

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/268819143>

Avaliação do balanço de energia em diferentes tipos de uso e cobertura da terra na região noroeste do Estado de São Paulo

Conference Paper · April 2013

CITATIONS
5

READS
108

7 authors, including:



Fernando Braz Tangerino Hernandez
São Paulo State University
144 PUBLICATIONS 336 CITATIONS

SEE PROFILE



A.H. De C. Teixeira
Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA)
164 PUBLICATIONS 845 CITATIONS

SEE PROFILE



Diego Gonçalves Feitosa
São Paulo State University
20 PUBLICATIONS 18 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Evapotranspiration, biomass production and water productivity using satellite image and meteorological stations [View project](#)



Evapotranspiration estimation by Eddy-covariance, SAFER (Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving) and Surface Renewal [View project](#)

Avaliação do balanço de energia em diferentes tipos de uso e cobertura da terra na região noroeste do Estado de São Paulo

Renato Alberto Momesso Franco¹

Fernando Braz Tangerino Hernandez¹

Antônio Heriberto de Castro Teixeira²

Diego Gonçalves Feitosa¹

¹Universidade Estadual Paulista - UNESP

Caixa Postal 34 - 15385-000 - Ilha Solteira - SP, Brasil

{fbthtang}@agr.feis.unesp.br

{bioramfranco}@yahoo.com.br

{diegogfeitosa}@yahoo.com.br

²Embrapa Semiárido - CPATSA

Caixa Postal 23 - 56302-970 - Petrolina - PE, Brasil

{heriberto.teixeira}@embrapa.br

Abstract: The determination of the net radiation at surface (R_n) is very important, since it is the main energy source for the evapotranspiration process. The objective of this study was the determination of radiation balance using images from Thematic Mapper - TM sensor of the satellite Landsat 5, in different use and land cover in the northeastern São Paulo State. Surface albedo (α_0), NDVI and surface temperature (T_0) were the basic remote sensing parameters necessary to calculate the latent heat flux (λE) and the surface resistance to evapotranspiration (r_s) at the large scale. The algorithm used to calculate evapotranspiration was SAFER (Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving). The daily net radiation (R_n) was retrieved from α_0 , air temperature (T_a) and transmissivity (τ_{sw}) throughout the slob equation, allowing the quantification of the daily sensible heat flux (H) by residual in the energy balance equation. The fraction of incident solar radiation ($R_{G\downarrow}$) turned into net radiation (R_n) ranged between 36% to 48%, averaging 42%. The smallest fraction of $R_n / R_{G\downarrow}$ occurred in target sugarcane on 15/07/2011, an increase of $RL\uparrow$ ($43.65 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) and reduction in net radiation ($5.71 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). The largest fraction of $R_n / R_{G\downarrow}$ was 0.48 in the target forest fragment on 04/11/2011, with a decrease in the value of $RL\uparrow$ ($40.22 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) and increase in value R_n ($13.45 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$).

Palavras-chave: surface albedo, latent heat flux, sensible heat flux, albedo de superfície, fluxo de calor latente, fluxo de calor sensível.

1. Introdução

Nos últimos anos, o uso do sensoriamento remoto vem sendo utilizados em estudos do ambiente, tornando uma ferramenta importante no diagnóstico e monitoramento ambiental, com a obtenção de informações necessárias ao gerenciamento e gestão dos recursos ambientais. As técnicas de sensoriamento tem sido eficiente na detecção de informações em áreas extensas de forma rápida e efetiva, principalmente de dados meteorológicos e ambientais.

Através dos dados obtidos por diversos sensores a bordo de satélites é possível caracterizar o comportamento da radiação solar refletida e/ou emitida por alvos à superfície terrestre e calcular os valores de refletividade em diferentes faixas do espectro eletromagnético e da temperatura de superfície. O resultado desta análise é a obtenção de diversos parâmetros biofísicos da superfície terrestre que auxiliam na identificação de mudanças no uso e ocupação do solo de uma determinada região.

Os parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto, como a temperatura de superfície (T_0) e o albedo de superfície (α_0) são componentes importantes para o cálculo de saldo de radiação à superfície (R_n). O balanço de radiação sobre a superfícies vegetadas (R_n) representa a principal fonte de energia para os processos físico-químicos que ocorrem na interface superfície-atmosfera, sendo utilizado no aquecimento do ar e do solo; transferência da água, na forma de vapor, da superfície para a atmosfera através da evapotranspiração; e metabolismo das plantas, especialmente a fotossíntese (Lima et al., 2009). O seu

conhecimento é fundamental na estimativa das perdas de água que ocorrem das superfícies vegetadas, principalmente de área irrigadas que necessitam destes dados para o gerenciamento das atividades agrícolas.

Os métodos de estimativas dos fluxos de balanço de energia na superfície terrestre envolvem duas partes: uma parte é quantificar a energia líquida dos fluxos das radiações onda curta e onda longa recebida na superfície e a outra parte é quantificar os fluxos da utilização da radiação líquida recebida pela superfície terrestre. Teixeira (2010) desenvolveu e validou dois algoritmos para obter os valores regionais do fluxo de calor latente (λE) e a resistência a evapotranspiração (r_s) que juntos ao saldo de radiação é possível quantificar o fluxo de calor latente e o fluxo de calor sensível (H) (Teixeira et al., 2008a). Recentemente Teixeira (2012) denominou o modelo para estimar a evapotranspiração de SAFER (*Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving*) e considera que o algoritmo possibilita a utilização de informações de sensoriamento remoto e de dados meteorológicos diários obtidos em estação automática e a possibilidade de aplicação do balanço de energia na superfície terrestre em escala regional.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros biofísicos e determinar o balanço de energia na superfície terrestre em diferentes tipos de uso e cobertura do solo na região noroeste paulista, com o uso de imagem do satélite *Landsat Thematic Mapper-5*. O conhecimento destes parâmetros é importante para a geração de informações aplicada ao manejo da agricultura irrigada no noroeste paulista.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Caracterização da área de estudo e dados meteorológicos

O estudo de avaliação dos dados biofísicos foi realizado em três tipos de usos e ocupação do solo na região noroeste do Estado de São Paulo. Avaliaram os dados de ocupação da cana-de-açúcar, fragmento de mata (Florestal Estacional Semidecídua) e área irrigada com pivô central (Figura 1). A área de estudo encontra-se nos municípios de Pereira Barreto (cana-de-açúcar), Sud-Mennucci (área irrigada) e Suzanápolis (fragmento de mata).

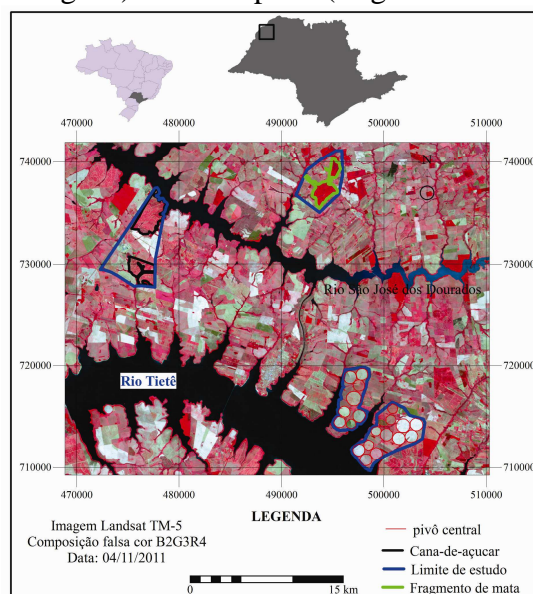


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, região noroeste paulista.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região noroeste apresenta clima de savanas Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. Santos et al. (2010) determinaram o balanço hídrico para a região de Marinópolis-SP, utilizando dados históricos

de 1999 a 2009 e obtiveram precipitação média anual de 1.111 mm e evapotranspiração potencial de 1.421 mm ao ano.

Para a região de Ilha Solteira a precipitação média anual é de 1.354 mm, a evapotranspiração média anual com 1.506 mm e a região se caracterizou por apresentar sete meses com deficiência hídrica (abril a outubro) com o total anual de 442 mm e excedente hídrico de 296 mm, considerando uma CAD de 40 mm (Damião et al., 2010). Além disso, a região apresenta a maior taxa de evapotranspiração do Estado de São Paulo (Hernandez et al., 2003) e oito meses de deficiência hídrica no solo (Santos et al., 2010) motivo pelo qual o uso do sistemas de irrigação é fundamental para repor as necessidades hídricas e garantir a produtividade máxima das culturas

Para a realização deste estudo foram utilizadas duas cenas do sensor *TM/Landsat 5*, órbita 222 e ponto 74, datadas em 15/07/2011 e 04/11/2011. Estas imagens foram obtidas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

No presente trabalho, foram utilizados dados meteorológicos de sete estações automáticas distribuídas espacialmente no noroeste paulista e operada pela Área de Hidráulica e Irrigação (UNESP, 2011).

Como ferramenta de programação e cálculo utilizou-se a função *script* disponível no software ILWIS (*Integrated Land Water Information System*), que permite o cálculo e aplicação da modelagem através de dados *raster*.

2.2. Balanço de energia na superfície terrestre

Inicialmente os dados de radiação global (R_G), temperatura do ar (T_a) e evapotranspiração de referência (ET_0) de sete estações agrometeorológicas distribuídas espacialmente no noroeste paulista foram interpolados, formando uma grade de dados no formato *raster* e posteriormente inclusos aos dados de sensoriamento remoto para os cálculos do balanço de energia na superfície terrestre em escala regional.

O albedo da superfície (α_0) foi obtido através das radiações espectrais do satélite *Landsat Thematic Mapper-5* na região do visível e em seguida utilizou expressões matemáticas e correções atmosférica (Teixeira, 2010).

Os parâmetros de sensoriamento albedo de superfície (α_0), temperatura da superfície (T_0) e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) foram calculados e usados na obtenção da evapotranspiração (ET) conforme Teixeira (2010) (Equação 1) e a resistência de superfície terrestre à evaporação (r_s) foi obtido conforme Su (2002) (Equação 2).

$$\frac{ET}{ET_0} = \exp \left[a + b \left(\frac{T_0}{\alpha_0 NDVI} \right) \right] \quad (1)$$

$$r_s = \exp \left[a \left(\frac{T_0}{\alpha_0} \right) (1 - NDVI) + b \right] \quad (2)$$

onde a e b são coeficientes de regressão, com valores de 1,8 e - 0,008, respectivamente; ET_0 é a evapotranspiração de referência calculado pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) e obtidas a partir de setes estações agrometeorológicas distribuídas espacialmente no noroeste paulista.

Para o cálculo do balanço de energia diário na superfície terrestre utilizou-se os dados de radiação solar incidente medido por piranômetros em estações agrometeorológicas automáticas, conforme descrito na etapa inicial. Em seguida obteve os dados de radiação de onda longa refletida ($RL\uparrow$) através da equação de Stefan-Boltsman, temperatura da superfície

(T_0) e emissividade da atmosfera (ϵ). A radiação de ondas longas incidente ($RL\downarrow$) foi calculada usando a equação de Stefan-Boltzmann e a emissividade atmosférica (ϵ_a) modelada em função da transmissividade atmosférica e dados da temperatura do ar (T_a) provenientes das estações agrometeorológicas, conforme determinou Teixeira et al. (2009).

A radiação de onda curta incidente ($RS\downarrow$) foi obtida utilizando dados de temperatura do ar medidos, conforme descrito por Su (2002).

O saldo de radiação (R_n) constitui o resultado do cômputo da energia radiante recebida e emitida pela superfície na forma de ondas curtas e longas. Os valores diários de R_{n24} foi calculado através do albedo (α_{024}), da radiação solar global (R_{G24}) e da transmissividade atmosférica (τ_{sw}) (Teixeira et al., 2008a). Os valores de 24 horas de radiação (R_n) pode ser descrito por valores de 24 horas de radiação de onda curta líquida, com um termo de correção de radiação de onda longa líquida para a mesma escala de tempo, de acordo com a Equação 3 (Teixeira, 2010):

$$R_n = (1 - \alpha_0)R_{G\downarrow} - a\tau_{sw} \quad (3)$$

em que: $R_{G\downarrow}$ é a radiação solar global incidente, medido por piranômetro; α_0 é o albedo de superfície; a é o coeficiente de regressão entre a radiação de onda longa líquida e a transmissividade atmosférica (τ_{sw}) na escala diária. A transmissividade representa a relação entre a radiação de onda curta que incide no topo da atmosfera e a que chega à superfície terrestre de forma direta e difusa. A equação de regressão entre o coeficiente a e a temperatura do ar (T_a) foram utilizados nos cálculos conforme determinou Teixeira (2008b). Os valores de radiação global (R_G) e temperatura da superfície (T_a) foram obtidos a partir das estações agrometeorológicas e os valores pontuais dos dados foram interpolados através do uso de geoprocessamento.

Transformando ET em unidade de energia, o fluxo de calor latente foi quantificado e o fluxo de calor sensível obtido como resíduo da equação do balanço de energia e assumindo que o fluxo de calor no solo (G) é zero na escala diária:

$$H = R_n - \lambda E \quad (4)$$

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 os valores médios de balanço de energia em diferentes tipos de uso e ocupação do solo, com imagens do satélite *Landsat-TM* com cenas obtidas em 15/07/2011 e 04/11/2011. Os menores valores médios de radiação solar global incidente ($R_{G\downarrow}$) ocorreram no mês de julho (15/07/2011) e os maiores valores médios ocorreram no mês de novembro (04/11/2011).

Os menores valores de radiação global medidos nas estações agrometeorológicas no noroeste paulista no ano de 2011 ocorreram nos meses de junho e julho, com valores médios de $14,5 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$ e $15,5 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$, respectivamente; o maior valor médio de radiação global no ano de 2011 ocorreu no mês de novembro, com valor de $22,7 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$ (Lacerda et al., 2012).

A fração de radiação solar global incidente ($R_{G\downarrow}$) transformada em saldo de radiação (R_n) teve variação entre 36% a 48%, com média de 42%. A menor fração de $R_n/R_{G\downarrow}$ ocorreu na alva de cana-de-açúcar em 15/07/2011, com aumento de $RL\uparrow$ ($43,65 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$) e redução no saldo de radiação ($5,71 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$). A maior fração de $R_n/R_{G\downarrow}$ foi de 0,48 no alva de fragmento de mata no dia 04/11/2011, com diminuição no valor de $RL\uparrow$ ($40,22 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$) e aumento no valor de R_n ($13,45 \text{ MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios diários dos componentes do balanço de energia em diferentes uso e cobertura do solo.

Alvo	Datas	$R_{G\downarrow}$	$RS\uparrow$	$RL\downarrow$	$RL\uparrow$	R_n	$R_n / R_{G\downarrow}$
		$MJ\ m^{-2}d^{-1}$					
Cana-de-açúcar	15/07/2011	15,60	2,46	36,21	43,65	5,71	0,36
	04/11/2011	27,72	7,12	32,05	39,78	12,82	0,46
Área irrigada	15/07/2011	17,16	2,69	35,92	43,08	7,32	0,42
	04/11/2011	27,71	8,97	32,12	39,91	11,31	0,40
Fragmento de mata	15/07/2011	16,36	2,34	36,28	43,76	6,60	0,40
	04/11/2011	27,54	6,34	32,33	40,22	13,45	0,48

($R_{G\downarrow}$: é a radiação solar global incidente; $RS\uparrow$: radiação solar de onda curta refletida; $RL\downarrow$: radiação solar de onda longa incidente; $RL\uparrow$: radiação solar de onda longa refletida; R_n : saldo de radiação; $R_n / R_{G\downarrow}$: taxa de radiação de solar de onda curta incidente).

A imagem *Landsat* TM-5, cena do dia 15 de julho de 2011 apresentou valores médios estimados de índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) para a cana-de-açúcar de 0,37, 0,48 para o fragmento de mata e para a área irrigada com pivô central foi de 0,58, indicando que nesta época o solo estava coberto por culturas agrícolas (Figura 2a). Na cena do dia 04/11/2011 os valores médios estimados de NDVI foram 0,58 para o fragmento de mata, o valor médio de 0,44 para a cana-de-açúcar e a área irrigada por pivô central com valor médio de 0,36. O baixo valor médio de NDVI para a área irrigada é devido ausência de cobertura agrícola neste período em determinados pivôs (Figura 2b).

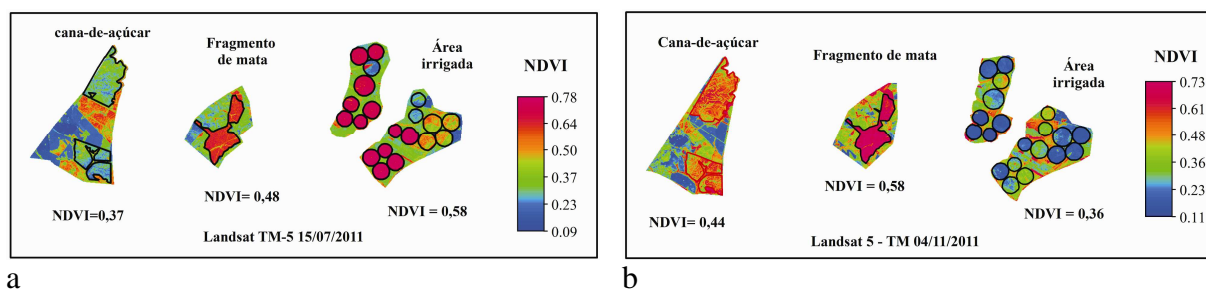


Figura 2. Valores médios de NDVI em cada classe de usos e ocupação do solo em 15/07/2011 (a) e 04/11/2011 (b).

O menor albedo de superfície ocorreu no alvo fragmento de mata, na cena do dia 15/07/2011 com valor de 0,14% e o maior valor médio diário ocorreu na área irrigada no dia 04/11/2011 com 0,32% (Figura 3b), devido à ausência de cobertura vegetal e com o solo exposto nos pivôs analisados.

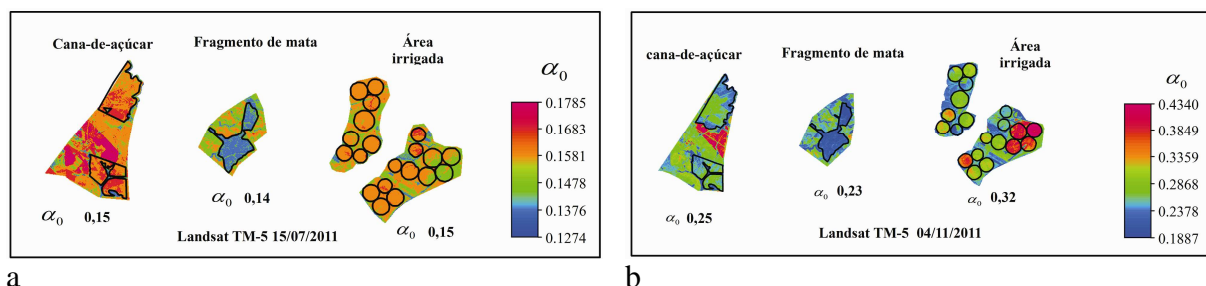


Figura 3. Valores médios de albedo de superfície (α_0) com escala de tempo diária em diferentes tipos de uso e ocupação do solo, com cena de 15/07/2011 (a) e 04/11/2011 (b).

No mês de julho o menor valor médio diário de temperatura de superfície ocorreu na área irrigada, com valor de 309,43 K (36,28°C) (Figura 4a) e os maiores valores médios diários ocorreram na cana-de-açúcar e fragmento de mata, com 311,6 K (38,45°C) e 310,2 K (37,05°C), respectivamente. No mês de novembro, o maior valor médio foi na área irrigada (305,8 K - 32,65°C) e os menores foram na cana-de-açúcar e fragmento de mata, com valores de 303 K (29,85°C) (Figura 4b).

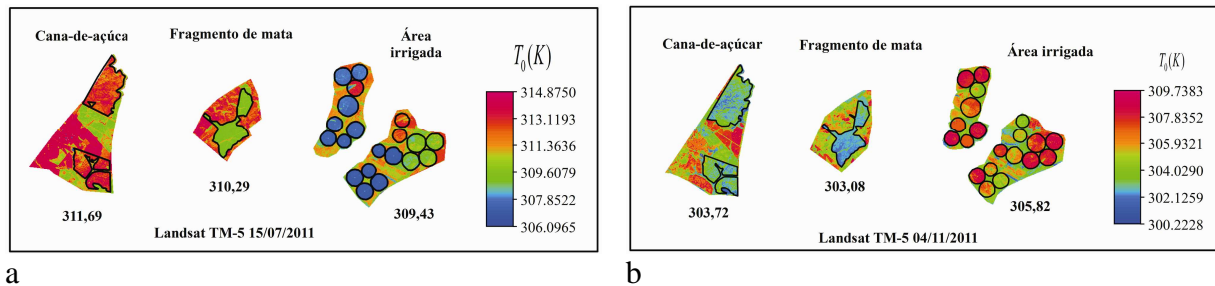


Figura 4. Valores médios de temperatura de superfície (T_0 - K) em diferentes classes de uso e ocupação do solo, com cena de 15/07/2011 (a) e 04/11/2011(b).

Os valores médios diários de saldo de radiação (R_n) para cada tipo de alvo analisado apresentaram-se com valores inferiores no mês de julho (Figura 5a) e superiores no mês de novembro (Figura 5b), devido à sazonalidade da radiação solar de onda curta incidente nos alvos analisados, em julho a radiação solar global ($R_{G\downarrow}$) é inferior ao mês de novembro. Valores mais elevados da radiação líquida são verificados na época em que o sol apresenta-se na posição zenital (outubro/novembro) e em condições de baixa nebulosidade, enquanto os menores acontecem nos períodos em torno do solstício de inverno no hemisfério sul.

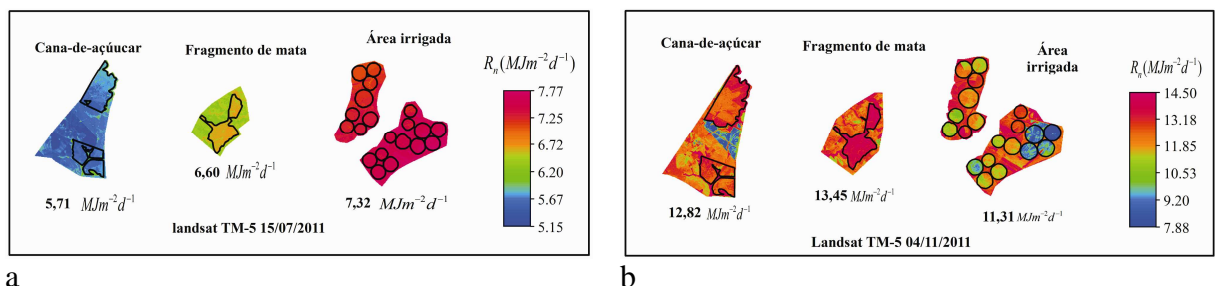


Figura 5. Valores médios de saldo de radiação (R_n) em diferentes classes de uso e ocupação do solo, com cena de 15/07/2011 (a) e 04/11/2011 (b).

No mês de julho, o maior valor médio de fluxo de calor latente (λE) ocorreu na área irrigada ($4,38 MJ m^{-2} d^{-1}$ - $1,78 mm d^{-1}$) e o menor valor médio diário de $2,54 MJ m^{-2} d^{-1}$ ($1,03 mm d^{-1}$) no fragmento de mata (Figura 5a). Na mesma data o valor médio diário de fluxo de calor sensível (H) na área irrigada variou entre valor mínimo de $-2,01 MJ m^{-2} d^{-1}$ e valor máximo de $7,43 MJ m^{-2} d^{-1}$ (Figura 5c). No mês de novembro os valores médios diários de fluxo de calor latente foram superiores, sendo o fragmento de mata com o maior valor médio diário de $18,86 MJ m^{-2} d^{-1}$ ($7,69 mm d^{-1}$) e o menor valor médio foi de $11,31 MJ m^{-2} d^{-1}$ ($4,61 mm d^{-1}$) na área irrigada (Figura 5b). O fluxo de calor sensível (H) no mês de novembro foi menor ($1,32 MJ m^{-2} d^{-1}$) na cana-de-açúcar (Figura 5d) e no fragmento de mata com valores médios diários negativos ($-6,21 MJ m^{-2} d^{-1}$) e os maior médio diário foi na área irrigada ($5,30 MJ m^{-2} d^{-1}$).

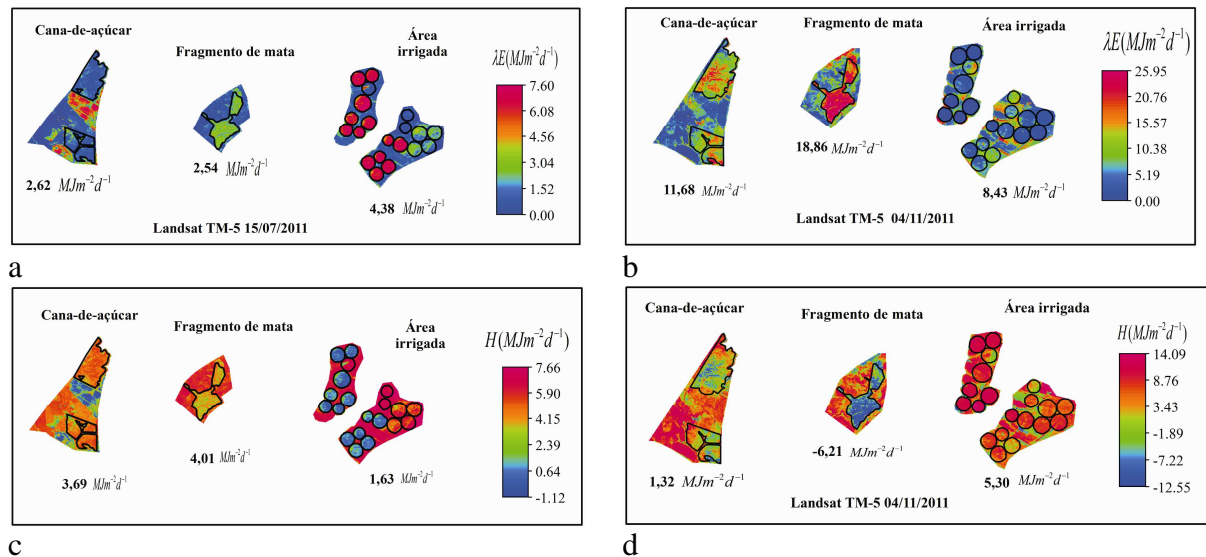


Figura 6. Fluxo de energia em diferentes tipos de uso e ocupação do solo. (a) fluxo de calor latente com cena de 15/07/2011; (b) fluxo de calor latente com cena de 04/11/2011; (c) fluxo de calor sensível com cena de 15/07/2011 e (d) fluxo de calor sensível com cena de 04/11/2011.

No mês de julho a relação $\lambda E/R_n$ para a área irrigada foi de 0,63 e H/R_n de 0,37, isto é, 63% da energia disponível foi utilizada na conversão de calor latente, e 37% convertida em aquecimento (calor sensível). No mês de novembro a relação $\lambda E/R_n$ para a área irrigada foi de 0,80 e a relação H/R_n foi de 0,20, isso pode indicar que a superfície neste período estava umedecida e a maior parte da energia disponível foi utilizada na evapotranspiração e o restante da energia foi utilizada no aquecimento das plantas, do ar e do solo.

No Fragmento de mata houve advecção de calor sensível, pois a relação $\lambda E/R_n$ foi de 138% na data de 04/11/2011 e no mês de julho a relação $\lambda E/R_n$ foi de 41% e a relação de H/R_n com valor de 59%.

Para a cana-de-açúcar a relação $\lambda E/R_n$ no mês de julho foi de 50% e a relação H/R_n foi de 57%, apenas 50% de R_n foi utilizado no processo evapotranspirativo, enquanto que 57% de R_n foi convertido em calor sensível e observa-se que houve aumento na temperatura (311,6 K - 38,45°C). No mês de novembro a relação $\lambda E/R_n$ foi de 100% e a relação H/R_n foi de 0%, indicando que 100% de R_n foi utilizado no processo evapotranspirativo.

4. Conclusões

Os dados de sensoriamento remoto e informações meteorológicas medidas em campo permitiu analisar os componentes do balanço de energia na superfície terrestre em escala regional. Observa-se que os valores de saldo de radiação são dependentes dos valores de radiação solar global incidente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro para a instalação da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista.

Referências Bibliográficas

Allen, R. G., Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1998.

Damião, J. O.; Hernandez, F. B. T.; Santos, G. O.; Zocoler, J. L. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, noroeste paulista. In: CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XX, 2010, Uberaba. **Anais..** Brasília: ABID, 2010. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2010_damiao.pdf>. Acesso em 28 out.2012.

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, p.21-30, 2003.

Lacerda, M. D.; Hernandez, F. B. T.; Franco, R. A. M.; Feitosa, D.G.; Santos, G.O.; Teixeira, A.H.C. Estimativa da radiação solar global no noroeste paulista. In: Inovagri - International Meeting & IV Workshop International de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012, Fortaleza. **Anais..**Fortaleza: IFCE, 2012. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/winotec2012/Marcos/marcus_winotec.pdf>. Acesso em: 06 out. 2012.

Lima, E. P.; Sedyama, G. C.; Gleriani, J. M.; Soares, V. P.; Delgado, R. C.; Andrade, R. G. Estimativa do balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagem do Landsat 5 - TM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 255-262. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.20.49>>. Acesso em: 28 out. 2012.

Santos, G. O.; Hernandez, F. B. T.; Rosseti, 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**, Fortaleza, v. 4, n. 3, p.142–149, 2010. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/rbai_v4_n3_p142_149_bh.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

Su, Z. "The Surface Energy Balance System (SEBS) for estimation of turbulent heat fluxes," Hydrol. **Earth Syst. Sci.** 6, 85-99,2002.

Teixeira, A. H. de C. Modelling evapotranspiration by remote sensing parameters and agro-meteorological stations. In: Remote Sensing and Hydrology (ed. by C. M. U. Neale & M. H. Cosh), **IAHS Publ.** Wallingford: UK, IAHS Press 352, 2012. P. 154-157.

Teixeira, A. H. de C., Bastiaanssen, W. G. M., Moura, M. S. B., Soares, J. M., Ahmad, M. D. and Bos, M. G. "Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil," **Agr. Forest. Meteorol.** 148, 1524-1537. 2008a.

Teixeira, A.H. de C. Bastiaanssen, W.G.M., Ahmad, M.D., Moura, M.S.B., Bos, M.G. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil, **Journal of Hydrology**, v. 362, p. 110-127, 2008b.

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

Teixeira, A.H. de C., W.G.M., Bastiaanssen, Ahmad, M-ud-D, Bos, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part A: Calibration and validation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 462-476, 2009.

Universidade Estadual Paulista- UNESP/ FE. **Acesso à base diária:** Marinópolis. Ilha Solteira: UNESP-FE/ Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos – DEFERS- Área de Hidráulica e Irrigação - AHI, 2011. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br>>. Acesso em: 15 jun. 2011.