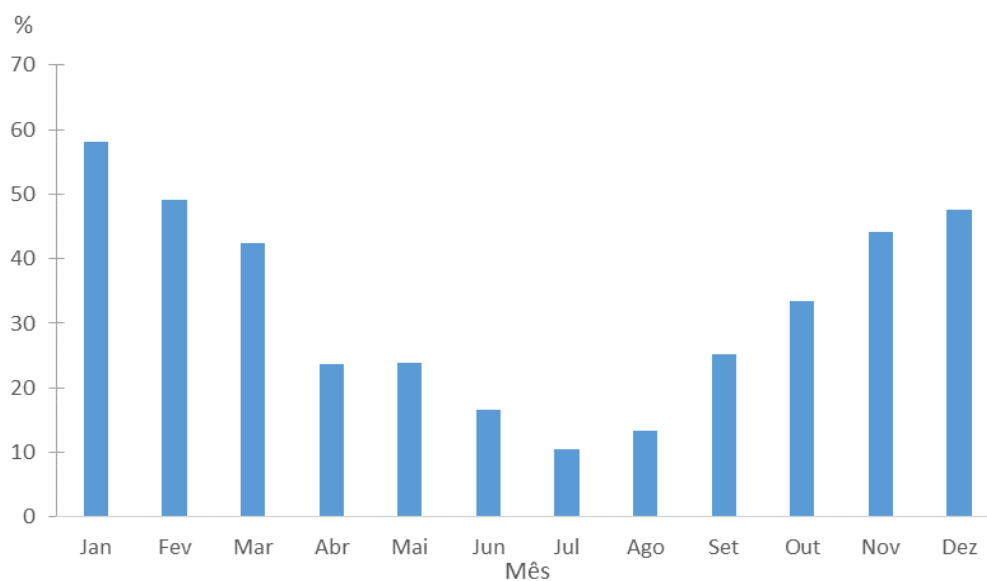


Figura 3. Média da probabilidade de ocorrência de precipitação diária por mês.

Devido ao longo intervalo de déficit hídrico no solo no município de Itapura-SP, a evolução da área irrigada no município é uma realidade. Aproximadamente 7% da área do município é irrigada por pivô central, que representa 2.132 hectares (SQUIZATO, 2017). Os sistemas de irrigação são implantados no intuito elevar a produção, padronizar e melhorar a qualidade dos produtos, além de permitir a colheita em períodos estratégicos para que o produtor obtenha uma porcentagem maior de lucro (HERNANDEZ et al., 2003).

CONCLUSÃO

A escassez hídrica decorre em oito meses, que se entente entre abril a outubro e no mês de dezembro. O déficit hídrico no solo corresponde ao total anual de 380mm, sendo agosto o mês de maior pico de deficiência hídrica no solo, assinado por 97mm e representa 25,5%. No período analisado, em 68% dos dias inexistiu a ocorrência de precipitação. A maior probabilidade de ocorrência de chuva referiu-se à intensidade muito fraca, com 17%. Assim, para evitar danos de produtividade no setor agropecuário, é necessário utilizar a irrigação, aliada a bom manejo, no qual o balanço hídrico, possibilita identificar o momento e a quantidade correta a ser aplicado conforme as características ambientais e fenológicas das culturas.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro na constituição da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (Processo 2009/52467-4, projeto “Modelagem da produtividade da água em bacias hidrográficas com mudanças de uso da terra”).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.

ASCOLI, A. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; SENTELHAS, P. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; AMENDOLA, E. C.; ASCOLI, R. T. Necessidade de irrigação na cultura da cana-de-açúcar em função da época de colheita. *In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING*, 4. (INOVAGRI), 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABID, 2017.

BARRETO, H. B. F.; PEREIRA, G. M.; BARRETO, F. P.; FREIRE, F. G. C.; MAIA, P. M. E. Relação intensidade duração-frequência para precipitação extrema em Mossoró – RN. **Global Science and Technology**, v.7, n. 3, p. 103–109, 2014.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, 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.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V.; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d’Oeste, Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 21-30, 2003.

OLIVEIRA, D. A. **Evolução da expansão da agricultura irrigada por pivô central e da evapotranspiração incremental no Noroeste Paulista**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2020. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/dissertacao_daniela_oliveira.pdf. Acesso: 27 set. 2020.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 142-149, 2010.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA JUNIOR, J. F.; HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, I. P. F. REIS, L. S.; TEXEIRA, A. H. C. Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistema**, v. 12, n. 2, p. 122-131, 2018.

SILVA, J. T.; SQUIZATO, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, A. M.; AMENDOLA, E. C.; TRINCA, V. F. Balanço hídrico espacial da região de Ilha Solteira, Itapura e Pereira Barreto. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 18. (SBSR), 2017, Santos. **Anais...** Santos: INPE, 2017. p. 7589-7596. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/galao-proceedings--sbsr-60104-balanco-hidrico-.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S. **Análise da distribuição da frequência mensal de precipitação para a subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2002.

SQUIZATO, M. **Evolução e identificação da área irrigada por pivô central no noroeste paulista**. Orientador: Fernando Braz Tangerino Hernandez. Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water budget and its use in irrigation. *In: THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Yearbook of Agriculture – Water*. Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p. 346-358.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP. Estação Itapura. **Canal Clima da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação**, 2020. Disponível em: <clima.feis.unesp.br/>. Acesso: 5 jul. 2020.