

WEATHER NETWORKS: FOR WHAT AND TO WHOM? NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE WEATHER NETWORK

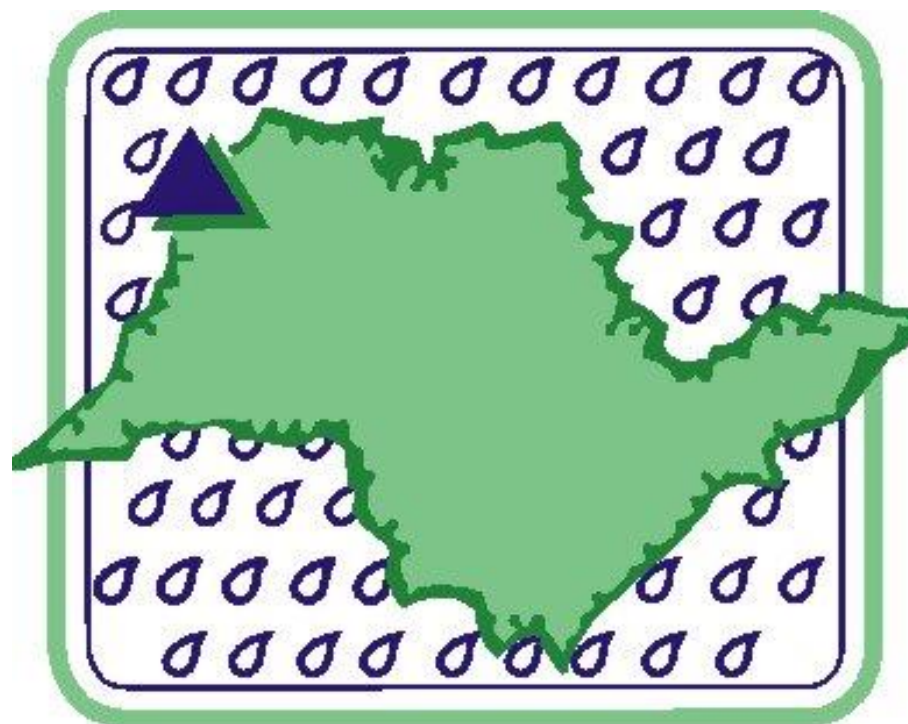
FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ

UNESP Ilha Solteira
Area of Hydraulics and Irrigation

www.agr.feis.unesp.br/irrigacao

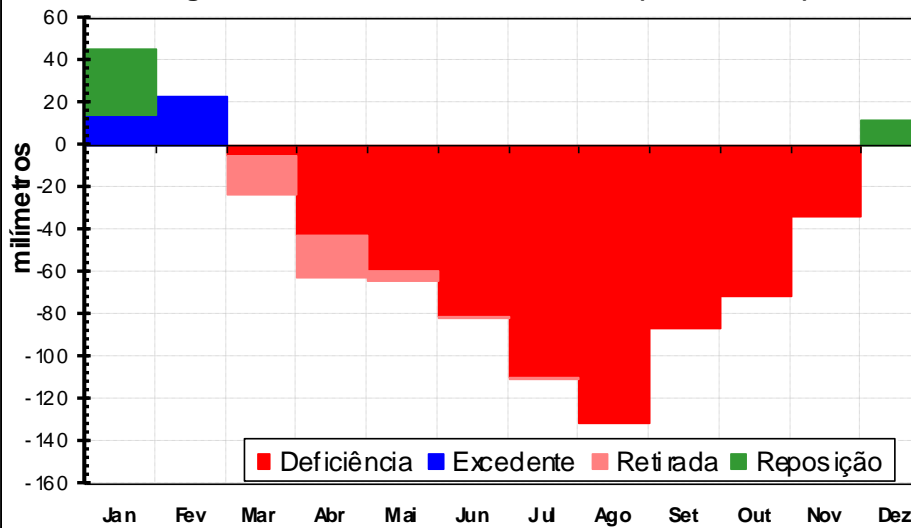
fbthtang@agr.feis.unesp.br



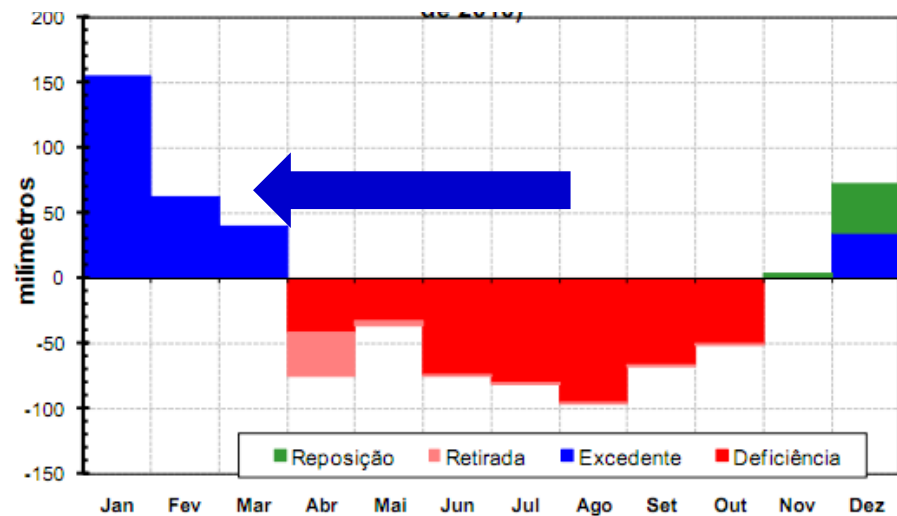


UNESP
HIDRAULICA E IRRIGAÇÃO
ILHA SOLTEIRA - SP

Water balance in Ilha Solteira region (1967 - 2002)

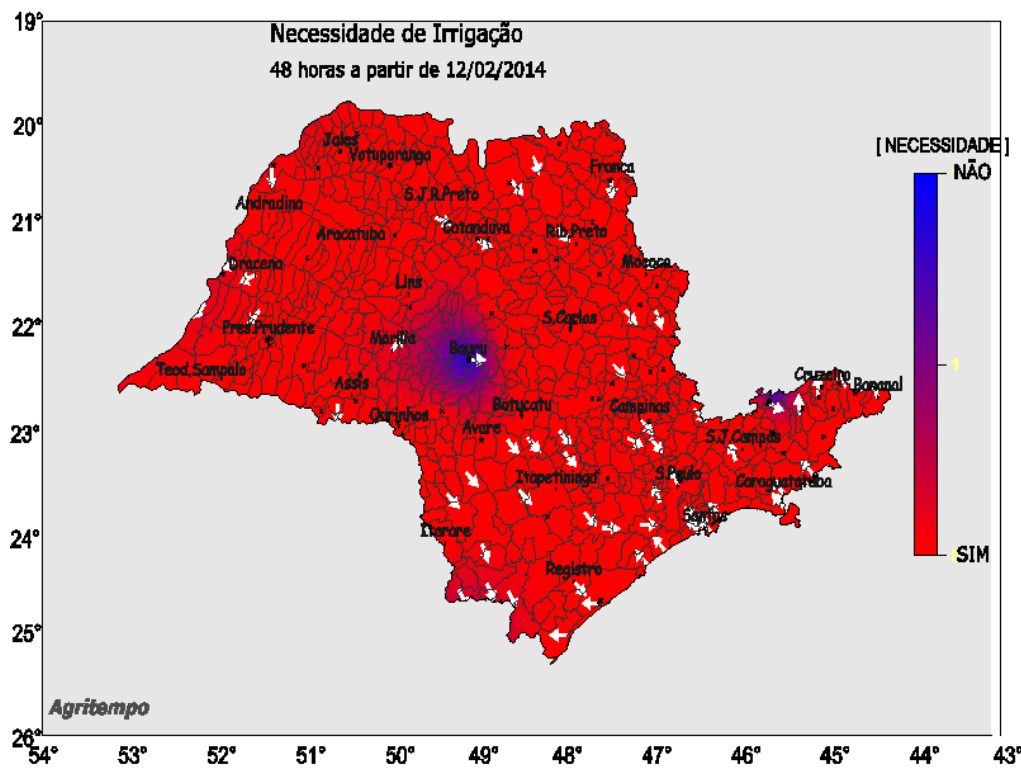


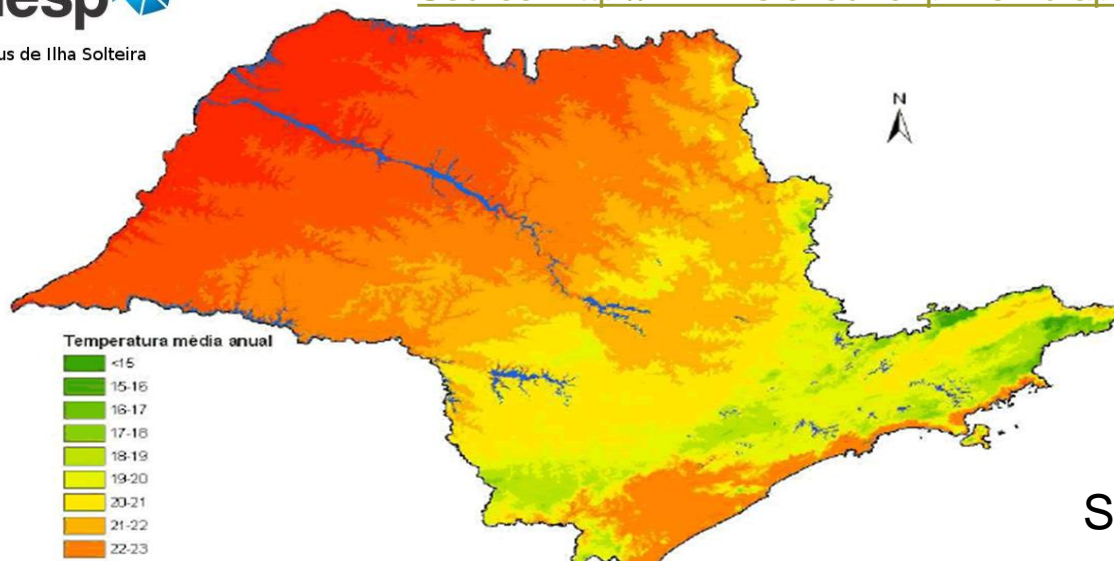
Water balance in Ilha Solteira region (2000 - 2010)



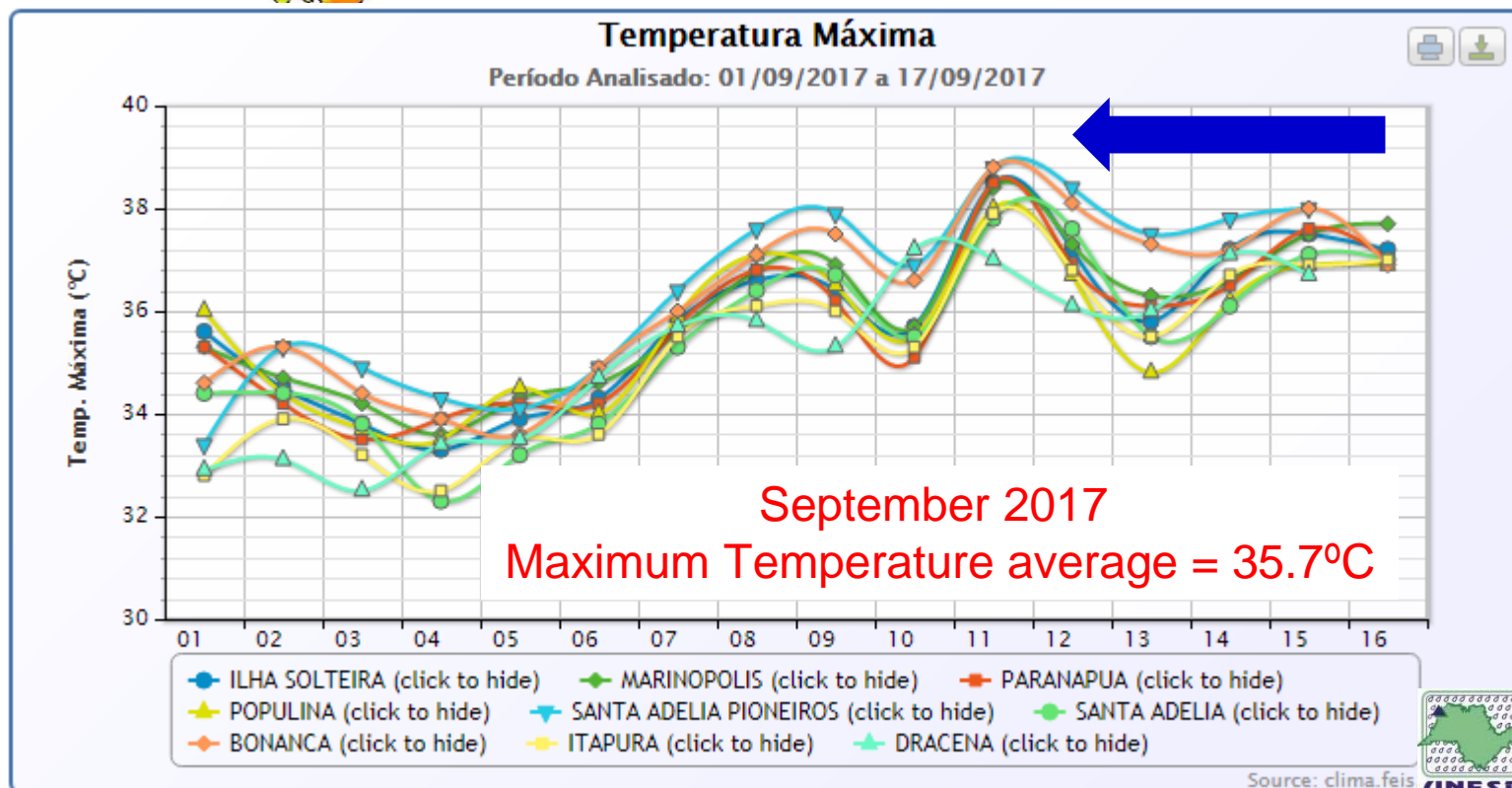
Hernandez et al. (1995),
 Hernandez et al. (2003),
 Santos et al. (2010),
 Damião et al. (2010)

<http://www.agr.feis.unesp.br/papers.php>





Source: <http://clima.feis.unesp.br>



- ❑ **PAST:** The effects of human impacts on water resources was only viewed on a local scale.
- ❑ **TODAY:** Water resources must be analysed at the hydrological basin scale, where the planning and occupation is an increasing necessity in society with rising water use, compromising the environment by the coupled effects of climate and land use changes.
- ❑ Water demand already exceeds supply in many parts of the world and as population continues to rise, many areas are expected to experience water scarcity.
- ❑ Simultaneously with this scarcity is the continuous pollution of the rivers in the development countries.
- ❑ Rising conflicts are expected as populations expand, economies grow, and the competition for limited water supplies intensifies. Basin-level dialogues among different users, are required for the water allocation criterion. These dialogues which depend on the knowledge base and the general trust in the available hydrological data, as land use, water consumption and yield of each agro-ecosystem in a region.
- ❑ Several ways of water use can be found together with the increase of population and the need of food production in the Northwest of São Paulo State and Brazil.

WATER PRODUCTIVITY MODELING IN WATERSHED WITH CHANGING LAND USE PROJECT

FAPESP / FACEPE ([Water Productivity Project 2009/52.467-4](#)), Remote Sensing Service Laboratory at USU and UNESP financial support



WHAT DO WE NEED?

Tools to support the research irrigated agriculture
and efficient water use

- Weather data
- Estimate and release the ET_o
- Evaluate irrigation system
- Monitoring ET_{actual} X irrigation water use

Water use efficiency
Water productivity

MANAGEMENT OF HUMAN RESOURCES AND EQUIPMENTS

SOFTWARE

HARDWARE

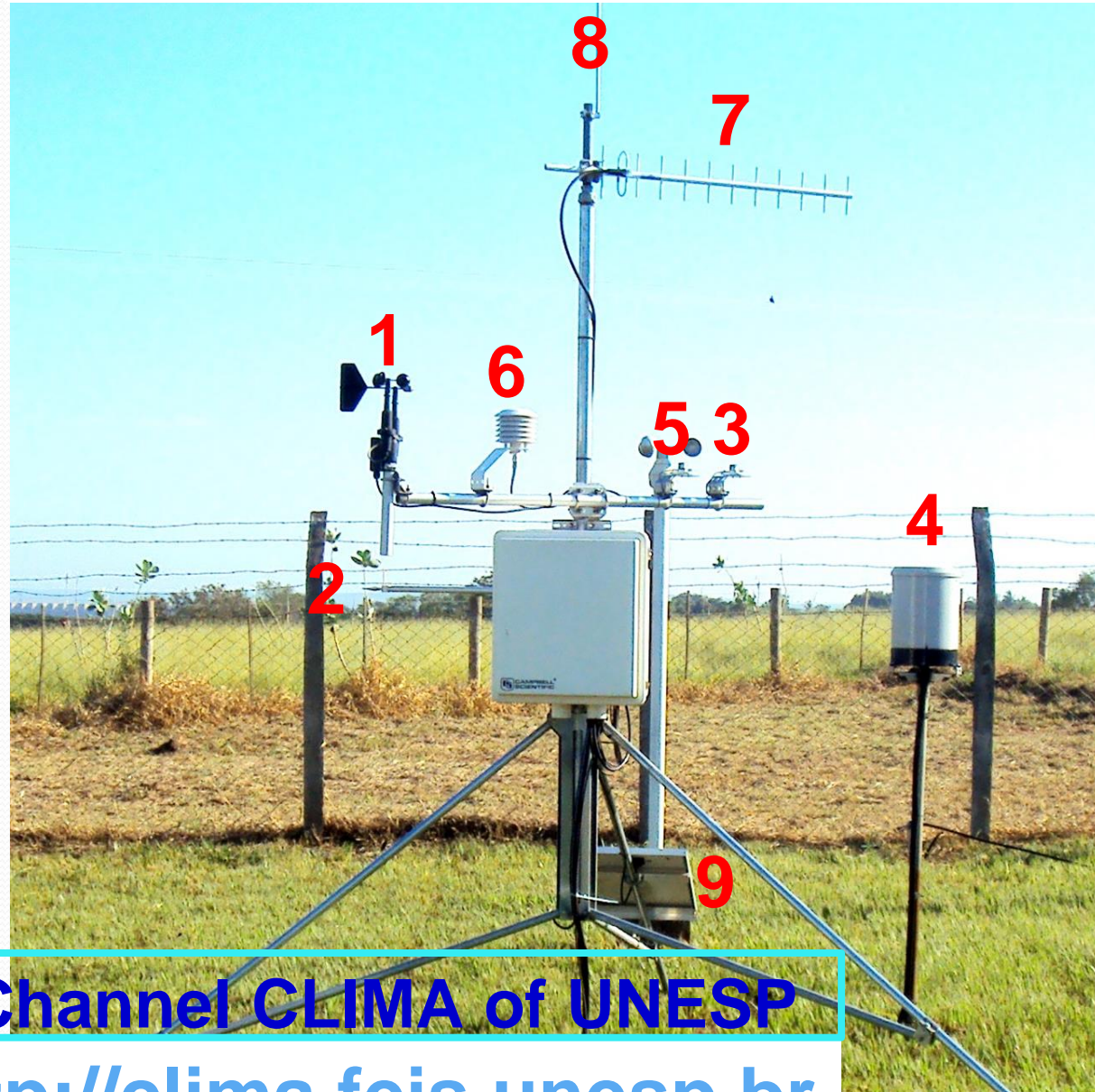
HUMAN RESOURCES

EXTENSION



NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE WEATHER NETWORK

1. **Anemometer and wind vane**
(wind speed and direction)
2. **Net Radiometer**
(NR-LITE-L)
3. **Piranometer**
Solar radiation (LI200X-L18)
4. **Rain gauge**
(ENC16/18-DC-SB-MM)
5. **Quantum**
PAR (LI190SB-L19)
6. **Air temperature & humidity sensors**
(CS215-L14)
7. **Direccional antenna**
(Communication by radio)
8. **Lighting rod**
9. **Solar panel**



Channel CLIMA of UNESP

<http://clima.feis.unesp.br>

NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE WEATHER NETWORK



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA



UNESP ILHA SOLTEIRA

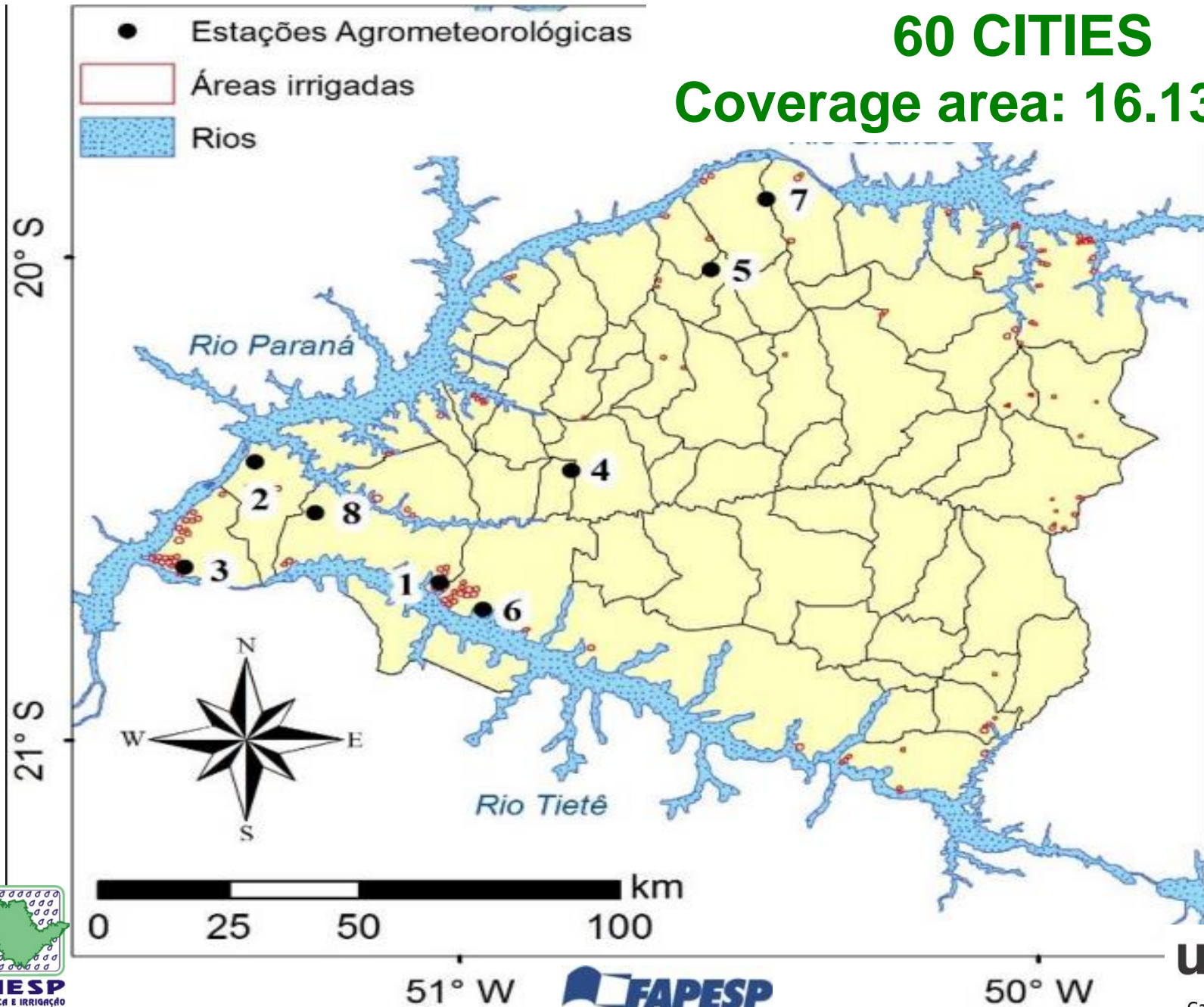


UNESP ILHA SOLTEIRA

NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE WEATHER NETWORK

60 CITIES

Coverage area: 16.130 Km²



<http://clima.feis.unesp.br>

PROJETO

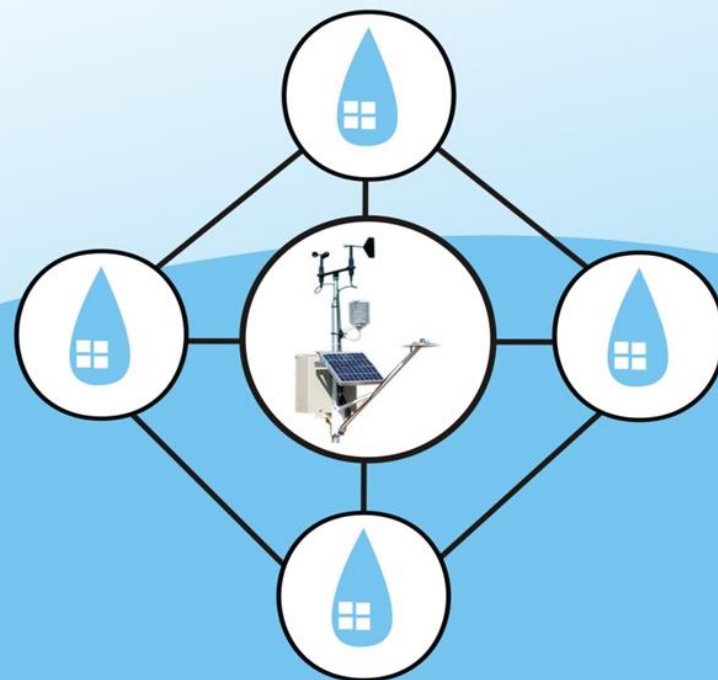
Rede de Estações
Agrometeorológicas do
Noroeste Paulista

FUNÇÃO

Analisa, Estuda e Informa
a Evapotranspiração das
regiões monitoradas

OBJETIVO

Auxiliar a agricultura
com o uso eficiente da
água na irrigação



<http://clima.feis.unesp.br/faqs.php>

Área de Hidráulica e
Irrigação da UNESP
Ilha Solteira

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE WEATHER NETWORK

FOR WHOM?

IRRIGATORS

Researchers and students

Entrepreneurs

Citizens of the Northwestern

Sugar and alcohol plants

Farmers in general

Civil defense

Engineers

Events

All the stakeholders working or that are influenced by weather condition, water resources, environmental sciences and irrigated agriculture

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação

Institucional
Página Inicial
Canal da IRRIGAÇÃO
Apresentação
Corpo Técnico
Diversos

Dados Climáticos
Dados Diários
Lista de Estações

Ensino, Pesquisa e Extensão
Pesquisas
AHI na Mídia
Downloads
Textos Técnicos
Irriga-L
FAQs

Serviços
AHI na Mídia
Downloads
Textos Técnicos
Cadastro-se

Cadastro
Login
Alterar Senha
Recuperar Senha
Restrito
Logout

Dias sem chuva maior que 10 mm
Bonança 71
Draçena 48
Ilha Solteira 72
Itapura 71
Marinópolis 71
Paranapuã 71
Populina 71
S. Adélia 71
C. A. Boninense

Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista
Projeto Modelagem da Produtividade da Água em Bacias Hidrográficas com Mudanças de Uso da Terra

Entrevista para o Portal Dia de Campo
Software gratuito calcula evapotranspiração: SMAI estima perda de água do solo por evaporação e da planta por transpiração de forma rápida e fácil.

Reportagem TEM Notícias
Matéria que foi ao ar no TEM Notícias sobre o SMAI - Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada.

Obs.: Não adotamos o HORÁRIO DE VERÃO

Variáveis climáticas em tempo real: Selecione a Estação [OK]

Gráfico 5 Minutos
Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 5 minutos.

Gráfico 1 Hora
Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 1 hora.

Mapa da Direção e Velocidade do Vento
Veja o mapa da direção e velocidade do vento que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Temperatura e Umidade do Ar
Veja o mapa da temperatura e umidade do ar que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Chuva Instantânea
Veja o mapa chuva que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Evapotranspiração de Referência
Veja o mapa da soma da Evapotranspiração de Referência horária (ETO) do dia, atualizado a cada 1 hora.

Mapa da Chuva acumulada Diária
Veja o mapa da chuva acumulada durante o dia, atualizado a cada 5 minutos.

DEFERS

Software SMAI

BLOG

Estadística de ACESSO

FAPESP

1 2 3 4 5 6 7

Entrapa Semáforo

Estações Off-Line

ETo Total Ontem
Chuva Total Ontem

Endereço
R. Monção, 226.
Caixa Postal 34
13385-000 Ilha Solteira - SP
Telefone: (18) 3743-1959
>>> Fale conosco

CHANNEL CLIMA OF UNESP

<http://clima.feis.unesp.br>

- Visible part of the Northwestern São Paulo State Weather Network
- Update of collected data every five minutes
- Availability of data free of charge for internet users
- Temperature, relative humidity, precipitation, radiation, insolation, pressure, speed and direction of the wind
- Evapotranspiration

Hernandez et al (2011). Tools for support and technology transference for irrigated agriculture.

Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação

Institucional

- Página Inicial
- Canal da IRRIGAÇÃO
- Apresentação
- Corpo Técnico
- Diversos

Dados Climáticos

- Dados Diários
- Lista de Estações

Ensino, Pesquisa e Extensão

- Pesquisas
- AHI na Mídia
- Downloads
- Textos Técnicos
- Irriga-L
- FAQs

Serviços

- AHI na Mídia
- Downloads
- Textos Técnicos

Cadastre-se

- Cadastro
- Login
- Alterar Senha
- Recuperar Senha
- Restrito
- Logout

Dias sem chuva maior que 10 mm

- Bonança 29
- Dracena 27
- Ilha Solteira 27
- Itapura 30
- Marinópolis 29
- Paranapuã 27
- Populina 118
- S. Adélia 29
- S. A. Pioneiros 30



Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista

Projeto Modelagem da Produtividade da Água em Bacias Hidrográficas com Mudanças de Uso da Terra

Entrevista Agrofrutas & Cia

Professor Fernando Tangerino explica na FIIB 2017 a importância das estações agrometeorológicas e da estimativa da evapotranspiração para o uso eficiente da água na agricultura.

Reportagem TEM Notícias

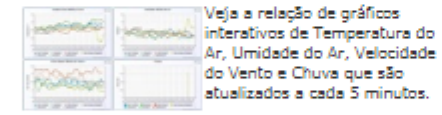
Matéria que foi ao ar no TEM Notícias sobre o SMAI - Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada.



Obs.: Não adotamos o HORÁRIO DE VERÃO

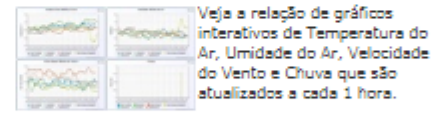
Variáveis climáticas em tempo real:

Gráfico 5 Minutos



Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 5 minutos.

Gráfico 1 Hora



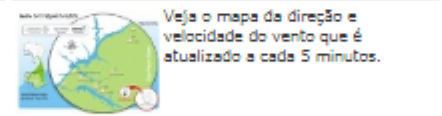
Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 1 hora.

Gráfico 1 Hora



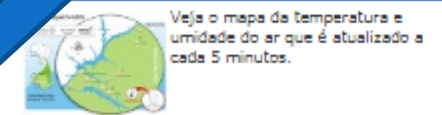
Veja a relação de gráficos interativos de Pressão, Evapotranspiração, Radiação Líquida e Radiação Global que são atualizados a cada 1 hora.

Mapa da Direção e Velocidade do Vento



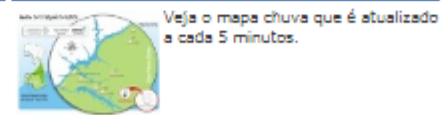
Veja o mapa da direção e velocidade do vento que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Temperatura e Umidade do Ar



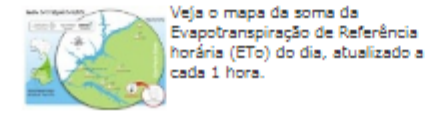
Veja o mapa da temperatura e umidade do ar que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Chuva Instantânea



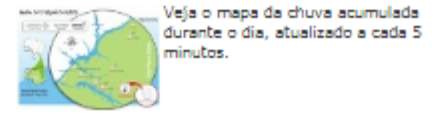
Veja o mapa chuva que é atualizado a cada 5 minutos.

Mapa da Evapotranspiração de Referência



Veja o mapa da soma da Evapotranspiração de Referência horária (ET_o) do dia, atualizado a cada 1 hora.

Mapa da Chuva acumulada Diária



Veja o mapa da chuva acumulada durante o dia, atualizado a cada 5 minutos.



Software SMAI



Estatística de ACESSO



Estações Off-Line

- ITAPURA
- ET_o Total Ontem**
- Chuva Total Ontem**

Endereço

R. Monção, 226.
Caixa Postal 34
15385-000 Ilha Solteira - SP
Telefone: (18) 3743-1959

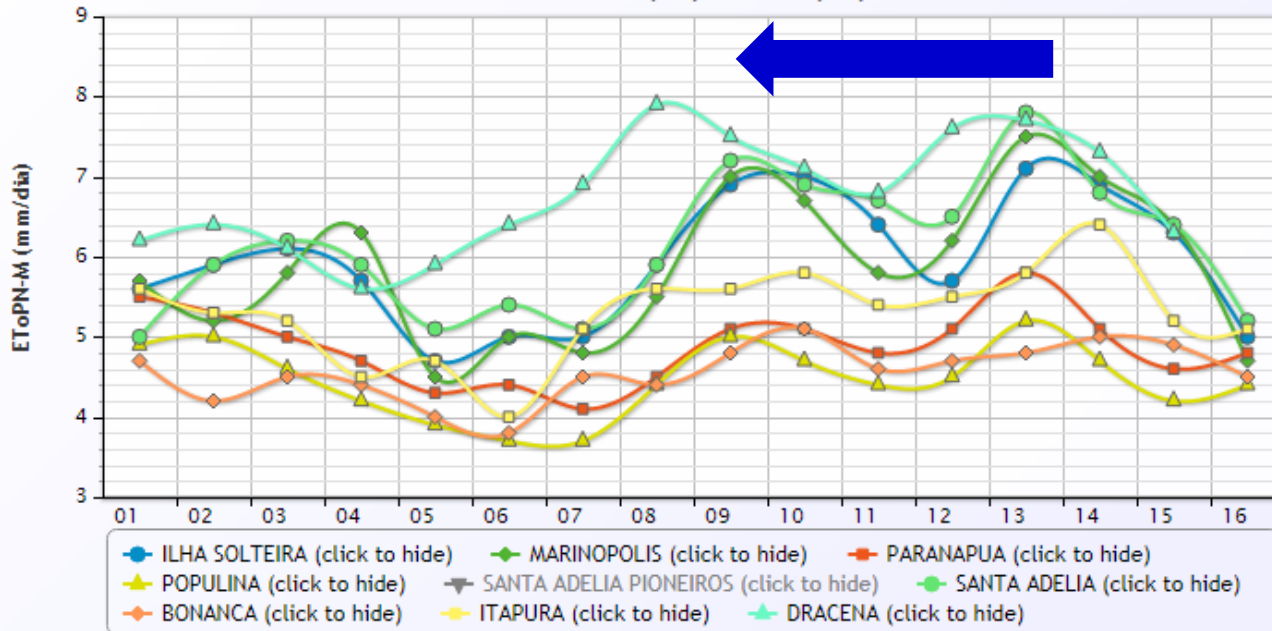
>> Fale conosco

<http://clima.feis.unesp.br>



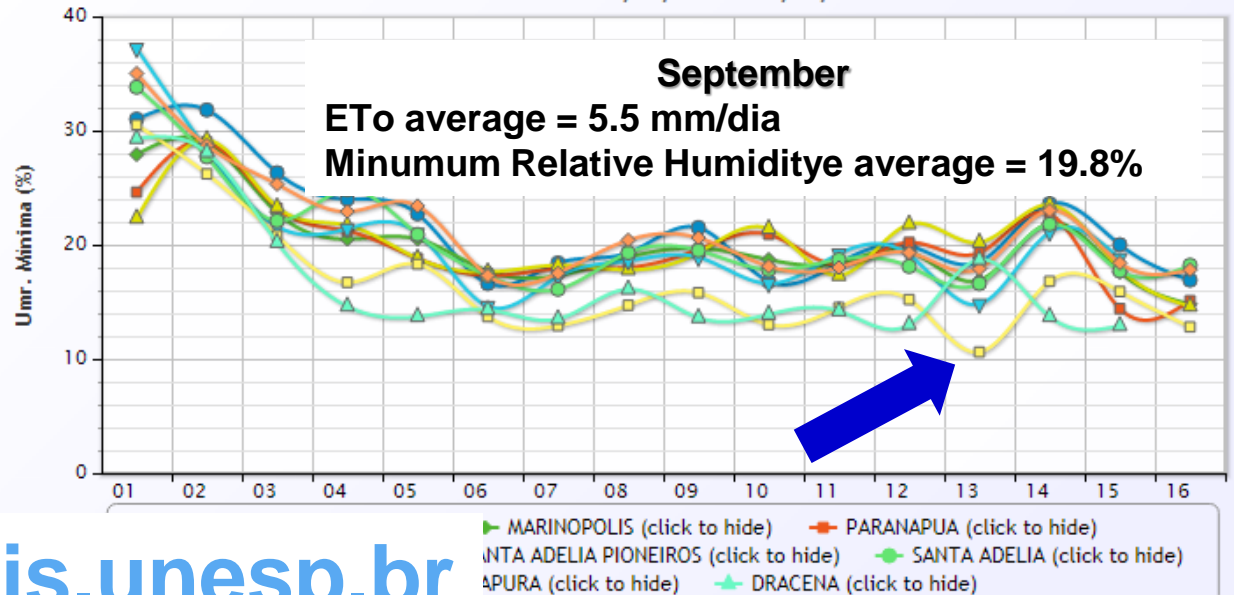
Evapotranspiração PENMAN-MONTEITH

Período Analisado: 01/09/2017 a 17/09/2017



Umidade Relativa do Ar Mínima

Período Analisado: 01/09/2017 a 17/09/2017



MAPA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Rede de Estações Agrometeorológicas do Noroeste Paulista



Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira

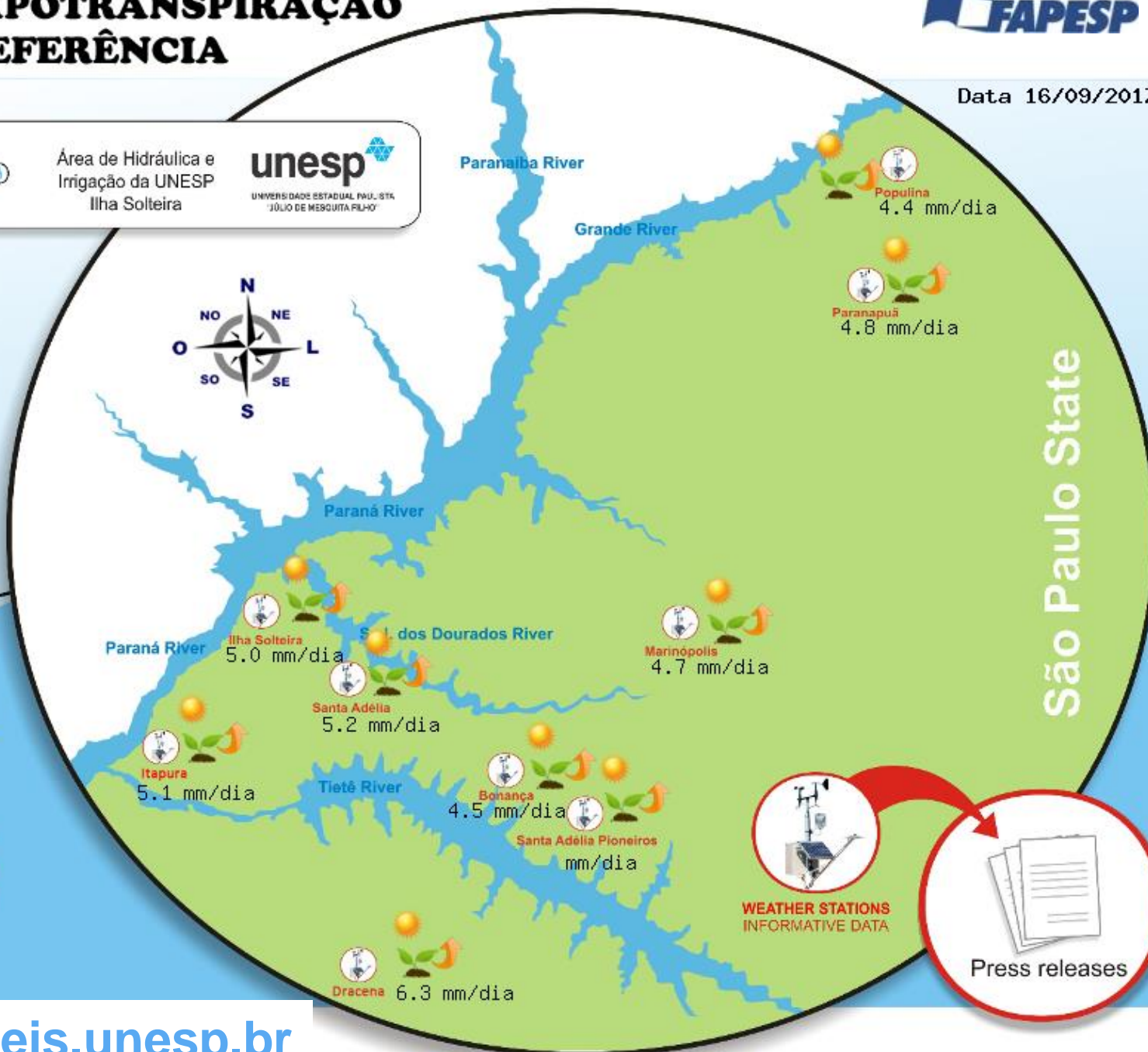
unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



Brazil

São Paulo State

REGION MONITORED
Noroeste Paulista



São Paulo State



WEATHER STATIONS
INFORMATIVE DATA



Press releases

EVAPOTRANSPIRATION ON A LARGE SCALE

❑ ET traditional method:

$$ET_c = ET_a = ET_o \times K_c$$

Difficult to estimate the impact of water deficits

❑ Sattelite image and remote sensing:

The energy balance is applied to each pixel to compose the map of spatial variation;

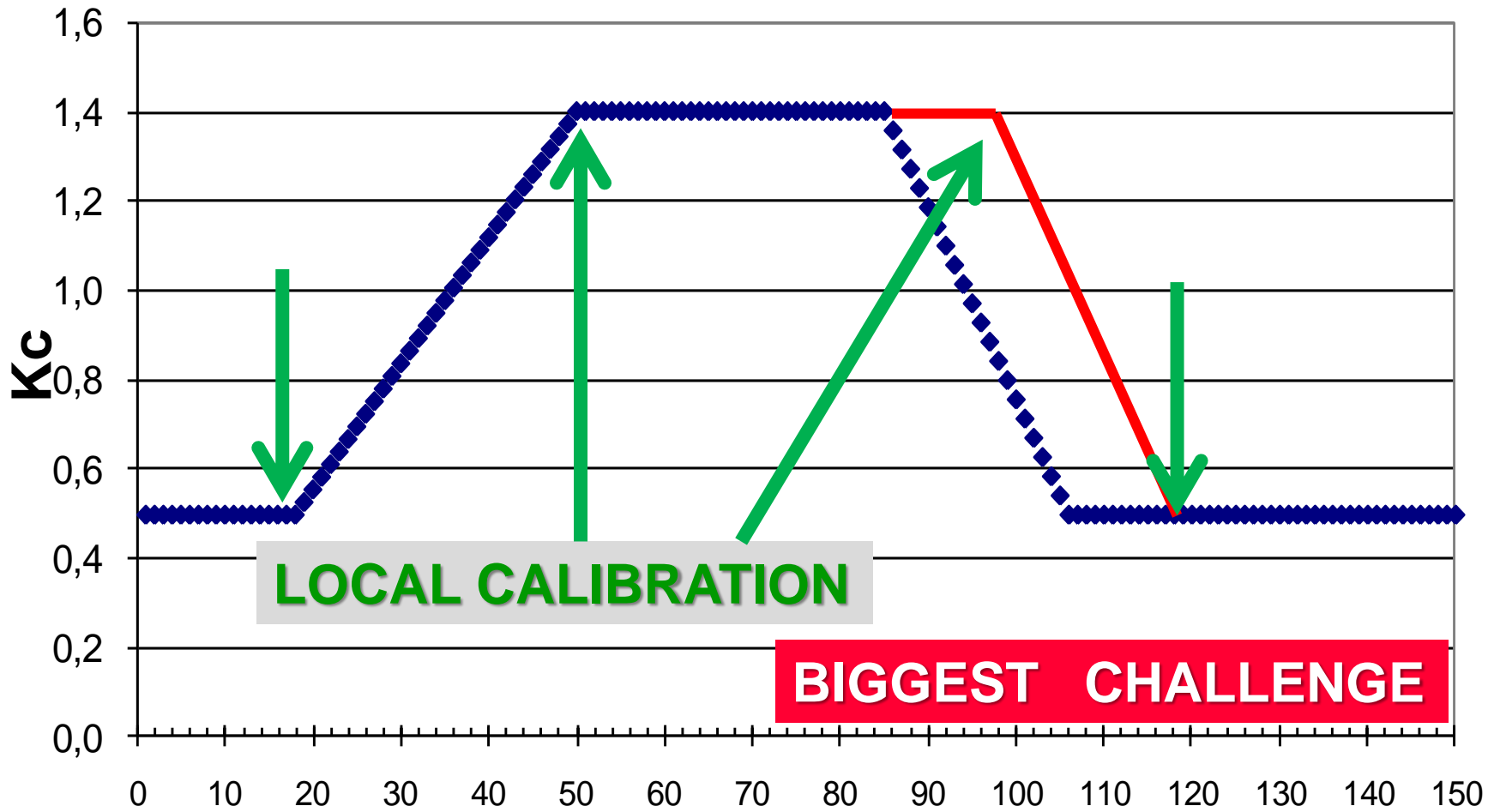
Sites where there is water restriction and reduction of ET are identified;

Can be applied to any kind of vegetation

FIRST PAPER COMBINED WEATHER AND REMOTE SENSING FOR EVAPOTRANSPIRATION EVALUATION

Hernandez et al. (2011) - Preliminary evaluation of the SEBAL model for estimating the spatial distribution of evapotranspiration in irrigated areas in Northwestern São Paulo

CROP COEFICIENTE (K_c) - CORN



DAP: Days after planting



Northwestern São Paulo State

Coordinates:

20° 41 '40 "S

50° 59' 02" W

There are 20 center pivots

2.111 hectares irrigated



Embrapa
Semiárido

FAPESP

Utah State
University

unesp
Campus de Ilha Solteira

EVAPOTRANSPIRACAO DIARIA EM 12 DE JULHO DE 2010 A PARTIR DO MODELO SEBAL UTILIZANDO IMAGEM LANDSAT TM 5

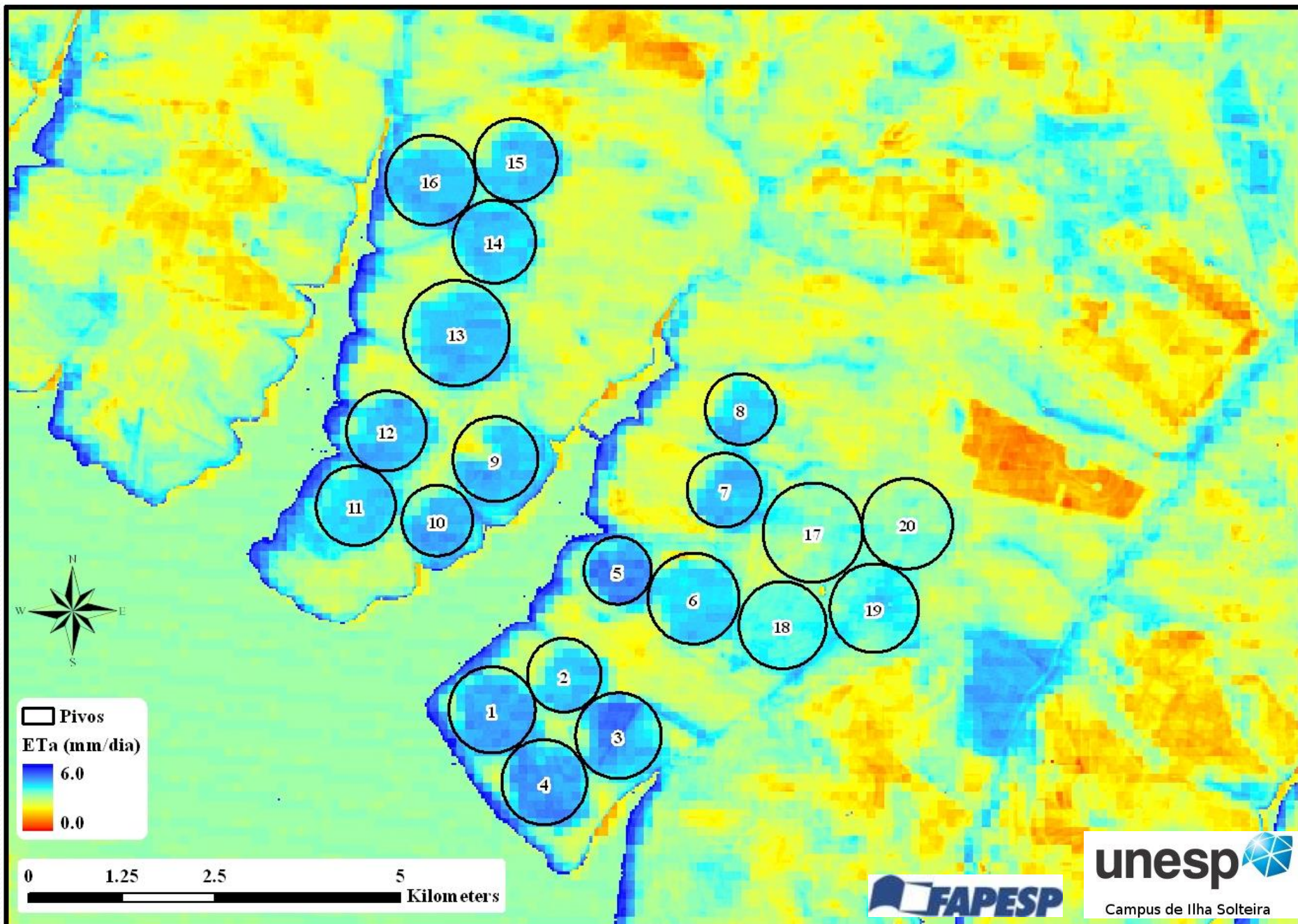


Tabela 1. Parâmetros utilizados na estimativa da ET_a e obtidos pelo modelo SEBAL.

| PI-VÔ | AREA ha | CULTURA | DAP Dias | UT. | | SEBAL ET_a (mm/dia) | UT. | SEBAL | DIFE- RENÇA mm/dia | DP ET_a SEBAL mm/dia | SAVI (COST, L = 0,1) | | |
|-----------|------------|----------|-------------|------------|------------|--------------------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | | | | Kc | | | | | | | MÉDIA | DP | K_{chrf} |
| 1 | 109 | milho | 78 | 1,4 | 1,2 | 4,9 | | 4,7 | 0,2 | 0,13 | 0,76 | 0,02 | 1,15 |
| 2 | 75 | milho | 86 | 1,4 | 1,1 | 4,8 | | 4,3 | 0,5 | 0,26 | 0,76 | 0,01 | 1,15 |
| 3 | 109 | feijão | 5 | 0,4 | 1,3 | 1,4 | | 4,8 | -3,4 | 0,35 | 0,08 | 0,03 | 0,14 |
| 4 | 109 | milho | 83 | 1,4 | 1,3 | 4,9 | | 4,8 | 0,1 | 0,18 | 0,74 | 0,03 | 1,15 |
| 5 | 69 | feijão | 13 | 0,5 | 1,3 | 1,8 | | 4,9 | -3,1 | 0,21 | 0,14 | 0,02 | 0,24 |
| 6 | 120 | milho | 76 | 1,4 | 1,1 | 4,9 | | 4,3 | 0,6 | 0,12 | 0,76 | 0,02 | 1,15 |
| 7 | 75 | milho | 88 | 1,3 | 1,2 | 4,5 | | 4,4 | 0,0 | 0,25 | 0,75 | 0,02 | 1,15 |
| 8 | 75 | milho | 89 | 1,2 | 1,1 | 4,3 | | 4,3 | 0,0 | 0,21 | 0,75 | 0,02 | 1,15 |
| 9 | 120 | repouso | - | 0,3 | 1,1 | 1,1 | | 4,1 | -3,1 | 0,69 | 0,12 | 0,02 | 0,15 |
| 10 | 75 | milho | 116 | 0,5 | 1,2 | 1,8 | | 4,6 | -2,8 | 0,20 | 0,64 | 0,02 | 1,12 |
| 11 | 95 | milho | 121 | 0,5 | 1,1 | 1,8 | | 4,3 | -2,6 | 0,13 | 0,66 | 0,03 | 1,15 |
| 12 | 95 | milho | 95 | 1,0 | 1,2 | 3,4 | | 4,5 | -1,1 | 0,18 | 0,72 | 0,03 | 1,15 |
| 13 | 162 | milho | 102 | 0,7 | 1,2 | 2,4 | | 4,4 | -2,1 | 0,16 | 0,73 | 0,02 | 1,15 |
| 14 | 100 | milho | 91 | 1,1 | 1,2 | 4,0 | | 4,4 | -0,4 | 0,14 | 0,76 | 0,03 | 1,15 |
| 15 | 100 | milho | 106 | 0,5 | 1,2 | 1,8 | | 4,4 | -2,6 | 0,21 | 0,71 | 0,02 | 1,15 |
| 16 | 117 | milho | 117 | 0,5 | 1,2 | 1,8 | | 4,5 | -2,7 | 0,12 | 0,69 | 0,02 | 1,15 |
| 17 | 145 | cana | - | - | 0,9 | - | | 3,4 | | 0,32 | 0,38 | 0,09 | 0,66 |
| 18 | 120 | cana | - | - | 1,0 | - | | 3,8 | | 0,12 | 0,54 | 0,04 | 0,93 |
| 19 | 120 | cana | - | - | 1,0 | - | | 4,0 | | 0,26 | 0,53 | 0,10 | 0,91 |
| 20 | 120 | cana | - | - | 0,9 | - | | 3,4 | | 0,21 | 0,45 | 0,06 | 0,78 |
| MD | 106 | - | - | 0,9 | 1,1 | 3,1 | | 4,3 | -1,4 | 0,22 | 0,58 | 0,03 | 0,94 |

* DAP: Dias após o plantio; UT.: Utilizado; Kc: Coef. de cultura; DP: Desvio-padrão; MD: Média

Hernandez et al. (2011) - Preliminary evaluation of the SEBAL model for estimating the spatial distribution of evapotranspiration in irrigated areas in Northwestern São Paulo

EVAPOTRANSPIRATION ON A LARGE SCALE

TEIXEIRA (2010)

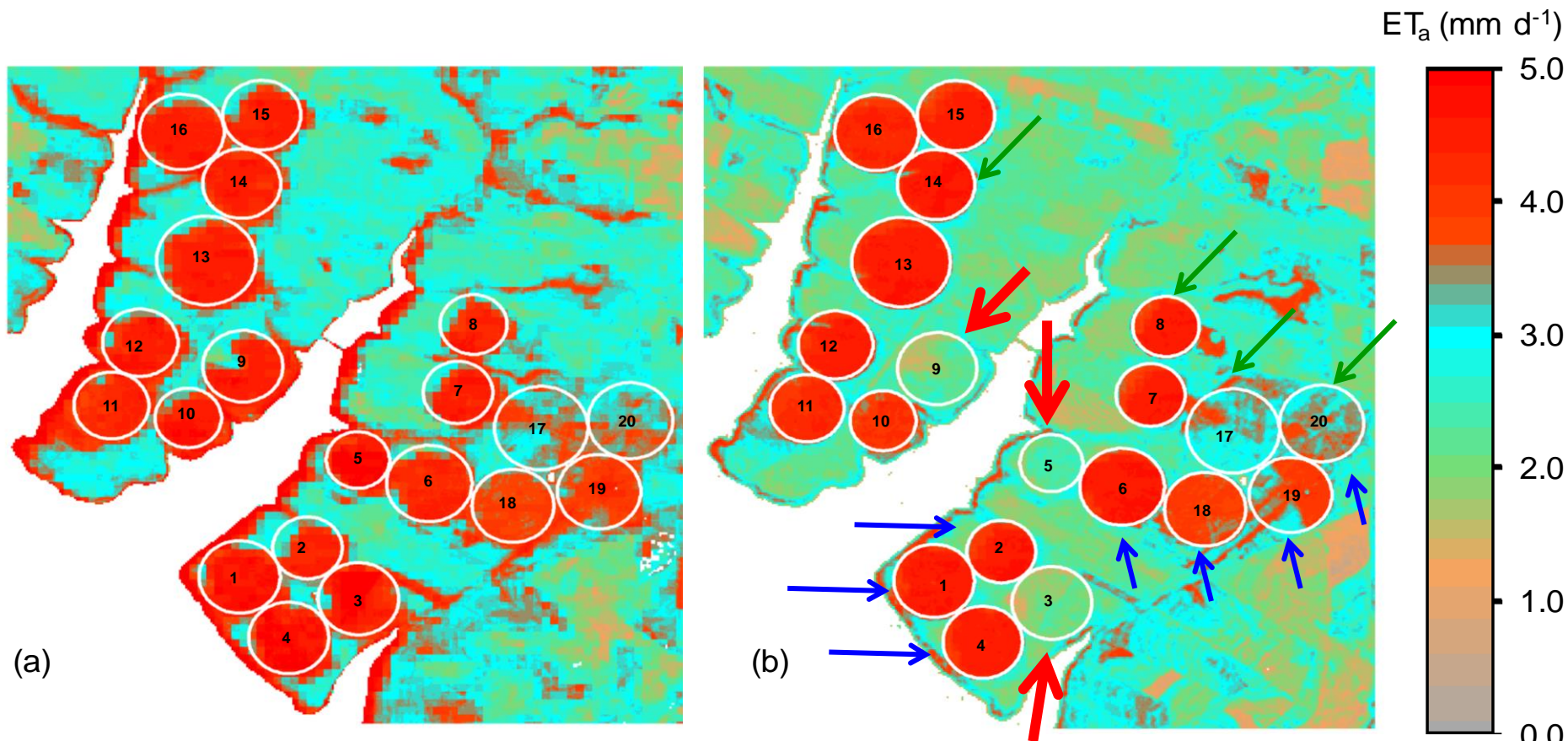
TEIXEIRA, A.H. de C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated crops and natural vegetation in the São Francisco river basin (Brazil) using remote sensing and Penman-Monteith equation. *Remote Sensing*, v.2. p.1287-1319. 2010.

- Don't need the identification of extreme conditions
- Makes use of the modelled ratio of the actual (ET_a) to the reference (ET_o) evapotranspiration
- The use of the fraction ET_a/ET_o is highlighted by the model METRIC, where it is applied to extrapolate instantaneous values of ET_a to larger time scales (Allen et al., 2007).









































EVAPOTRANSPIRATION ON A LARGE SCALE



DAILY ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (ET_a) in the study area of the Northwestern side of São Paulo State by SEBAL (a) and TEIXEIRA (b) models



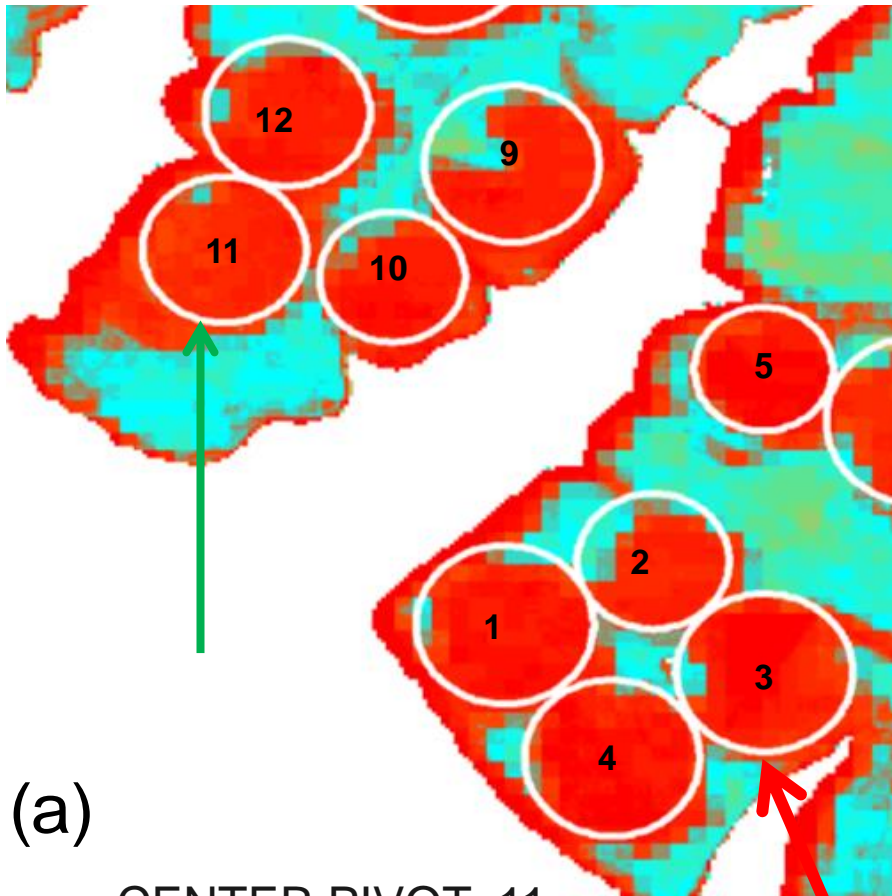
Hernandez; Teixeira; Neale; Taghvaeian (2012). Determining actual evapotranspiration on the large scale using agrometeorological and remote sensing data in the Northwest of the São Paulo State, Brazil.

| | PIVOT | AREA | CRCF | DAF | FAO | SEBAL | TEIXEIRA | FAO | SEBAL | TEIXEIRA | SEBAL | TEIXEIRA |
|--|-------|------|---------------|-----|---|---|----------|---|---|----------|--|----------|
| | | ha | | | ET _a /ET _o | | | ET _a (mm.d ⁻¹) | | | SD (mm.d ⁻¹) | |
|  | 1 | 109 | Corn | 78 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 4.9 | 4.7 | 4.5 | 0.13 | 0,10 |
|  | 2 | 75 | Corn | 86 | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 4.8 | 4.3 | 4.5 | 0.26 | 0.13 |
|  | 3 | 109 | Bean | 5 | 0.4  | 1.3  | 0.5 | 1.4  | 4.8  | 2.0 | 0.35  | 0.18 |
|  | 4 | 109 | Corn | 83 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 4.9 | 4.8 | 4.4 | 0.18 | 0.10 |
|  | 5 | 69 | Bean | 13 | 0.5  | 1.3  | 0.6 | 1.8  | 4.9  | 2.3 | 0.21  | 0.12 |
|  | 6 | 120 | Corn | 76 | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 4.9 | 4.3 | 4.6 | 0.12 | 0.08 |
|  | 7 | 75 | Corn | 88 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 4.5 | 4.4 | 4.4 | 0.25 | 0.16 |
|  | 8 | 75 | Corn | 89 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 4.3 | 4.3 | 4.5 | 0.21 | 0.11 |
|  | 9 | 120 | resting stage | - | 0.3  | 1.1  | 0.5 | 1.1  | 4.1  | 2.0 | 0.69  | 0.28 |
|  | 10 | 75 | Corn | 116 | 0.5  | 1.2  | 1.1 | 1.8  | 4.6  | 4.1 | 0.20  | 0.13 |
|  | 11 | 95 | Corn | 121 | 0.5 | 1.1 | 1.1 | 1.8 | 4.3 | 4.2 | 0.13 | 0.10 |
|  | 12 | 95 | Corn | 95 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 3.4 | 4.5 | 4.4 | 0.18 | 0.16 |
|  | 13 | 162 | Corn | 102 | 0.7 | 1.2 | 1.2 | 2.4 | 4.4 | 4.5 | 0.16 | 0.10 |
|  | 14 | 100 | Corn | 91 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 4.0 | 4.4 | 4.6 | 0.14 | 0.11 |
|  | 15 | 100 | Corn | 106 | 0.5 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 4.4 | 4.4 | 0.21 | 0.13 |
|  | 16 | 117 | Corn | 117 | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 1.8 | 4.5 | 4.3 | 0.12 | 0.11 |
|  | 17 | 145 | sugar cane | - | - | 0.9 | 0.8 | - | 3.4 | 3.1 | 0.32 | 0.35 |
|  | 18 | 120 | sugar cane | - | - | 1.0 | 1.0 | - | 3.8 | 3.8 | 0.12 | 0.14 |
|  | 19 | 120 | sugar cane | - | - | 1.0 | 1.0 | - | 4.0 | 3.7 | 0.26 | 0.36 |
|  | 20 | 120 | sugar cane | - | - | 0.9 | 0.9 | - | 3.4 | 3.3 | 0.21 | 0.24 |
| | Mean | 106 | - | - | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 3.1 | 4.3 | 3.9 | 0.22 | 0.16 |

Hernandez; Teixeira; Nicole; Taghvaolian (2012). Determining actual evapotranspiration on the large scale using agrometeorological and remote sensing data in the Northwest of the São Paulo State, Brazil.



DAILY ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (ET_a) SEBAL (a) and TEIXEIRA (b) models



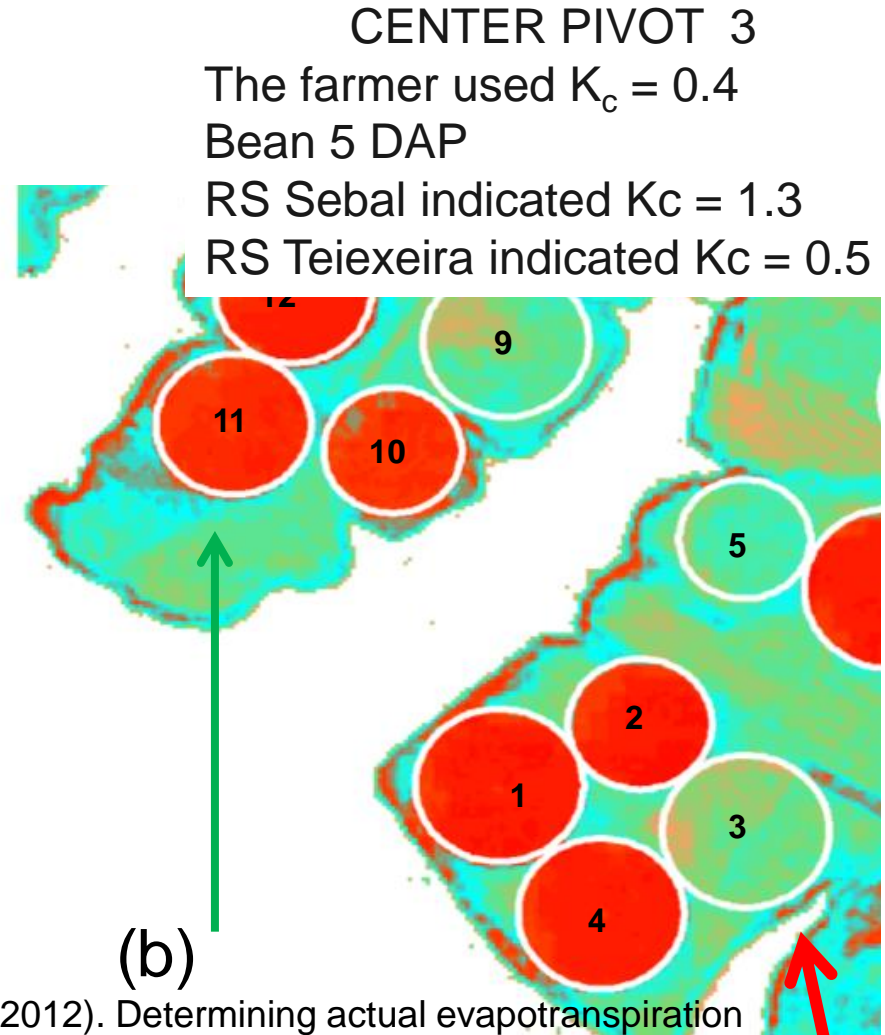
(a)

CENTER PIVOT 11

The farmer used $K_c = 0.5$

121 DAP

RS Model indicated $K_c = 1.1$



(b)

CENTER PIVOT 3

The farmer used $K_c = 0.4$

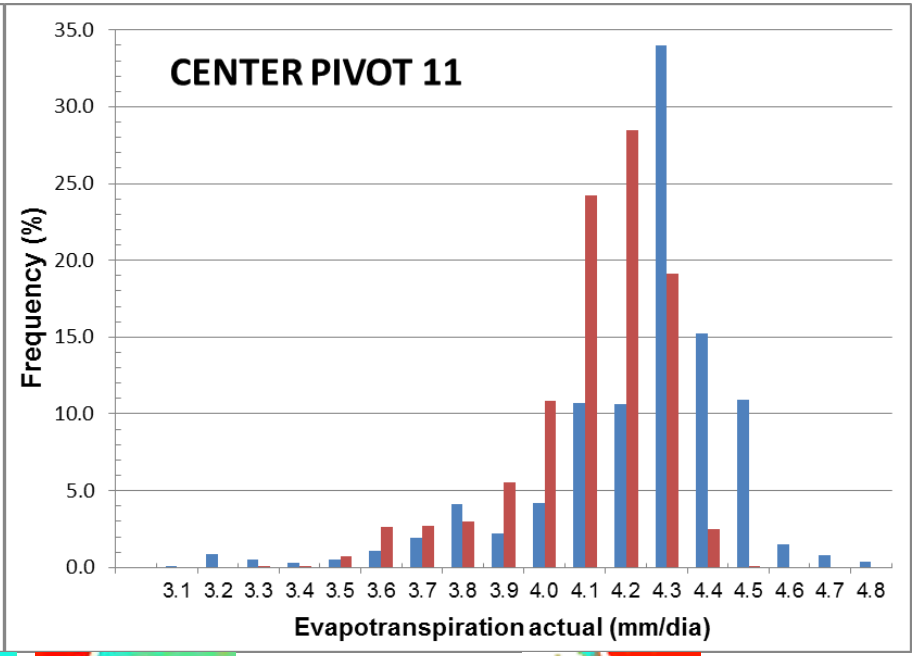
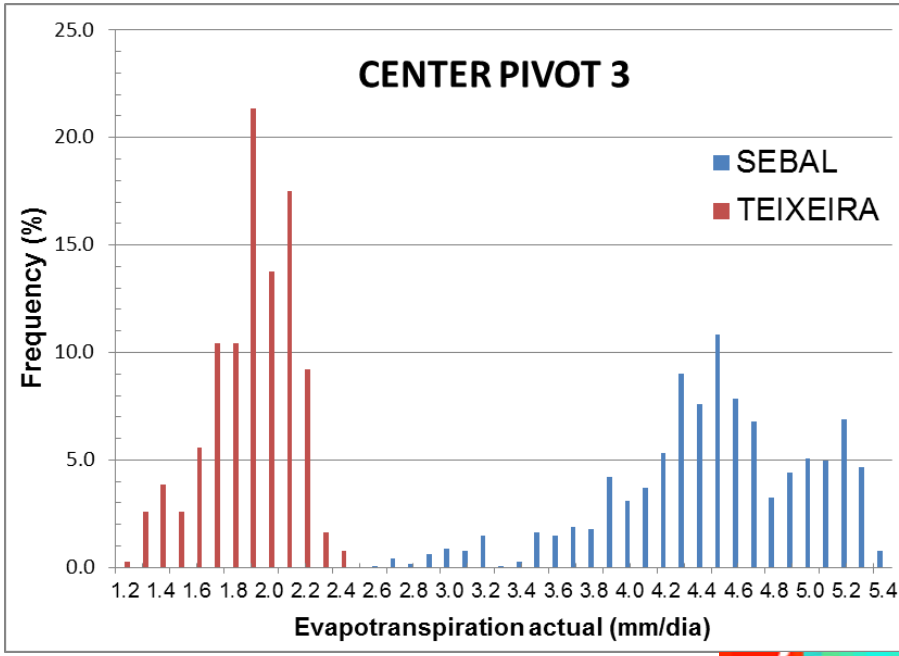
Bean 5 DAP

RS Sebal indicated $K_c = 1.3$

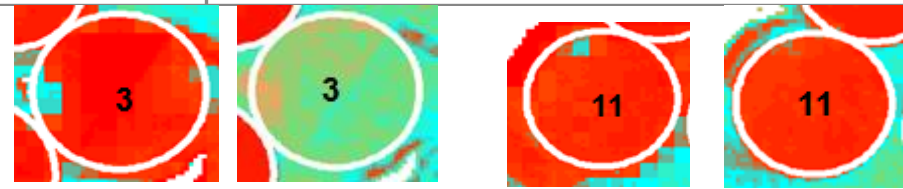
RS Teixeira indicated $K_c = 0.5$

Hernandez et al (2012). Determining actual evapotranspiration on the large scale using agrometeorological and remote sensing data in the Northwest of the São Paulo State, Brazil.

Histograms of daily actual evapotranspiration (ET_a) of the Northwestern Sao Paulo, Brazil: Center pivot 3 (a) and 11 (b).



Hernandez et al (2012). Determining actual evapotranspiration on the large scale using agrometeorological and remote sensing data in the Northwest of the São Paulo State, Brazil.

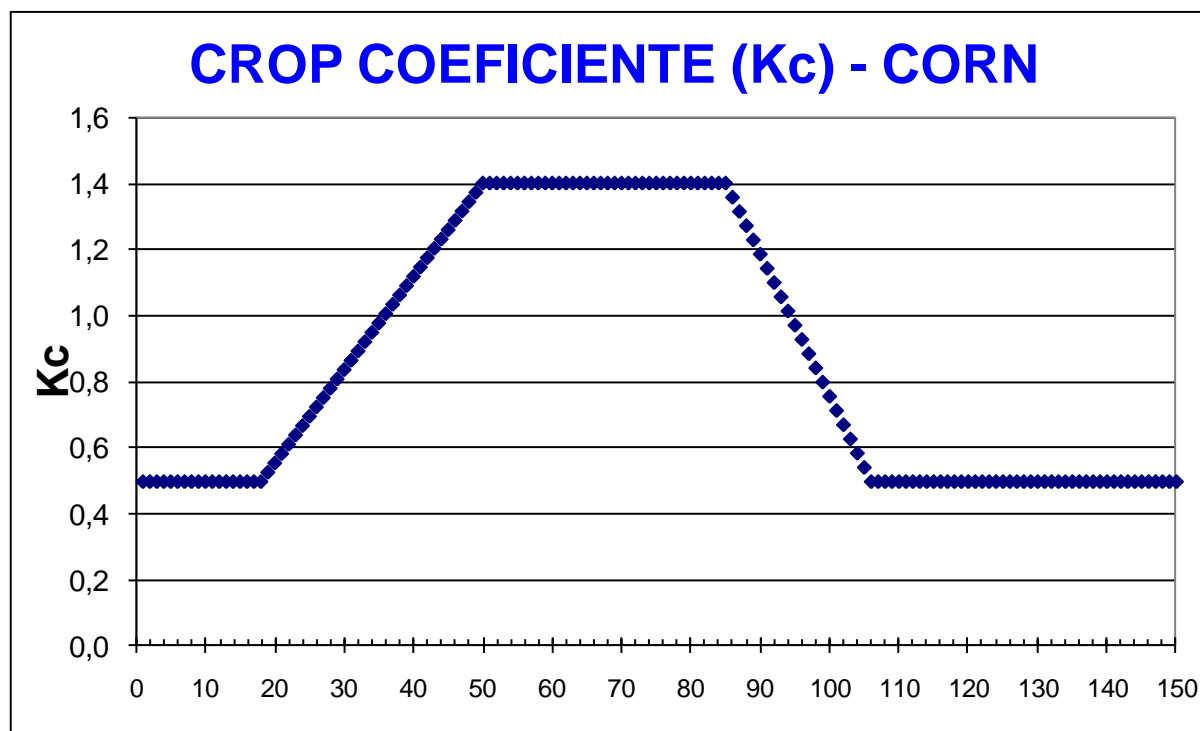


Center pivot 3 **Center pivot 11**

| | Center pivot 3 | | Center pivot 11 | |
|--------------------------------|----------------|----------|-----------------|----------|
| | Sebal | Teixeira | Sebal | Teixeira |
| ET_a (mm/dia) | 4,8 | 2,0 | 4,3 | 4,1 |
| Standard Deviation | 0,35 | 0,18 | 0,13 | 0,10 |

IRRIGATION MANAGEMENT (DAILY WATER BALANCE)

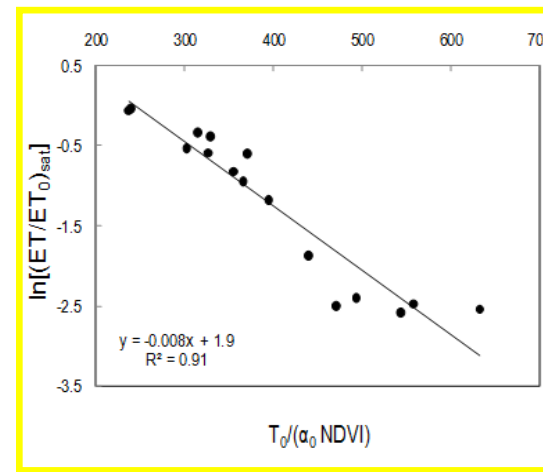
- ❑ ETo (Penman-Monteith) provided by UNESP Ilha Solteira
- ❑ FAO 56 (Allen et al., 1998) with the crop coefficients (Kc) proposed
- ❑ Regional and crops varieties with suitable Kc are proposed
- ❑ Full control of water applied.



DAP: Days after planting

TEIXEIRA (2010) x SAFER

Surface albedo - α_0 ; Planetary albedo - α_p
 Surface temperature - T_0 ; Brightness temperature - T_{sat}
 Normalized Difference Vegetation Index - NDVI
 Atual evapotranspiration - ET_a
 Reference evapotranspiration - ET_0



| Parameter | Equation | a | b | R ² |
|------------|---|------|--------|----------------|
| α_0 | $\alpha_0 = a\alpha_p + b$ | 0.70 | 0.06 | 0.96 |
| T_0 | $T_0 = aT_{sat} + b$ | 1.11 | -31.89 | 0.95 |
| ET/ET_0 | $ET/ET_0 = \exp \{a + b[T_0/(\alpha_0 NDVI)]\}$ | 1.00 | -0.008 | 0.91 |

Teixeira; Hernandez; Lopes (2012). Application of Landsat images for quantifying the energy balance under conditions of land use changes in the semi-arid region of Brazil. ... The model for ET estimations, **now called SAFER (Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving)**, has the advantage of simplicity of application...

CROP EVAPOTRANSPIRATION = ET_c

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

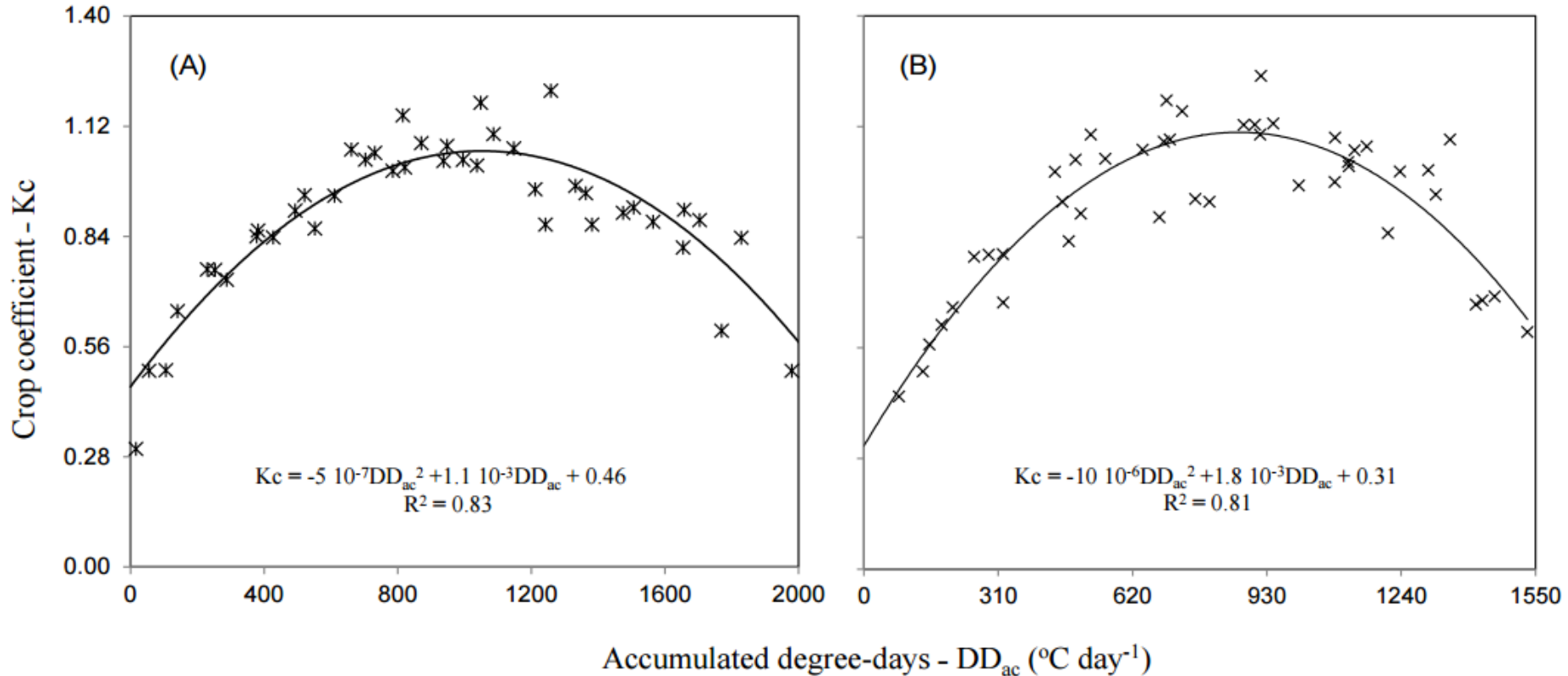


Figure 4 – Relations between crop coefficients (K_c) and the accumulated degree-days (DD_{ac}) for corn crops. Grains (A); silage (B).

IRRIGATION PERFORMANCE ASSESSMENTS FOR CORN CROP WITH LANDSAT IMAGES IN THE SÃO PAULO STATE, BRAZIL. (TEIXEIRA; HERNANDEZ, ANDRADE, LEIVAS, VICTORIA; BOLFE, 2014)

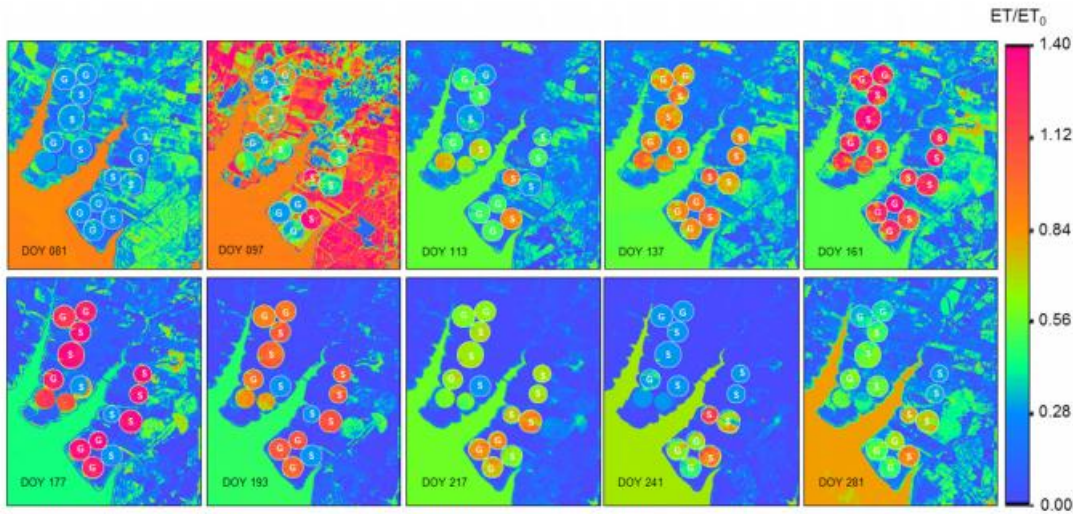
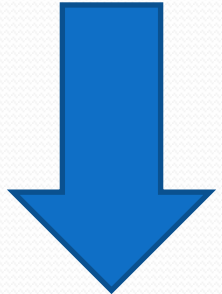
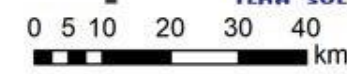
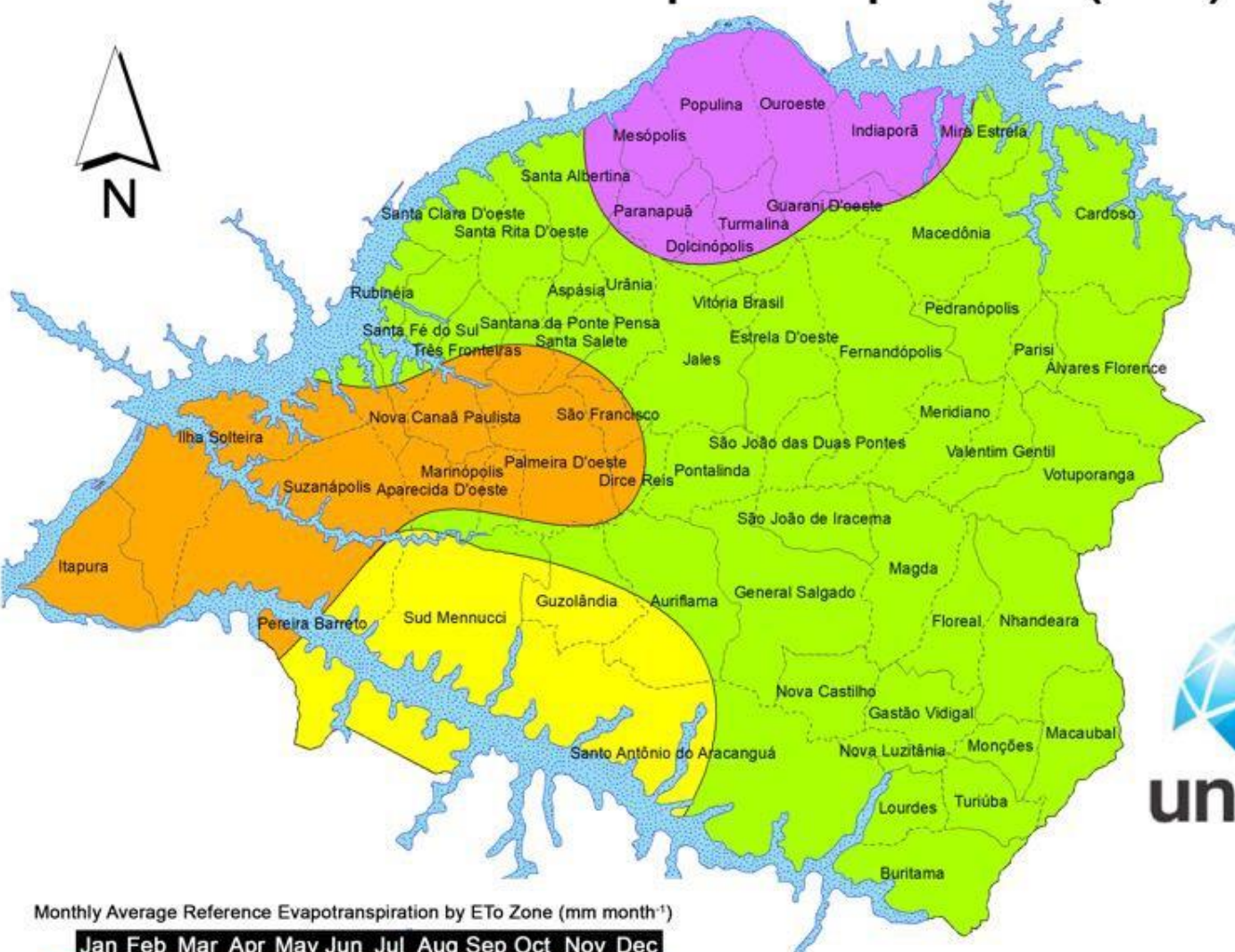


Figure 4. Spatial distribution of the ET/ET₀ ratio in an area involving the corn plots, located at the north-western side of São Paulo State, Brazil. DOY means days of the year and the letters G and S are Grain and Silage, respectively

Table 1. Irrigation performance indicators of corn crop for grain (A) and for silage (B). Area; Growing season (GS); water applied through irrigation (V_i); precipitation (P), relative evapotranspiration (R_{ET}); water deficit (WD); relative water supply (R_{WS}); productivity (Y_p) and water productivity based on evapotranspiration (WP_{ET}) and on irrigation (WPI)

| Pivots | Area (ha) | GS (days) | V_i (mm) | P (mm) | R_{ET} (-) | WD (mm) | R_{WS} (-) | Y_p (t ha ⁻¹) | WP_{ET} (kg m ⁻³) | WPI (kg m ⁻³) |
|--|-----------|-----------|------------|--------|--------------|---------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| (A) Irrigation performance indicators for grain | | | | | | | | | | |
| G1 | 108.0 | 169 | 436.9 | 240.0 | 0.98 | 11.8 | 1.3 | 7.2 | 1.4 | 1.7 |
| G2 | 74.0 | 155 | 498.2 | 48.0 | 0.96 | 20.0 | 1.1 | 10.3 | 2.1 | 2.1 |
| G3 | 108.0 | 168 | 463.7 | 242.0 | 0.93 | 36.5 | 1.4 | 8.0 | 1.6 | 1.7 |
| G4 | 91.0 | 155 | 495.6 | 65.0 | 0.78 | 110.2 | 1.1 | 8.9 | 2.3 | 1.8 |
| G5 | 100.0 | 158 | 405.9 | 160.0 | 0.79 | 100.4 | 1.2 | 10.7 | 2.8 | 2.6 |
| Mean | 96.2 | 161 | 460.1 | 151.0 | 0.89 | 55.8 | 1.2 | 9.0 | 2.0 | 2.0 |
| (B) Irrigation performance indicators for silage | | | | | | | | | | |
| G1 | 118.0 | 123 | 454.9 | 57.0 | 0.99 | 2.6 | 1.3 | 33.3 | 8.8 | 7.3 |
| G2 | 77.1 | 129 | 443.2 | 77.0 | 0.90 | 40.7 | 1.3 | 31.2 | 8.9 | 7.0 |
| G3 | 75.0 | 124 | 442.1 | 77.0 | 0.95 | 20.5 | 1.4 | 36.5 | 10.3 | 8.3 |
| G4 | 157.2 | 111 | 358.6 | 95.0 | 0.99 | 2.6 | 1.4 | 46.5 | 14.1 | 13.0 |
| G5 | 100.0 | 114 | 361.8 | 52.0 | 1.00 | 0.0 | 1.2 | 48.2 | 13.8 | 13.3 |
| Mean | 105.5 | 120 | 412.1 | 71.6 | 0.97 | 13.3 | 1.3 | 39.1 | 11.1 | 9.5 |

Reference Evapotranspiration (ET_o) Zones



Monthly Average Reference Evapotranspiration by ET_o Zone (mm month⁻¹)

| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Z1 | 4.9 | 4.8 | 4.1 | 3.5 | 2.9 | 2.6 | 3.1 | 4.4 | 4.9 | 5.1 | 4.9 | 4.8 |
| Z2 | 4.8 | 4.5 | 3.9 | 3.3 | 2.5 | 2.2 | 2.4 | 3.5 | 3.9 | 4.5 | 4.4 | 4.3 |
| Z3 | 4.4 | 4.6 | 4.0 | 3.4 | 2.8 | 2.5 | 2.8 | 3.9 | 4.5 | 4.9 | 4.6 | 4.5 |
| Z4 | 4.5 | 4.8 | 4.0 | 3.5 | 2.8 | 2.3 | 2.8 | 4.3 | 4.8 | 4.8 | 4.5 | 4.5 |



Projection: Universal Transversa de Mercator (UTM)
Geographic Coordinate System: SIRGAS 2000

Authors:
Josué Ferreira Silva Junior
Fernando Braz Tangerino Hernandez
2016

SILVA JÚNIOR et al (2017). Determinação de zonas homogêneas de evapotranspiração de referência



$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

Penman-Monteith

ET_o - evapotranspiração de referência (mm.dia^{-1});
 R_n - radiação líquida na superfície das culturas ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$);
 G - densidade do fluxo de calor do solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$);
 T - temperatura média a 2 metros do solo ($^{\circ}\text{C}$);
 u_2 - velocidade do vento (m/s);
 e_s - pressão de saturação de vapor (kPa);
 e_a - pressão atual de vapor (kPa);
 $e_s - e_a$ - déficit de pressão de saturação de vapor (kPa);
 Δ - declive da curva de pressão de vapor ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$);
 γ - constante psicrométrica ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Download: <http://clima.feis.unesp.br/smai>

Versão 1.0 em 2011 -

http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/Conird_2011/MARIANO.pdf

Versão 2.0 em 2014 – HORÁRIA

http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird_2014/101_dgf.pdf

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. [Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma, FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.](#)

Software SMAI - Irrigated Agriculture Management System

.: Downloads do SMAI é 10223 .:
September, 18, 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

Página inicial | Acesso rápido | Unidades

Canal CEIMA da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação

Institucional
 Página Inicial
 Canal da IRRIGAÇÃO
 Apresentação
 Corpo Técnico
 Diversos

Dados Climáticos
 Dados Diários
 Lista de Estações

Ensino, Pesquisa e Extensão
 Pesquisas
 AHI na Mídia
 Downloads
 Textos Técnicos
 Irriga-L
 FAQs

Serviços
 AHI na Mídia
 Downloads
 Textos Técnicos

Cadastre-se
 Cadastro

SMAI - Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada

SMAI
Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada

Carregando 52 %

©2011 AHI. Todos os direitos reservados.
Splash - Tela de Entrada

Evapotranspiração de Referência




Processamento: Individual

| Localização | | Período Analisado | |
|-------------|--|-------------------|------------------------|
| Latitude | -20,4234 <small>Graus decimais</small> | Dia | 18 <small>1-31</small> |
| Altitude | 337,00 | | |

| Variáveis Agrodinâmicas | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---|
| Temperatura Máxima | | | |
| Temperatura Mínima | | | |
| Umidade Máxima | 91,2 % | Fluxo Calor | 0,0 <small>[MJ]/m²/d</small> |
| Umidade Mínima | 47,3 % | Pressão | 97,5 <small>KPa</small> |
| Velocidade do Vento | 1,9 <small>m/s</small> | Kc | |
| Altura Anemômetro | 2,0 <small>metros</small> | | |

Informação

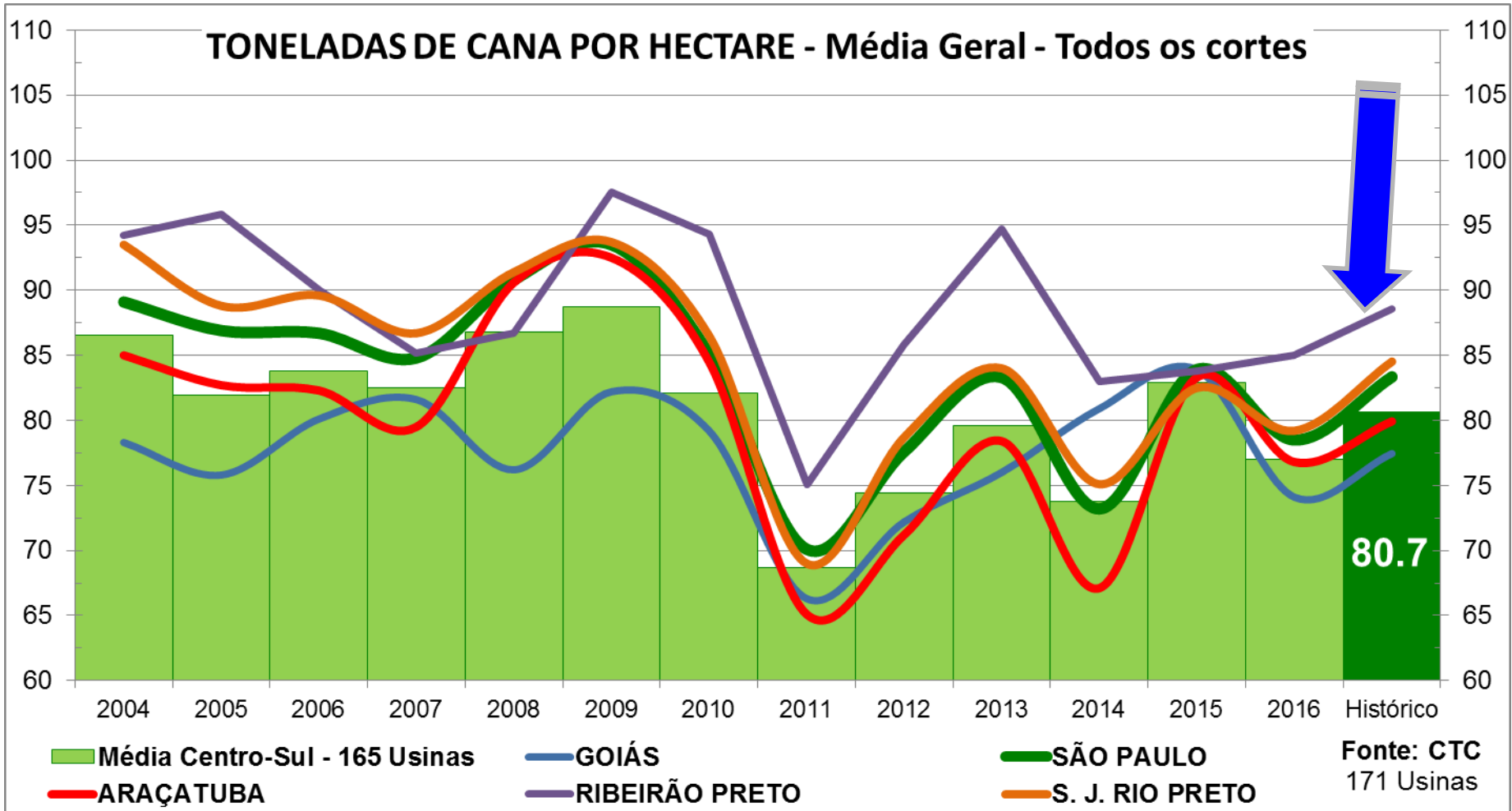
 Evapotranspiração PENMAN-MONTEITH

ETo: 4,6 mm/dia

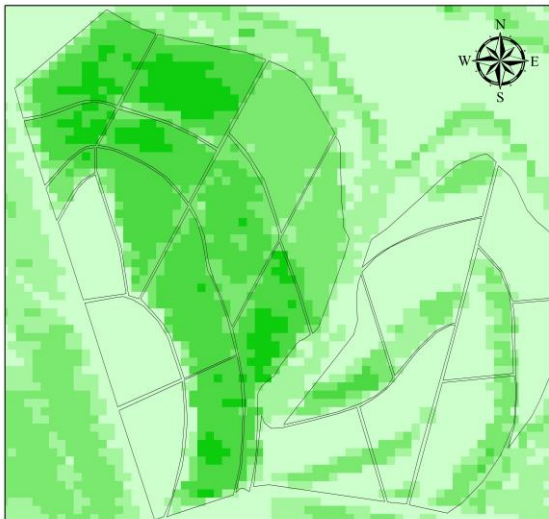
OK



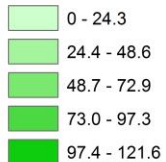
TONELADAS DE CANA POR HECTARE - Média Geral - Todos os cortes



Cana-de-açúcar
Biomassa



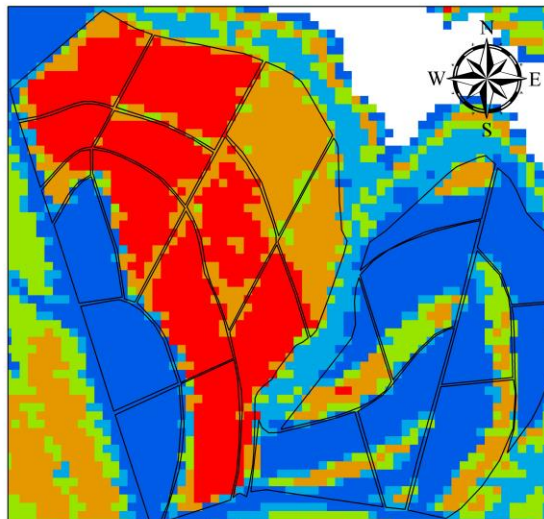
Legenda:



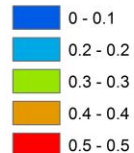
Ilha Solteira-SP

LandSat 8
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S
(kg/ha.d)

Cana-de-Açúcar
ET/ET0 atual



Legenda:



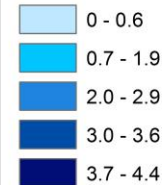
Ilha Solteira-SP

LandSat 8
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S

Cana-de-Açúcar
Produtividade da Água

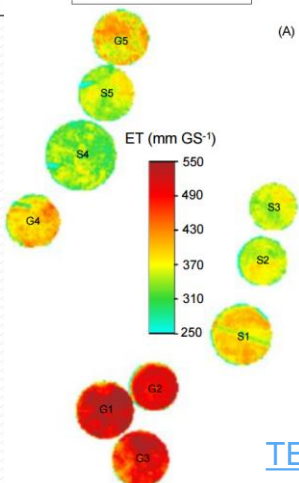


Legenda:



Ilha Solteira-SP

LandSat 8
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S



204/2008



204/2008



[FEITOSA; HERNANDEZ; FRANCO; TEIXEIRA; NEALE.\(2016\) Energy balance in the watershed of Ipê, Northwestern São Paulo State, Brazil.](#)

[TEIXEIRA; HERNANDEZ, ANDRADE, LEIVAS, VICTORIA; BOLFE. \(2014\). Irrigation performance assessments for corn crop with Landsat images in the São Paulo State, Brazil.](#)

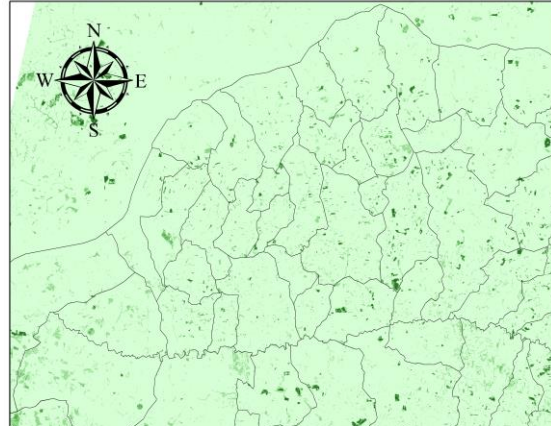
Noroeste Paulista
Área Irrigada por Pivôs Centrais



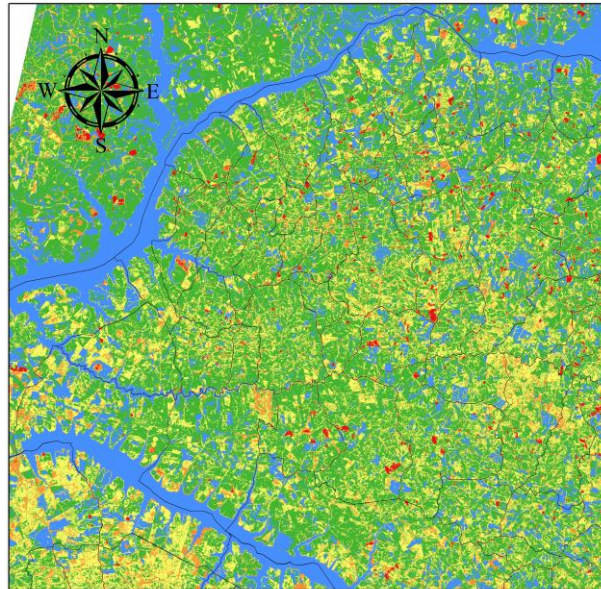
unesp
Ilha Solteira-SP

LandSat 8
R4G3B2
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S

Noroeste Paulista
BIOMASSA



Noroeste Paulista
Produtividade da Água



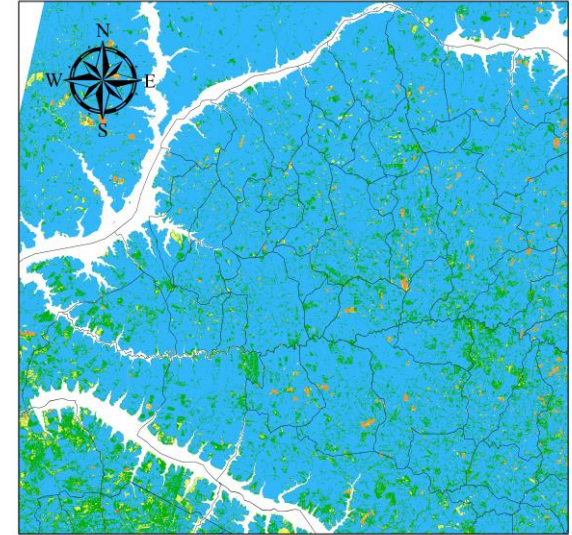
Legenda:

- 0 - 1,1
- 1,2 - 2,2
- 2,3 - 3,2
- 3,3 - 4,3
- 4,4 - 5,4

unesp
Ilha Solteira-SP

LandSat 8
kg/m³
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S

Noroeste Paulista
ET/ET0 atual



Legenda:

- 0 - 0,2
- 0,3 - 0,3
- 0,4 - 0,5
- 0,6 - 0,6
- 0,7 - 0,8

unesp
Ilha Solteira-SP

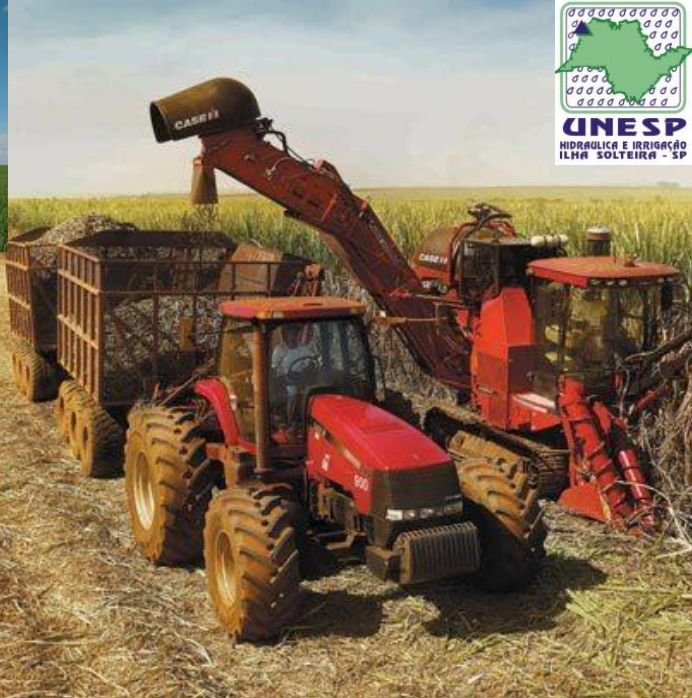
LandSat 8
ET/ET0 atual
01 de Setembro de 2017
WGS 84 Zona 22S

SAFER

Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving

$$\frac{ET_a}{ET_0} = \exp \left[a + b \left(\frac{TS}{\alpha_0 NDVI} \right) \right]$$

“a” = 1,0 and “b” = -0,008
[Hernandez at al \(2012\)](#)



LITTER - DRY LEAVES



NEXT PAPERS TO BE PUBLISHED IN 2017

- ❑ SOWING OF THE BEAN IN THE FUNCTION OF THE WATER AVAILABILITY IN THE SOIL IN THE MUNICIPALITY OF ITAPURA - SP - BRAZIL
- ❑ WATER SUPPLY IN THE SUGAR CANE CROP IN FUNCTION OF THE HARVEST TIME
- ❑ ENVIRONMENT MONITORING FOR AGRICULTURE GOOD PRACTICES
- ❑ CORRECTION OF EVAPOTRANSPIRATION DATA IN THE NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE
- ❑ SURFACE TEMPERATURE IN IRRIGATED CITRUS ORCHARDS
- ❑ WATER DEMAND BASED ON DIFFERENT GROWTH COEFFICIENTS FOR VINE CV. SYRAH IN PETROLINA - PE IN YEAR 2015
- ❑ EVOLUTION AND IDENTIFICATION OF THE IRRIGATED AREA IN THE NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE IN 2016 COMPARED TO THE YEAR 2010
- ❑ WATER BALANCE AND RELATIVE WATER CONSUMPTION OF SUGAR CANE IN THE NORTHWESTERN REGION OF SÃO PAULO
- ❑ WATER NEED OF IRRIGATED CORN IN THE NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE

Our papers will be available in

<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

or/and

<http://www.agr.feis.unesp.br/papers.php>

DEMANDS

A developing society requires:

- Rupture, Change and Innovation

in

- Language, Concepts and Modes

RESILIENCE

For that...

Information is and
will be the great and
unique "product"
from now on!

Our papers are available in

<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

and

<http://www.agr.feis.unesp.br/papers.php>



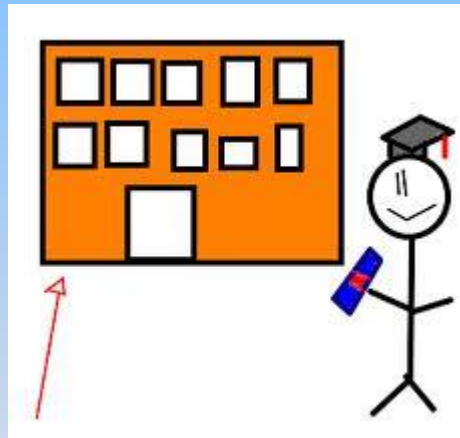
WEATHER

TECHNOLOGY

IRRIGATION



NATURAL RESOURCES



FOODS

KNOWLEDGE

TRANSPARENCY OF APPROPRIATE TECHNOLOGIES FOR THE EFFICIENT WATER USE

COMMUNICATION AND PERSUASION



✓ USE OF
INTERNET

✓ EVENTS



*"Who plants technology,
harvest productivity."*



Bom Dia, Seja Bem Vindol

Hoje é quinta-feira, 21 de Setembro de 2017

1 usuários on-line

Artigos | Fale conosco | Localização | IRRIGA-L
 Clima Ilha Solteira | Clima Marinópolis

Busca Internet Site



UNESP
ILHA SOLTEIRA

HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO

INSTITUCIONAL
 Home
 Apresentação
 Corpo Técnico
 Ex-orientados
 Diversos

ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
 Atividades Acadêmicas
 Eventos
 Defesas
 Galeria
 Projetos e Pesquisas
 F...

UNESP Ilha Solteira participa do IRRIGASHOW 2017

Próximas palestras do Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez: 1 de agosto na FIIB - Campinas e 6 e 7 de setembro no IrrigaShow em Campos de Holambra. Conheça a agenda!

IRRIGASHOW vem aí! E no Pod Irrigar - o Podcast da Agricultura Irrigada - a convidada foi a Engenheira Agrônoma Priscila Silvério Sleutjes, Secretária Executiva da ASPIPP - Saiba mais...

Entre os dias 1 e 3 de Agosto aconteceu a Feira Internacional da Irrigação Brasil 2017

Próximas palestras do Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez: 1 de agosto na FIIB - Campinas e 6 de setembro no IrrigaShow em Campos de Holambra. Conheça a agenda!

Participação da UNESP Ilha Solteira na Feira Internacional de Irrigação Brasil 2017

Onda de frio pode bater recorde do ano em Ilha Solteira

Artigo: Water productivity using SAFER - Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving in watershed

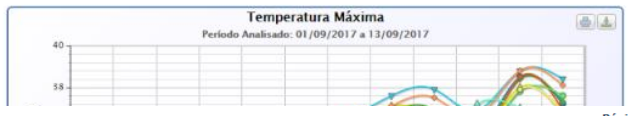
Artigo: A study of the impact of land use and occupation on basin water quality through multivariate statistics



CANAL AHI

Temperaturas recordes no ano

A região Noroeste do Estado de São Paulo vem registrando altas temperaturas nos últimos dias no final da estação do inverno que termina de 21 de setembro. Desde o início do mês de setembro as temperaturas máximas registradas pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira só estão aumentando dia após dia, conforme ilustrado na imagem 1. No último dia 11 todas as estações alcançaram os maiores índices de temperatura do ano: Ilha Solteira com 38,4°C; Bonança 38°C; Itapura 37,9°C; Dracena 38,5°C; Paranapuá 38,5°C; Populina 37,8°C; Santa Adélia e Marinópolis 38,8°C e Santa Adélia Pioneiros 37,2°C.



ahinesp 289 inscritos

INÍCIO VÍDEOS PLAYLISTS CANAIS DISCUSSÃO SOBRE

Uploads REPRODUZIR TODOS CLASSIFICAR POR

| | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| Seminários 2017 16 visualizações • 3 dias atrás | Entrevista do Prof. Dr. Fernando Tangerino para 15 visualizações • 5 dias atrás | Entrevista do Professor Fernando Tangerino sobre 30 visualizações • 3 semanas atrás | Pronunciamento do Secretário de Agricultura e 87 visualizações • 1 mês atrás | Aula Prática - Disciplina Manejo e Operação de 244 visualizações • 2 meses atrás | Area de Hidráulica e Irrigação recebe alunos da 125 visualizações • 3 meses atrás |
|---|---|---|--|--|---|

| | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|
| Aula Prática em 24 de Abril de 2017 132 visualizações • 4 meses atrás | Zonas homogêneas de evapotranspiração no 113 visualizações • 5 meses atrás | Pod Irrigar Interativo (23/03/2017) 85 visualizações • 5 meses atrás | Treinamento ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) 35 visualizações • 5 meses atrás | Segurança hídrica e a importância estratégica da 40 visualizações • 5 meses atrás | Pod Irrigar Interativo: Citricultura deve priorizar 124 visualizações • 7 meses atrás |
|---|--|--|---|---|---|

| | | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Modelo Rural 4:20 | Perspectiva para o Agronegócio 1:26 | Medição de umidade 0:34 | Mapa de Ilha Solteira 1:39 | Laboratório de Hidráulica e Irrigação 22:16 |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
 Câmpus de Ilha Solteira

Acesso rápido Unidades

Portal CLIMA - Área de Hidráulica e Irrigação

- Institucional
- Página Inicial
- Portal AHI
- Apresentação
- Corpo Técnico
- Diversos
- Dados Climáticos
- Dados Diários
- Lista de Estações
- Ensino, Pesquisa e Extensão
- Pesquisas
- AHI na Mídia
- Downloads
- Textos Técnicos
- Irriga-L
- FAQs
- Serviços
- AHI na Mídia
- Downloads
- Textos Técnicos
- Cadastre-se
- Cadastro
- Login



Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista

Projeto Modelagem da Produtividade da Água em Bacias Hidrográficas com Mudanças de Uso da Terra

Entrevista para o Portal Dia de Campo

Software gratuito calcula evapotranspiração: SMAI estima perda de água do solo por evaporação e da planta por transpiração de forma rápida e fácil.

Making-Off Globo Rural

Making-off da matéria que irá ao ar no Globo Rural sobre o SMAI - Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada.

Variáveis climáticas em tempo real: Seleciona a Estação

Gráfico 5 Minutos



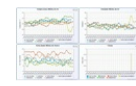
Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 5 minutos.

Gráfico 1 Hora



Veja a relação de gráficos interativos de Temperatura do Ar, Umidade do Ar, Velocidade do Vento e Chuva que são atualizados a cada 1 hora.

Gráfico 1 Hora



Veja a relação de gráficos interativos de Pressão, Evapotranspiração, Radiação Líquida e Radiação Global que são atualizados a cada 1 hora.

Mapa da Direção e Velocidade do Vento



Veja o mapa da direção e velocidade do vento que é atualizado a cada 5 minutos.

EVOLUÇÃO DO ACESSO MENSAL AO CANAL CLIMA DA UNESP ILHA SOLTEIRA

<http://clima.feis.unesp.br>

2016

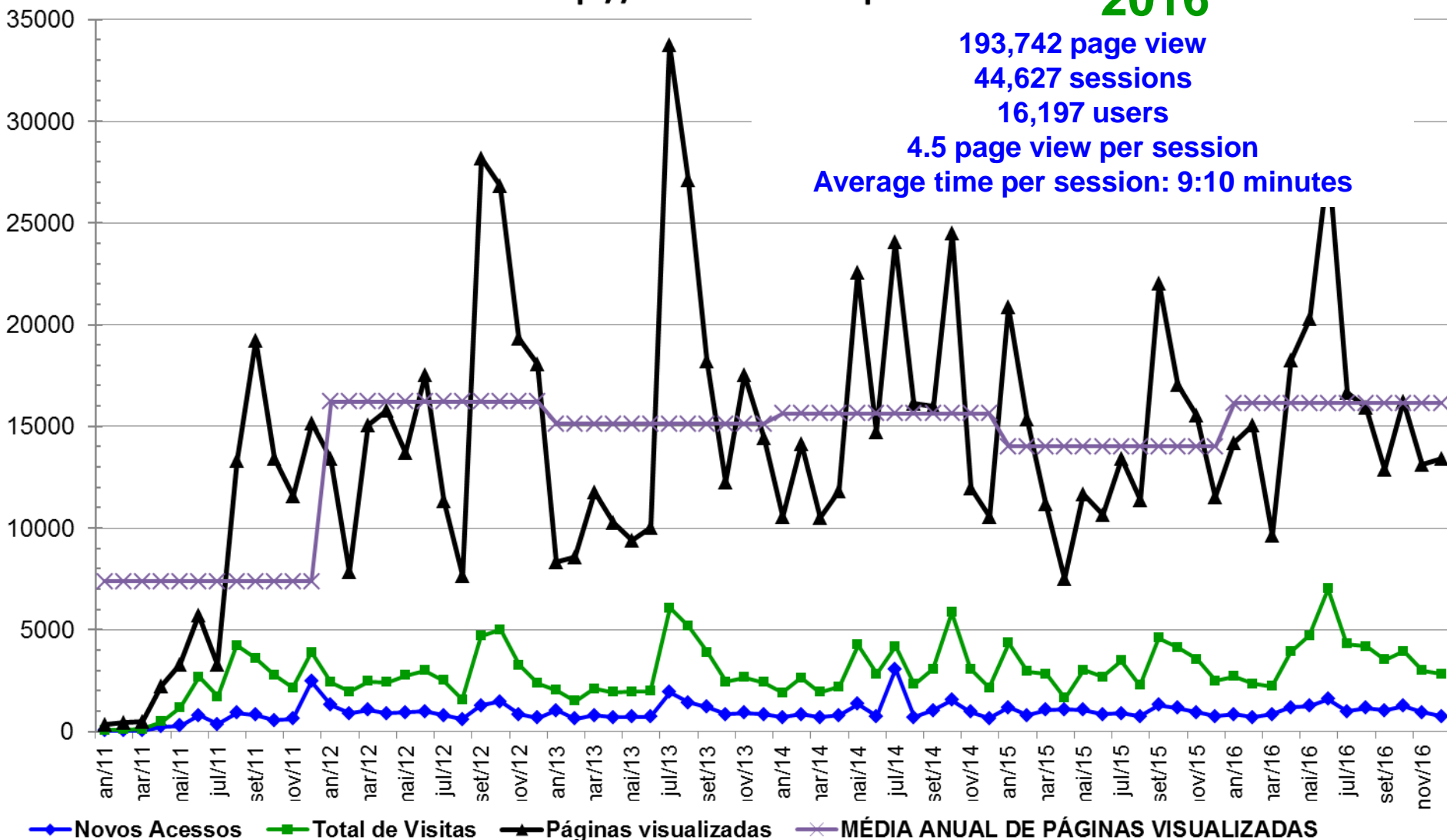
193,742 page view

44,627 sessions

16,197 users

4.5 page view per session

Average time per session: 9:10 minutes



Fonte: Google Analytics

● Visualizações de página ● Sessões

<http://clima.feis.unesp.br>



● Visualizações de página ● Sessões



259 days

Sessões

29.812



Usuários

8.372



Visualizações de página

169.242



Páginas / sessão

5,68



Duração média da sessão

00:10:03



Taxa de rejeição

27,66%



Porcentagem de novas sessões

26,78%



➤ **Channel:**

www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php

➤ **CLIMA:** clima.feis.unesp.br

➤ **BLOG:** irrigacao.blogspot.com

➤ **YouTube:** www.youtube.com/fernando092

➤ **IRRIGA-L:** www.agr.feis.unesp.br/irriga-l.php

➤ **Pod Irrigar:** podcast.unesp.br/podirrigar

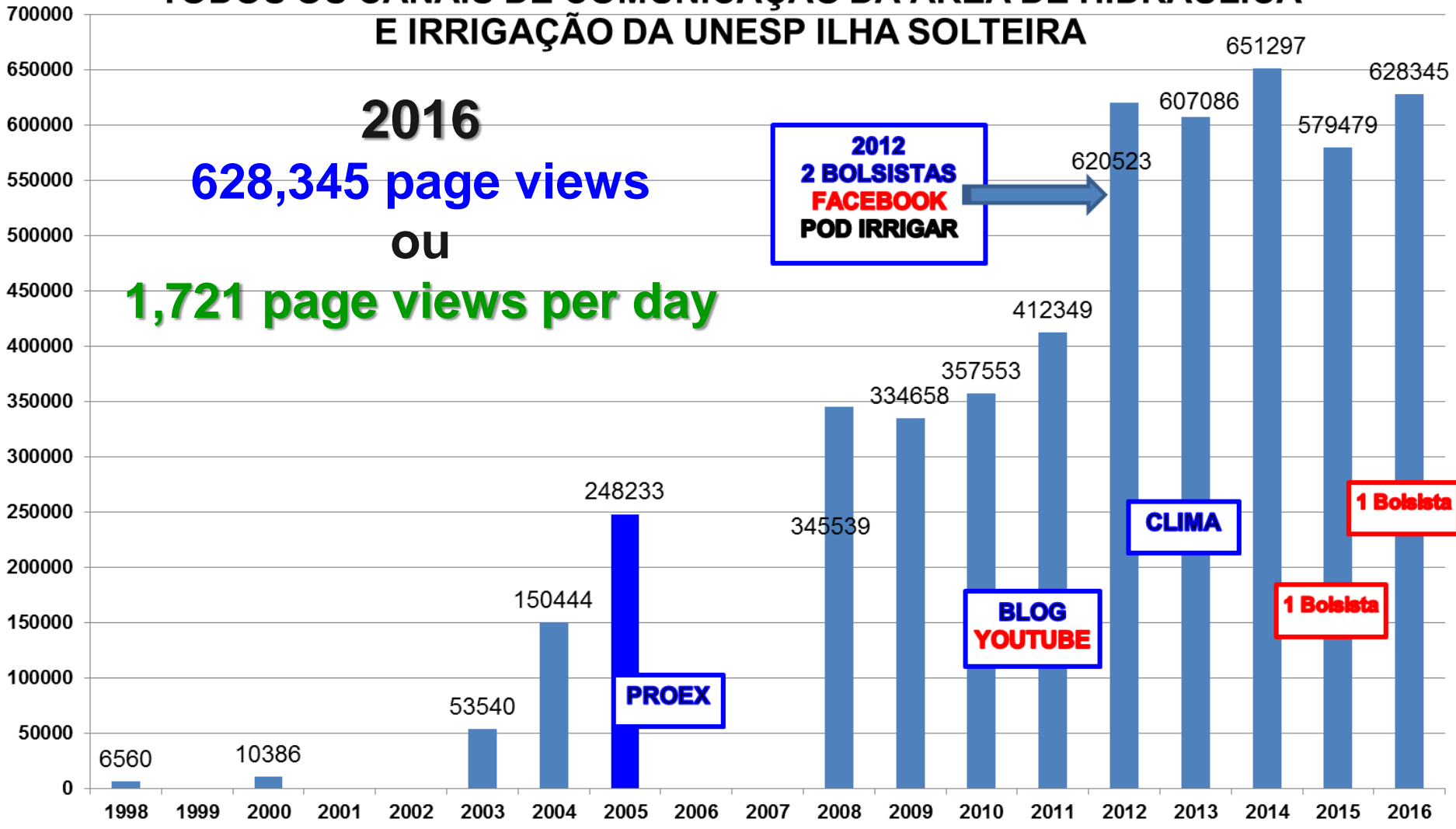
➤ <https://www.facebook.com/ahiunespilhasolteira>

Our Social Networks

✓ Started on September 18, 2012 - reaches a younger audience



EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE VISUALIZAÇÃO DE PÁGINAS EM TODOS OS CANAIS DE COMUNICAÇÃO DA ÁREA DE HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO DA UNESP ILHA SOLTEIRA



2016
628,345 page views
 ou
1,721 page views per day

IRRIGAÇÃO UNESP

<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>



Campus de Ilha Solteira





Fernando Braz Tangerino Hernandez

@tangerino.fernand



Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira

@ahunespilhaSolteira



Curtiu Seguindo Compartilhar

Enviar mensagem

I.N.N.O.V.A.T.E.

- It is necessary to innovate
- We can't only copy
- We need to create a new company and reinvent ourselves with each new day

CAPACITY - ABILITY - APTITUDE

Hydraulic and Irrigation Area at UNESP Ilha Solteira

To learn more about our work, visit:

irrigacao.blogspot.com

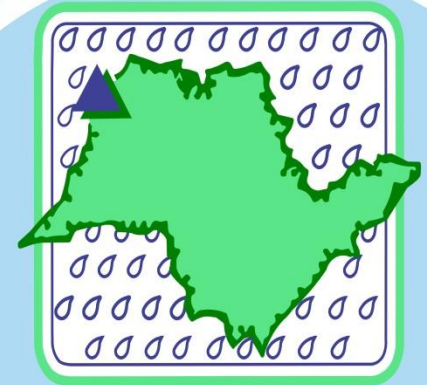
clima.feis.unesp.br

www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php

www.youtube.com/fernando092

podcast.unesp.br/podirrigar

www.facebook.com/ahiunespilhasolteira



UNESP
HIDRAULICA E IRRIGAÇÃO
ILHA SOLTEIRA - SP

THANK YOU FOR ATTENTION!

UNESP Ilha Solteira

Hydraulics and Irrigation Area
P.O. Box 34 - ILHA SOLTEIRA - SP - BRAZIL
Phone: (+55 18) 3743-1959
www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php
<http://irrigacao.blogspot.com>
fbthtang@agr.feis.unesp.br