



**INOVAGRI**  
International Meeting

&



**IV WINOTEC**  
Workshop Internacional  
de Inovações Tecnológicas  
na Irrigação

# **EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA BRUTA EM PERÍMETRO IRRIGADO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**Bernardo Barbosa da Silva**

**Universidade Federal de Pernambuco**

**Universidade Federal da Campina Grande**

**bbdasilva.ufpe@gmail.com**

# INTRODUÇÃO

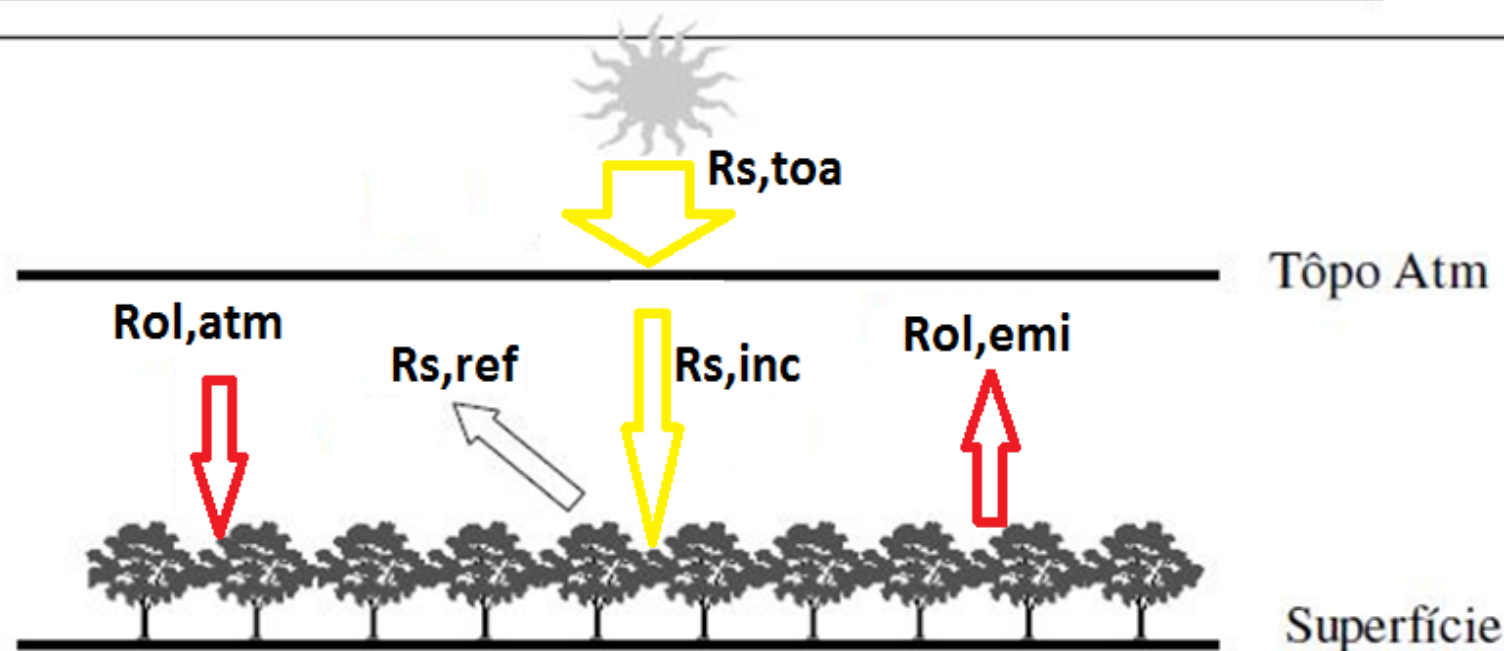
- Grande desafio: abastecimento de água e alimentos a 7 bilhões de pessoas e aos 9 até 2050;
- Irrigação consome: de 70 a 80 %;
- Brasil: 4.5 Mha irrigados c/p 20 Mha;
- O Projeto Irrigado São Gonçalo – 5000 ha;
- Volume do açude: 65 milhões m<sup>3</sup>;
- Desertificação: clima + uso da terra;

# Técnicas de sensoriamento remoto

- Two Source Energy Balance - TSEB (Norman et al., 1995);
- Surface Energy Balance Algorithm for Land - SEBAL (Bastiaanssen et al., 1998);
- Simplified Surface Energy Balance Index - S-SEBI (Roerink et al., 2000);
- Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration - METRIC (Allen et al., 2007);
- Surface Energy Balance System - SEBS (Jia et al., 2003) e versão ... STSEB (Sánchez et al., 2008);
- SEBAL/METRIC (Embrapa-Semiárido, UFCG, UENF, INPE, UFRGS, UFRBA, UFMT, UFPE, UFRJ, UFAL, UFC, UFRN, UFS, IAPAR, UFV...).

$$LE = R_n + G + H$$

## Balanço de Radiação em Superfícies Vegetadas



$R_{ol,atm}$  = radiação de onda longa da atmosfera

$R_{ol,emi}$  = radiação de onda longa emitida

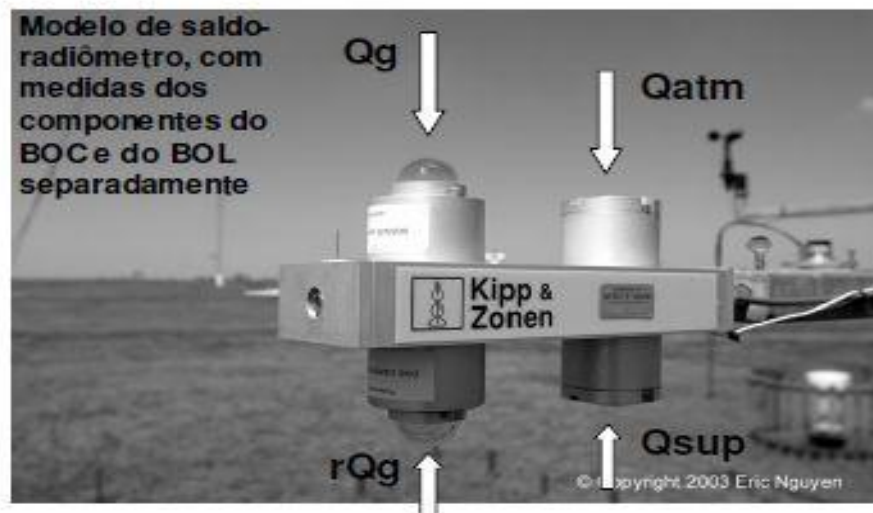
$R_{s,inc}$  = radiação solar incidente - onda curta

$R_{s,ref}$  = radiação solar refletida

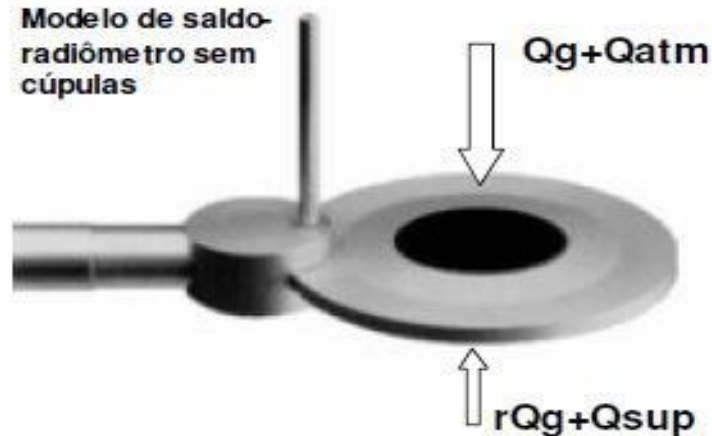
$$R_n = R_{s,inc} - R_{s,ref} + R_{ol,atm} - R_{ol,emi}$$

## Medida do saldo de radiação ( $S_r$ )

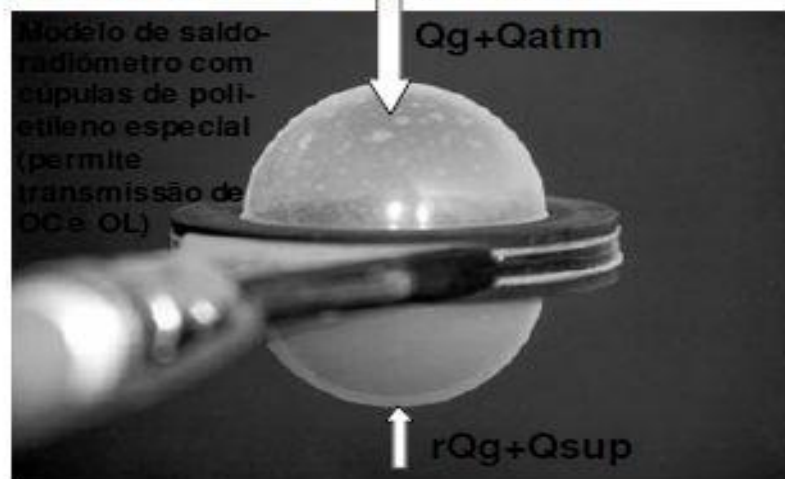
Modelo de saldo-radiômetro, com medidas dos componentes do BOCe do BOL separadamente



Modelo de saldo-radiômetro sem cúpulas

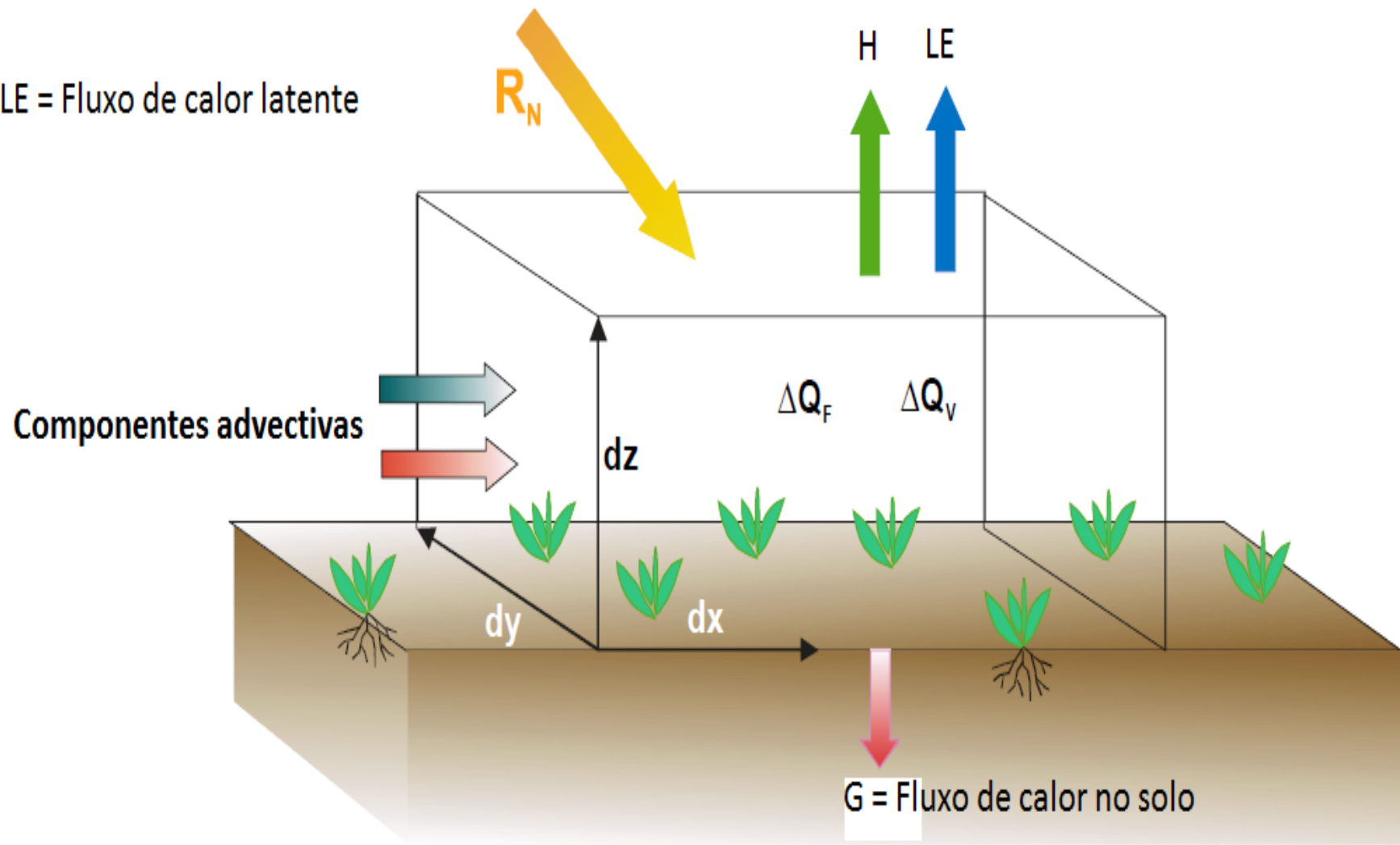


O saldo de radiação é medido com equipamentos denominados saldo-radiômetros. As fotos apresentadas mostram diferentes tipos de saldo-radiômetros utilizados em estações meteorológicas automáticas. Todos eles utilizam o mesmo princípio empregado nos piranômetros de termopar, porém medindo OC e OL.



H = Fluxo de calor sensível

LE = Fluxo de calor latente



Diferentes fluxos energéticos (esquemático) em uma área vegetada.





# Referencial Teórico

Modelo rad. fotossinteticamente ativa -  
Monteith (1972) + Modelo *eficiência de uso da luz* –

Field et al. (1995) + FE – SEBAL/METRIC

$$\underline{GPP = RFA \times f \times \varepsilon}$$

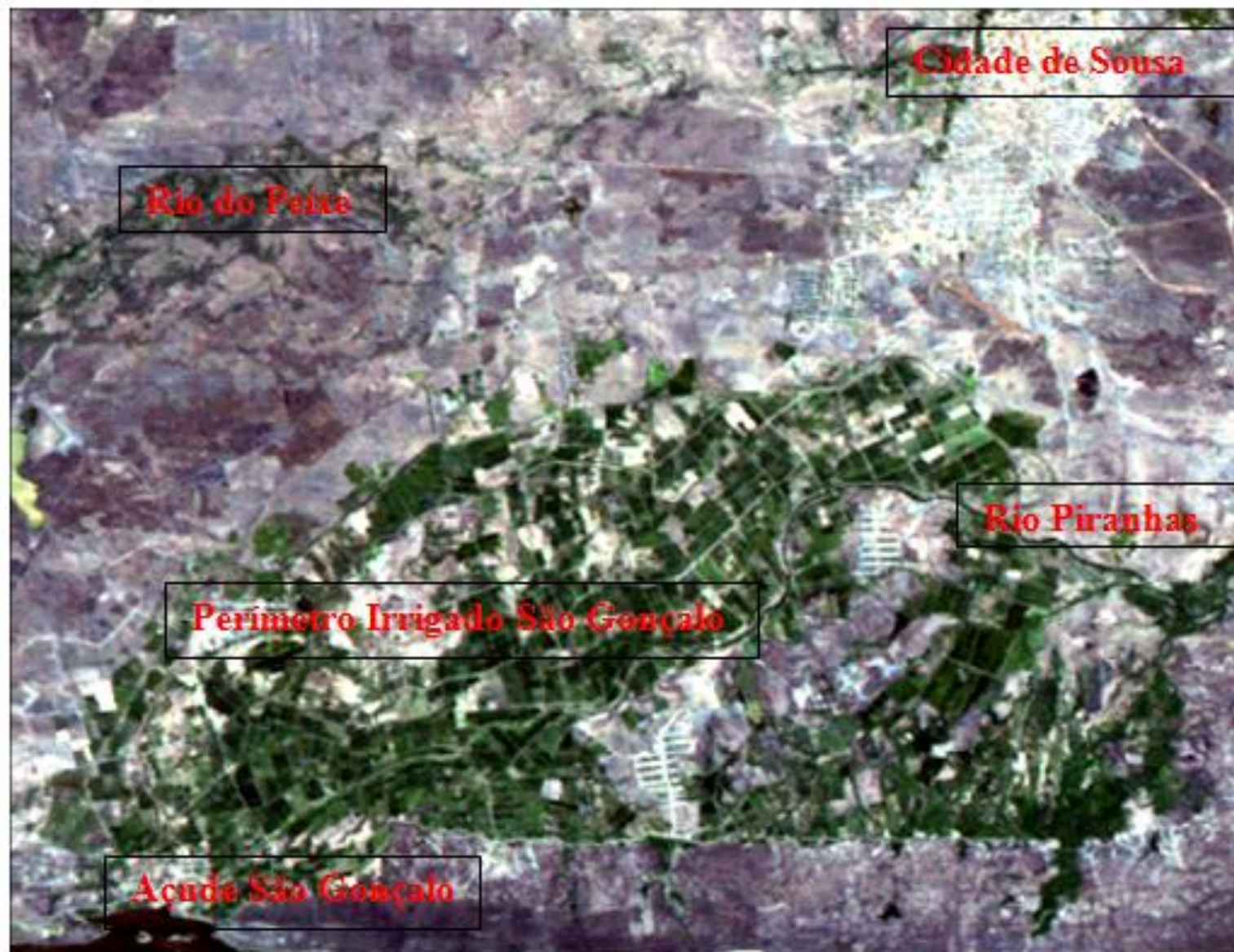
$$\varepsilon = \varepsilon' \cdot T1 \cdot T2 \cdot FE$$

$$FE = LE / (Rn - G)$$

$$f = f(NDVI)$$

$$RFA = f(\text{rad.solar})$$





**Figura 1** – Recorte da área de estudo com destaque para o Perímetro Irrigado São Gonçalo, cidade de Sousa, rios do Peixe e Piranhas e o Açude da São Gonçalo, em combinação RGB123 de imagem TM – Landsat 5 de 01 de novembro de 2008

# ÁREAS IRRIGADAS E SEQUEIRO

**Tabela 3 – Datas das imagens, evapotranspiração de referência -  $ET_o$  (mm), albedo -  $\alpha$  adimensional), saldo de radiação diário -  $R_{n24h}$  ( $W\ m^{-2}$ ) e evapotranspiração real diária SEBAL -  $ET_{sebal}$  - (mm) referentes aos dias selecionados para a pesquisa em São Gonçalo – PB no ano de 2008**

Datas	$ET_o$	Área coqueiro 01			Área coqueiro 02			Área sequeiro	
		$R_{n24h}$	$ET_{sebal}$	$ET_{FAO}$	$R_{n24h}$	$ET_{sebal}$	$ET_{FAO}$	$R_{n24h}$	$ET_{sebal}$
29/agosto	5,5	146,2	4,4	4,4	146,8	5,1	4,4	100,0	0,6
14/setembro	5,4	147,5	4,6	4,3	152,5	5,6	4,3	142,7	1,0
01/novembro	5,9	162,7	5,1	4,7	162,1	5,1	4,7	129,8	1,7
17/novembro	5,8	159,5	5,0	4,7	160,1	5,0	4,7	124,5	1,3
19/dezembro	6,1	149,3	5,1	4,9	152,0	5,2	4,9	126,6	1,4

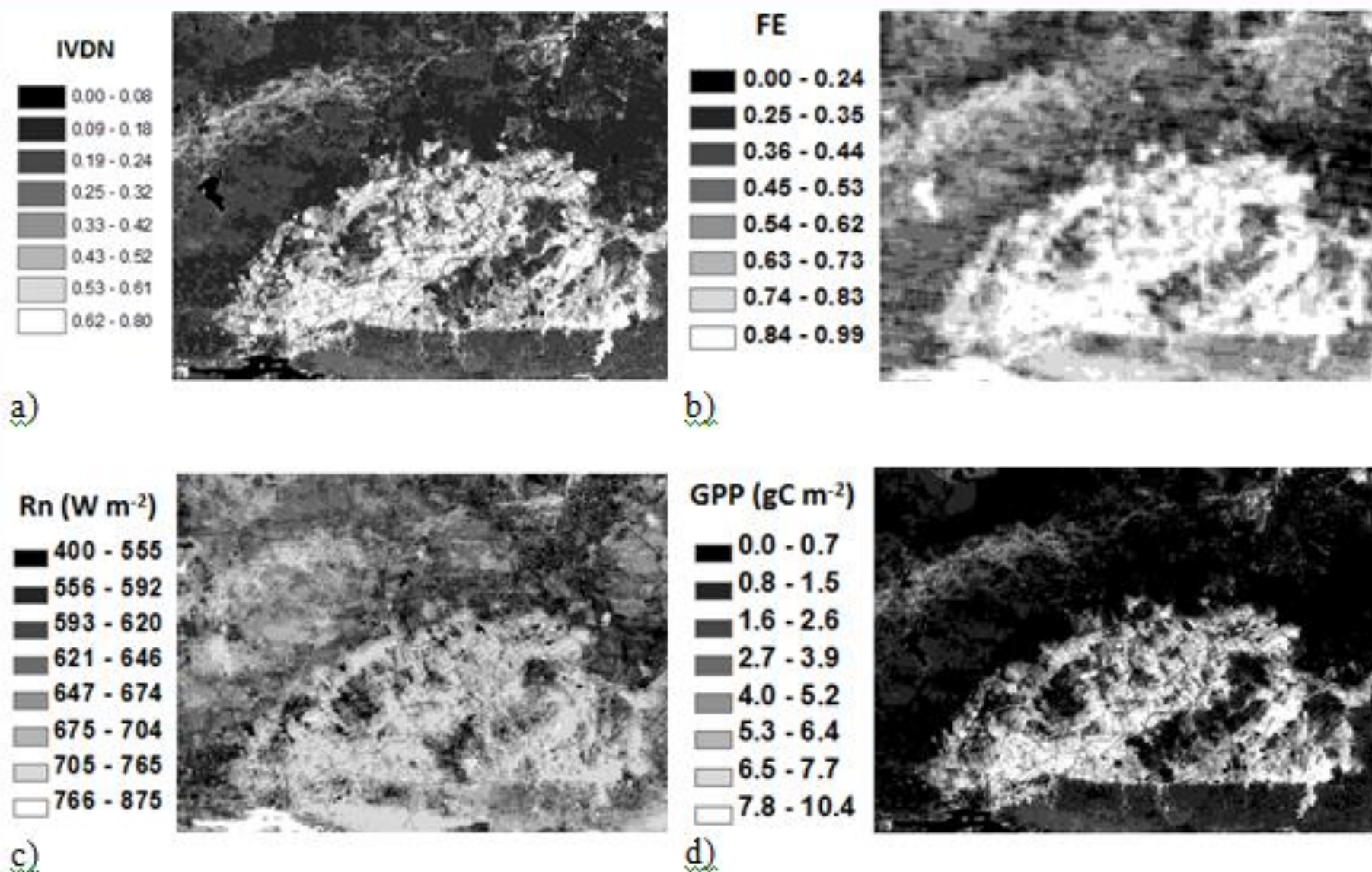
**Tabela 4 - Área total irrigada – ATI (ha), ETr mensal (mm), ETr acum (mm) no PISG, razão entre ETa mensal e a ETr mensal – ETa / ETr, volume total evapotranspirado mensalmente – Vol ETr (m<sup>3</sup>) no PISG no ano de 2008.**

Mês	ATI (ha)	ETr mensal (mm)	ETa Acum (mm)	ETa / ETr	Vol Total Evapotranspirado (m <sup>3</sup> )
Julho	3552	126,4	151.500,1	0,693	3.133.777,2
Agosto	3552	154,3	151.500,3	0,693	3.825.244,8
Setembro	3551	161,7	147.341,2	0,693	3.970.845,3
Outubro	3552	173,0	159.396,0	0,719	4.391.984,8
Novembro	3573	174,9	171.450,8	0,744	4.613.345,4
Dezembro	3572	177,7	197.137,4	0,814	5.167.124,0

**25.102.321,5 m<sup>3</sup>**

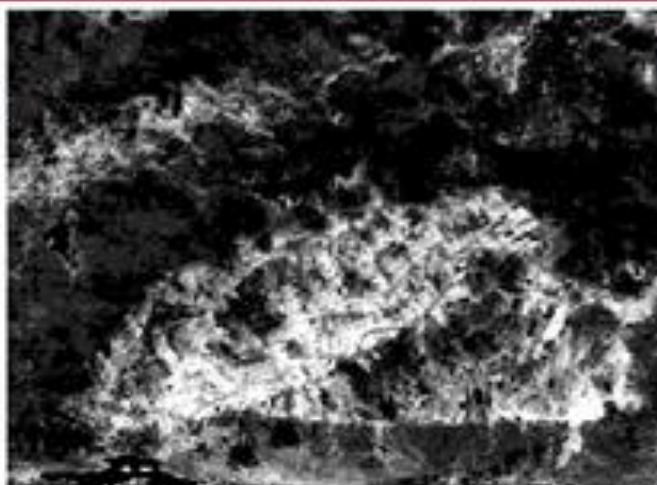
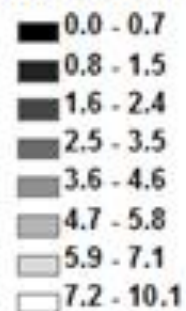
**33.400.000 m<sup>3</sup>**



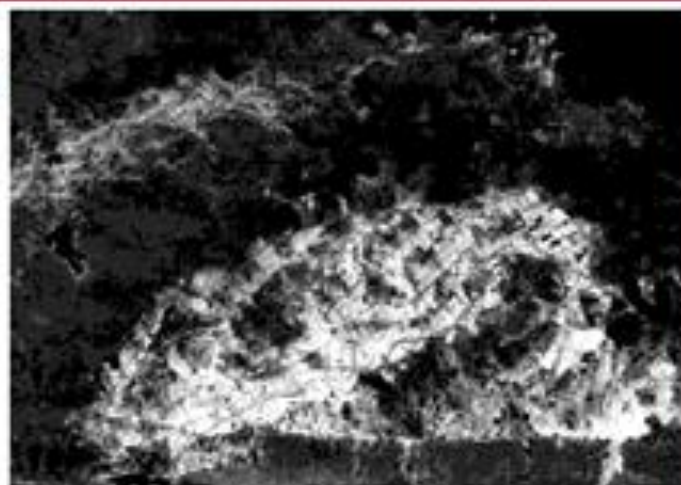
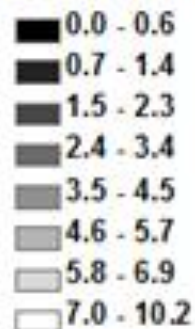


**Figura 2** – Mapas temáticos: a) do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – IVDN; b) Fração Evaporativa – FE; c) Saldo de Radiação Instantâneo –  $R_n$  ( $W m^{-2}$ ); e d) Produção Primária Bruta – GPP ( $g C m^{-2}$ ), do dia 01 de novembro de 2008 no PISG. |

GPP(gC m<sup>-2</sup>)  
29/ago/2008



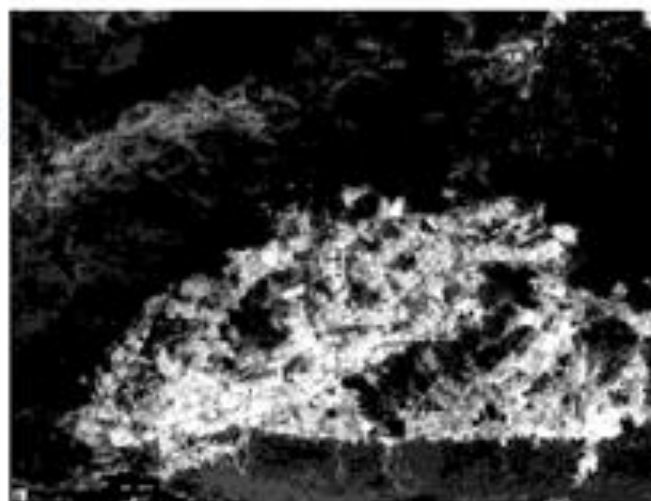
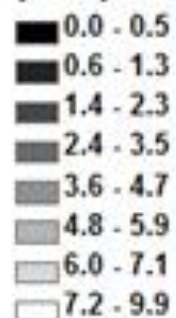
GPP(gC m<sup>-2</sup>)  
14/set/2008



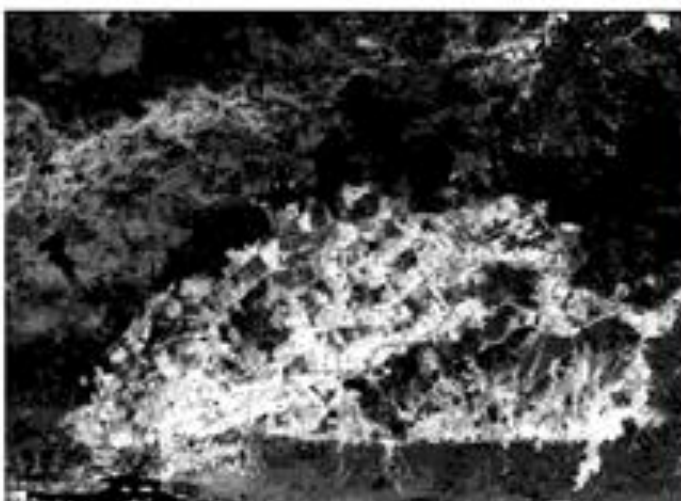
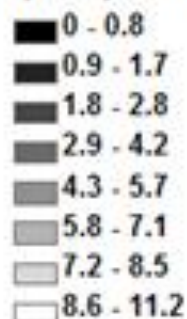
a)

b)

GPP(gC m<sup>-2</sup>)  
17/nov/2008



GPP(gC m<sup>-2</sup>)  
19/dez/2008



c)

d)

**Figura 3** – Mapas temáticos da Produção Primária Bruta – GPP (g C m<sup>-2</sup>) dos dias: a) 29/agosto; b) 14/setembro; c) 17 de novembro; e d) 19/dezembro do ano de 2008 no PISG.



**Tabela 3** – Datas das imagens, GPP segundo imagens TM -  $GPP_{TM}$  ( $g\ C\ m^{-2}$ ), GPP segundo o produto MOD17 –  $GPP_{MOD}$  ( $g\ C\ m^{-2}$ ), GPP médio no PISG –  $GPP_{m\u00e9dia}$  ( $g\ C\ m^{-2}$ ), GPP integrado em todo o PISG –  $GPP_{PISG}$  ( $ton\ C\ dia^{-1}$ ) e n\u00famero total de pixels no PISG – NTP para cada um dos dias selecionados para a pesquisa no ano de 2008.

Data	$GPP_{TM}$	$GPP_{MOD17}$	$GPP_{m\u00e9dia}$	$GPP_{PISG}$	NTP
29/agosto	7,02	8,46	3,96	248,2	69640
14/setembro	6,31	8,21	4,32	212,4	54619
1/novembro	7,06	6,87	5,05	233,1	51298
17/novembro	6,22	5,57	4,74	200,3	46949
19/dezembro	8,37	8,01	5,75	295,3	57066

**Semi\u00e1rido=800.000 ha x 50 kg C ha<sup>-1</sup>  
= 40.000.000 kg C dia<sup>-1</sup>**

# Impactos da Agricultura Irrigada no Clima ?



# Impactos da irrigação no clima

- Redução de 2-4 °C na temperatura do ar;
- Alteração do balanço radiativo;
- Fixação de grande quantidade de carbono;
- Aumento substancial do fluxo de massa no ar.



A photograph of a vast agricultural field filled with rows of lush green plants, likely a crop like alfalfa. In the foreground, a white irrigation pipe with a valve is visible. The background shows a line of trees and a small building under a blue sky with scattered clouds.

Obrigado!