

# NECESSIDADE HÍDRICA DO FEIJOEIRO NO NOROESTE PAULISTA

Eng. Agr. Larissa Godarelli Farinassi  
(Discente)

Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez  
(Orientador)

# INTRODUÇÃO

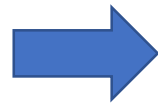
Agricultura irrigada;

Água recurso essencial;

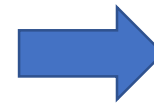
Irrigação por pivô central.



Brasil



6 milhões  
de hectares  
irrigados



10 vezes  
maior

ANA, 2015

Noroeste  
Paulista



Região dos  
Grandes  
Lagos



13.331 de  
hectares  
irrigados (Pivôs)

AMENDOLA, 2016

Equação de Penman-Monteith Allen et al. (1998);

Coeficiente de Cultivo ( $K_c$ );

Novas variedades;

Métodos Micrometeorológicos, Lisímetros e  
Sensoriamento Remoto.

## **SAFER**

(Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving)

Princípios semelhantes do balanço de energia;

Razão ( $ET_a$ ) e ( $ET_o$ );

Utiliza dados de Estações Agrometeorológicas.



Irrigação e o aumento da produtividade das culturas;

Métodos e sistemas de irrigação;

Manejo da irrigação.

# FEIJÃO

Feijão comum  
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Brasil segundo  
maior produtor  
mundial

Principal  
consumidor  
mundial

3,2 milhões  
de toneladas

Grande  
importância  
sócio-econômica

Produzido no  
Brasil todo



Foto: Google imagens

3,1 milhões  
de hectares

# OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é compreender as metodologias disponíveis para manejo e avaliação do uso da água em culturas irrigadas.



# OBJETIVO ESPECÍFICO

Foi identificar as áreas irrigadas com culturas anuais no Noroeste Paulista e estimar a evapotranspiração atual ( $ET_a$ ) e ao longo do ciclo e os coeficientes de cultura nas áreas cultivadas com feijão de inverno utilizando as técnicas baseadas em sensoriamento remoto (algoritmo SAFER), confrontando-os com as estimativas da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) preconizados pelo Boletim FAO 56.

# MATERIAL E MÉTODOS

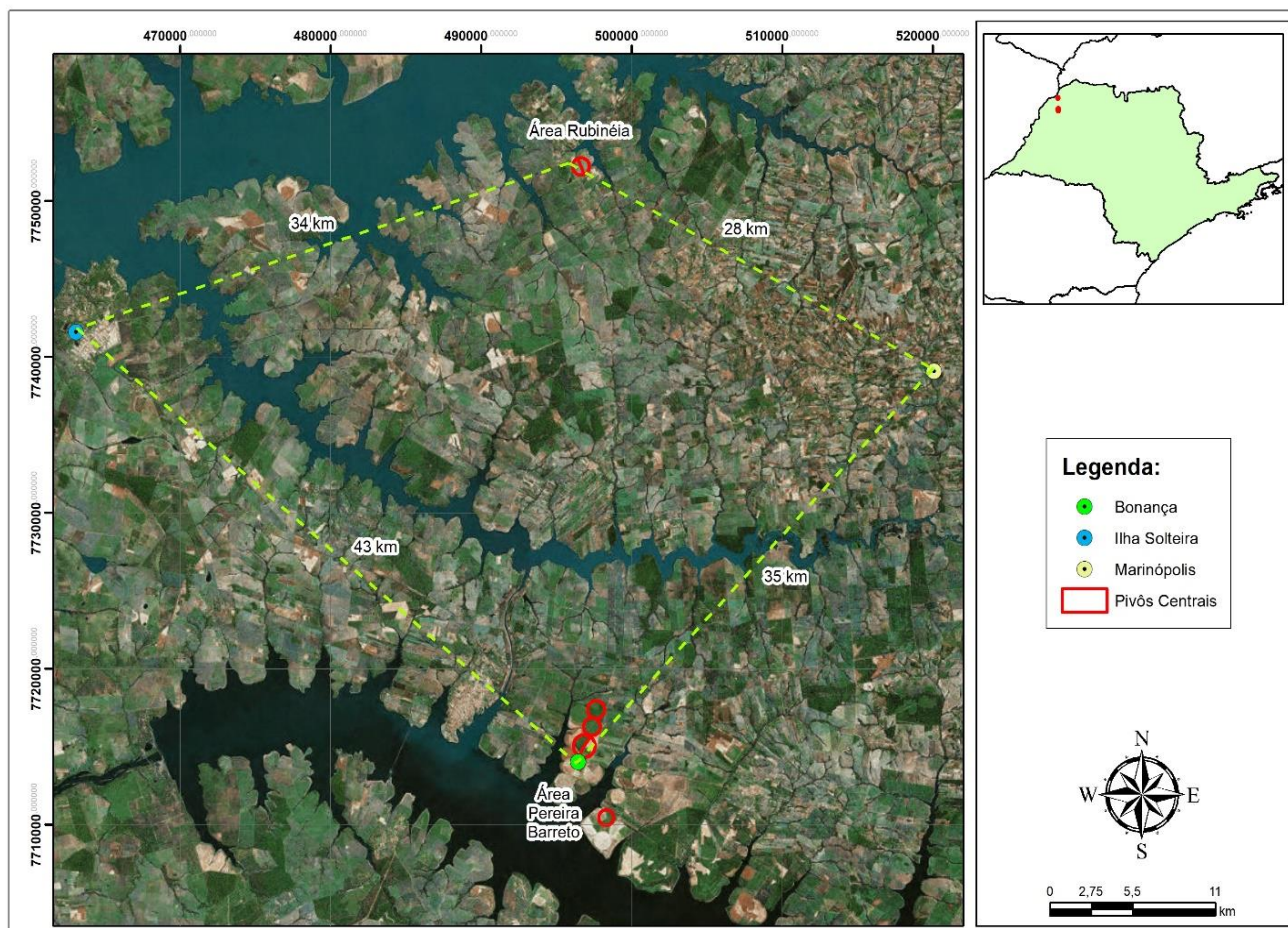
## Local de estudo

Duas áreas comerciais, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto;

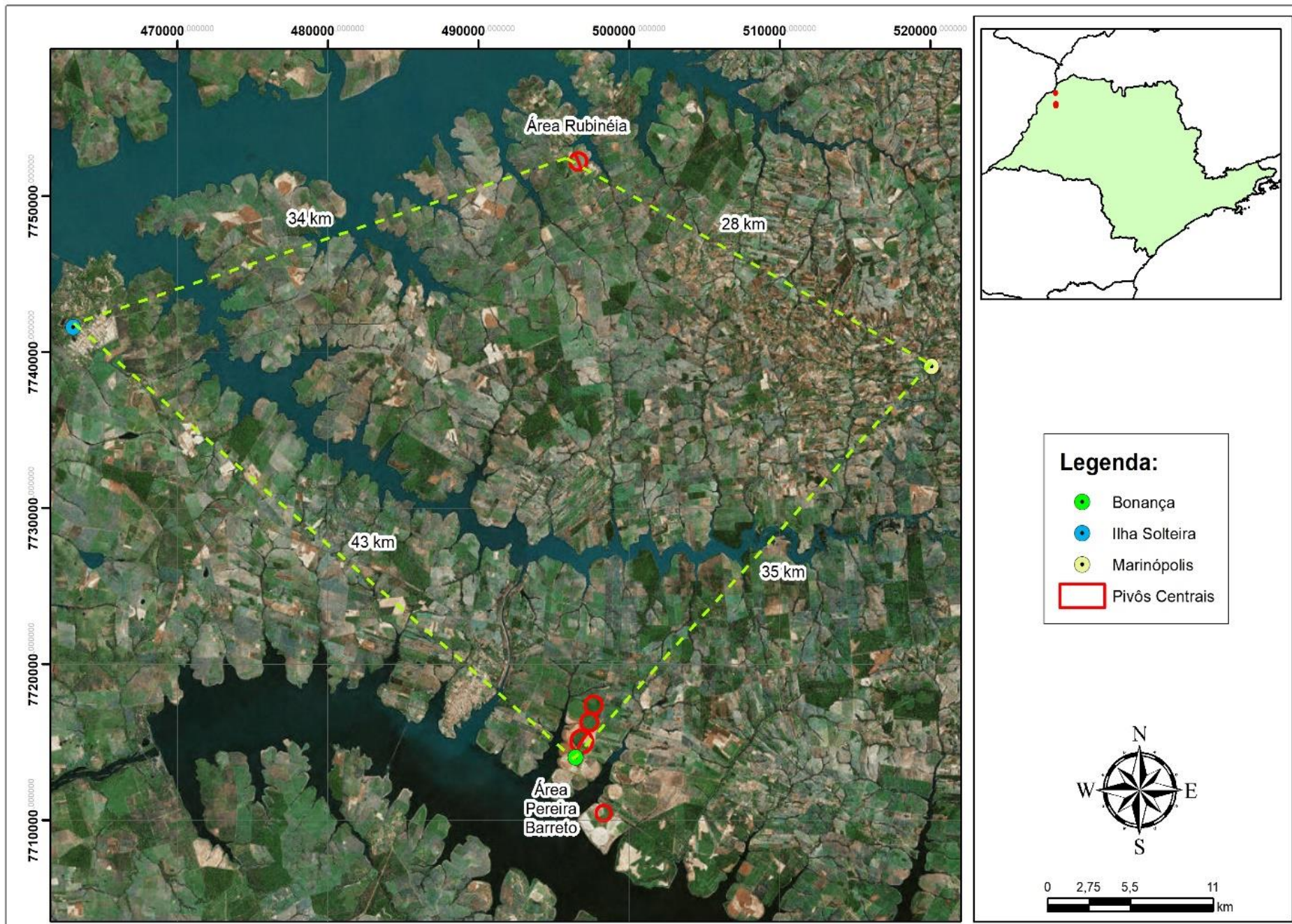
Duas épocas de plantio em Rubinéia, (05/04 e 02/06);

Cinco épocas de plantio em Pereira Barreto (05/06, 13/07, 19/07, 31/07 e 04/08).

# Localização das Estações Agrometeorológicas e áreas de estudo dos Municípios de Rubinéia e Pereira Barreto







# CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Classificação de Köppen;

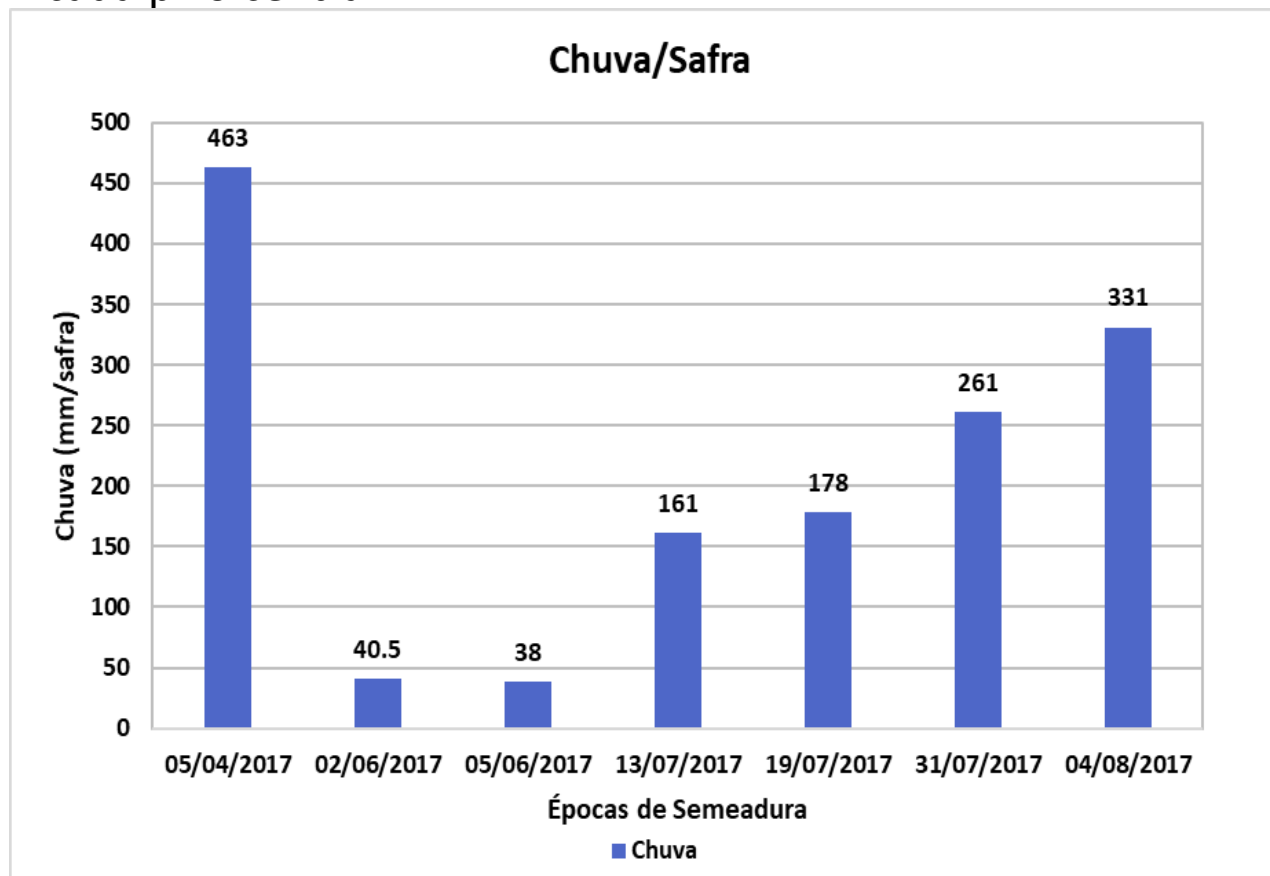
Subtropical úmido, Aw;

8 meses de déficit hídrico, segundo Hernandez et al, (2003).



## CHUVAS/SAFRAS

Precipitação total ocorrida durante toda a safra do feijoeiro, de acordo com os pluviômetros instalados em cada pivô central.



Fonte: Elaboração do próprio autor.



## COLETA DE DADOS

Dados de ETo, velocidade média dos ventos e direção, foram obtidos através da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista.

### Estações

Ilha Solteira, 20/08/1991, 337 m de altitude, Latitude de 20° 25' 24,4" S e Longitude de 51° 21' 13,1" O;

Marinópolis, 06/08/1998, 370 m de altitude, Latitude de 20° 26' 47,5" se Longitude 50° 48' 26,1" O;

Bonança, 09/09/2011, 357 m de altitude, Latitude de 20° 40' 23,1" S e Longitude de 51° 2' 2.1" O.

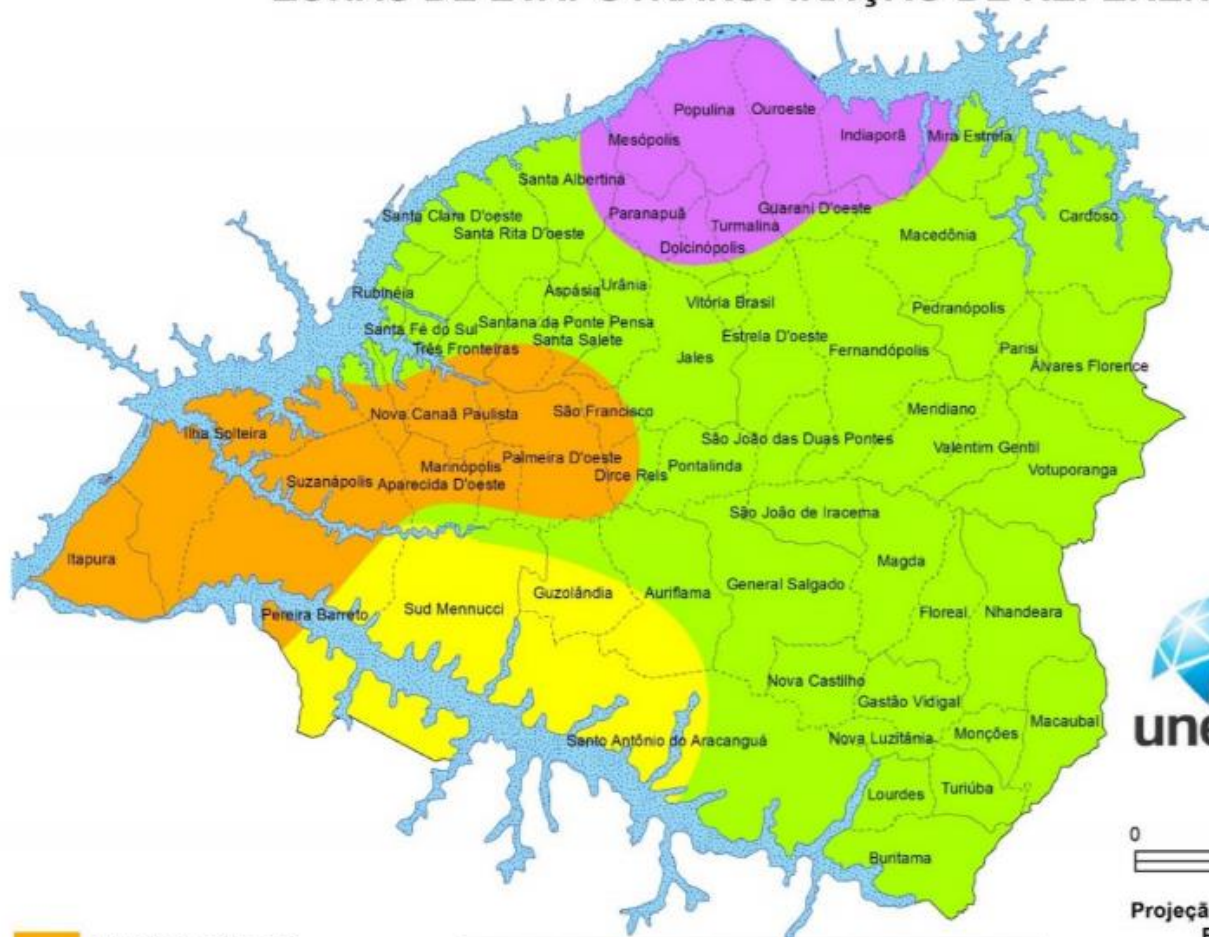
- As Zonas Homogêneas de Evapotranspiração (ZH) foram propostas por Silva Junior (2017);
- Que se utilizou da base histórica diária de ETo para definir 4 regiões de mesma ETo;
- Oferece valores diários médios mensais em cada zona, servindo de base para a realização do manejo da irrigação.

# Mapa representativo das Zonas Homogêneas e valores estimados mensais da evapotranspiração, em mm dia<sup>-1</sup>





# ZONAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETo)

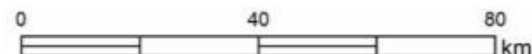


- Zona homogênea 1
- Zona homogênea 2
- Zona homogênea 3
- Zona homogênea 4

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
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



ESCALA 1:950.000



Projeção UTM (Universal Transversa de Marcator)  
Referência horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso: -22°

**Autores:**  
Josué Ferreira Silva Junior  
Fernando Braz Tangerino Hernandez  
2016





# ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DO USO DA ÁGUA

Penman-Monteith

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 U_2)}$$

Em que:

$ET_o$  = Evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

$R_n$  = Radiação neta na superfície do cultivo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ )

$R_a$  = Radiação extraterrestre ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

$G$  = Fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ )

$T$  = Temperatura média do ar a 2 m de altura ( $^{\circ}\text{C}$ )

$u_2$  = Velocidade do vento a 2 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ )

$e_s$  = Pressão do vapor de saturação (kPa)

$e_a$  = Pressão real do vapor (kPa)

$e_s - e_a$  = Déficit da pressão de vapor (kPa)

$\Delta$  = Pendente da curva de pressão de vapor ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

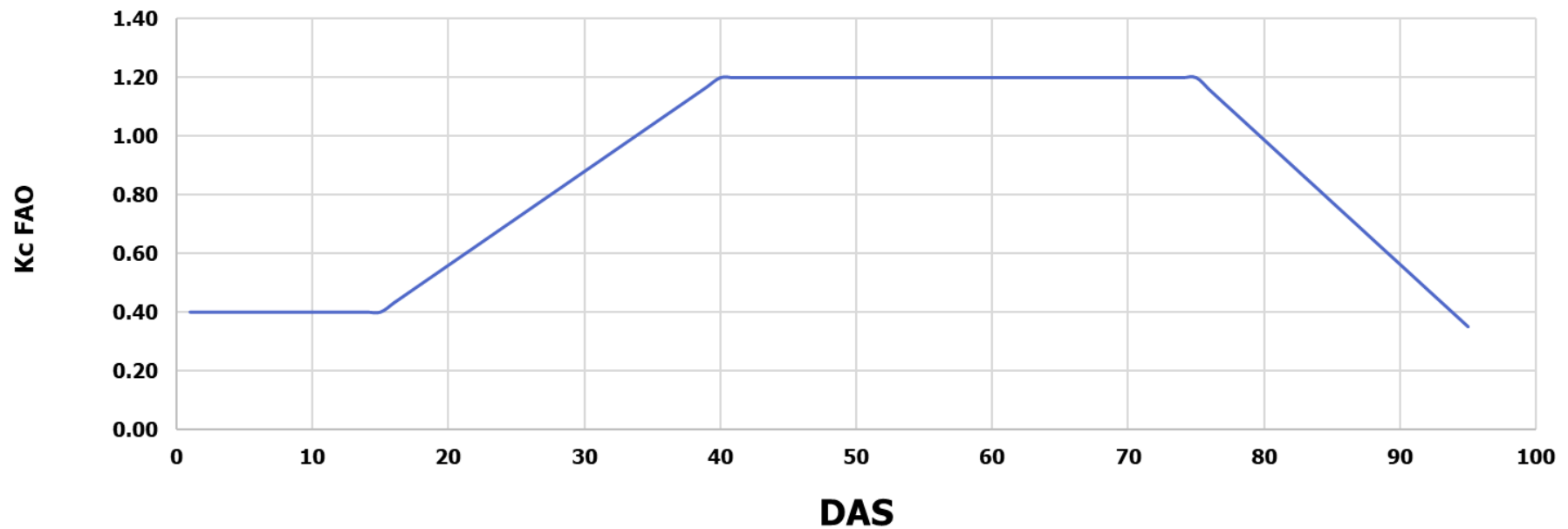
$\gamma$  = constante psicrométrica ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

- O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) foi extraído do FAO 56, (Allen et al., 1998)

Sendo representado por uma série de quatro segmentos:

- desenvolvimento inicial;
- crescimento vegetativo;
- florescimento;
- maturidade fisiológica da cultura.

### Coeficiente de Cultivo do Feijão



Nesse estudo o ciclo total de desenvolvimento do feijoeiro variou de 95 a 100 dias.

$$ET_c = ET_o * K_c$$

Em que:

$ET_c$  = Evapotranspiração da cultura (mm/dia)

$ET_o$  = Evapotranspiração de referência (mm/dia)

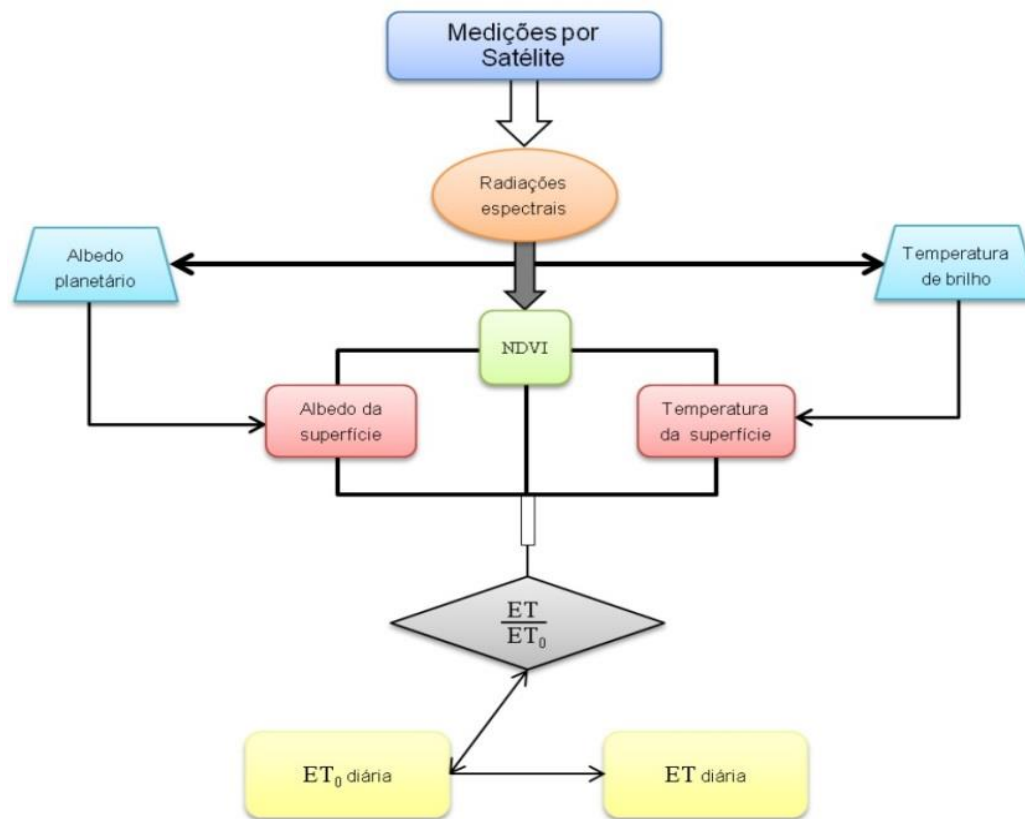
$K_c$  = Coeficiente de cultura

A velocidade do vento e suas direções também foram estudadas, para analisar seus efeitos no processo de ETo.

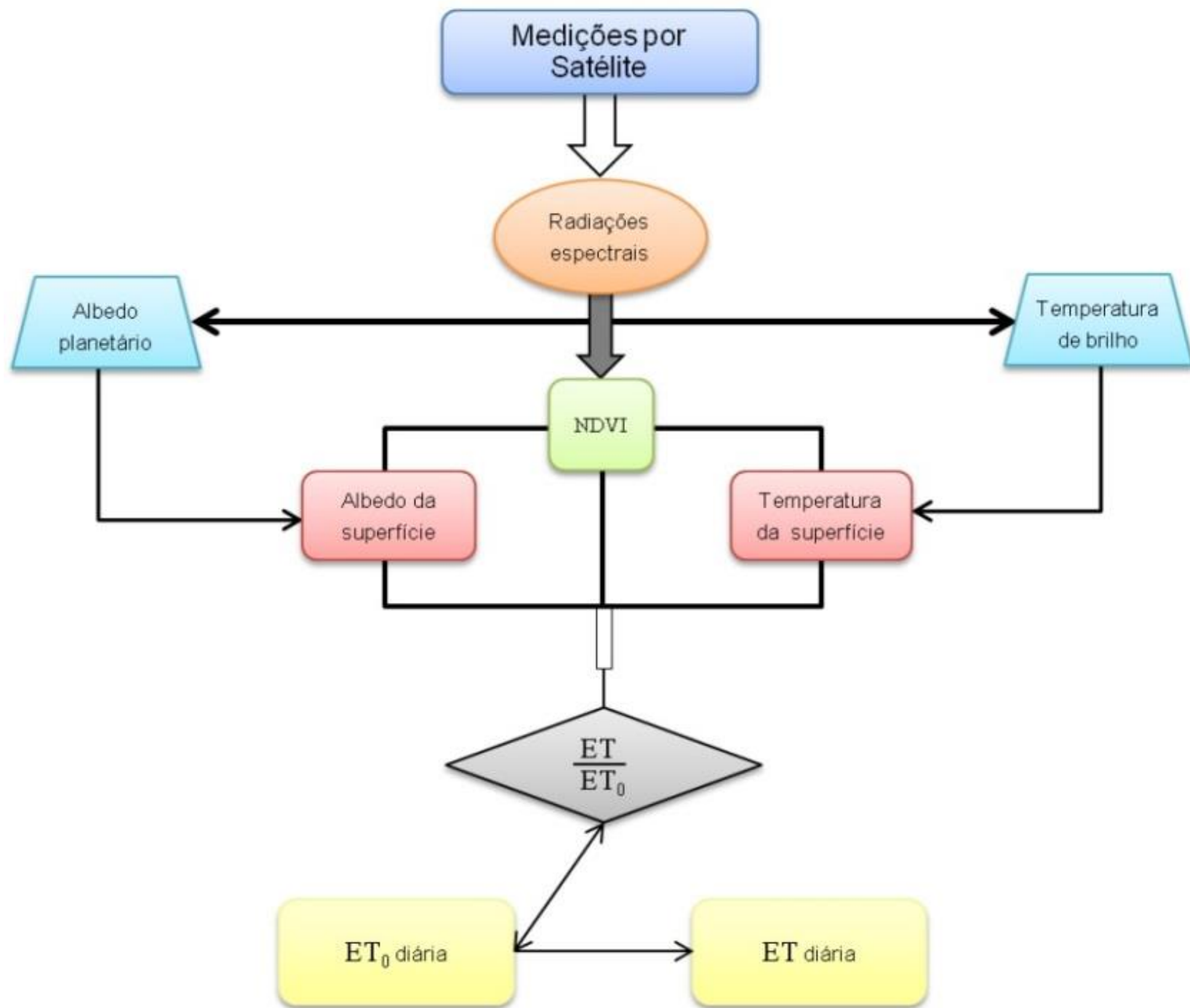


# EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATUAL

## SAFER



Fonte: Teixeira et al. (2012).



## IMAGENS DE SATÉLITE

NASA;

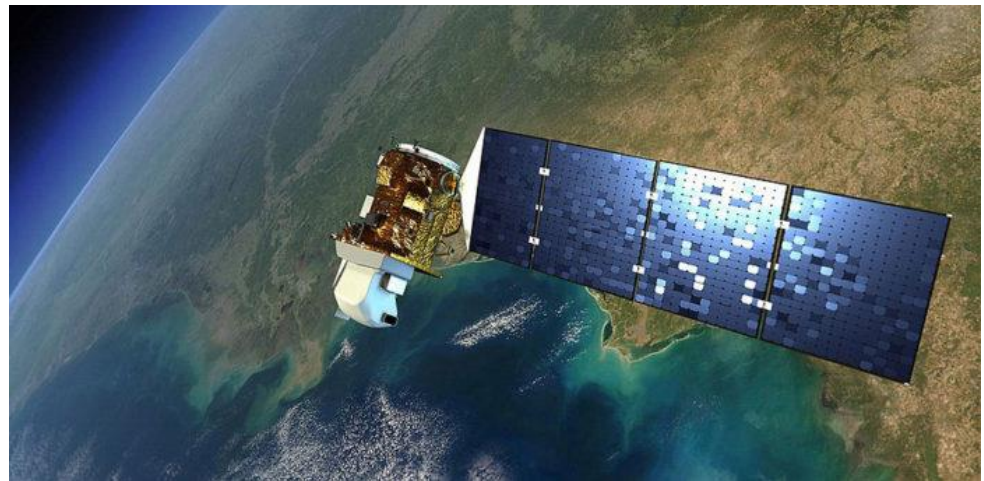
LandSat 8;

8 bandas multiespectrais;

1 banda pancromatica;

2 bandas termiais;

16 dias.



Fonte: Google Imagens

## IMAGENS DE SATÉLITE

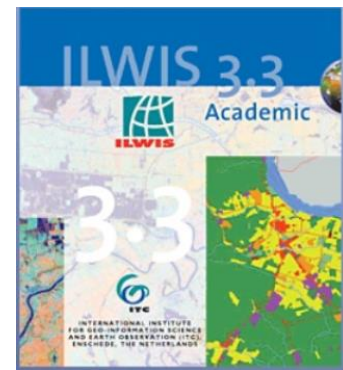
Processados no Software ILWIS 3.3 Academic;  
Reprojetadas;

Projetadas em UTM;

Sob Datum WGS 1984;

Zona 22 S;

Exportadas para o ArcGis 10.1.



# EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

$$EUA = \frac{p}{ET_c}$$

onde:

EUA ou PA = eficiência de uso da água, em  $\text{kg m}^{-3}$

p = produção de grãos, em  $\text{kg ha}^{-1}$

$ET_c$  = evapotranspiração de cultura, em  $\text{mm dia}^{-1}$ .



# EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

Os valores de produtividade da água (PA) foram calculados pela razão entre produtividade e irrigação real e simulação de irrigação em cada época de semeadura. A partir da análise de regressão verificou-se as PAs em função das diferentes irrigações, se ajustaram a um modelo polinomial quadrático com um coeficiente de determinação

# ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

05/04 e 02/06;

Profundidade de manejo de 40 cm;

CAD 40 mm;

CAD de Manejo 48 mm.

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

05/06; 13/07; 19/07; 31/07 e 04/08

As curvas características de retenção de água do solo foram elaboradas com o método membrana de Richards, conforme descrito por Freitas Júnior; Silva (1984);

Curvas características de retenção de água no solo, conforme o modelo de van Genuchten (1980);

Software SWRC versão 3.0 Dourado Neto et al.(2001).

# ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

Capacidade de água disponível (CAD), Reserva, sendo 50% da CAD e a CAD de Manejo

Safra	CAD	Reserva	CAD de Manejo
05/04/2017	40.0	20.0	48.0
02/06/2017			
05/06/2017	36.3	18.2	44.3
13/07/2017	44.4	22.2	52.4
19/07/2017			
31/07/2017	37.1	18.6	45.1
04/08/2017	44.2	22.1	52.2

Fonte: Elaboração do próprio autor.



# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## OBTENÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA E ACURACIA DOS DADOS



# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Rubinéia

Para o plantio realizado em 05/04

ET<sub>c</sub>

Ilha Solteira: 228,5 mm/safra

Marinópolis: 220,5 mm/safra

ZH 1: 240,6 mm/safra



8 mm/safra



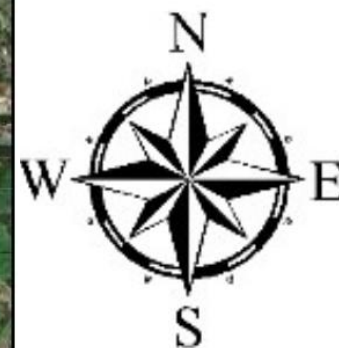


Ilha Solteira  
123° SE

Ilha Solteira  
1,1 m/s

Marinópolis  
116° SE

Marinópolis  
1 m/s



## Rubinéia

Para o plantio realizado em 02/06

ETc

Ilha Solteira: 271,7 mm/safra

Marinópolis: 271,8 mm/safra

ZH 1: 295,1 mm/safra



0,1 mm/safra





Ilha Solteira  
111° ESE

Ilha Solteira  
1,4 m/s

Marinópolis  
107° ESE

Marinópolis  
1,4 m/s





## Pereira Barreto

Para o plantio realizado em 05/06

ETc

Ilha Solteira: 277,2 mm/safra

Marinópolis: 277,7 mm/safra

Bonança: 235,4 mm/safra

ZH 2: 239,5 mm/safra



41,7 mm/safra



Bonança  
140° SE

Bonança  
0,9 m/s

Ilha Solteira  
110° ESE

Ilha Solteira  
1,4 m/s

Marinópolis  
106° ESE

Marinópolis  
1,4 m/s



## Pereira Barreto

Para o plantio realizado em 13/07

ETc

Ilha Solteira: 404,4 mm/safra

Marinópolis: 396,6 mm/safra

Bonança: 329,5 mm/safra

ZH 2: 329,1 mm/safra



75,9 mm/safra





Bonança  
146° SSE

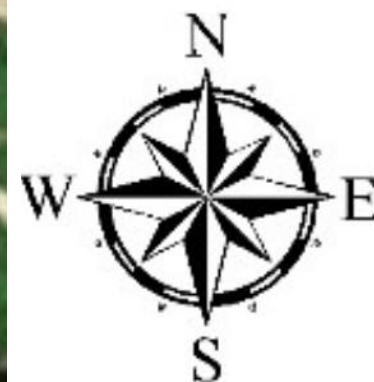
Bonança  
1 m/s

Ilha Solteira  
109° ESE

Ilha Solteira  
1,6 m/s

Marinópolis  
97° ESE

Marinópolis  
1,6 m/s



## Pereira Barreto

Para o plantio realizado em 19/07

ETc

Ilha Solteira: 395,0 mm/safr

Marinópolis: 384,9 mm/safr

Bonança: 330,4 mm/safr

ZH 2: 329,5 mm/safr



64,6 mm/safr





Bonança  
147° SSE

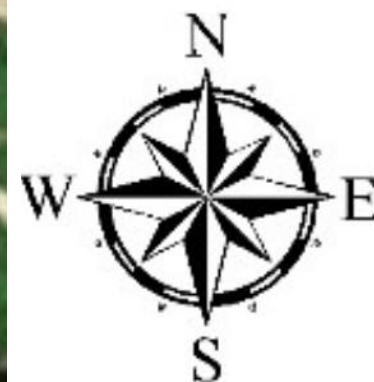
Bonança  
1 m/s

Ilha Solteira  
109° ESE

Ilha Solteira  
1,6 m/s

Marinópolis  
98° ESE

Marinópolis  
1,6 m/s



## Pereira Barreto

Para o plantio realizado em 31/07

ETc

Ilha Solteira: 398,8 mm/safra

Marinópolis: 387,5 mm/safra

Bonança: 337,4 mm/safra

ZH 2: 336,4 mm/safra



61,4 mm/safra





Área  
Pereira  
Barreto

Bonança  
156° SSE

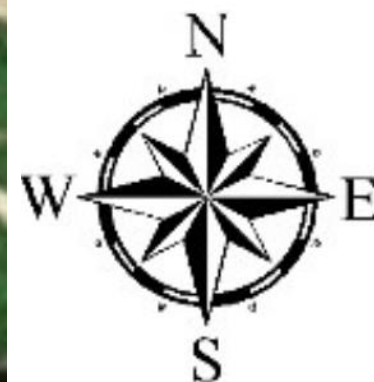
Bonança  
1 m/s

Ilha Solteira  
113° ESE

Ilha Solteira  
1,6 m/s

Marinópolis  
105° ESE

Marinópolis  
1,6 m/s



## Pereira Barreto

Para o plantio realizado em 04/08

ETc

Ilha Solteira: 314,4 mm/safra

Marinópolis: 404,0 mm/safra

Bonança: 348,7 mm/safra

ZH 2: 350,5 mm/safra



65,7 mm/safra





Área  
Pereira  
Barreto

Bonança  
156° SSE

Bonança  
1 m/s

Ilha Solteira  
111° ESE

Ilha Solteira  
1,6 m/s

Marinópolis  
103° ESE

Marinópolis  
1,6 m/s



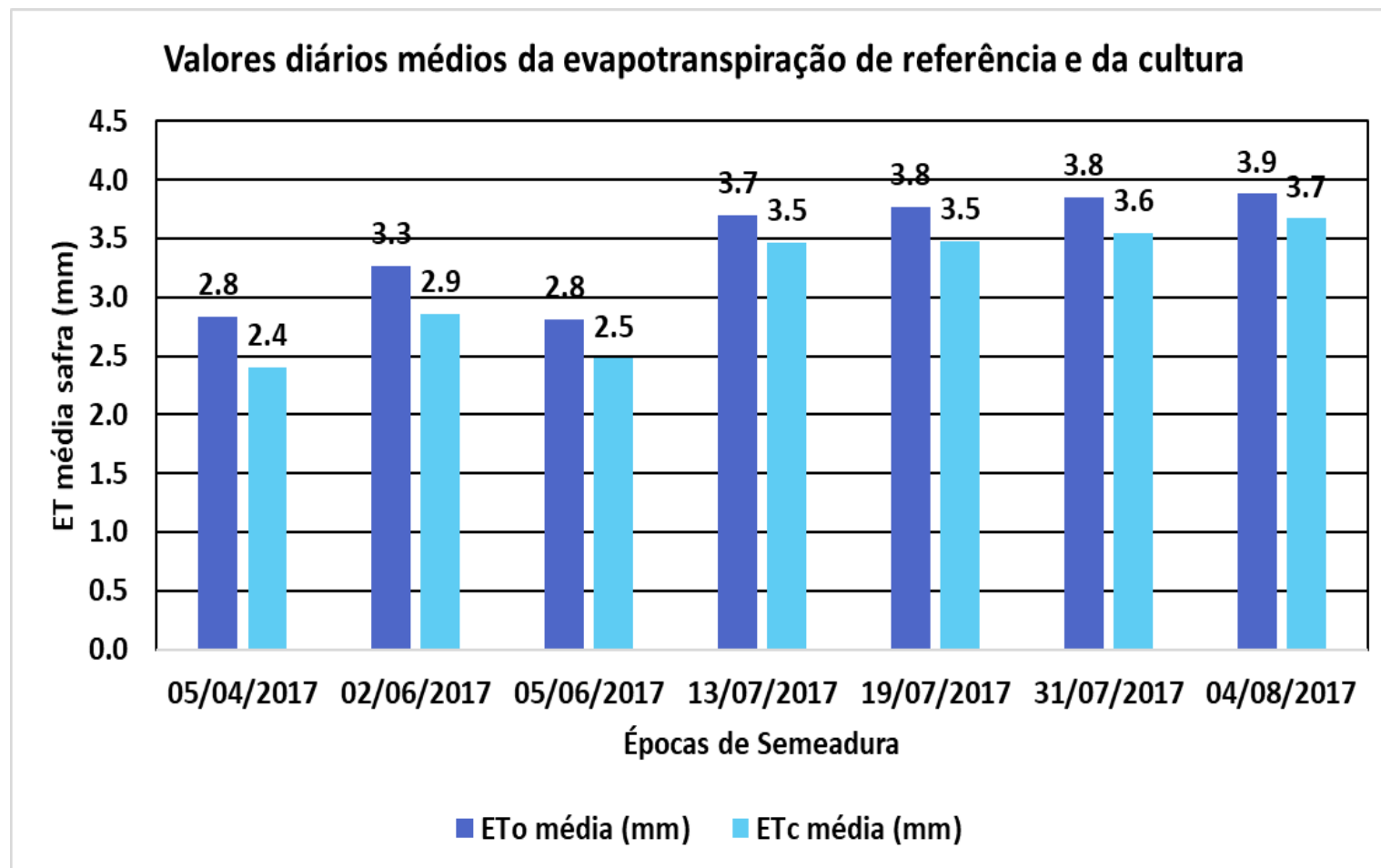


A instalação de Estação Bonança, que encontra-se na maior área irrigada do Noroeste Paulista, é de fundamental importância na disponibilização de dados mais precisos para realização de manejo de irrigação, demonstrando que a utilização de dados de outras estações pode gerar níveis de demanda hídrica altíssimos durante uma safra.

# ESTIMATIVAS DAS DEMANDA HÍDRICAS

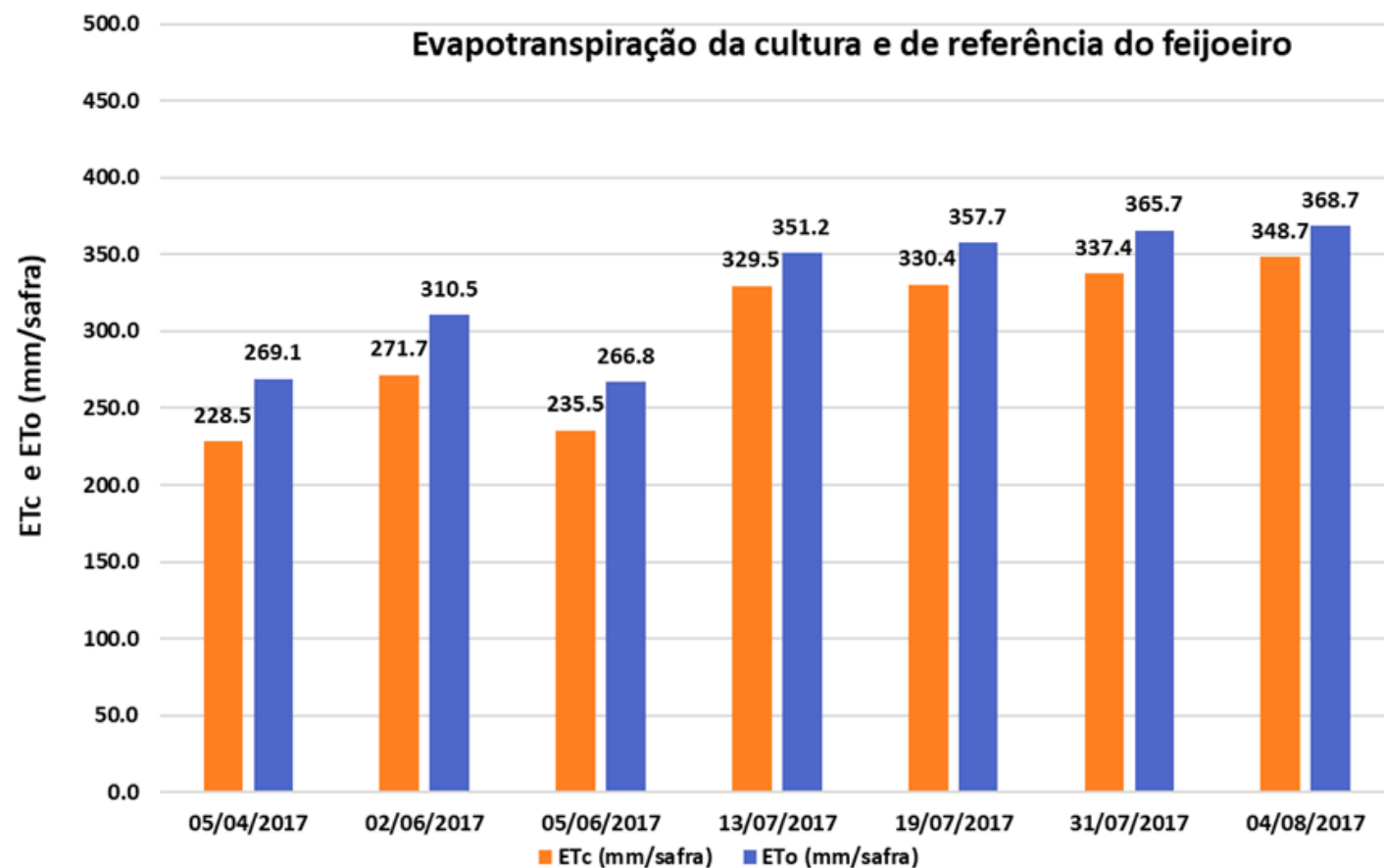


Evapotranspiração de referência média (ET<sub>o</sub>) e evapotranspiração da cultura média (ET<sub>c</sub>) nas áreas comerciais.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Evapotranspiração de referência total (ETo) e evapotranspiração da cultura total (ETc) nas áreas comerciais.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

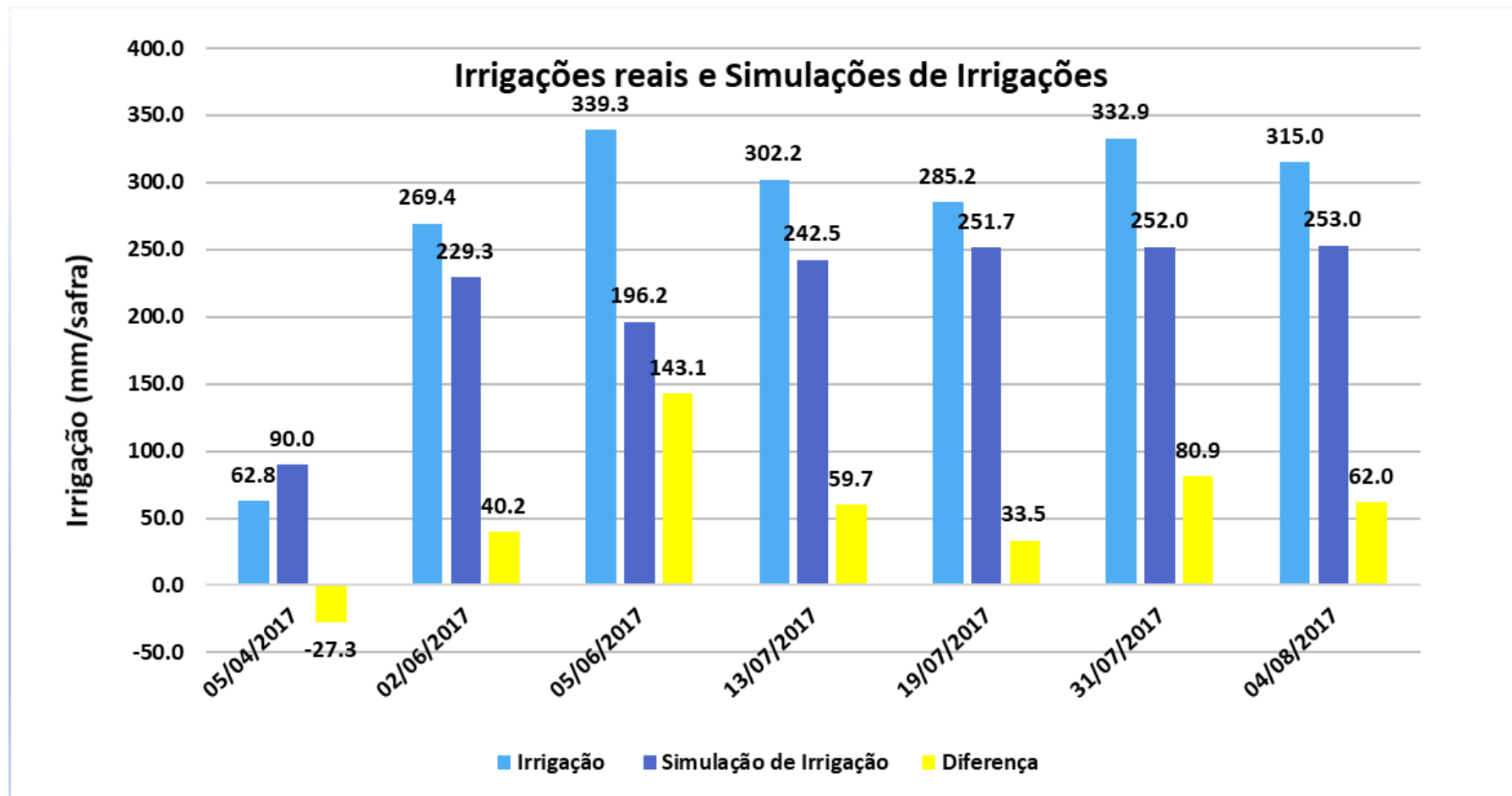


# MANEJO DA IRRIGAÇÃO

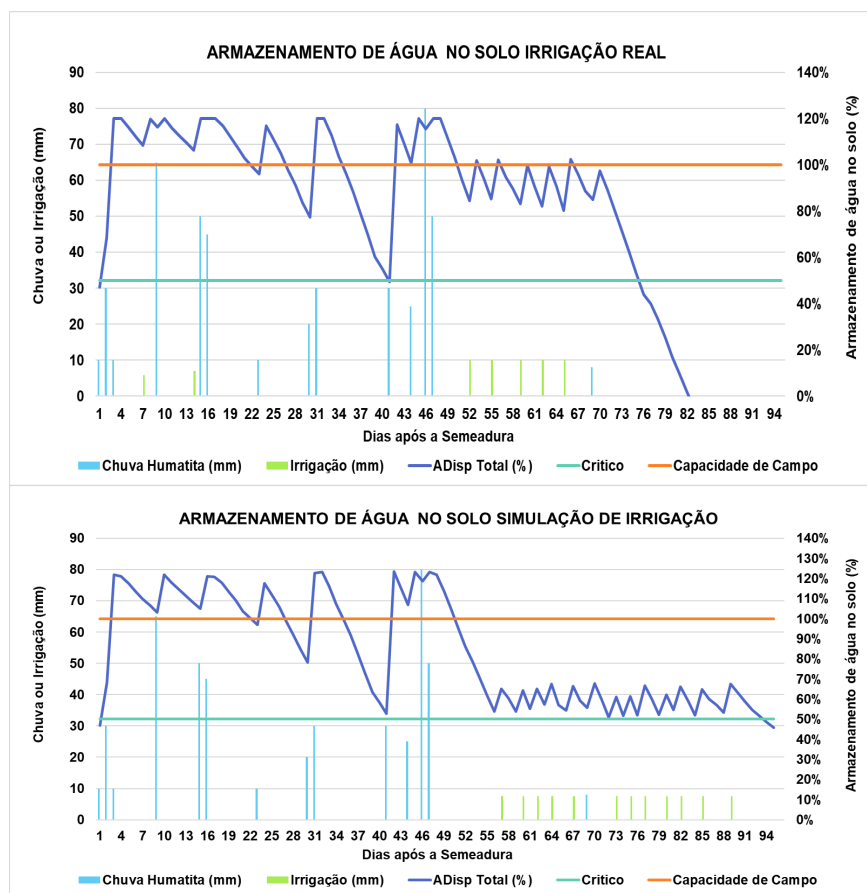




Irrigações reais realizadas e simulações de irrigações propostas e a diferença ocorrida entre a irrigação real e a irrigação proposta através de simulação.



Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 05 de abril de 2017.

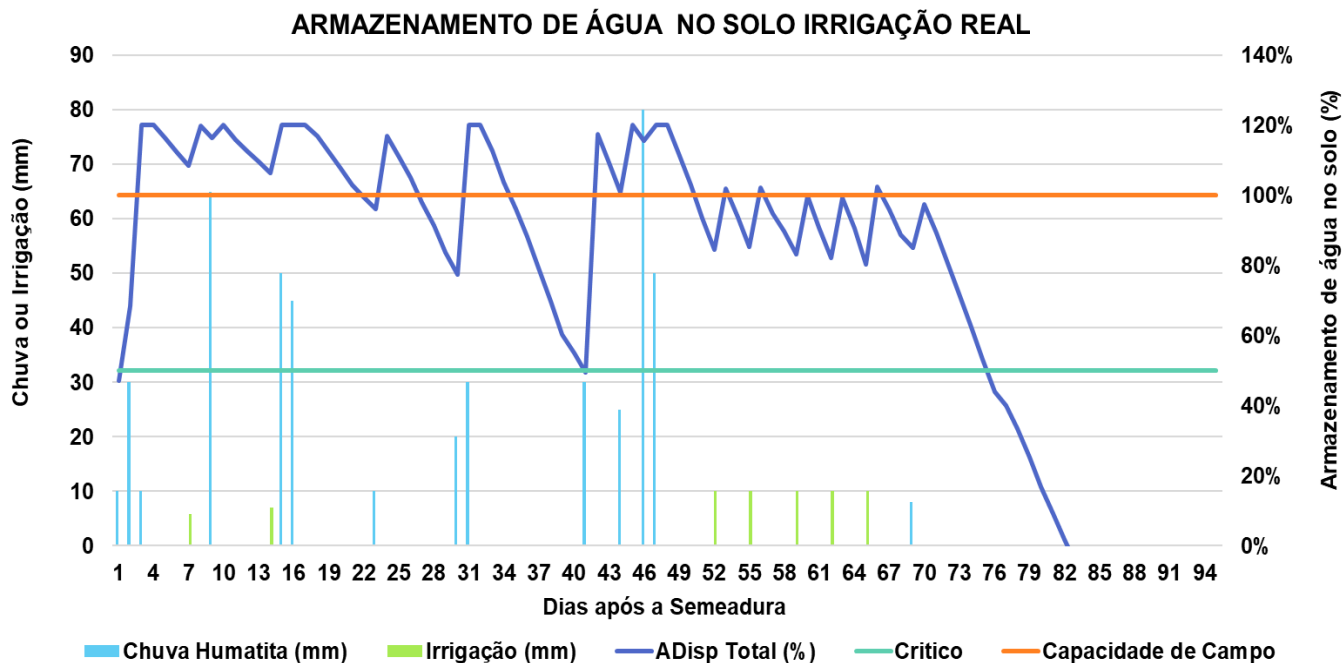


Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA  
05/04**

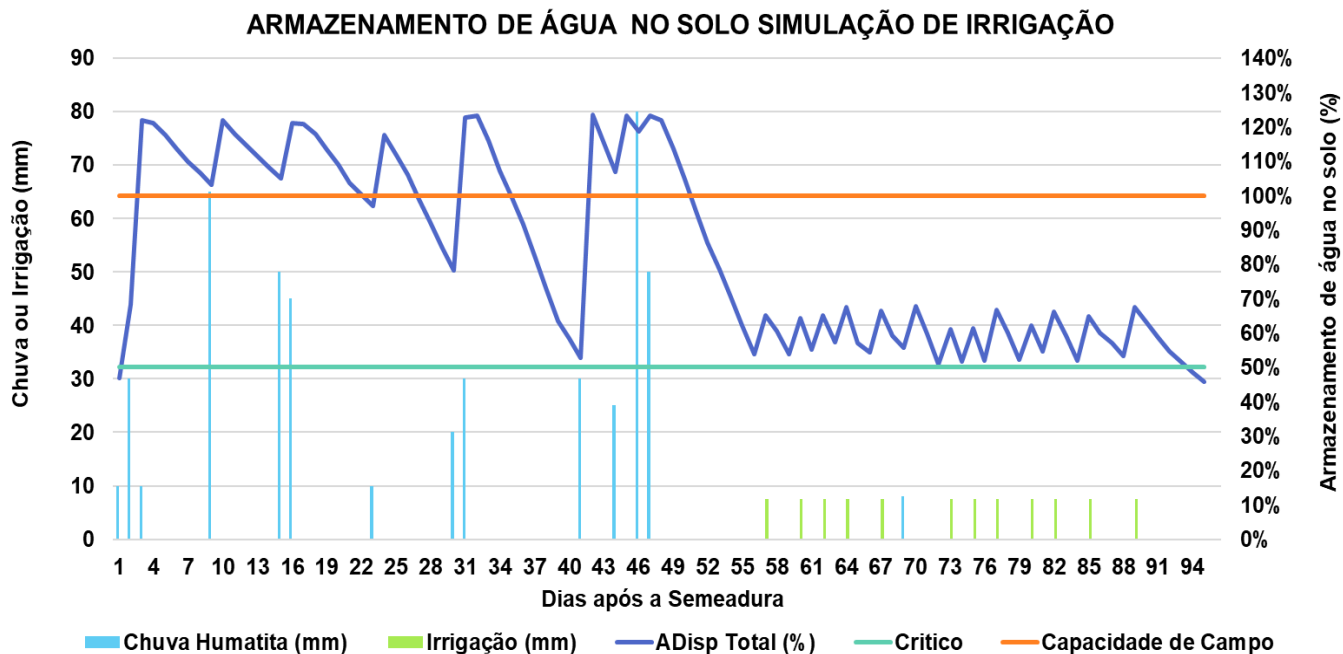
**12% da ETc**

**27% da água  
total**



**39% da ETc**

**16% da água  
total**

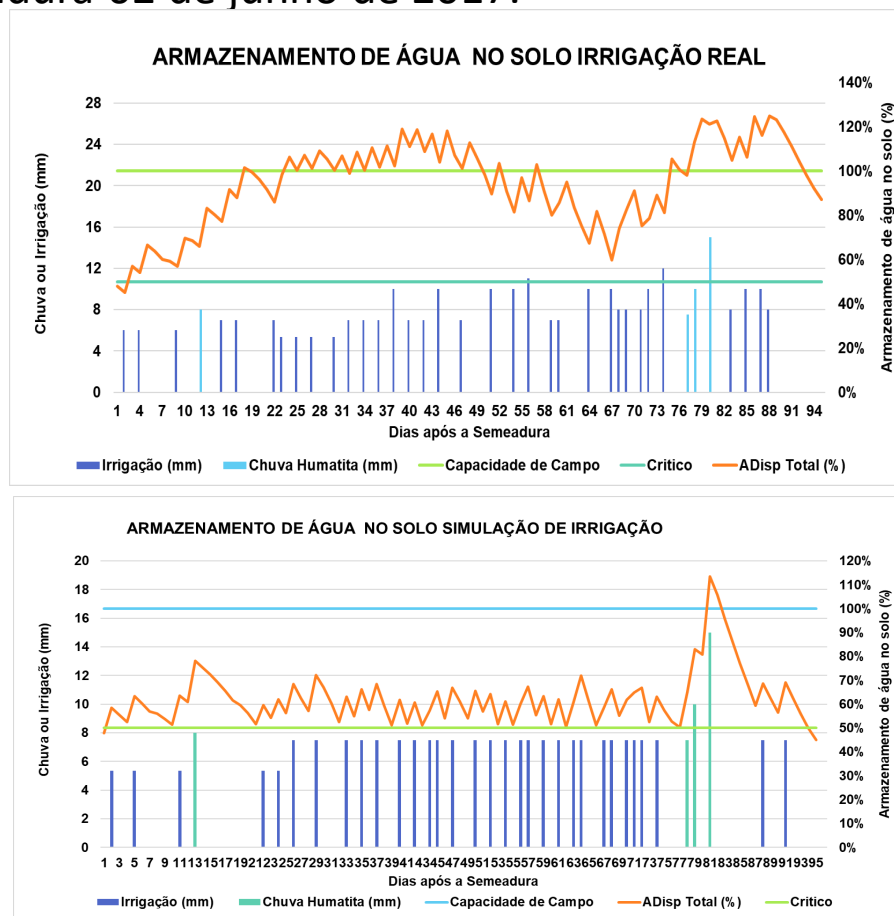








Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 02 de junho de 2017.



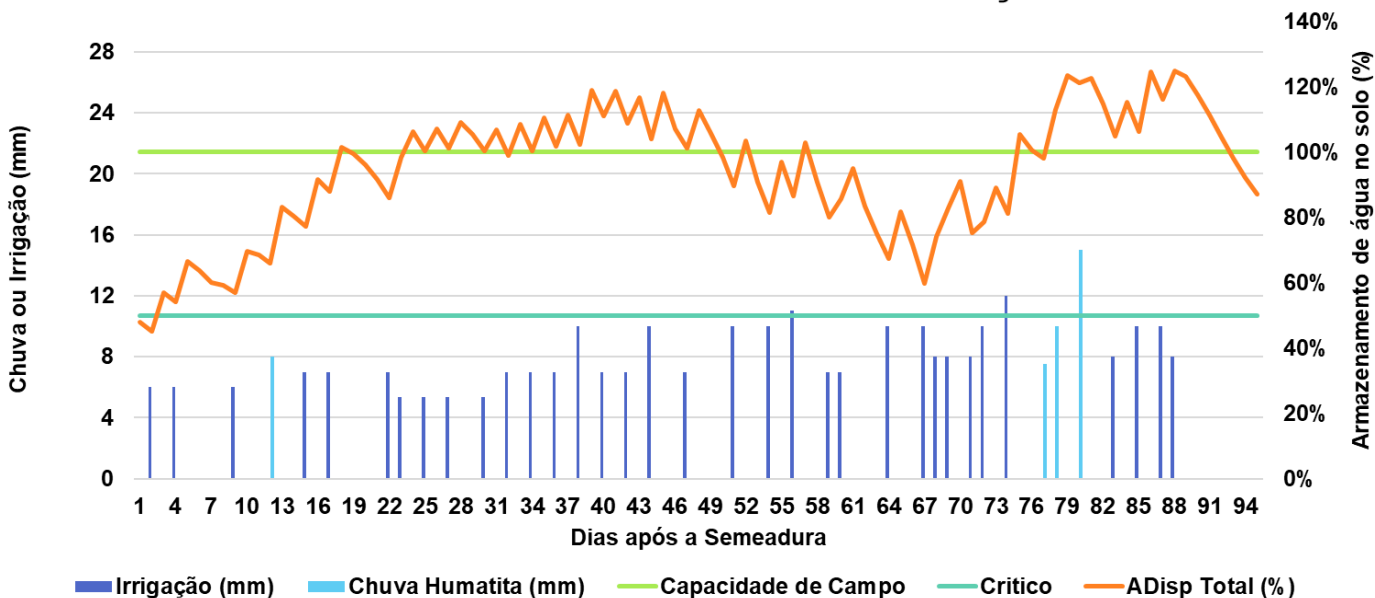
Fonte: Elaboração do próprio autor.

SEMEADURA  
02/06

99% da ETc

87% da água  
total

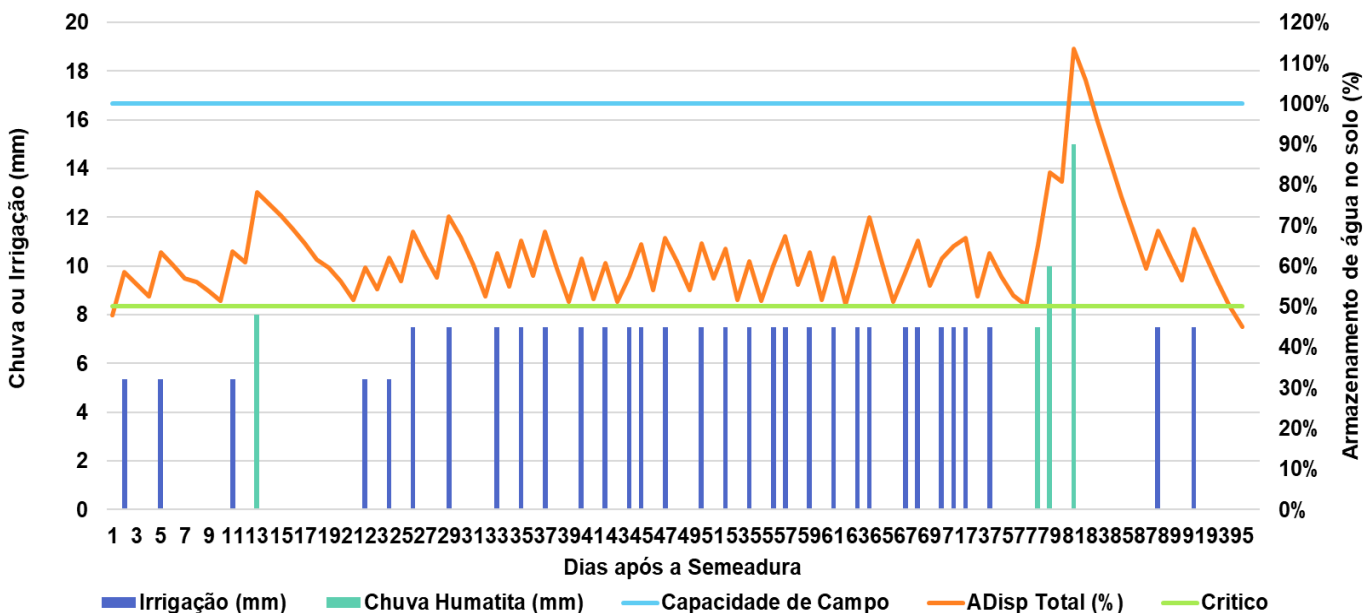
## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO IRRIGAÇÃO REAL



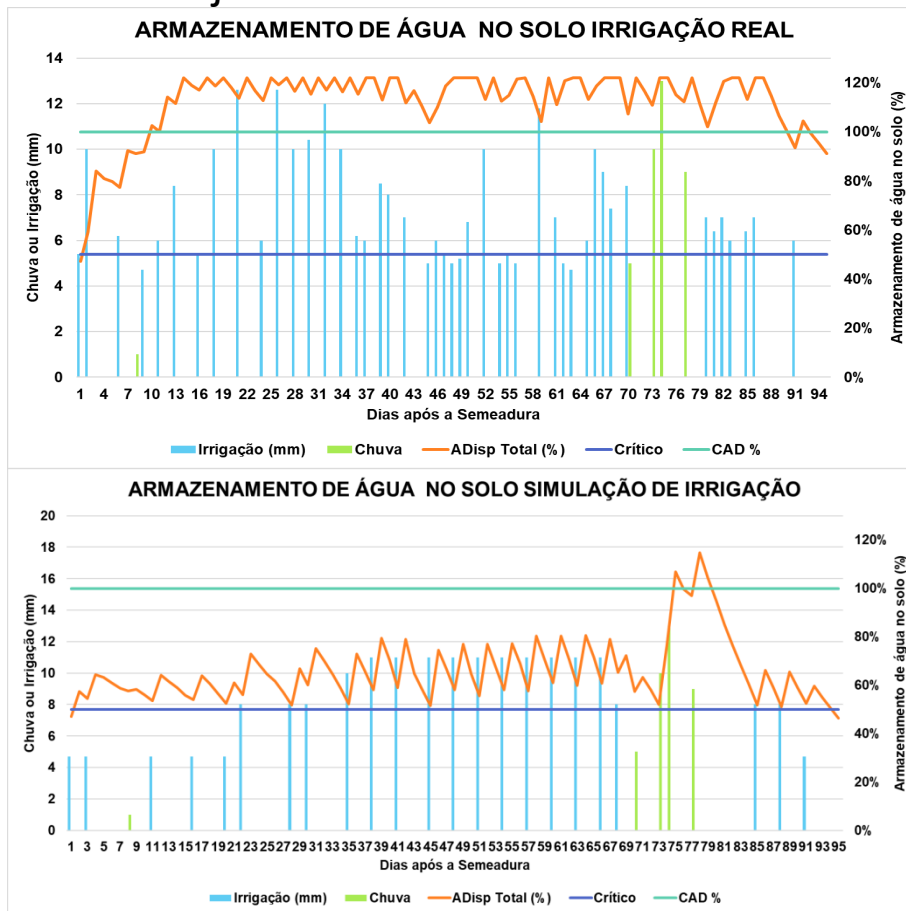
84% da ETc

85% da água  
total

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO



Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 05 de junho de 2017.



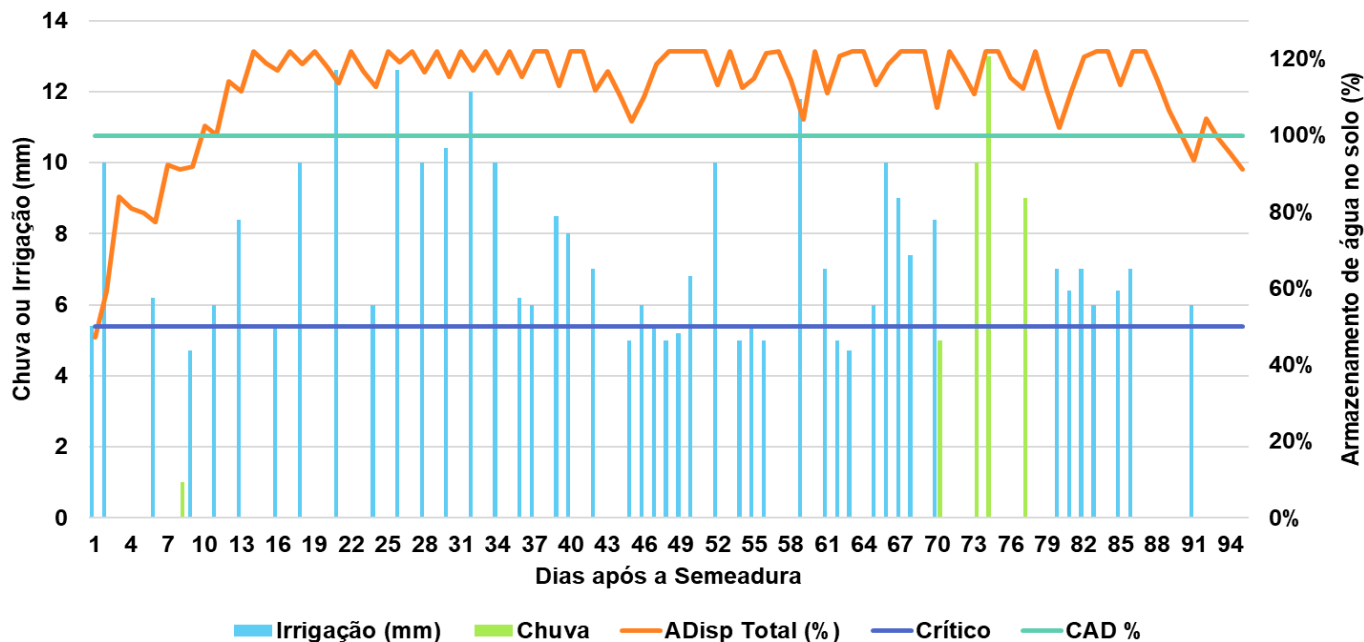
Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA  
05/06**

**144% da ETc**

**90% da água  
total**

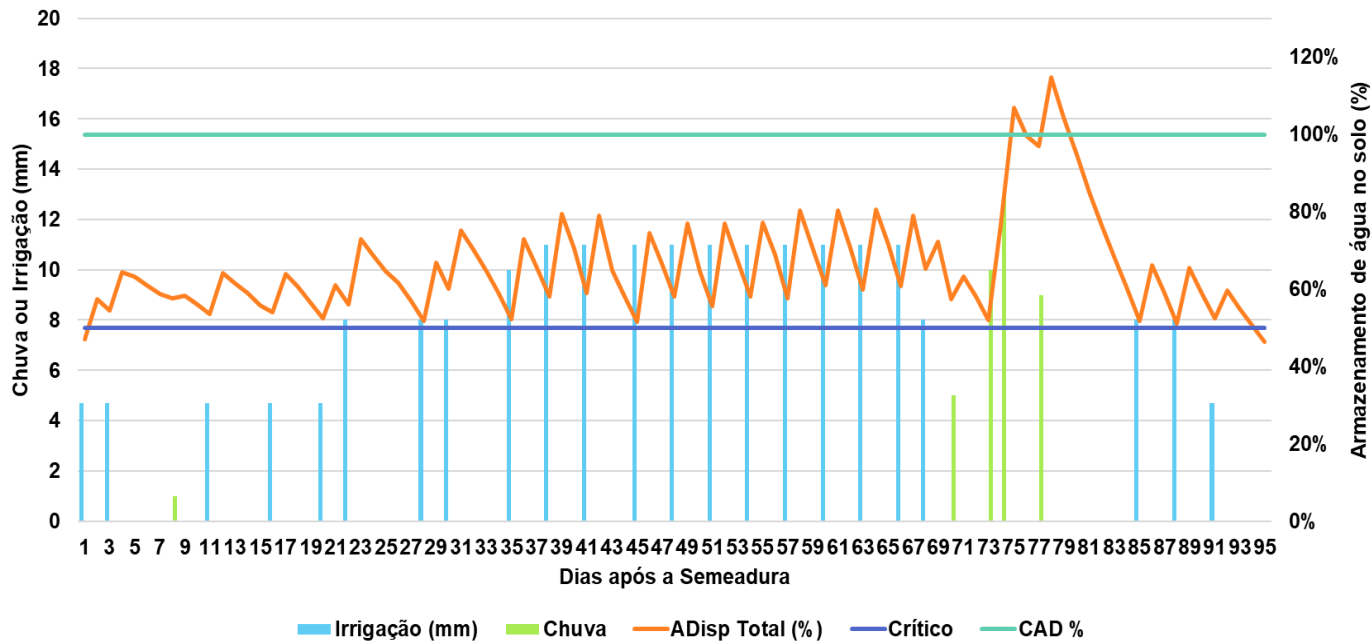
## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO IRRIGAÇÃO REAL



**83% da ETc**

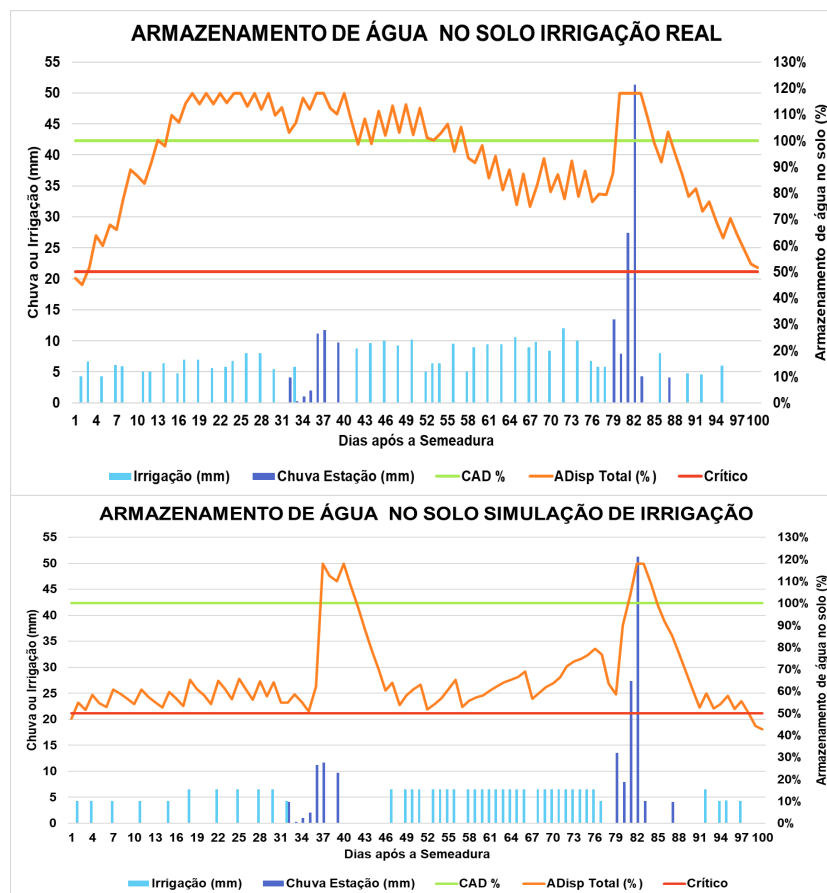
**84% da água  
total**

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO





Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 13 de julho de 2017.



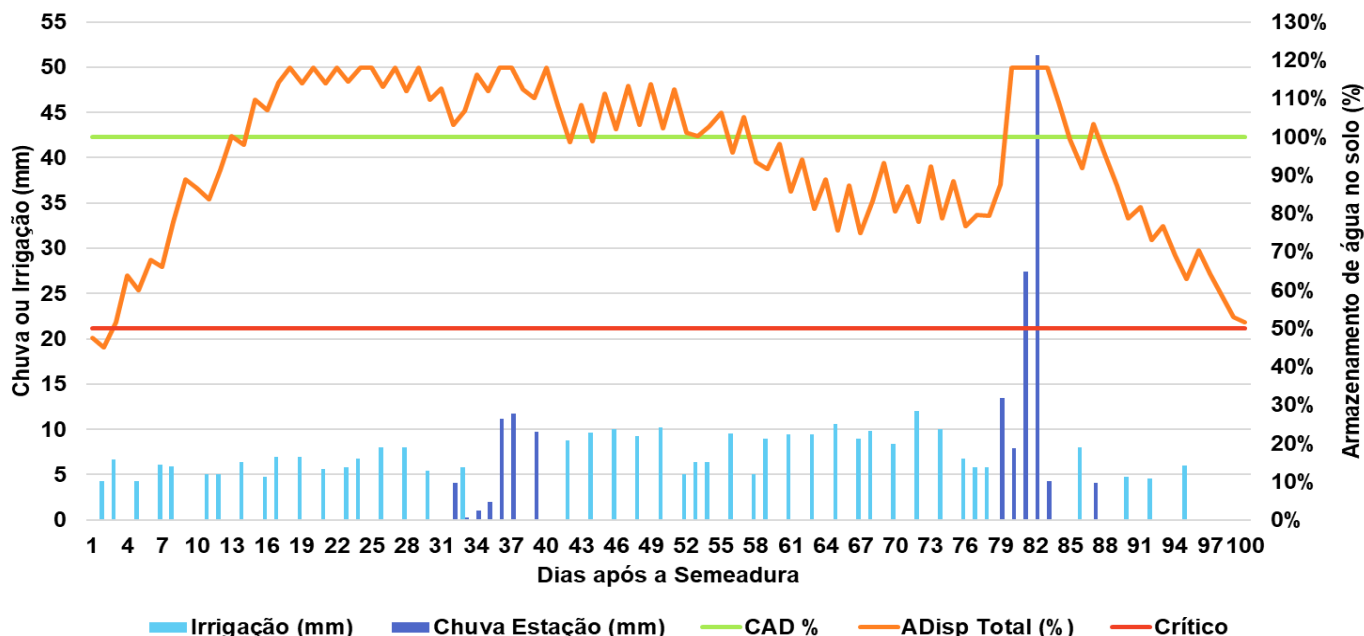
Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA**  
**13/07**

**92% da ETc**

**60% da água**  
**total**

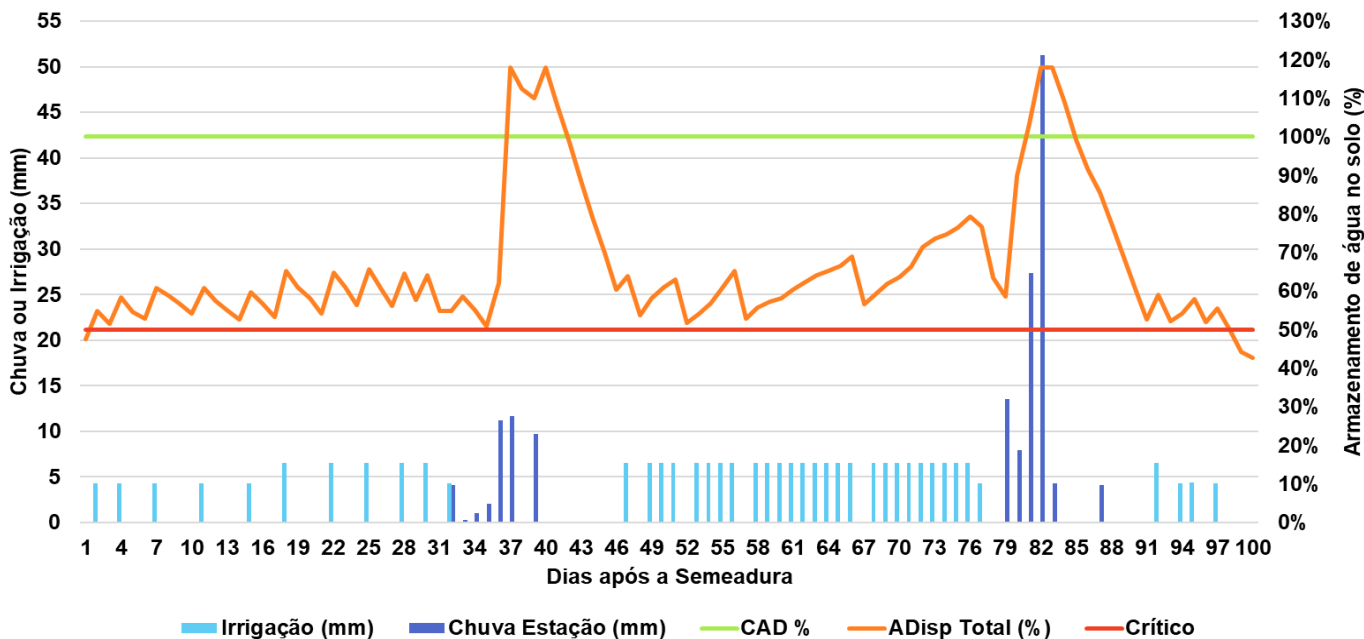
## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO IRRIGAÇÃO REAL



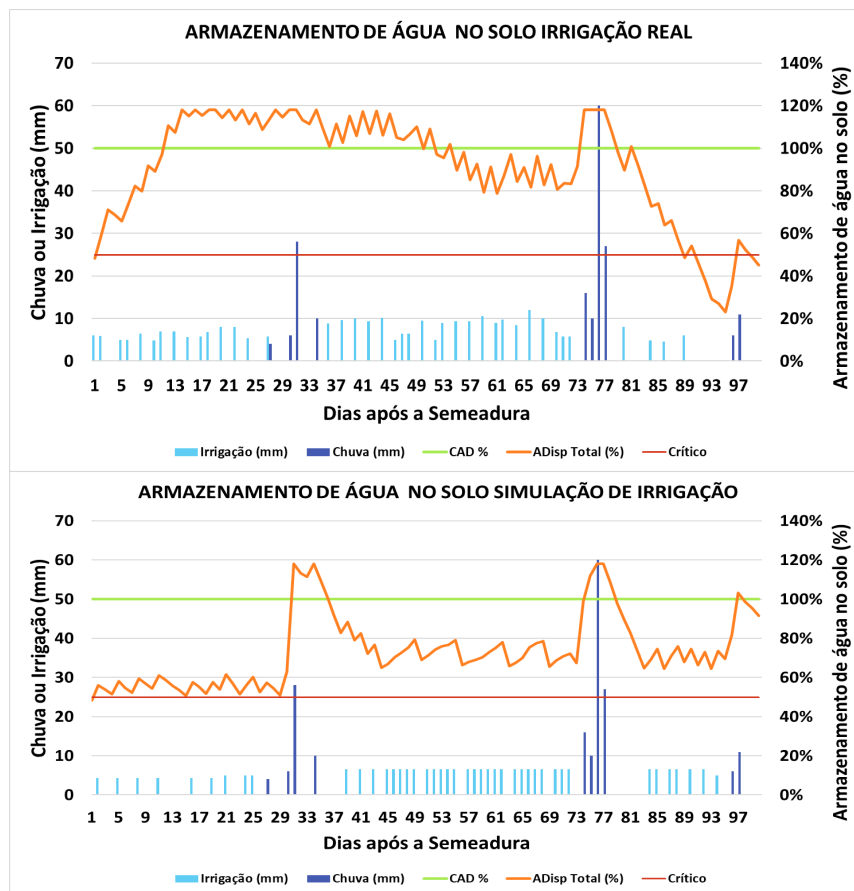
**74% da ETc**

**60% da água**  
**total**

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO

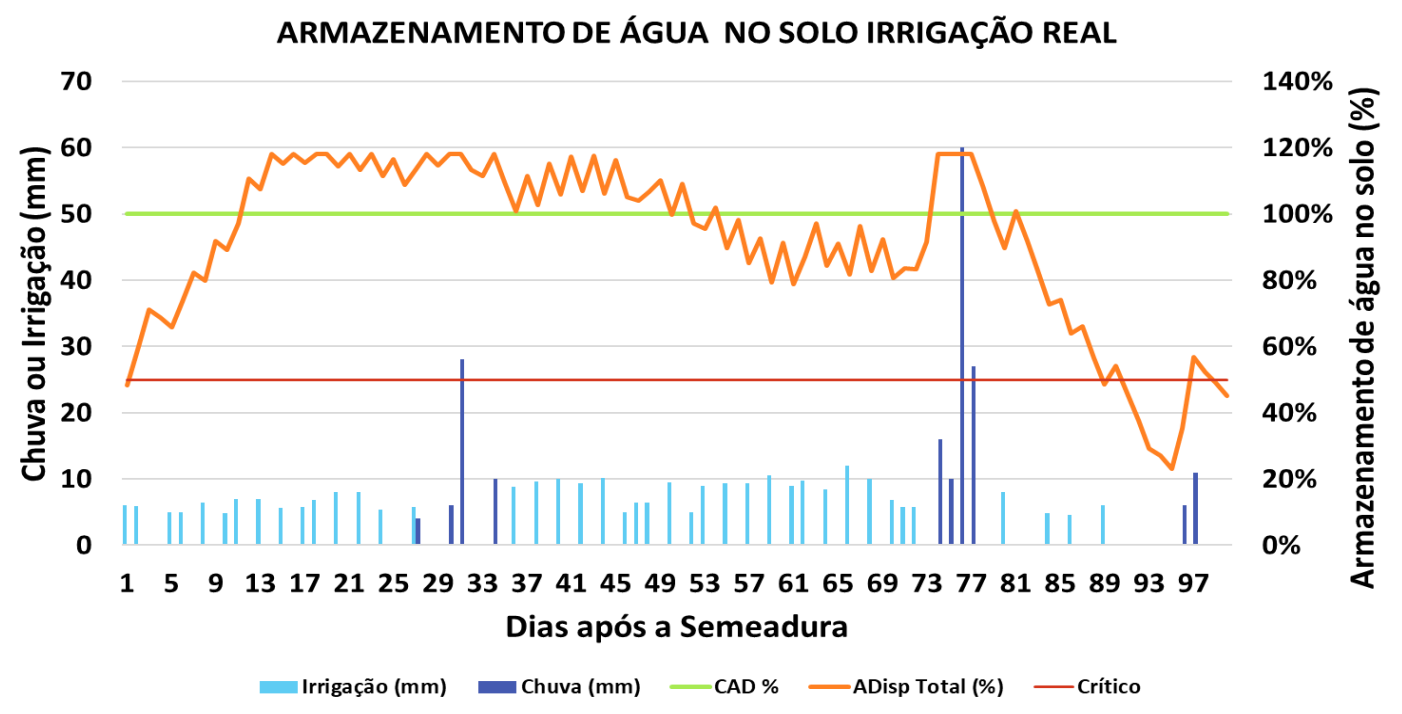


Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 19 de julho de 2017.

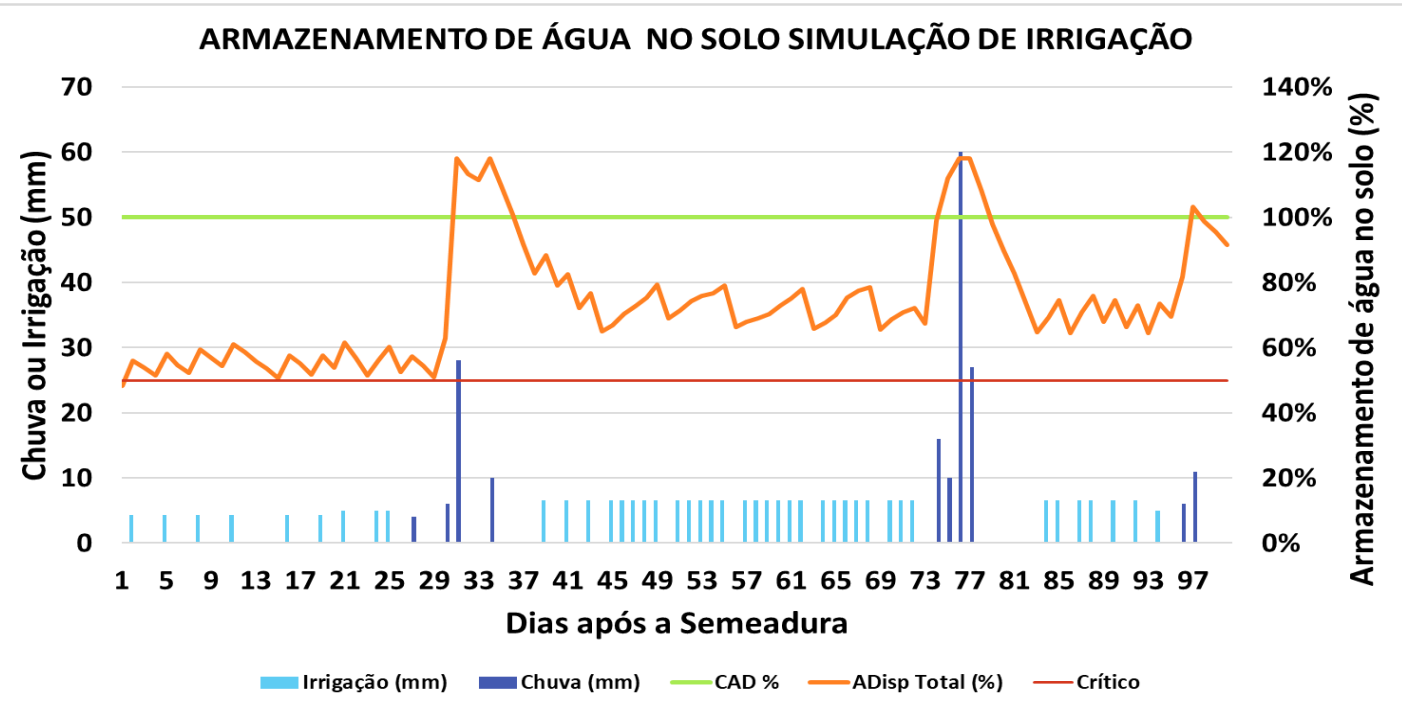


Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA**  
**19/07**  
**86% da ETc**  
**62% da água**  
**total**

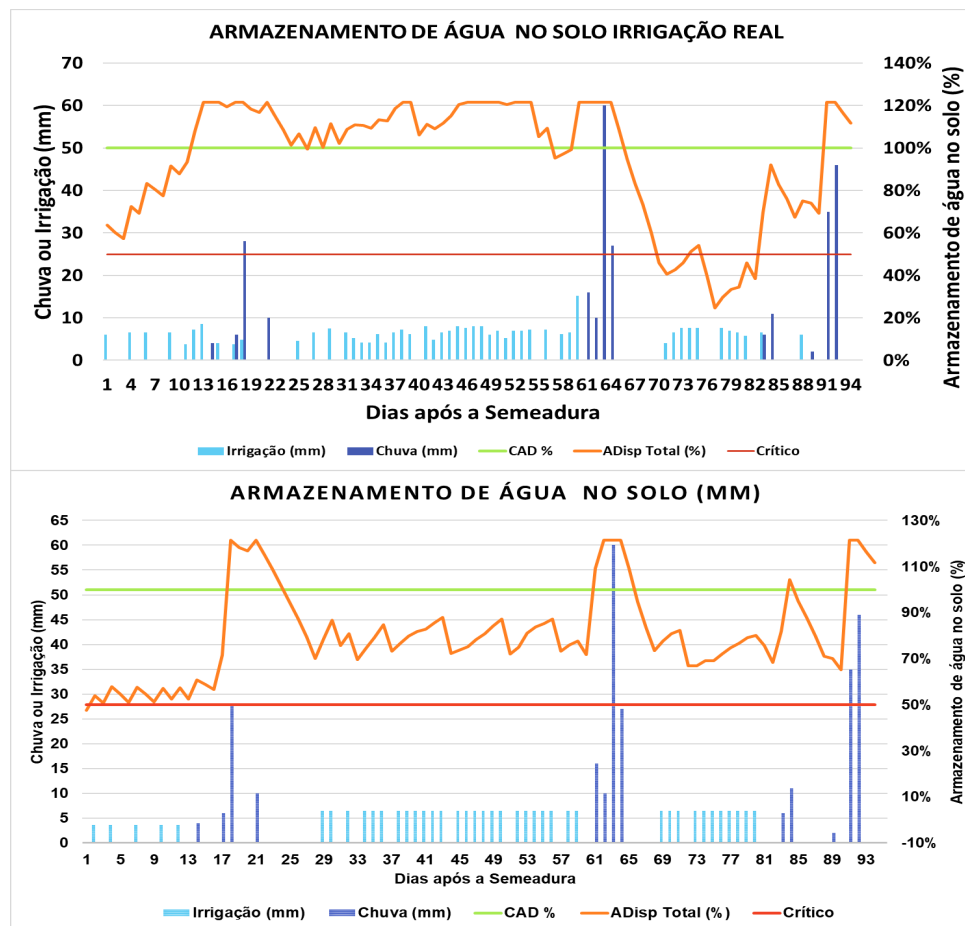


**76% da ETc**  
**59% da água**  
**total**





Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 31 de julho de 2017.

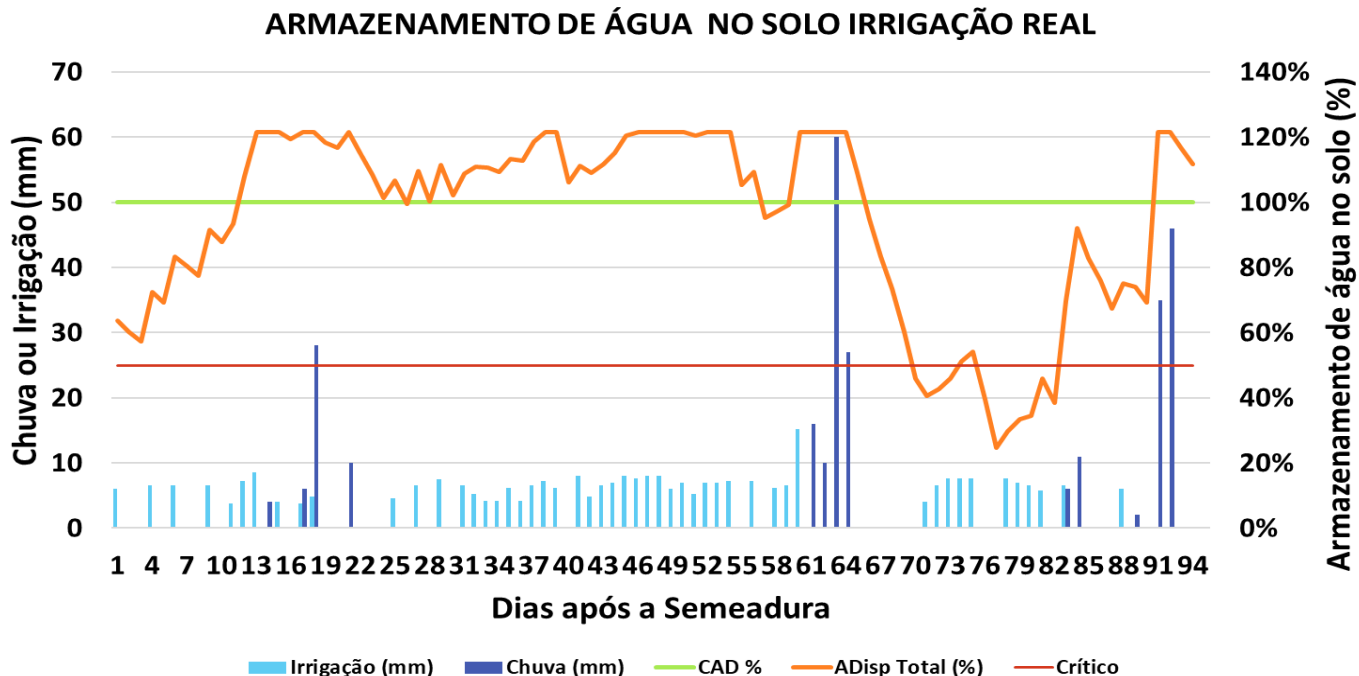


Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA**  
**31/07**

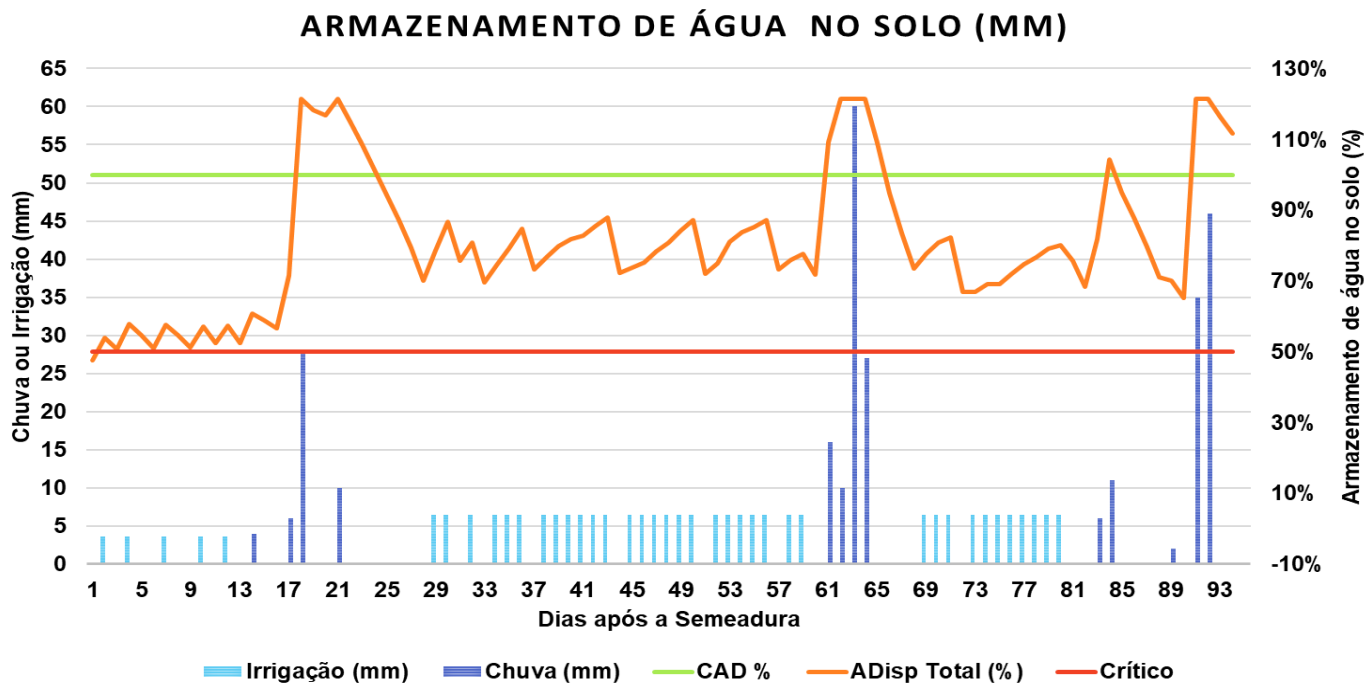
**99% da ETc**

**50% da água**  
**total**

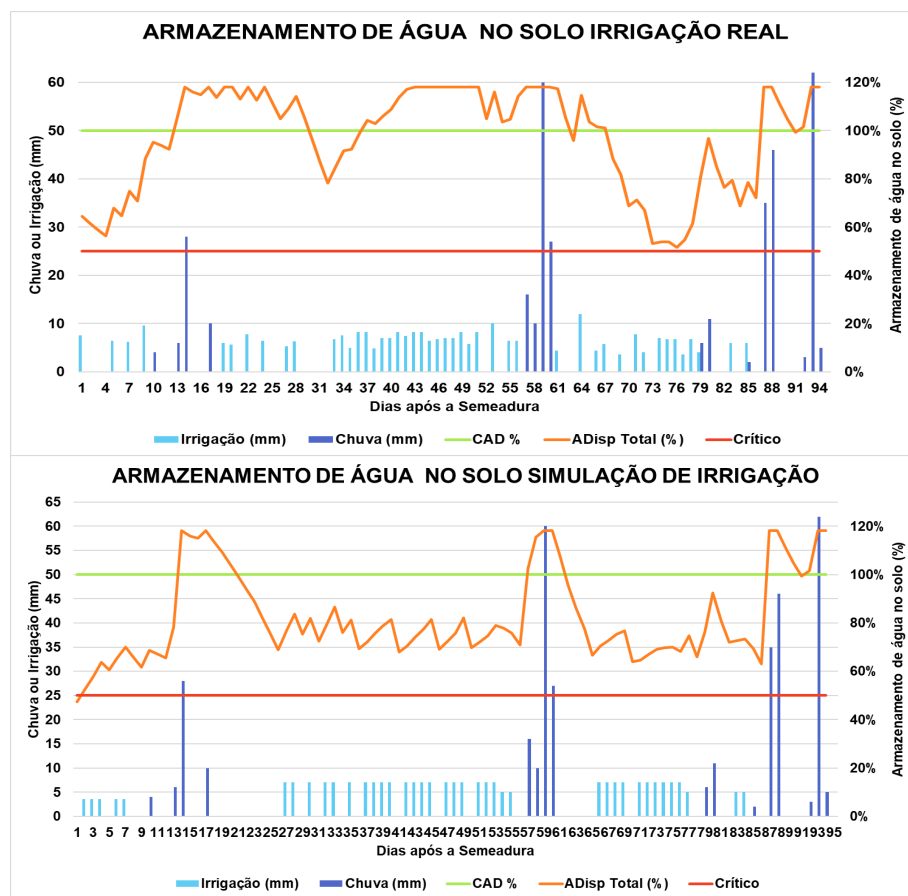


**75% da ETc**

**45% da água**  
**total**



Armazenamento de água no solo de acordo com o manejo de irrigação real realizado pelo irrigante e o manejo sugerido ao irrigante para a época de semeadura 04 de agosto de 2017.



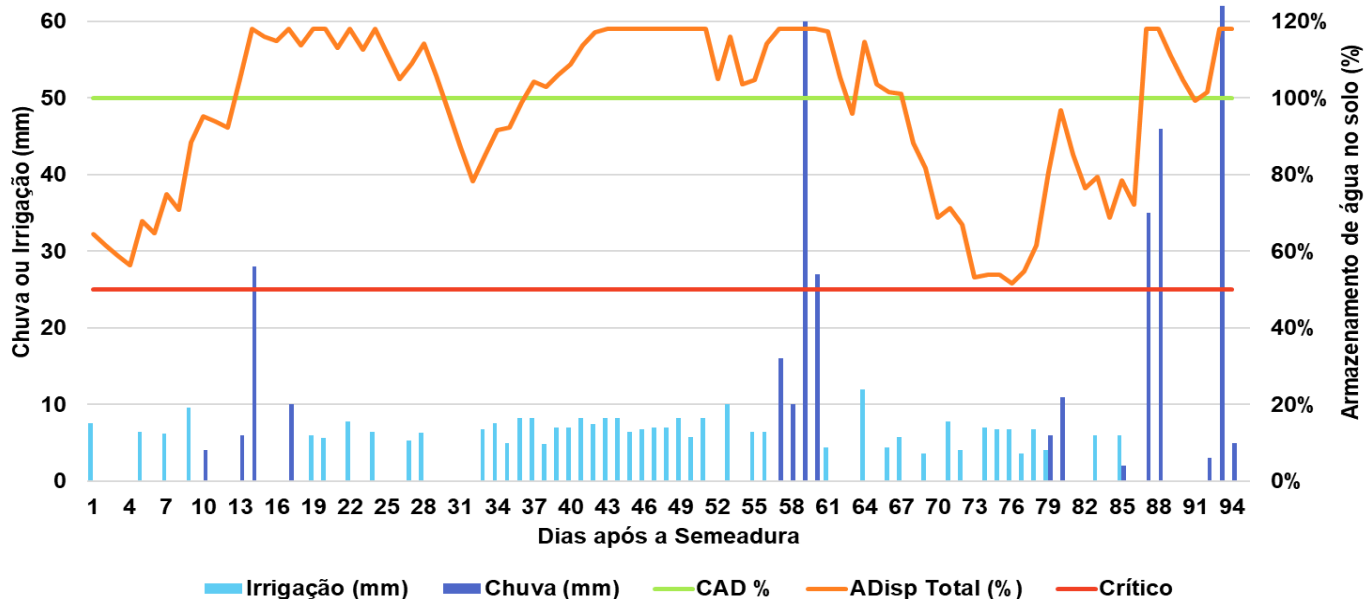
Fonte: Elaboração do próprio autor.

**SEMEADURA**  
**04/08**

**90% da ETc**

**49% da água**  
**total**

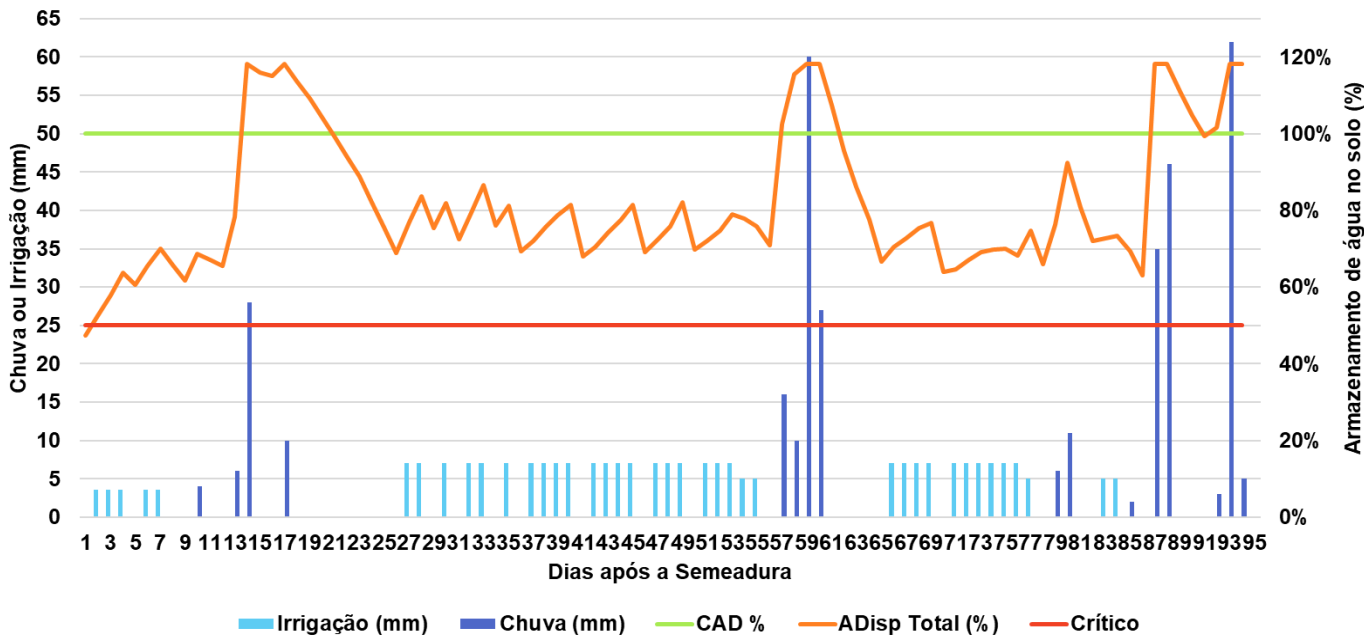
## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO IRRIGAÇÃO REAL



**73% da ETc**

**43% da água**  
**total**

## ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO





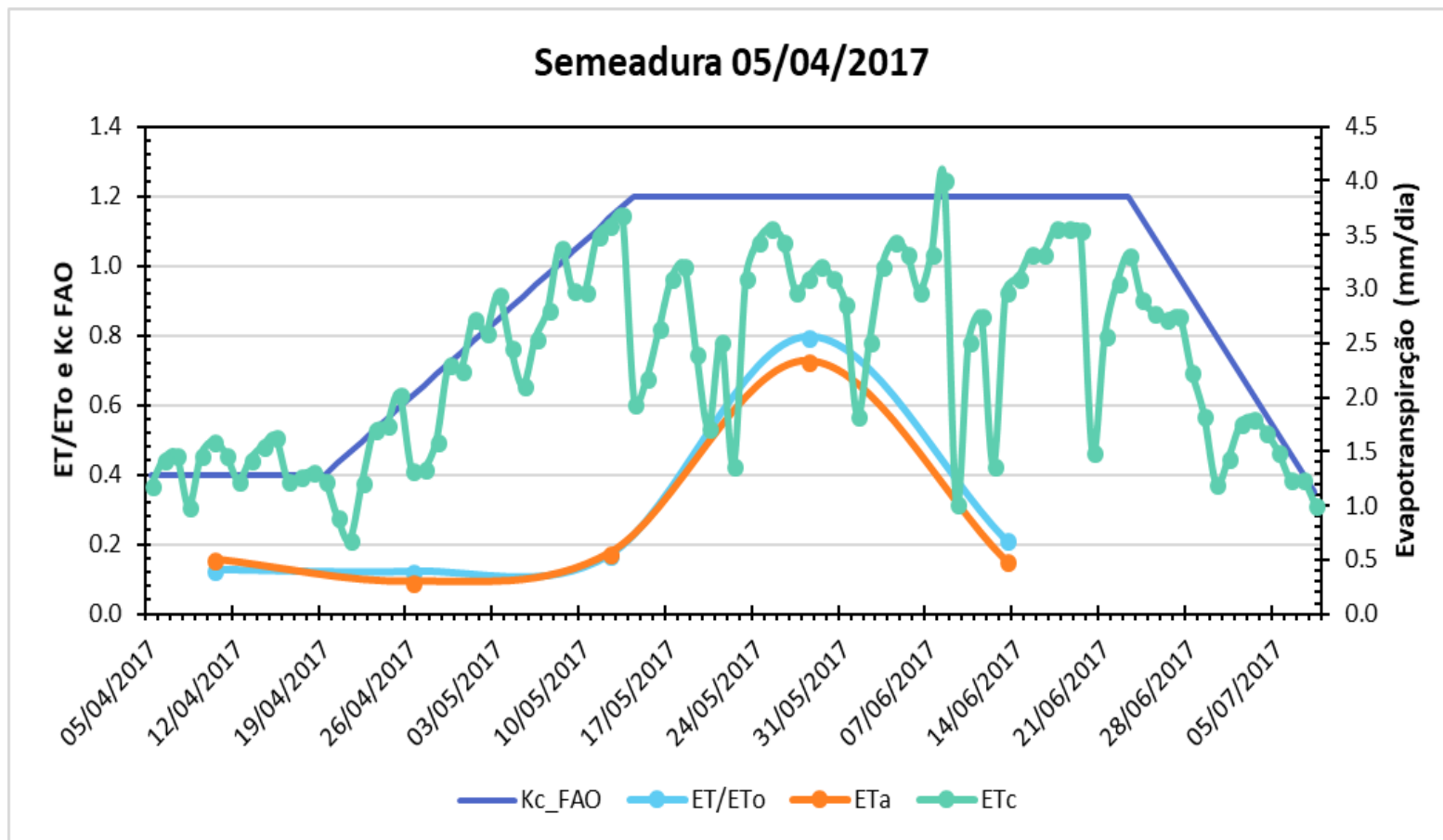
## SAFER – ET/ET<sub>o</sub> e ET<sub>a</sub>

Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

05/04/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença Kc	Diferença ET <sub>c</sub> /ET <sub>a</sub>	Irrigação dia anterior (mm)	Irrigação no dia (mm)
Semeadura		Kc	ET/ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>a</sub>				
26/04/2017	22	0.59	0.12	1.4	0.30	0.5	1.1	0.0	0.0
12/05/2017	38	1.14	0.17	3.7	0.56	1.0	3.2	0.0	0.0

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



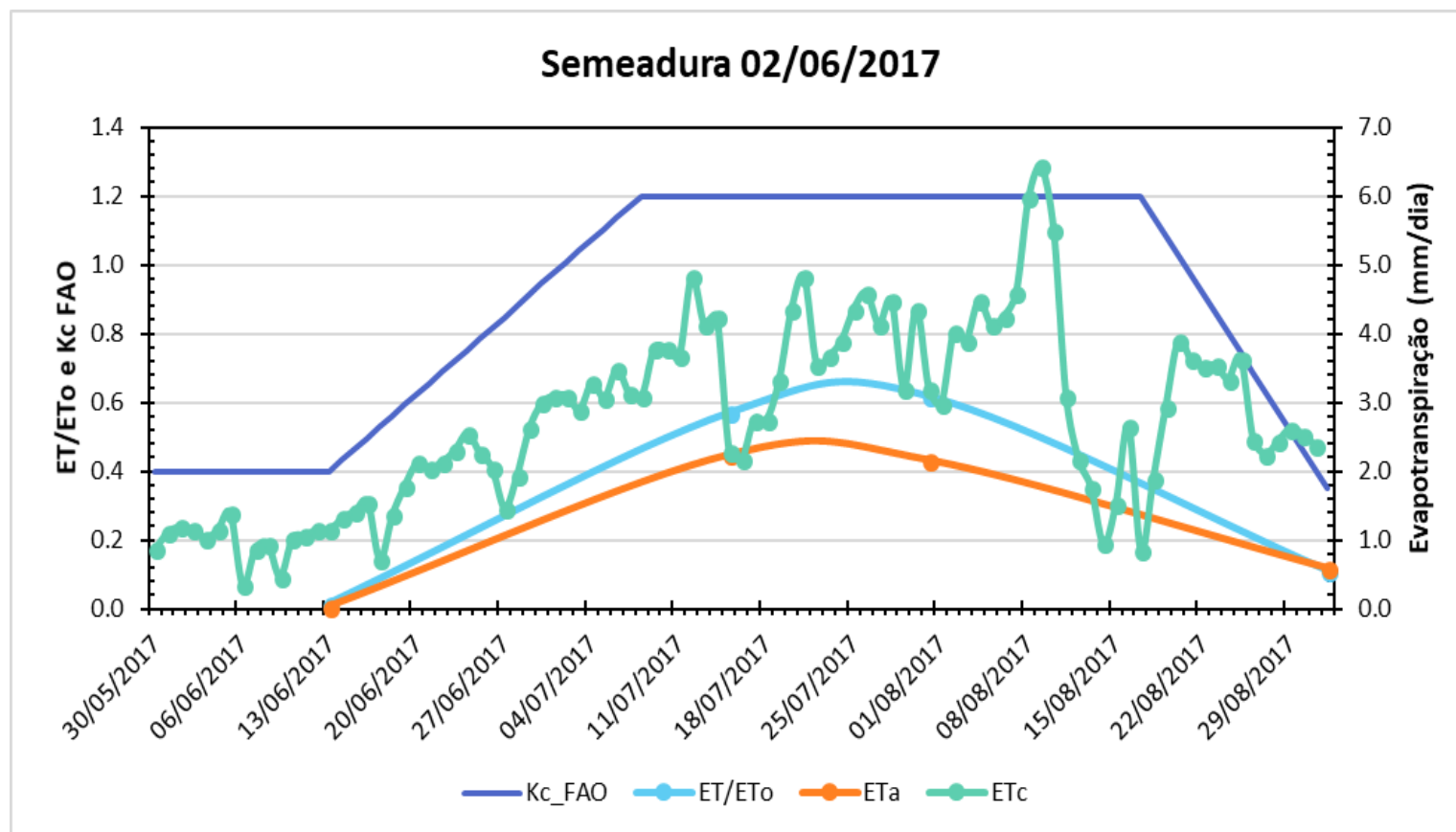
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

02/06/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença Kc	Diferença ETc/ETa	Irrigação dia anterior (mm)	Irrigação no dia (mm)
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa				
15/07/2017	44	1.2	0.6	5.0	2.2	0.6	2.8	0	11.7
31/07/2017	60	1.2	0.6	4.7	2.2	0.6	2.5	7	8.2
01/09/2017	92	0.5	0.1	2.7	0.6	0.4	2.1	0	0.0

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

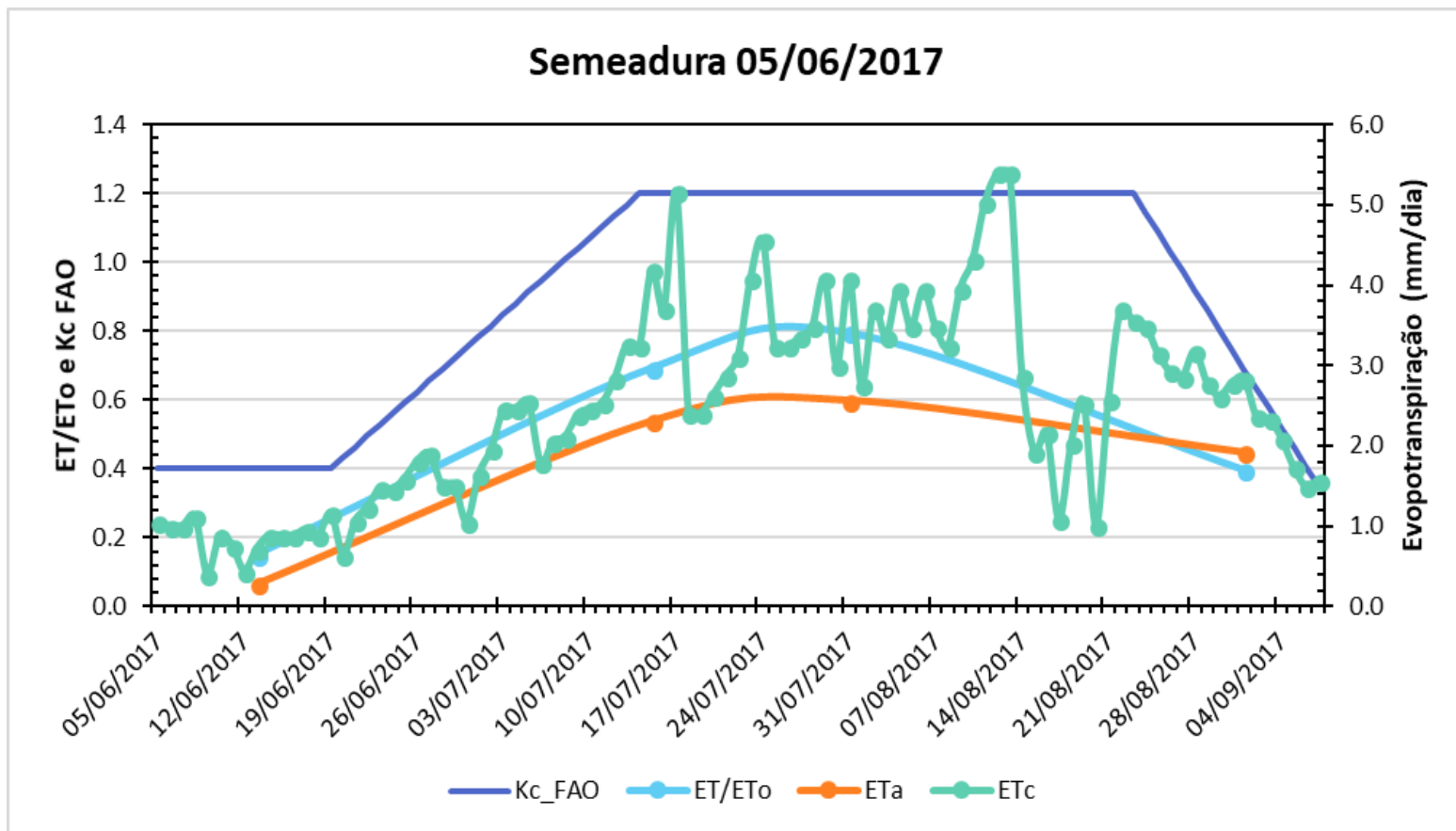


Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

02/06/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença	Diferença	Irrigação dia	Irrigação no
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa	Kc	ETc/ETa	anterior (mm)	dia (mm)
15/07/2017	44	1.2	0.6	5.0	2.2	0.6	2.8	0	11.7
31/07/2017	60	1.2	0.6	4.7	2.2	0.6	2.5	7	8.2
01/09/2017	92	0.5	0.1	2.7	0.6	0.4	2.1	0	0.0

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



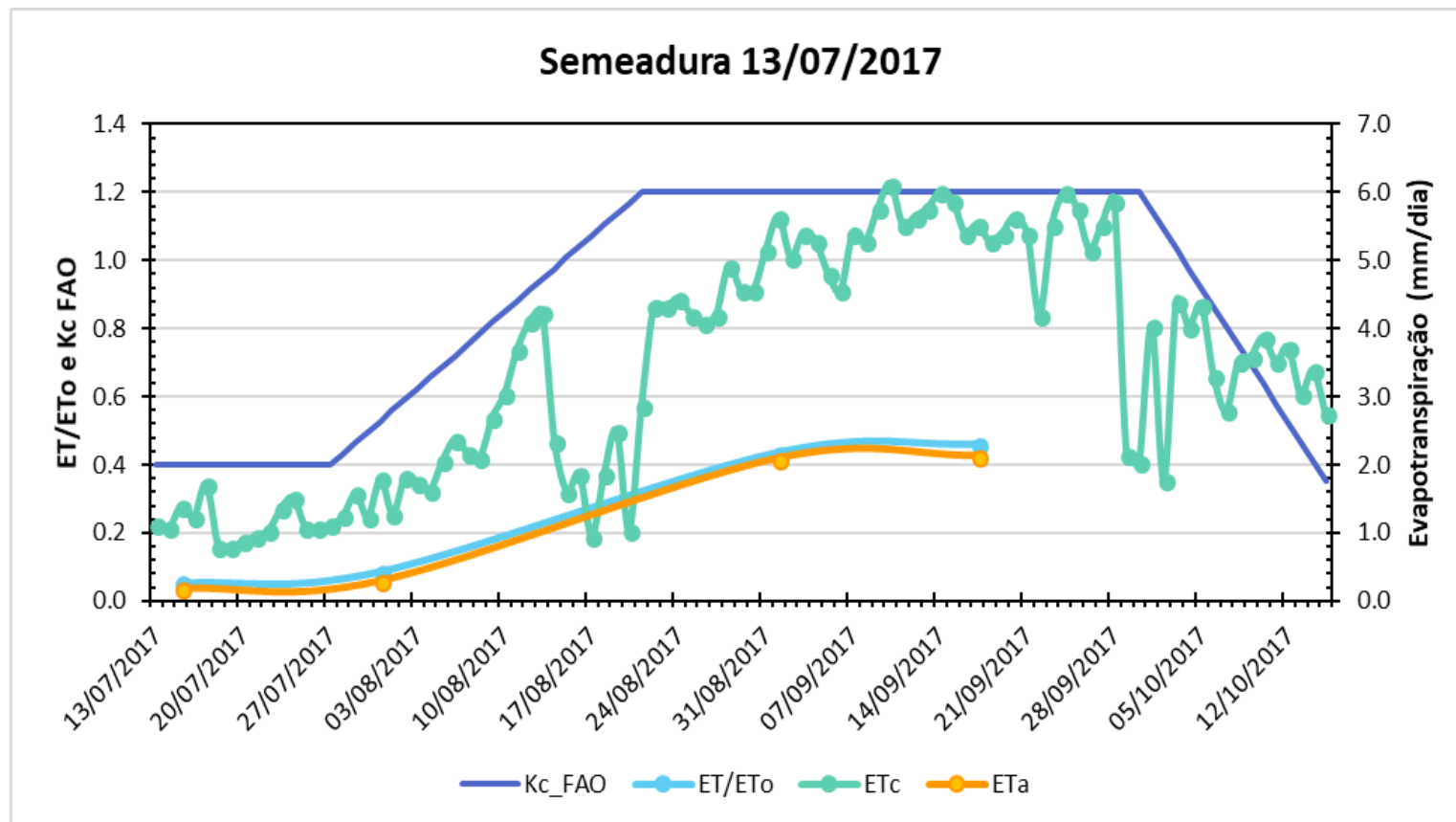
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

13/07/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença Kc	Diferença ETc/ETa	Irrigação dia anterior (mm)	Irrigação no dia (mm)
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa				
15/07/2017	3	0.4	0.1	1.4	0.2	0.3	1.2	4.3	10.5
31/07/2017	19	0.5	0.1	1.8	0.3	0.4	1.5	0.0	11.0
01/09/2017	51	1.2	0.4	5.6	2.1	0.8	3.5	10.2	0.0
17/09/2017	67	1.2	0.5	5.5	2.1	0.7	3.4	0.0	14.1

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

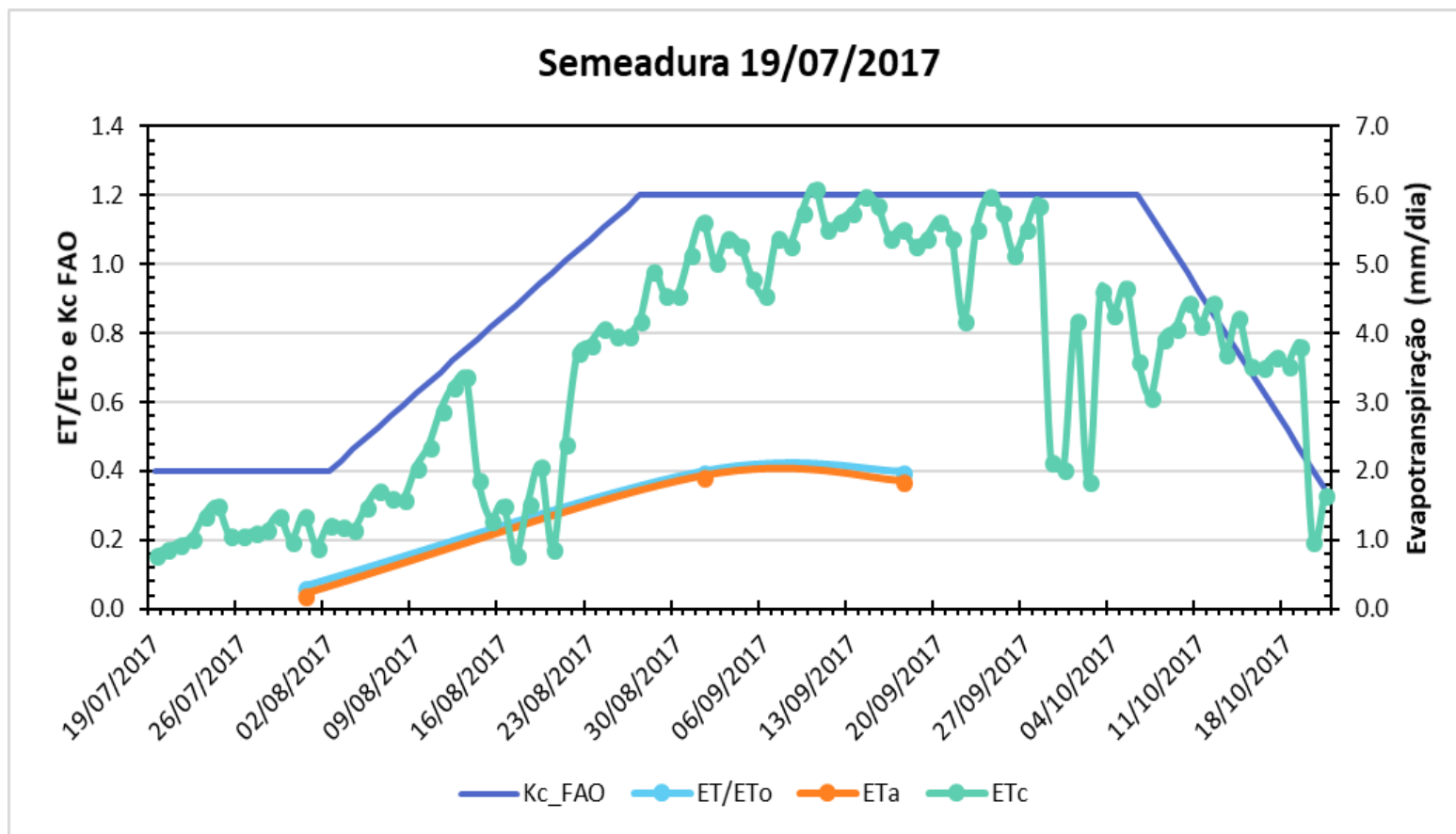


Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

19/07/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença	Diferença	Irrigação dia	Irrigação no
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa	Kc	ETc/ETa	anterior (mm)	dia (mm)
31/07/2017	13	0.4	0.1	0.4	0.2	0.3	0.2	0.0	7.0
01/09/2017	45	1.2	0.4	5.6	1.9	0.8	3.7	10.2	0.0
17/09/2017	61	1.2	0.4	5.5	1.9	0.8	3.7	0.0	14.1

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



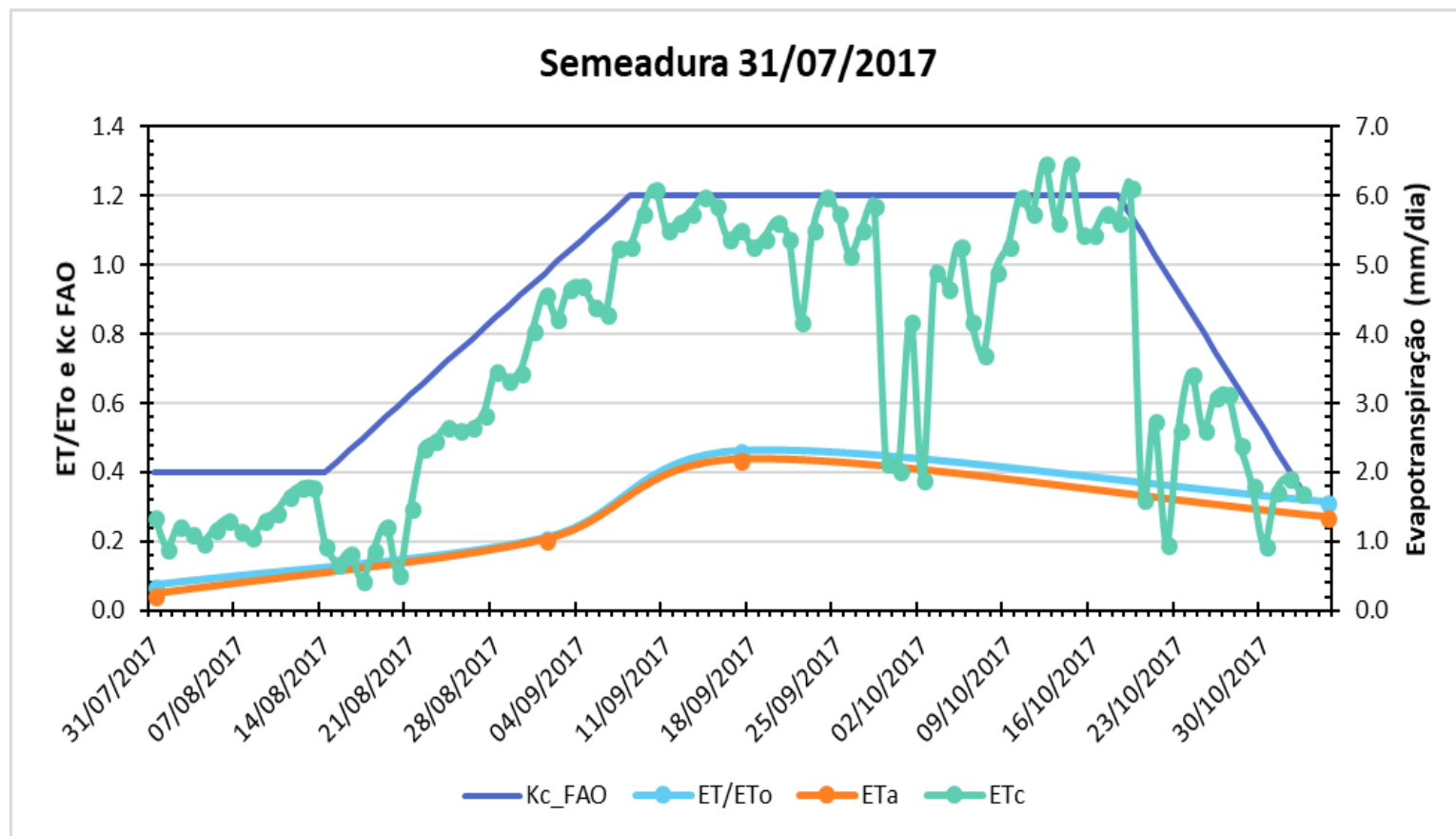
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

31/07/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença Kc	Diferença ETc/ETa	Irrigação dia anterior (mm)	Irrigação no dia (mm)
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa				
31/07/2017	1	0.4	0.1	1.4	0.2	0.3	1.1	0.0	6.0
01/09/2017	33	1.0	0.2	4.6	1.0	0.8	3.6	5.3	4.2
17/09/2017	51	1.2	0.5	5.4	2.2	0.7	3.2	8.0	6.0

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

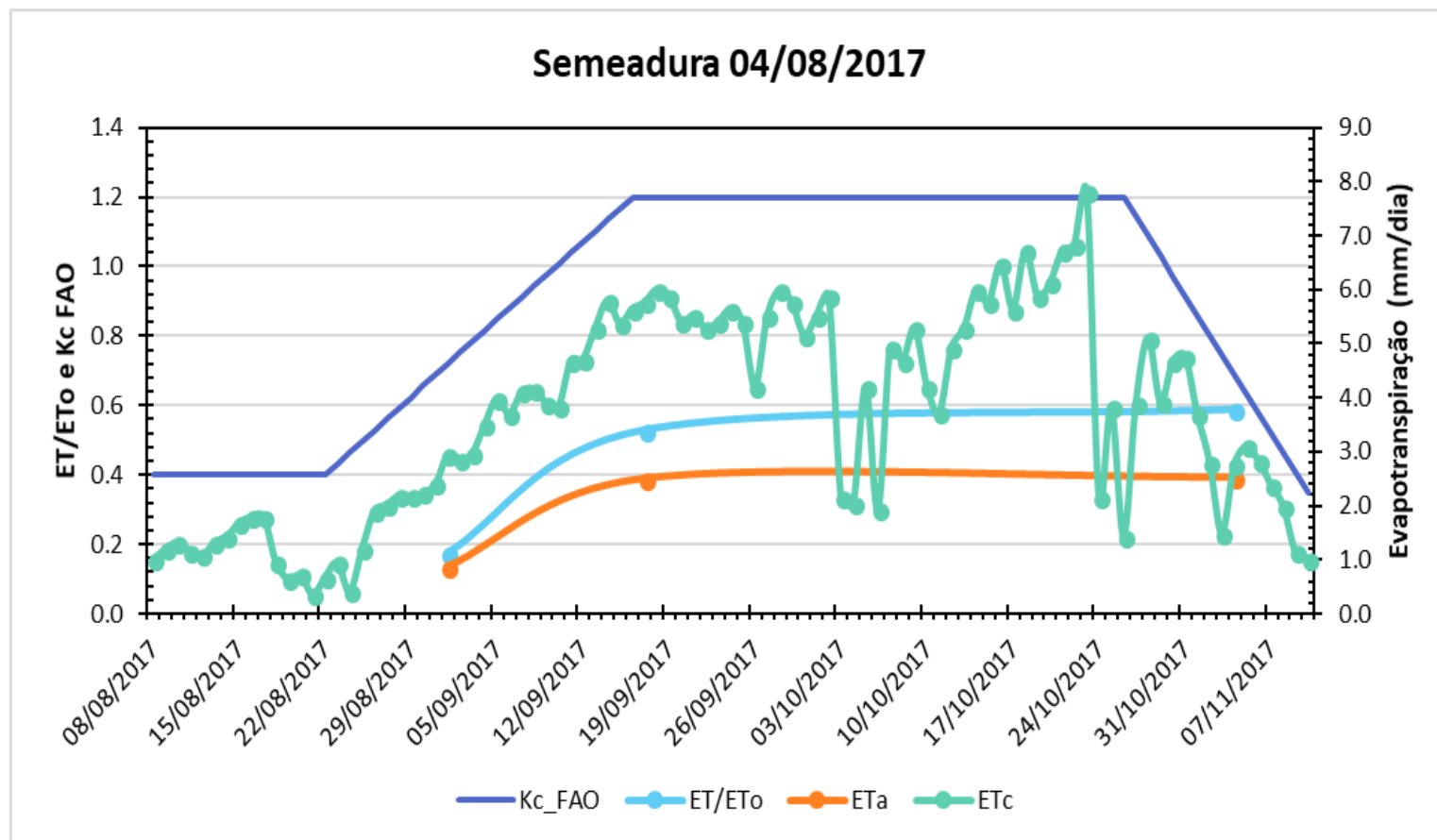


Coeficiente de cultivo e Evapotranspiração do feijão, nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto em diferentes épocas de semeadura no ano de 2017.

04/08/2017	DAS	FAO	SAFER	(mm/dia)		Diferença Kc	Diferença ETc/ETa	Irrigação dia anterior (mm)	Irrigação no dia (mm)
Semeadura		Kc	ET/ETo	ETc	ETa				
01/09/2017	29	0.8	0.2	4.0	0.9	0.7	3.1	6.3	0.0
17/09/2017	45	1.2	0.5	5.5	2.5	0.7	3.0	6.4	6.4

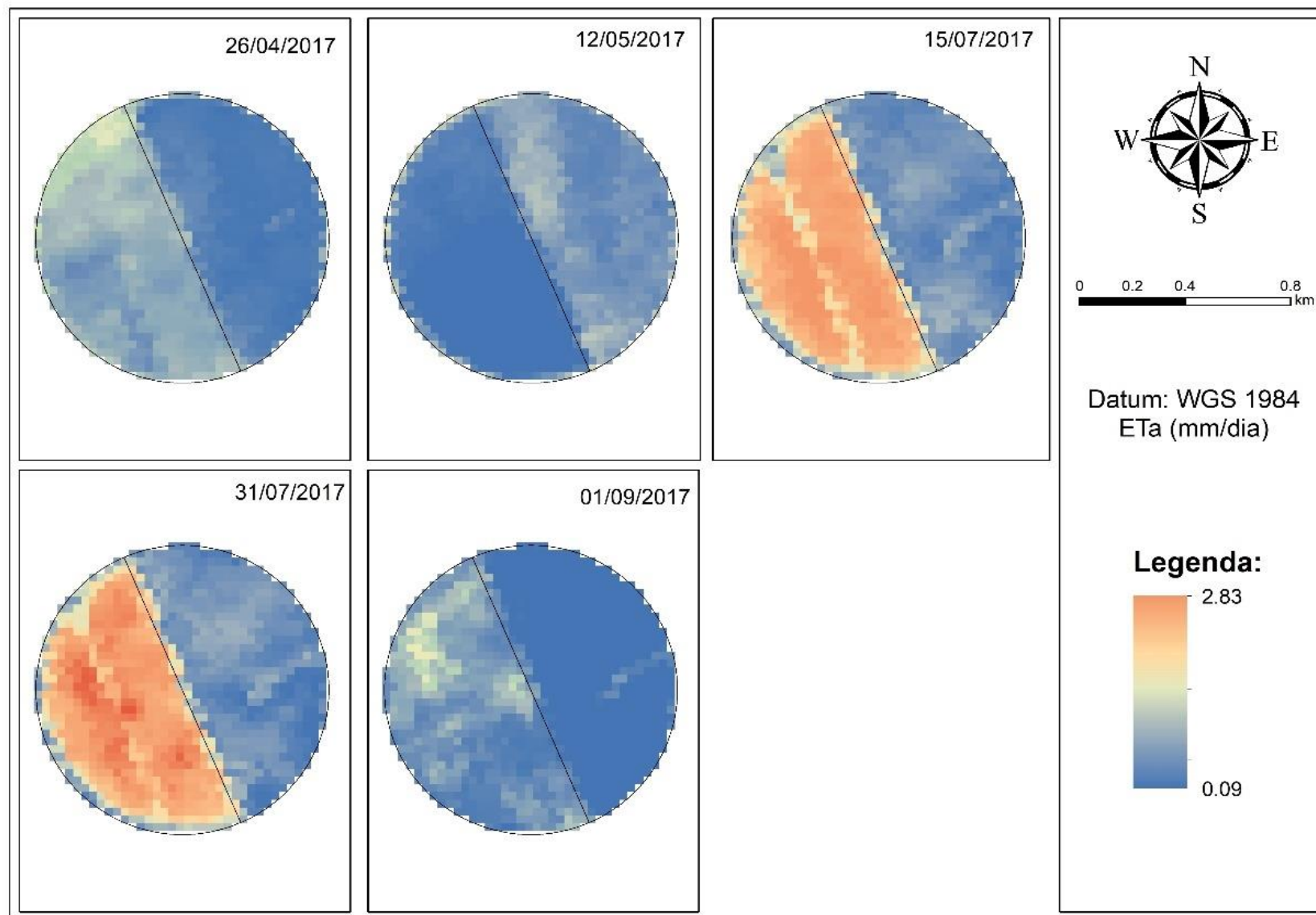
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dados de  $ET_c$  calculados a partir da  $ET_o$  e  $K_c$  FAO,  $ET_a$  extraída do SAFER e  $ET/ET_o$ , para as sete épocas de semeadura comerciais nos municípios de Rubinéia e Pereira Barreto.

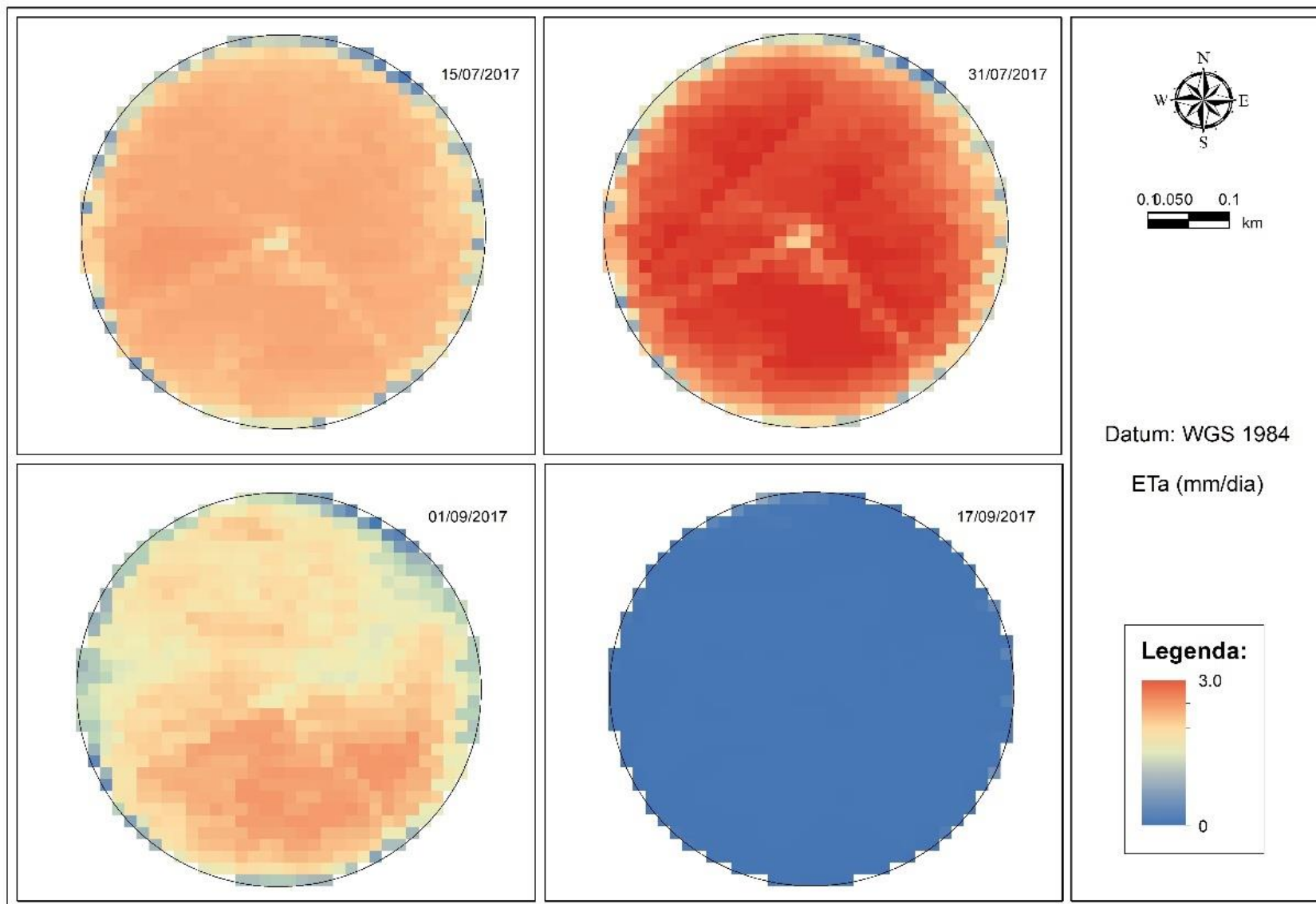


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Evapotranspiração atual das sementeiras na área comercial de Rubinéia, extraídos pelo algoritmo SAFER, com cinco imagens da passagem no satélite Landsat 8.

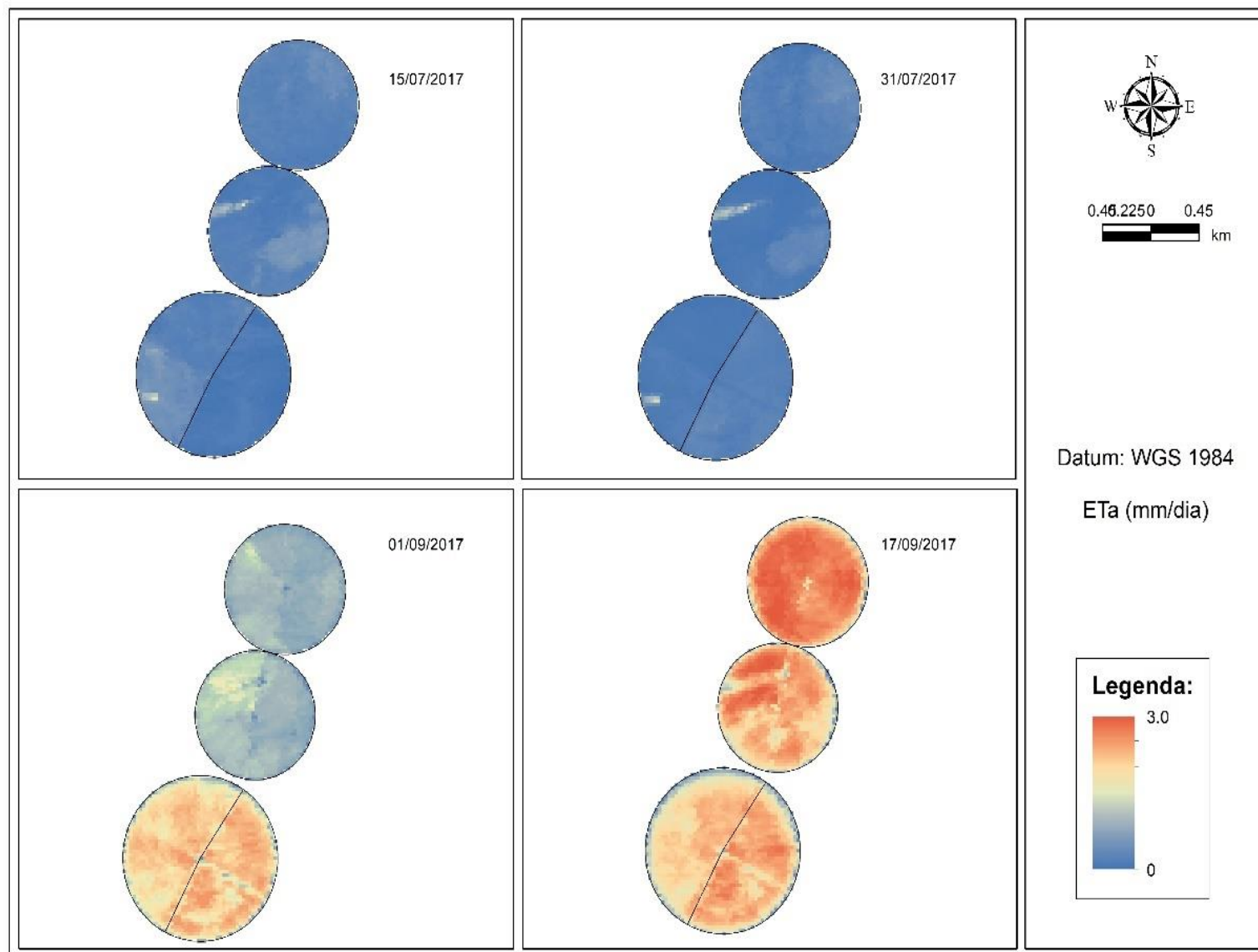


Evapotranspiração atual das semeaduras na área comercial de Pereira Barreto, extraídos pelo algoritmo SAFER, com quatro imagens da passagem no satélite Landsat 8.

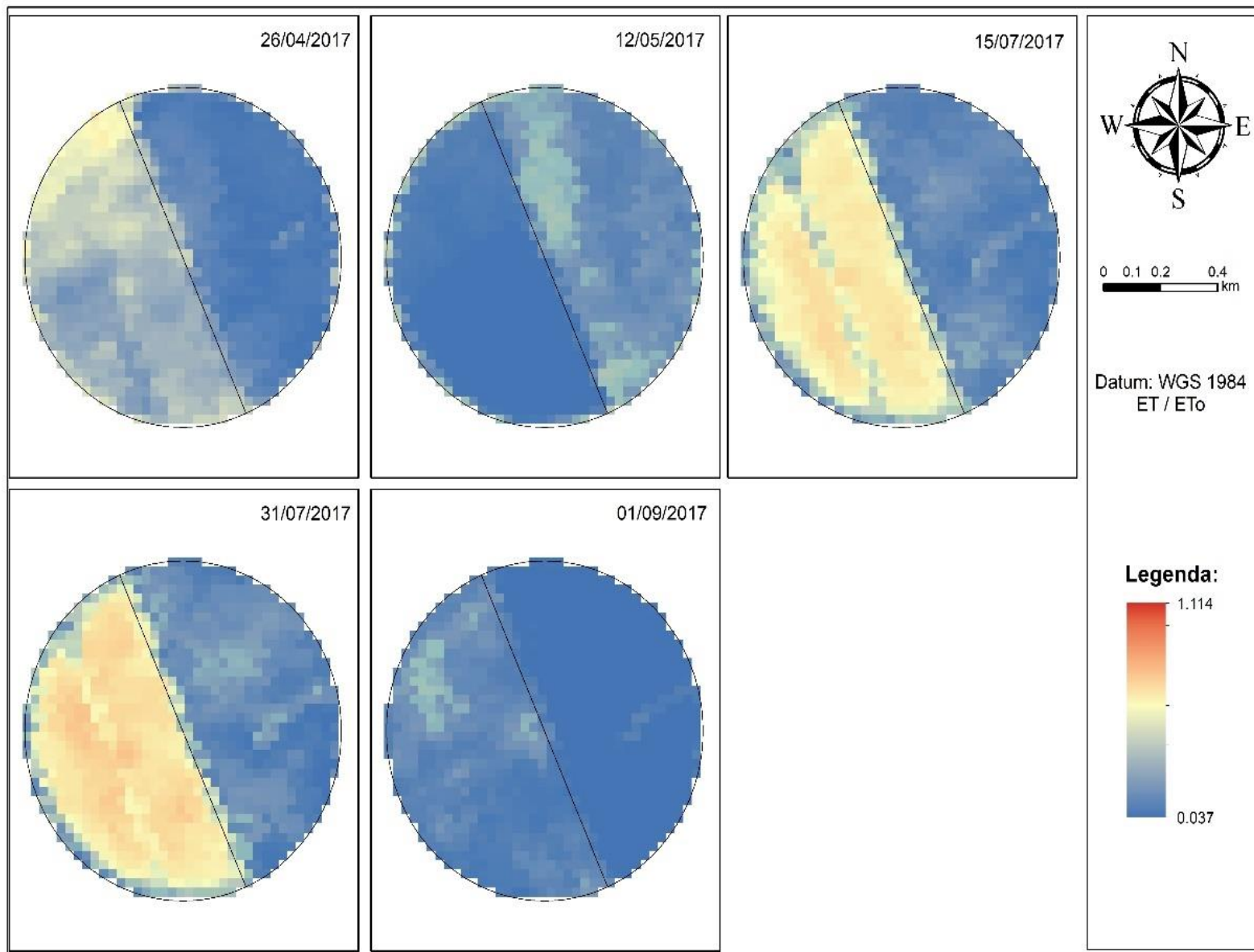




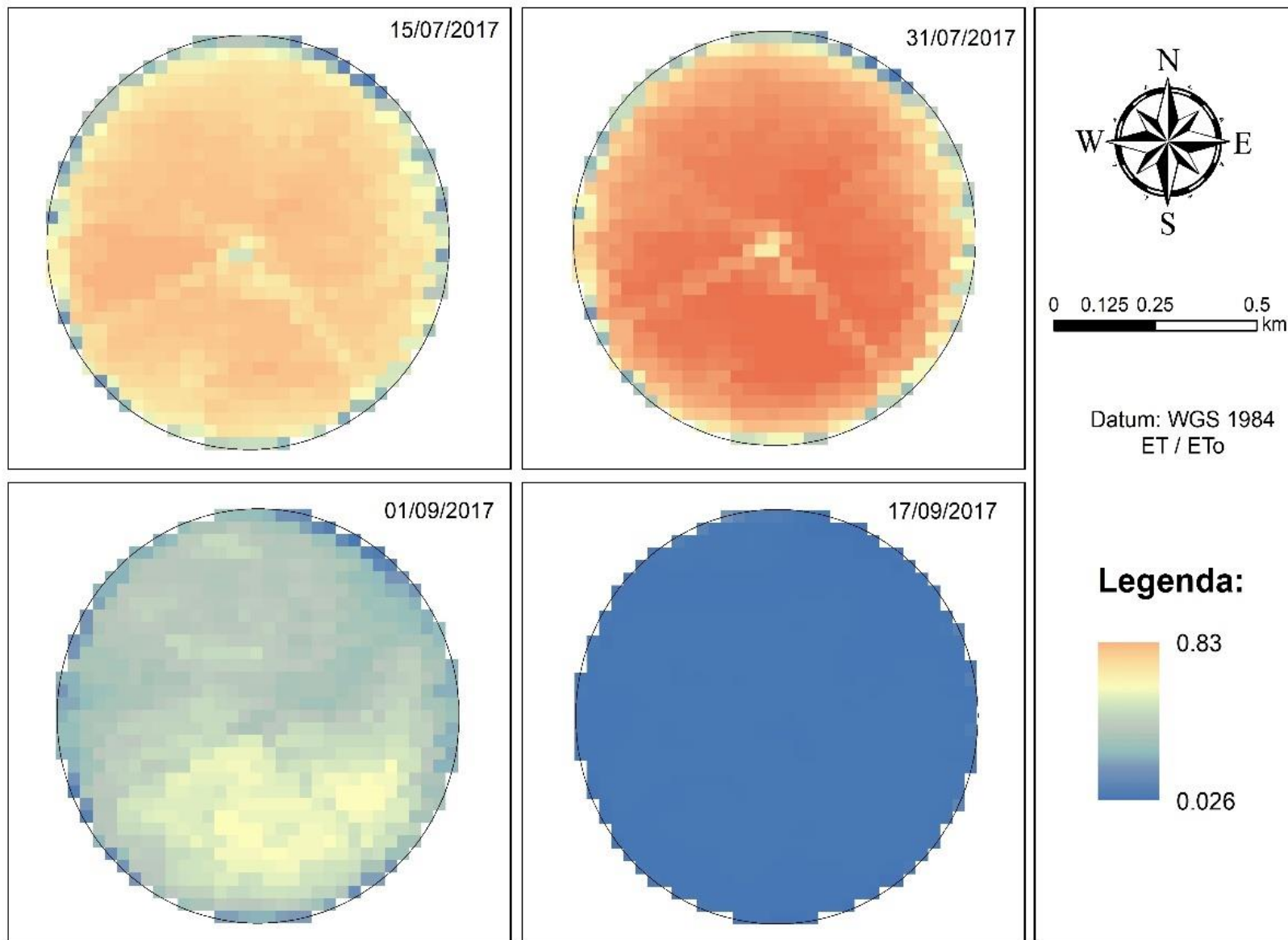
Evapotranspiração atual das sementeiras na área comercial de Pereira Barreto, extraídos pelo algoritmo SAFER, com quatro imagens da passagem no satélite Landsat 8.



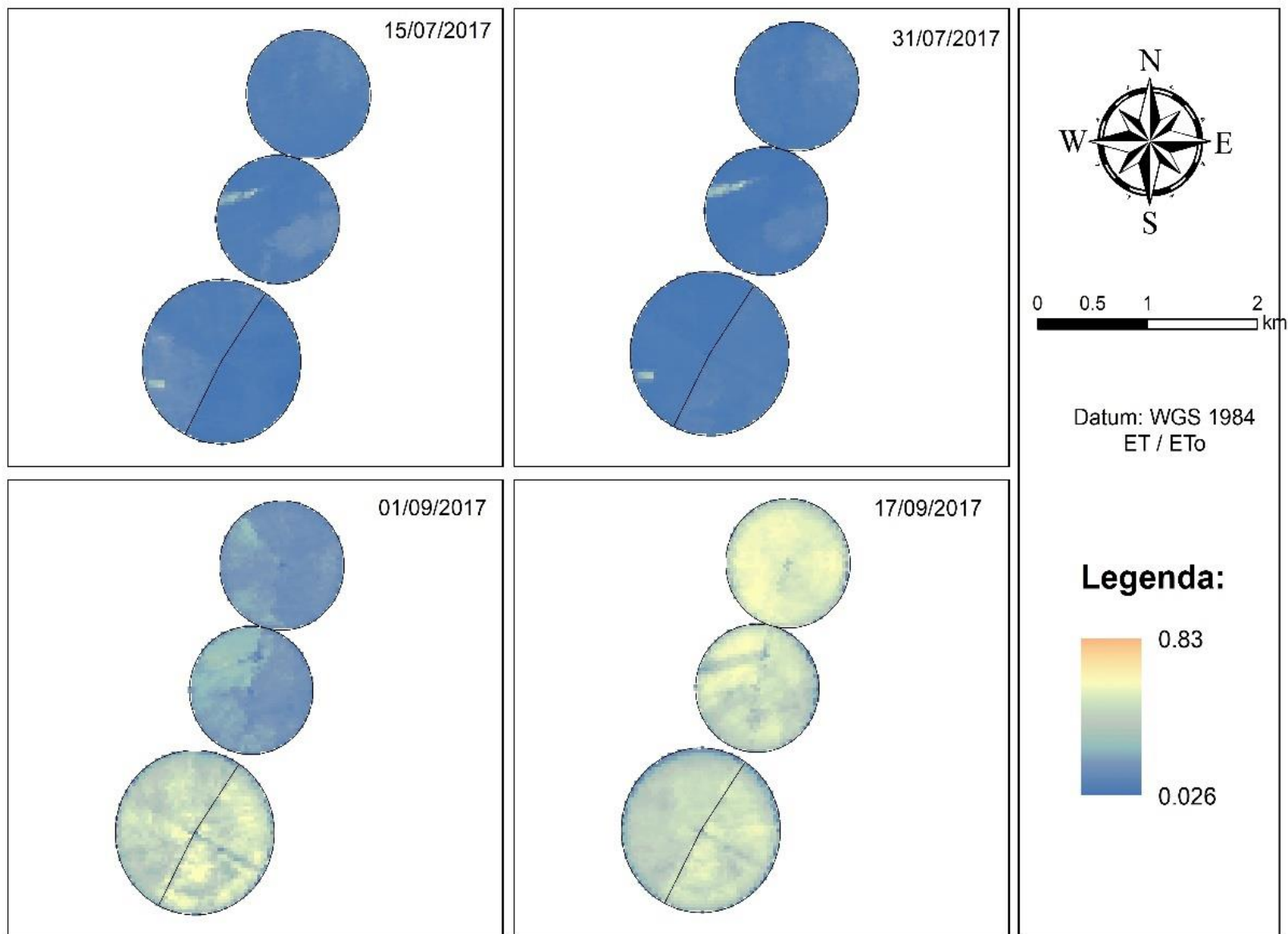
ET/ETo das semeaduras na área comercial de Rubinéia, extraídos pelo algoritmo SAFER, com cinco imagens da passagem no satélite Landsat 8.



ET/ETo das semeaduras na área comercial de Pereira Barreto, extraídos pelo algoritmo SAFER, com quatro imagens da passagem no satélite Landsat 8.



ET/ETo das semeaduras na área comercial de Pereira Barreto, extraídos pelo algoritmo SAFER, com quatro imagens da passagem no satélite Landsat 8.





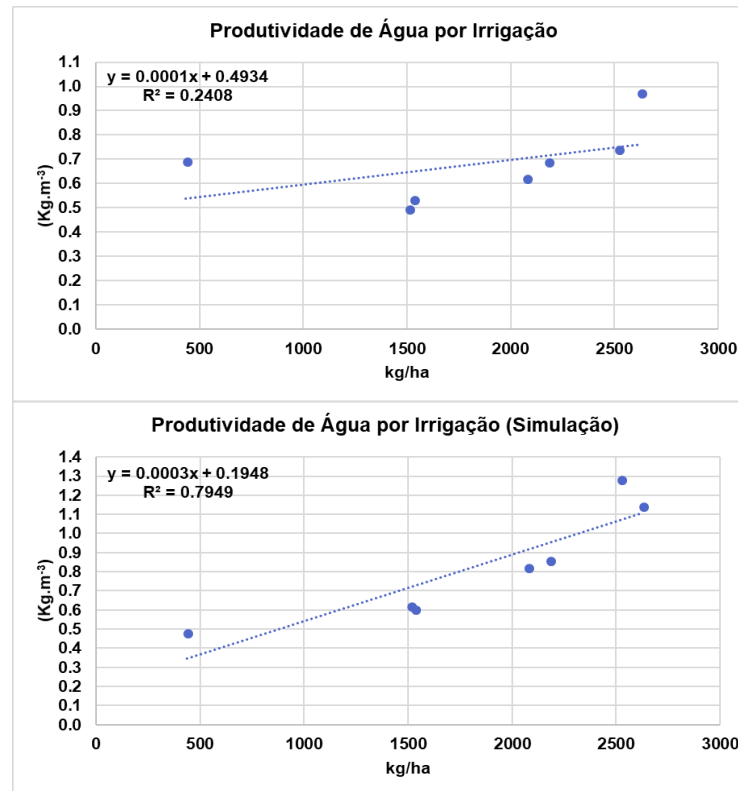
# PRODUTIVIDADE DA ÁGUA

Produção em quilogramas por hectare, obtidos em cada época de semeadura, com seus respectivos cultivares e duração do ciclo.

Produção				
Semeadura		Variedade	Ciclo (dias)	kg/ha
Rubinéia	05/04/2017	BRS Estilo	95	435.6
	02/06/2017	BRS Estilo	95	2625.5
Pereira Barreto	05/06/2017	IPR C. Gerais	95	2520.0
	13/07/2017	BRS Estilo	100	1509.2
	19/07/2017	BRS Estilo	100	1532.1
	31/07/2017	IPR C. Gerais	95	2076.0
	04/08/2017	IPR C. Gerais	95	2179.4

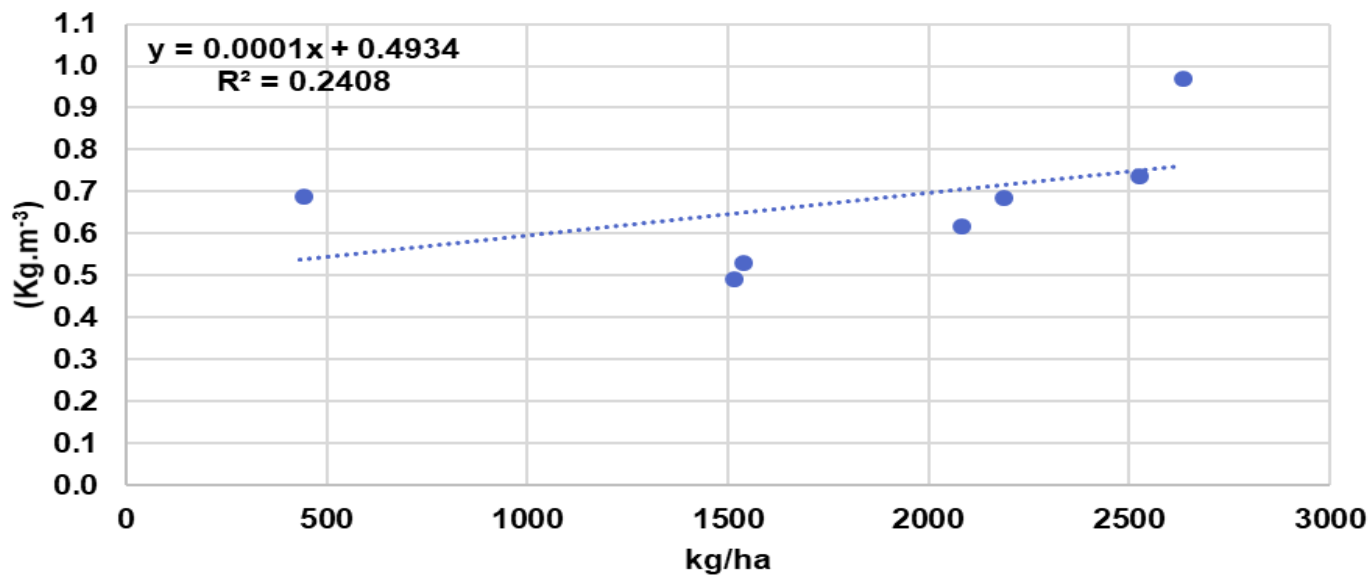
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Produtividade da água da cultura do feijão, utilizando os dados reais de manejo de irrigação e produção real obtidas em casa época de semeadura A e produtividade da água da cultura do feijão, utilizando os dados de manejo de irrigação sugeridos em simulação e produção real obtidas em casa época de semeadura.

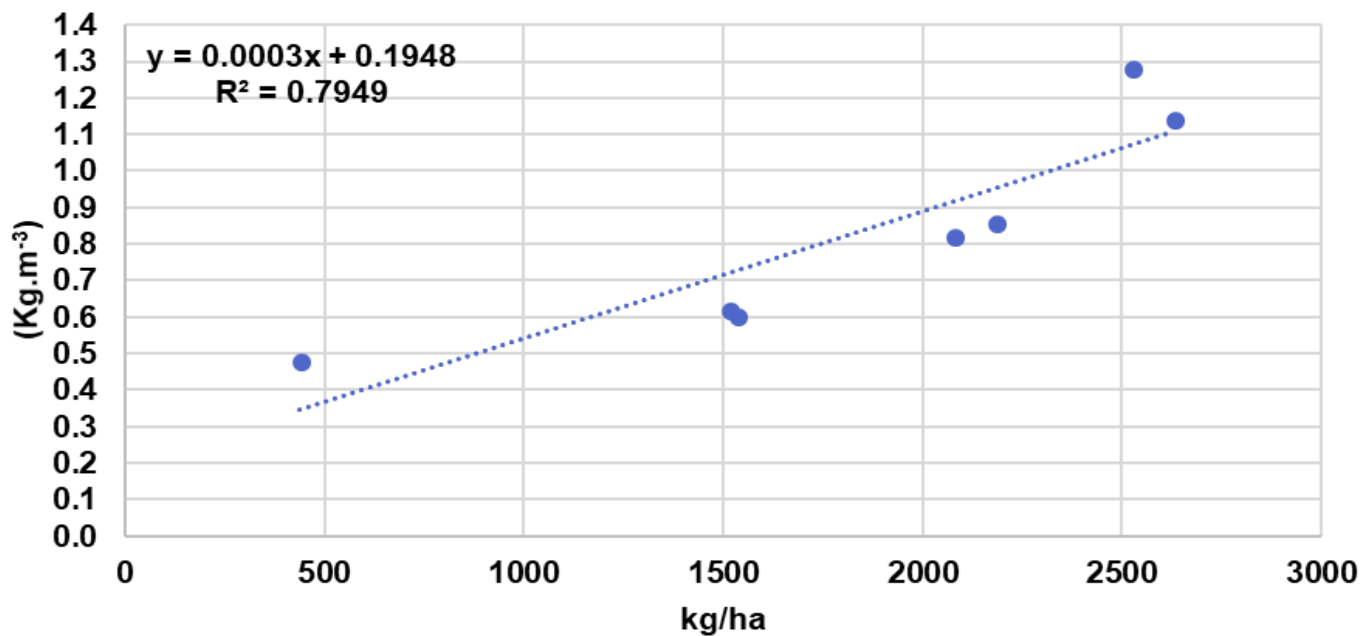


Fonte: Elaboração do próprio autor.

### Produtividade de Água por Irrigação



### Produtividade de Água por Irrigação (Simulação)



Comparação entre a quantidade de água total disponível durante as épocas de semeadura, analisando o manejo real de irrigação a simulação sugerida e a diferença em porcentagem entre ambas.

**Volume de água total, somando as chuvas e as irrigações**

Safra	kg/ha	Irrigação	Simulação	diferença (%)
05/04/2017	435.6	525.8	553.0	-5%
02/06/2017	2625.5	309.9	269.8	15%
05/06/2017	2520.0	377.3	234.2	61%
13/07/2017	1509.2	463.2	403.5	15%
19/07/2017	1532.1	463.2	429.7	8%
31/07/2017	2076.0	593.9	513.0	16%
04/08/2017	2179.4	646.0	584.0	11%

Fonte: Elaboração do próprio autor.



## Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Porcentagem de água provinda da irrigação em relação a quantidade de água total disponível durante a safra.

### Porcentagem que a irrigação representa da água total disponível durante as safras

Safra	kg/ha	Irrigação	Simulação
05/04/2017	435.6	14%	19%
02/06/2017	2625.5	87%	85%
05/06/2017	2520.0	90%	84%
13/07/2017	1509.2	65%	60%
19/07/2017	1532.1	62%	59%
31/07/2017	2076.0	56%	49%
04/08/2017	2179.4	49%	43%

Fonte: Elaboração do próprio autor.

# CONCLUSÕES

Para as semeaduras de feijão de outono/inverno em Rubinéia, o irrigante possui a opção de utilizar dados das Estações Ilha Solteira e Marinópolis, fato que as ETo são semelhantes.

Para semeaduras na região sul do município de Pereira Barreto, as margens do Rio Tietê, na ausência dos dados locais de ETo, recomenda-se o uso das ZH 2 ao invés das opções Ilha Solteira e Marinópolis.

# CONCLUSÕES

O manejo das irrigações utilizadas pelo irrigante superestimaram o armazenamento de água no solo, assim sendo necessário a realização de um manejo mais minucioso do controle de água disponível no solo.

A relação  $ET/ET_o$  apresentou comportamento da curva similar aos citados na literatura, contudo os valores encontrados foram menores do recomendado para o feijoeiro, sendo assim, deve-se continuar com estudos que calibrem o algoritmo SAFER para obtenção de melhores resultados para a região Noroeste Paulista.

# Agradecimentos

Banca;  
Área de Hidráulica e Irrigação;  
Parceiros;  
Amigos;

Orientador;  
Meus pais;  
Capes;  
Deus.





unesp



Ilha Solteira - SP

[www.agr.feis.unesp.br/irrigacao](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao)

(18) 3743-1959



**UNESP**  
HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO



OBRIGADA!!!