

#### 5.4 Índice de Área Foliar - IAF

Os valores estatísticos das cartas de IAF estão na Tabela 10, verificou-se que os valores de mínimos foram obtidos nos dias 53 e 213 com valores de -0,501 a -0,493, respectivamente, os valores negativos foram obtidos em áreas com superfície de água e não seguem uma razão de período, como outros tipos de superfícies.

Tabela 10: Valores dos parâmetros estatísticos mínimo, máximo, médio, mediano, moda e desvio padrão obtidos na análise estatística das cartas de Índice de área foliar - IAF.

DJ	mínimo	máximo	médio	mediana	moda	Desv.PAD
53	-0,501	2,595	0,685	0,647	0,635	0,327
101	-0,431	2,501	0,703	0,622	0,565	0,331
149	-0,414	2,076	0,566	0,500	0,472	0,333
213	-0,493	1,664	0,437	0,375	0,374	0,298
229	-0,406	1,524	0,395	0,340	0,287	0,271
325	-0,401	1,887	0,599	0,644	0,751	0,239

Os valores máximos foram obtidos nas cartas dos dias 53 e 101, com valores de 2,595 e 2,501, respectivamente, sendo que os maiores valores foram obtidos durante o período chuvoso.

Os valores médios para o IAF durante o período se situaram entre os valores de 0,395 e 0,703 os quais foram obtidos nas cartas dos dias 229 e 101, respectivamente, conforme a Tabela 10.

Valores negativos encontrados nas cartas referem-se a áreas com superfícies de água, esses valores são comuns neste tipo de alvos uma vez que outros autores como Giongo et al. (2007b) e Giongo et al. (2007c) também obtiveram valores inferiores a zero para SAVI em superfícies de água.

As áreas com vegetação mais densa apresentaram IAF maiores, como áreas cultivadas com cana e de eucalipto na Figura 10 A onde apresenta coloração vermelha e ainda coloração amarela clara e escura. Assim como Bezerra (2006) obteve para culturas em áreas irrigadas do Ceará valores de IAF entre 3 a 5, e para

áreas de solo exposto valores menor que 1, o qual é coerente os valores encontrados uma vez que as áreas irrigadas ou de melhores condições hídricas como neste trabalho, apresentaram maiores valores para esse parâmetro.

Por análise visual, verifica que os maiores valores do IAF são nas cartas da Figuras 14A, 14B e 14C, sendo que essa resposta de valores superiores neste período é função da região possuir grande parte de cobertura da superfície com a cultura da cana-de-açúcar e estar em pleno desenvolvimento, ainda as áreas com vegetação nativa estar em melhores condições vegetativas proporcionadas pela época de chuvas neste período.

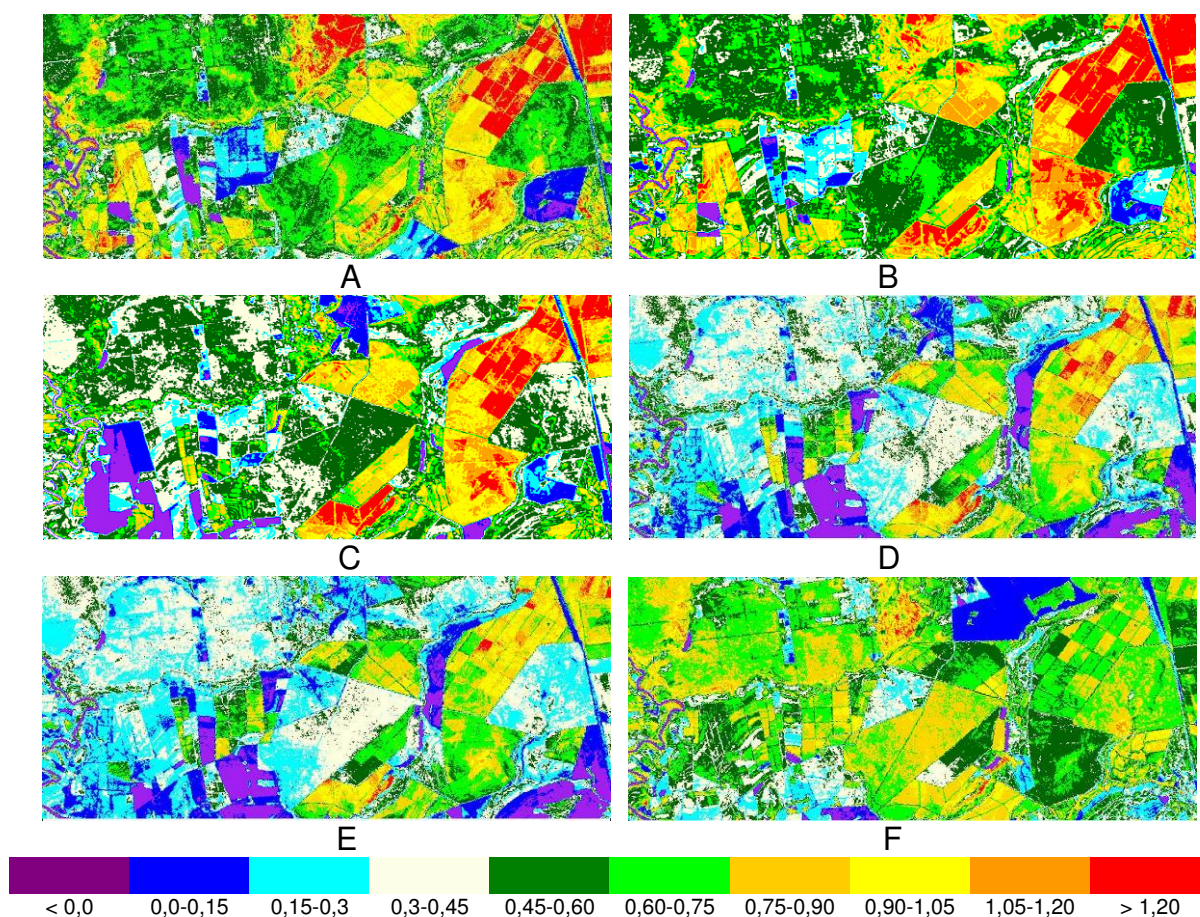


Figura 14: Cartas de IAF referente os DJ 53 (A), 101 (B), 149 (C), 213 (D), 229 (E) e 325 (F).

Verificou-se que houve uma maior dispersão dos valores nas cartas das Figuras 14D e 14E, a qual pode ser vista em várias classes dentro de cada carta, enquanto que as cartas nas Figuras 14A, 14B, 14C apresentaram menor variação

dos valores dentro de cada carta. É possível verificar que a predominância da classe com vegetação de cerrado e vegetação nativa é que poderá ser identificada pelas classes de cor verde escuro (0,45 – 0,60) e verde claro (0,60 – 0,75).

Buscando avaliar melhor o desempenho da metodologia proposta para o IAF foram realizados recortes de áreas homogêneas dentro da cena estudada, sendo então extraídos dois pequenos recortes de diferentes pontos, com tamanhos de 20 a 30 píxeis de áreas representativas da cultura da cana-de-açúcar e área de cerrado, conforme localização na Figura 4.

Os IAF na área de cana observados estão entre 0,124 a 1,161, sendo que os mínimos obtidos ocorreram nas Figuras 14C e 14E com valores de 0,124 e 0,281, respectivamente. Os máximos foram obtidos nas Figuras 14A e 14B, com valores de 0,696 e 1,161, respectivamente.

Almeida et al. (2005) obtiveram valores de IAF para áreas de culturas anuais não irrigadas na região do Estado do Rio Grande do Sul, da ordem de 0,32 a 4,28, valores que são superiores aos obtido neste trabalho, porém a região de Santa Rita é coberta por uma vegetação não muito abundante e densa para valores expressivos de IAF, o que já era esperado.

Para o IAF na área de cerrado, os valores mínimos foram obtidos nas Figuras 14C (0,224) e 14E (0,225). Os máximos foram obtidos nas Figuras 14A (0,696) e 14F (0,883). Ainda foram obtidos valores médios entre 0,299 a 0,770 referentes as Figuras 14E e 14F, respectivamente.

Os valores de IAF na área de cerrado tiveram uma tendência nas médias com valores maiores nas cartas dos dias DJ 53 e 325, sendo que este é o período de verão e estação das chuvas, conforme a Figura 6, ainda se verificou que os menores valores médios obtidos na estação de inverno onde há uma diminuição dos valores de precipitação.

## **5.5 Temperatura de superfície**

Na Tabela 11, são apresentados os valores estatísticos das cartas de temperatura de superfície, para os dias de estudos. Os Valores mínimos foram obtidos nos dias 149 (16,81 °C) e 213 (17,46 °C), e os máximos foram obtidos nos

dias 53 (43,16 °C) e 325 (38,45 °C). Os valores médios obtidos nas cartas foram de 20,47 e 27,70 °C, que se referem aos dias 149 e 53, respectivamente.

Com relação à temperatura média de superfície, verificaram-se que as maiores médias ocorreram nos dias 53 e 325, sendo que esse período é caracterizado pelo verão naquela região, ainda as menores médias das cartas foram obtidas nas cartas dos dias 149 e 213, as quais estão próximo ao período de inverno, conforme a Tabela 11.

Tabela 11: Valores dos parâmetros estatísticos mínimo, máximo, médio, mediana, moda e desvio padrão obtidos na análise estatística das cartas de Temperatura da superfície em °C.

DJ	mínimo	máximo	médio	mediana	moda	Desv.PAD
53	22,39	43,16	27,70	26,21	25,39	3,581
101	21,95	36,83	25,66	24,81	24,04	2,473
149	16,81	25,98	20,47	20,07	19,61	1,307
213	17,46	31,98	22,99	22,28	21,44	2,263
229	17,92	35,65	24,93	23,67	23,25	2,566
325	21,51	38,45	26,16	25,35	24,03	2,565

No trabalho de Vidal e Perrier (1989) as temperaturas do ar e da superfície terrestre tendem a atingir seus ápices aproximadamente entre 13h00 e 14h00 horas local, entretanto, isto, tem a ver com variação que está ligado à sazonalidade de cada região, principalmente pela incidência de luz solar em alguns períodos do ano em algumas regiões do planeta.

Em trabalhos realizados por Silva e Santos (2007) os valores encontrados de temperatura de superfície para uma região da BA, foram entre 17,3 a 31,18 °C, ainda segundo os autores as menores temperaturas foram obtidas em áreas de vegetação mais densa, e as maiores foram em áreas de solo exposto e áreas em fase de preparo de solo, comportamento semelhante que ocorreu neste trabalho com relação à variação de temperatura para os tipos de superfícies, pois as menores temperaturas foram obtidas em áreas alagadas e áreas com maior cobertura vegetal, enquanto que as maiores temperaturas foram encontradas em área descoberta ou solo exposto.

Conforme a Figura 15 foi possível verificar a variação da temperatura de superfície para os diferentes tipos de cobertura, por exemplo, na área de cerrado ver Figura 4, verificou-se temperatura mais elevadas em torno de 25 e 27 °C. Estas variações se encontram nas cartas da Figura 15F e 15A com coloração bege clara e Verde escuro, respectivamente. Enquanto que nas Figuras 15C e 15D, essas médias de temperaturas são inferiores a 23 °C com coloração azul escuro e azul claro, esse comportamento é normal para essa região, uma vez que as baixas temperaturas foram obtidas no período de inverno para a região, enquanto que as altas temperaturas foram obtidas em período de verão, o qual o sol esta no hemisfério Sul, portanto mais próximo daquela Latitude.

Pereira et al (2006) encontrou temperatura de até 26 °C para área da região do centro e região metropolitana de São Paulo para as 9h53min, horário local. Os mesmos autores encontraram temperaturas na área de vegetação mais densa próximo a 16 °C e temperatura média no centro de São Paulo foi de 28 °C, para esse mesmo horário.

De forma geral em superfícies com pouca ou nenhuma vegetação, encontraram-se as temperaturas mais altas. Nas cartas da Figuras de 15F e 15A, encontram-se estas classes com coloração avermelhada para as temperaturas altas. Comportamento semelhante foi verificado nas áreas do Lago e do Rio Mogi Guaçú, onde nos meses de Inverno foram obtidas temperaturas inferiores a 21 °C, Figuras 15C e 15D, com coloração roxa e azul escuro, enquanto que nos meses do verão Figuras 15A e 15F, foram obtidas temperaturas de até 25 °C, coloração bege clara e azul claro.

Analisando as Figuras 15A a 15F, encontra-se uma grande variabilidade dos valores, que são consequência da heterogeneidade das superfícies da área de estudo.

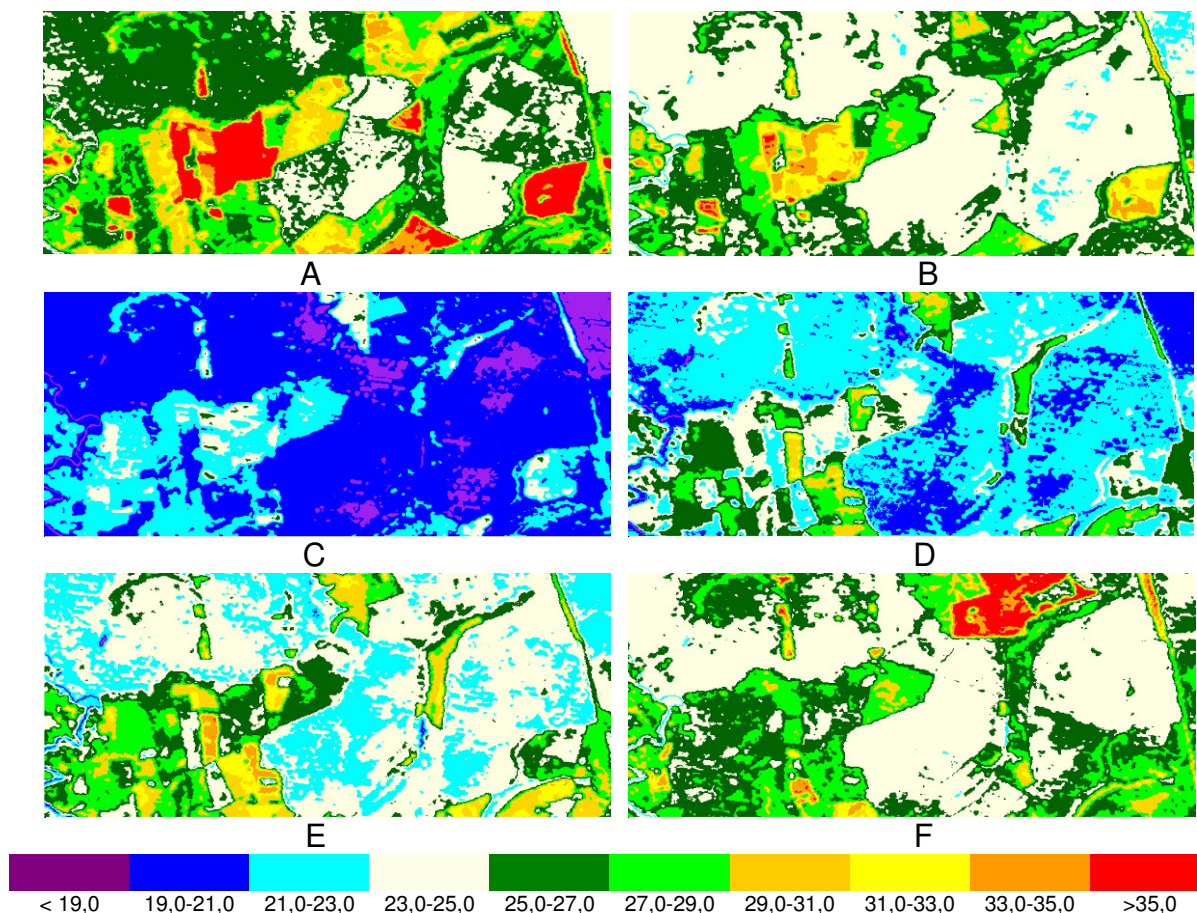


Figura 15: Cartas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) referente os DJ 53 (A), 101 (B), 149 (C), 213 (D), 229 (E) e 325 (F).

Buscando avaliar melhor o desempenho da metodologia proposta para a obtenção da temperatura de superfície foram realizados recortes de áreas homogêneas dentro da cena estudada, sendo então extraídos três pequenos recortes de diferentes pontos, com tamanhos de 20 a 30 píxeis, de áreas do lago (superfície com água), da cultura de cana-de-açúcar e a do cerrado, conforme localização na Figura 4.

Para as cartas de temperatura de superfície no lago, verificou que os valores mínimos foram obtidos nas cartas dos dias 213 ( $17,92^{\circ}\text{C}$ ) e 229 ( $17,92^{\circ}\text{C}$ ), e que os maiores máximos foram obtidos nos dias 53 ( $25,42^{\circ}\text{C}$ ) e 325 ( $24,69^{\circ}\text{C}$ ), enquanto que as variações dos valores médios foram de  $18,31$  e  $25,14^{\circ}\text{C}$ , obtidos nos dias DJ 213 e 53, respectivamente.

Silva et al. (2005 b) obtiveram nos anos de 2000 e 2001 os valores de  $20,8$  e  $23^{\circ}\text{C}$ , respectivamente para temperatura em superfície do Lago de Sobradinho,

em estudo realizado na região de Petrolina Pernambuco e Juazeiro Bahia, desta forma verifica que os valores obtidos nesta pesquisa estão próximos aos obtidos por aqueles autores.

Araújo e Di Pace (2007) obtiveram na região de Maceió temperatura de superfície, para áreas com superfície de água os quais foram inferiores a 23,8 °C para 3 cenas estudadas. Valores que estão ligeiramente superiores aos obtidos nesta pesquisa, para o mesmo período do ano, que foi nos meses de agosto e setembro.

Na área de cana-de-açúcar para temperatura de superfície os valores mínimos foram obtidos nos dias DJ 149 (21,50 °C) e 325 (25,45 °C), já os máximos foram obtidos nos dias DJ 53 (27,54 °C) e 229 (28,09 °C).

Os valores médios de temperatura de superfície para área de cana-de-açúcar foram de 22,40 a 27,84 °C obtidos nos dias 149 e 229, respectivamente. Verificou-se que as maiores médias foram obtidas nos dias 53 e 325, período que ocorre o verão. As menores médias foram obtidas nos dias 213 e 229, que compreende o período de inverno para essa região.

Na área de cerrado para temperatura de superfície verificaram que os mínimos foram obtidos nos dias 149 (18,81 °C) e 213 (21,46 °C), já os máximos foram obtidos nos dias 53 (25,43 °C) 325 (24,69 °C).

Os valores médios para temperatura de superfície na área de cerrado foram de 19,31 e 25,14 °C, obtidos nos dias 149 e 53, respectivamente.

Assim como na área de cana-de-açúcar, a temperatura de superfície para área de cerrado teve comportamento semelhante, onde, as maiores médias foram obtidas no nas cartas dos dias 53 e 101, enquanto que as menores temperaturas médias foram obtidas nas cartas dos dias DJ 149 e 213, onde esse é o período de inverno para essa região. Ainda verifica que a temperatura do solo segue a variação anual de temperatura do ar, e pode ser verificado na Figura 5.

## 5.6 Radiação de Onda Longa Emitida

Na Tabela 12 estão os valores estatísticos de  $R_{L\uparrow}$  das cartas geradas para o período estudado. Os valores menores mínimo foram obtidos nos dias 149 (381,69  $W m^{-2}$ ) e 213 (388,82  $W m^{-2}$ ), e os máximos foram obtidos nos dias 53 (539,24  $W m^{-2}$ ) e 325 (508,22  $W m^{-2}$ ). Os valores médios obtidos nas cartas foram entre 402,85 e 444,87  $W m^{-2}$ , que se referem aos dias 149 e 53 respectivamente.

Quanto à média dos valores obtidos nas cartas de  $R_{L\uparrow}$ , foi verificados que as cartas dos dias DJ 53 e 325 obtiveram as maiores médias, sendo que esse período é caracterizado pelo verão na região, e ainda, as menores médias das cartas foram obtidas nas cartas dos dias 149 e 213, as quais estão próximo ao período de inverno, conforme a Tabela 12.

Tabela 12: Valores dos parâmetros estatísticos mínimo, máximo, médio, mediano, moda e desvio padrão obtidos na análise estatística das cartas de Radiação de Onda Longa Emitida em  $W m^{-2}$ .

DJ	mínimo	máximo	médio	mediana	moda	Desv.PAD
53	418,81	539,24	444,87	436,68	430,57	20,743
101	411,91	496,87	432,81	428,17	422,86	13,737
149	381,69	431,53	402,85	400,77	397,66	6,350
213	388,82	466,91	416,38	412,31	407,12	12,088
229	395,96	489,95	427,26	421,3	417,26	14,187
325	413,51	508,22	435,27	430,53	423,50	14,485

Na Figura 16 estão às cartas de  $R_{L\uparrow}$  ( $W m^{-2}$ ), para todo o período estudado.

Assim como as cartas de temperatura de superfície na Figura 15, as cartas de  $R_{L\uparrow}$  seguiram a mesma tendência de valores em função da época do ano, esse comportamento já era esperado, uma vez que a emissão de radiação da superfície é função da temperatura da mesma.

Os maiores valores foram obtidos nas cartas das Figuras 16A e 16F, sendo função da maior temperatura nesta época do ano, já ao contrário as menores quantidades de radiação emitida nesse comprimento de onda foram obtidas nas



cartas de 18C e 18D, comportamento semelhante também as cartas de temperatura Figura 15.

A área de cerrado apresentou valores nitidamente inferiores de  $R_{L\uparrow}$  em relação a áreas de cana-de-açúcar, de forma geral, verifica-se o principalmente nas cartas de 16B, 16E e 16F, onde as áreas de vegetação de cerrado com coloração de azul clara tiveram valores de até  $430 \text{ W m}^{-2}$ , enquanto que na área de cana-de-açúcar com coloração bege clara também nas cartas de 16B, 16E e 16F, tiveram valores até  $445 \text{ W m}^{-2}$ . Sendo que essa diferença é função da variação de temperatura de superfície entre os dois tipos de superfície.

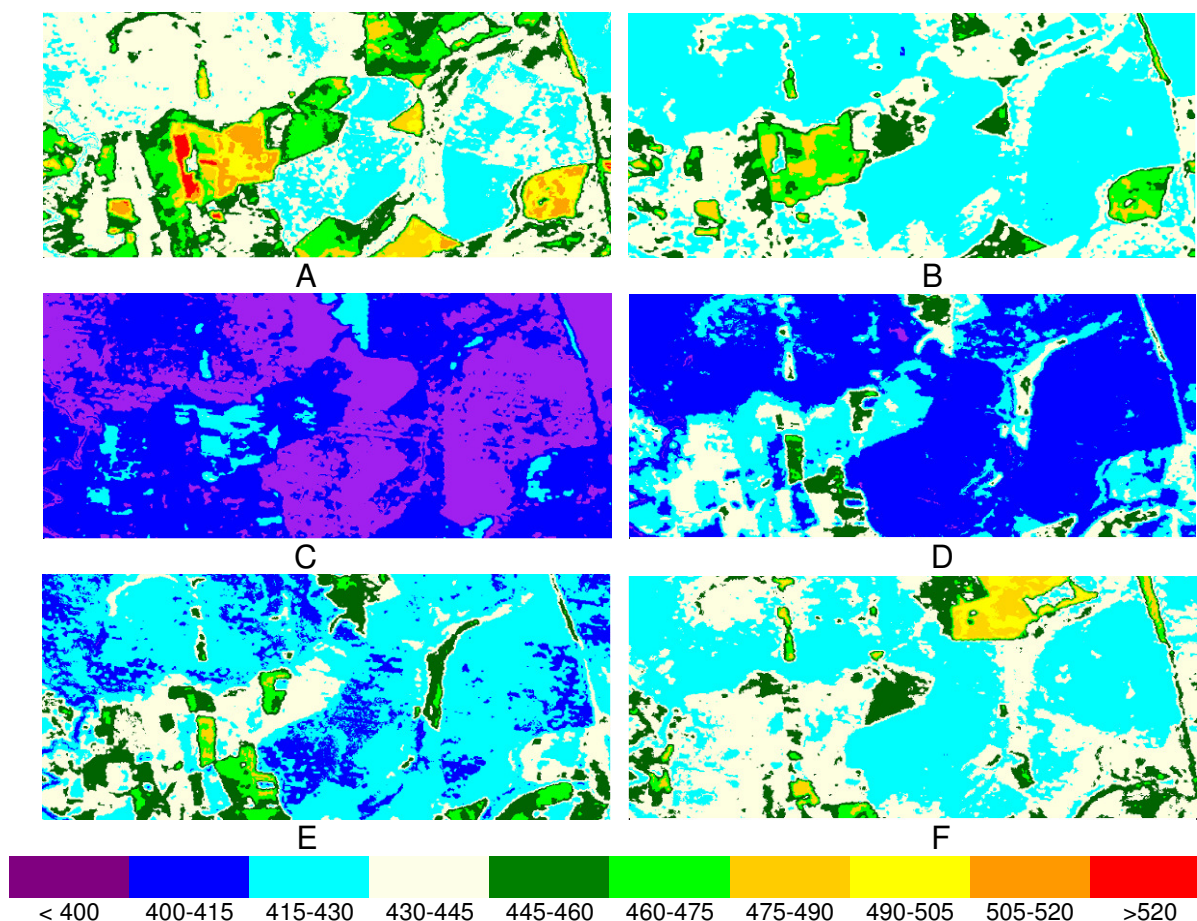


Figura 16: Cartas de Radiação de onda longa emitida ( $\text{W m}^{-2}$ ) referente os DJ 53 (A), 101 (B), 149 (C), 213 (D), 229 (E) e 325 (F).

Silva et al. (2005b) obtiveram valores de  $R_{L\uparrow}$  em área irrigada de  $432,7 \text{ W m}^{-2}$  e  $451,3 \text{ W m}^{-2}$  em 2000 e 2001, respectivamente, os mesmos autores ainda encontraram em áreas com fruteiras valores de  $437,7 \text{ W m}^{-2}$  e  $458,8 \text{ W m}^{-2}$ . Eles

obtiveram para áreas de solo exposto de  $494,8 \text{ W m}^{-2}$  e  $495,0 \text{ W m}^{-2}$ , respectivamente, nos anos de 2000 e 2001, valores que são muito próximos aos obtido neste trabalho que foram entre 490 a  $505 \text{ W m}^{-2}$  e pode ser verificado na Figura 16F, na parte superior da mesma.

Verifica ainda que os valores de  $R_{L\uparrow}$  na área de cerrado tiveram variação entre 415 a  $445 \text{ W m}^{-2}$ , classe de cor bege clara e azul claro, presente nas Figuras 20A, 20B e 20F, essa época é onde a superfície tem maior temperatura conforme verificado na Figura 18, enquanto que no período de inverno para a região foi onde verificou os menores valores de  $R_{L\uparrow}$ , com valores médios de 400 a  $415 \text{ W m}^{-2}$ , verificado nas Figuras 16C e 16D, as quais apresentam valores na classe azul escuro.

Na Figura 16F, verificou valores de  $R_{L\uparrow}$ , para área de solo exposto com valores entre 490 a  $505 \text{ W m}^{-2}$ , a qual apresenta classe de cor amarelo claro.

Também Giongo et al. (2007d) encontraram valores para  $R_{L\uparrow}$  de 371, 416 e  $459 \text{ W m}^{-2}$ , para valores de mínimo, médio e máximo, respectivamente, em uma área do Estado de Pernambuco.

## 5.7 Saldo de Radiação

Na Tabela 13 observa-se os valores estatísticos das cartas de  $R_n$ , para os dias de estudo, e verificou que os menores mínimos valores de  $R_n$  foram obtidos nas cartas dos dias 149 ( $234,84 \text{ W m}^{-2}$ ) e 213 ( $240,55 \text{ W m}^{-2}$ ), e os maiores máximos foram obtidos nos dias DJ 53 ( $689,90 \text{ W m}^{-2}$ ) e 325 ( $859,21 \text{ W m}^{-2}$ ).

A variação dos valores médios no período estudado foi de 383,31 a  $733,74 \text{ W m}^{-2}$ , obtidos nos dias 149 e 325, respectivamente.

Nas cartas de emissividade ( $e_o$ ) encontraram-se na região do lago, os valores de 0,985 para os dias 53, 101, 149, 213, 229 e 325, já na área da cana-de-açúcar foram obtidos os valores de 0,96 para os dias 53 e 101, 0,950 para o dia 149, e 0,954 para os dias 213 e 229, e 0,955 para o dia 325. Para a área de cerrado foram obtidos os valores de 0,956 para o dia 53, 0,955 para os dias 101 e 149, 0,954 para o 213, 0,953 para o dia 229 e 0,957 para o dia 325.

De forma geral houve pequena variação para a  $e_0$  entre os tipos de alvos e também durante o período estudado.

Silva et al. (2005 b) obtiveram valores de 0,92, 0,98 e 0,93 para superfícies de solo exposto, área do lago de sobradinho e área de caatinga, respectivamente, valores muito semelhantes foram obtidos para área de superfície de água nesta pesquisa que foi de 0,985, já na área de cerrado os valores deste trabalho foram ligeiramente superiores aos obtidos na área de caatinga.

Vários estudos sugerem que a emissividade pode ser a maior fonte de erro nas estimativas de temperatura da superfície usando imagens de satélite (Becker 1987; Quaidrari et al. 2002). De acordo com Quaidrari et al. (2002), a emissividade de solos descobertos varia de 0,92 a 0,96. Em território americano Morse et al. (2001) e Allen et al. (2002) obtiveram valores de 0,965 para emissividade de áreas de solos descobertos.

Uma das partes que é muito importante no  $R_n$  é o BOC. É possível verificar através das cartas de  $R_n$  que o mesmo segue a tendência da radiação de onda curta incidente e isso pode ser observado também na Tabela 5, assim, nota-se que para o período do ano que existiu maior incidência de radiação solar, também apresentaram maiores  $R_n$  médio em toda a área estudada.

Tabela 13: Valores dos parâmetros estatísticos mínimo, máximo, médio, mediano, moda e desvio padrão obtidos na análise estatística das cartas de saldo de radiação em  $W m^{-2}$ .

DJ	Mínimo	máximo	médio	mediana	moda	Desv.PAD
53	407,00	689,90	576,76	587,13	613,65	41,347
101	328,48	545,04	456,73	464,68	484,13	28,914
149	234,84	466,44	383,31	387,73	407,64	25,543
213	240,55	514,92	415,52	422,75	442,04	30,677
229	257,8	559,3	444,69	453,3	473,33	32,971
325	445,38	859,21	733,74	747,67	760,6	50,957

Para o  $R_n$  Silva et al. (2005 b) encontraram valores mínimo e máximo observados de  $395,3 W m^{-2}$  e  $775,5 W m^{-2}$  para o ano 2000 e  $360,3 W m^{-2}$  e  $775,4 W m^{-2}$  no ano de 2001, variação bem menor a obtida neste trabalho, porém neste

são obtidas imagens que representam a variação anual, enquanto que o citado as imagens são de uma única época do ano.

Ainda Silva et al. (2005b), encontraram os maiores valores de Rn em área no Lago de Sobradinho de  $751,3 \text{ W m}^{-2}$  os quais também foi verificado neste estudo para superfícies de água, também os menores valores de Rn foram obtidos em área de solo exposto de  $421,8 \text{ W m}^{-2}$ , que também neste estudo foi verificado, fato que é comum pelo alto valor de albedo neste tipo de superfície, ainda os maiores valores de radiação de onda longa emitida.

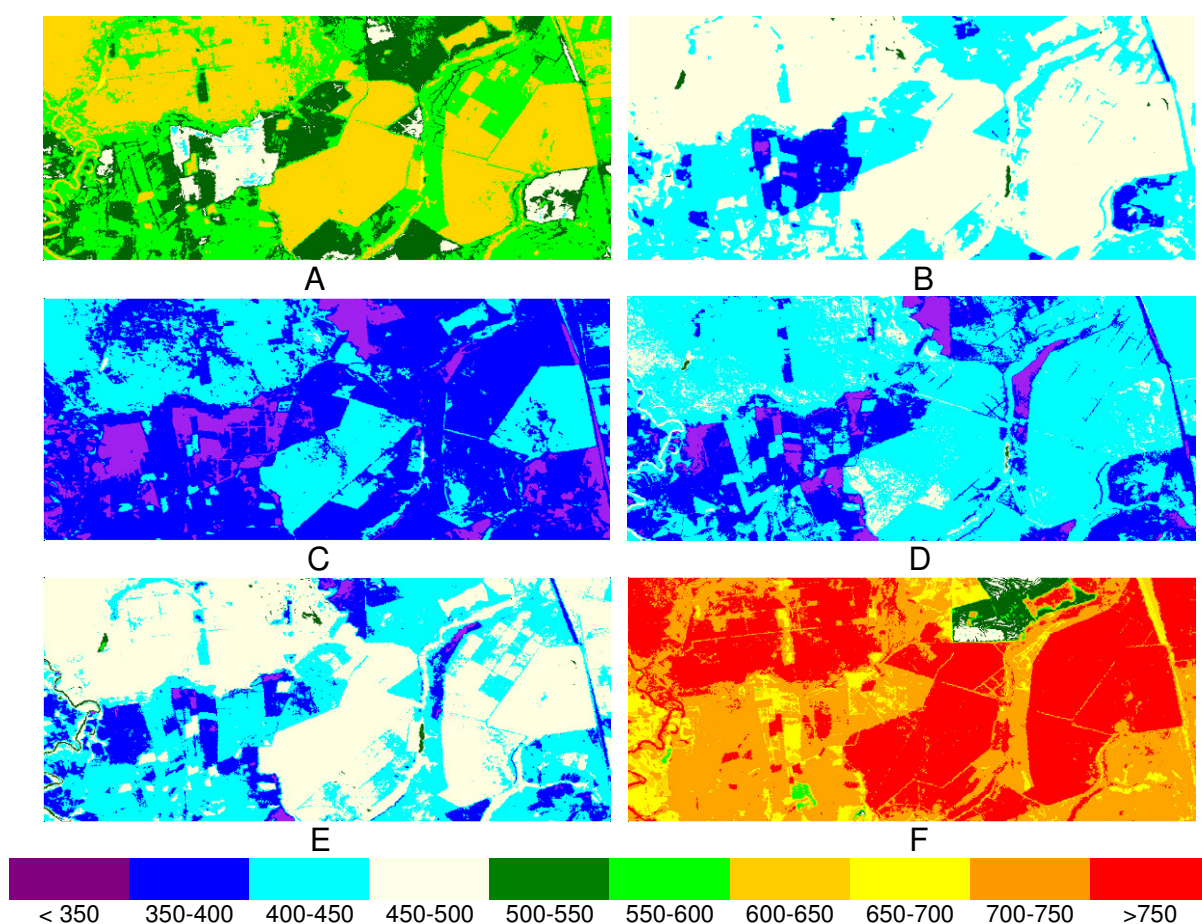


Figura 17: Cartas de Saldo de Radiação ( $\text{W m}^{-2}$ ) referente os DJ 53 (A), 101 (B), 149 (C), 213 (D), 229 (E) e 325 (F).

Assim como Querino et al. (2006) citam que quanto maior o Z, menor é a incidência de radiação global, devido a um maior caminho óptico que os raios solares tem que percorrer para chegar à superfície, fator que é verificado nas Figuras 17C e 17D, principalmente, com valores de Rn bem inferiores as demais.

Quanto à época do ano, verificou-se que o  $R_n$  de toda a cena teve variação segundo a quantidade de energia incidente na superfície, porém dentro de uma mesma cena, a variação foi muito marcada em função do tipo de superfície, que alterou o albedo da mesma, assim aquelas áreas que tiveram menores valores de albedo como os corpos de água, Figura 7, tiveram tendência de maiores valores de  $R_n$  o que mostra a Figura 17.

Em áreas de maiores valores de albedo, como exemplo da Figura 7F, foi possível ver em destaque uma área de classe com cor vermelha a qual apresenta valores de albedo superior a 27%, teve na Figura 17F os menores valores de  $R_n$ , a qual se verificou ainda na classe de coloração verde escura e valores entre 500 a 550  $W m^{-2}$ .

Na Figura 18 estão os histogramas de freqüência das cartas de  $R_n$  para os dias de estudo na área de Santa Rita do Passa Quatro – SP.

Verificou-se que em todas as cartas apresentaram duas modas de valores de  $R_n$ , sendo que as cartas das Figuras 18A e 18B ocorreram de forma mais definida.

A maior moda foi obtida em superfícies de áreas predominantemente de cerrado e cerradão, que na carta da Figura 17A tem valor próximo de 615  $W m^{-2}$ , na Figura 17B valor próximo a 483  $W m^{-2}$ , na Figura 17C com valor próximos a 407  $W m^{-2}$ , na Figura 17D valor próximo a 441  $W m^{-2}$ , na Figura 17E com valor próximo a 472  $W m^{-2}$  e na Figura 17F valor próximo a 763  $W m^{-2}$ .

A menor moda foi obtida em superfícies de áreas predominantemente de eucalipto, que aparecem na carta da Figura 17A com valor próximo a 554  $W m^{-2}$ , na carta da Figura 17B com valor próximo de 444  $W m^{-2}$ , na carta da Figura 17C com valor próximo de 372  $W m^{-2}$ , na carta da Figura 17D com valor próximo de 405  $W m^{-2}$ , na carta da Figura 17E com valor próximo de 431  $W m^{-2}$  e na Figura 17F aparecem três modas onde a intermediária é de superfícies com área de eucalipto com valores próximo de 723  $W m^{-2}$ , ainda na mesma Figura aparece uma área de solo exposto com valor de aproximadamente 513  $W m^{-2}$ .

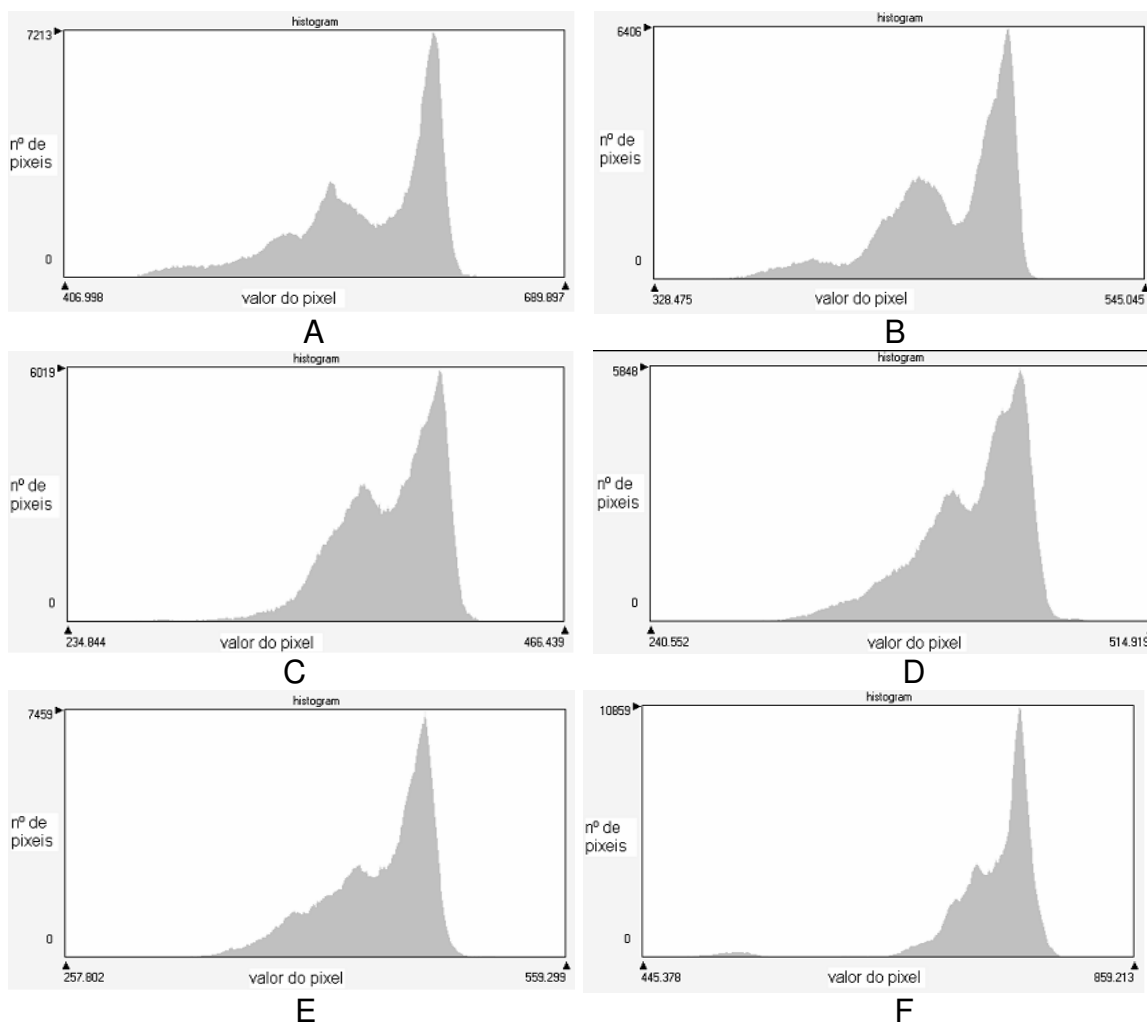


Figura 18: Histograma de freqüência das cartas de saldo de radiação para os DJ 53 (A), 101 (B), 149 (C), 213 (D), 229 (E) e 325 (F).

Encontrou-se de forma geral que, as áreas que apresentaram maiores valores de  $R_n$ , são aquelas que tiveram um menor albedo, assim verificou-se ainda que o BOC é um grande gerenciador do  $R_n$  em cada superfície.

Para avaliar melhor o desempenho da metodologia proposta para o  $R_n$  foram realizados recortes de áreas homogêneas dentro da cena estudada, sendo então extraídos três pequenos recortes de diferentes pontos, com tamanho de 20 a 30 píxeis das áreas representativas do lago (superfície com água), da cultura da cana-de-açúcar e do cerrado, conforme localização na Figura 4.

Para os valores de  $R_n$  na área do lago, foi observado que os menores mínimos foram obtidos nos dias 149 ( $450,2 \text{ W m}^{-2}$ ) e 101 ( $487,7 \text{ W m}^{-2}$ ), já os maiores máximos foram obtidos nos dias 325 ( $856,4 \text{ W m}^{-2}$ ) e 53 ( $685,3 \text{ W m}^{-2}$ ).

Os valores médios para área do lago tiveram variação de 461,2 a 837,6  $\text{W m}^{-2}$ , para todo o período e foram obtidos nos DJ 149 e 325, respectivamente, também Silva et al. (2005b) encontraram valores médios no Lago de sobradinho e leito do rio São Francisco da ordem de 751,3 e 750  $\text{W m}^{-2}$ , valores que estão dentro da média obtida por este estudo.

São apresentados na Figura 19, os valores médios de  $R_n$  para o recorte da área do lago, conforme a localização da Figura 4.

Verificaram que as médias foram crescentes a partir dos dias 149, 213, 101, e 229, em seguida com valores bem mais superiores os DJ 53 e 325.

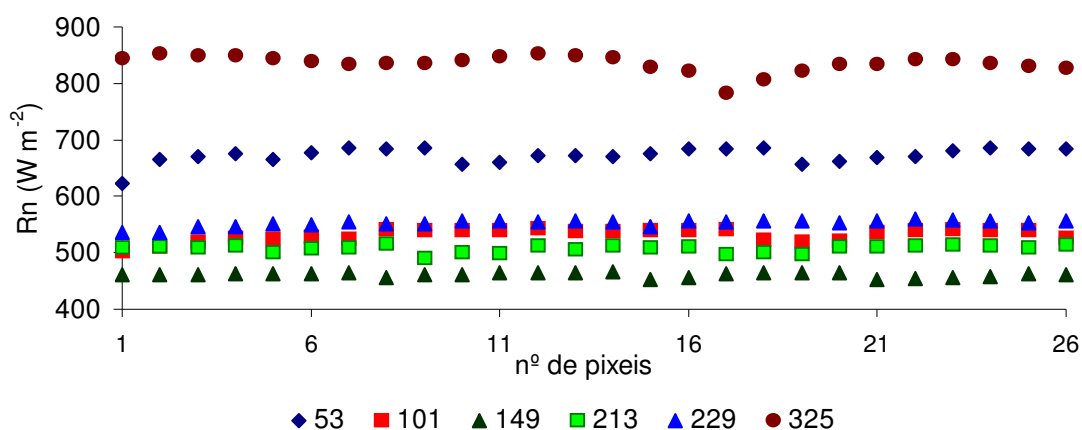


Figura 19: Valores do saldo de radiação dos píxeis do recorte na área do lago para os dias referente às imagens.

Na região norte fluminense, Mendonça (2007) encontrou os maiores valores de  $R_n$  sempre em áreas com superfícies de água, e foram entre 410 a 820  $\text{W m}^{-2}$  no período estudado. Essa variação também foi verificado neste trabalho, onde os maiores valores de  $R_n$  são obtidos nos lagos e leito do rio Mogi Guaçu, ainda os valores médios estão de acordo com os obtido pelo autor citado anteriormente para o mesmo período de imagens.

Na área do Lago verificou-se que houve pequena variação dos valores de saldo de radiação, que pode ser visto na Figura 19. O fato se deve à pequena área do lago e de alguns píxeis estarem muito próximos à borda do lago, pois foi verificado que mesmo sendo a mesma superfície, fatores como profundidade ou turbidez da água interferem no albedo e conseqüentemente nos valores  $R_n$ .

Na área de cana-de-açúcar foram obtidos os valores de Rn para os menores mínimos nos dias 213 ( $351,4 \text{ W m}^{-2}$ ) e 149 ( $385,8 \text{ W m}^{-2}$ ), e para os maiores máximos foram obtidos nos DJ 325 ( $731,1 \text{ W m}^{-2}$ ) e 53 ( $557,8 \text{ W m}^{-2}$ ), enquanto que os valores médios tiveram variação durante o período de  $361,9$  a  $725,8 \text{ W m}^{-2}$  que foram obtidos nos dias 213 e 325, respectivamente.

Ainda Mendonça (2007) arbitrou para Rn em áreas de cana-de-açúcar valores de  $657,61$  a  $335,38 \text{ W m}^{-2}$  para os dias 36 e 186, respectivamente, com imagens MODIS, esses valores estão bem próximos aos obtidos nesta pesquisa, para o mesmo período de imagens obtidas.

Na Figura 20, observa-se os valores médios de Rn, do recorte das imagens para os DJ de estudo na área de cana-de-açúcar. Analisando a Figura 20, verifica que o Rn nesta área tiveram baixa variação dos valores em cada carta, e existe uma tendência crescente dos valores médios dos dias 213, 229, 149 e 101, com médias mais próximas, em seguida os dias 53 e 325, com médias bem superiores aos dias citados anteriormente.

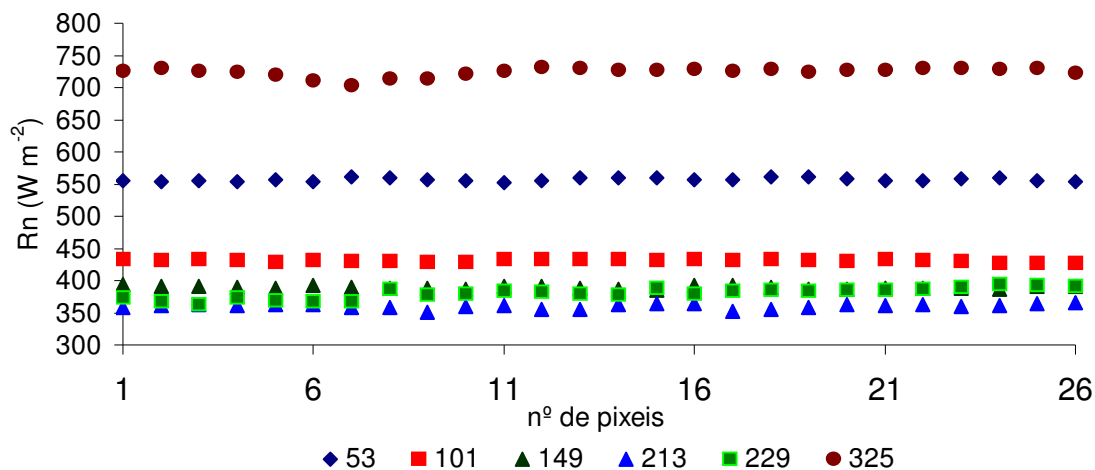


Figura 20: Valores de saldo de radiação dos píxeis do recorte na área de cana para os dias referente às imagens.

Na área de cerrado os valores mínimo foram obtidos nos DJ 149 ( $402,7 \text{ W m}^{-2}$ ) e 213 ( $431,5 \text{ W m}^{-2}$ ), já os maiores máximos foram obtidos nos DJ 325 ( $856,4 \text{ W m}^{-2}$ ) e 53 ( $624,1 \text{ W m}^{-2}$ ). A variação dos valores médios para o período foi de  $407,1$  a  $842,1 \text{ W m}^{-2}$ , e foi obtido nos DJ 149 e 325, respectivamente.



Na Figura 21 estão os valores médios de Rn do recorte na área de cerrado para os dias estudados. Encontrou-se baixa dispersão dos valores dentro da área de recorte, e ainda, foi possível verificar uma nítida seqüência dos valores para os dias 149, 213, 229 e 101, que apresentaram médias entre 406,9 a 482,5 W m<sup>-2</sup>, enquanto que os dias 325 e 53 apresentaram médias de 842,1 e 617,3 W m<sup>-2</sup>, respectivamente.

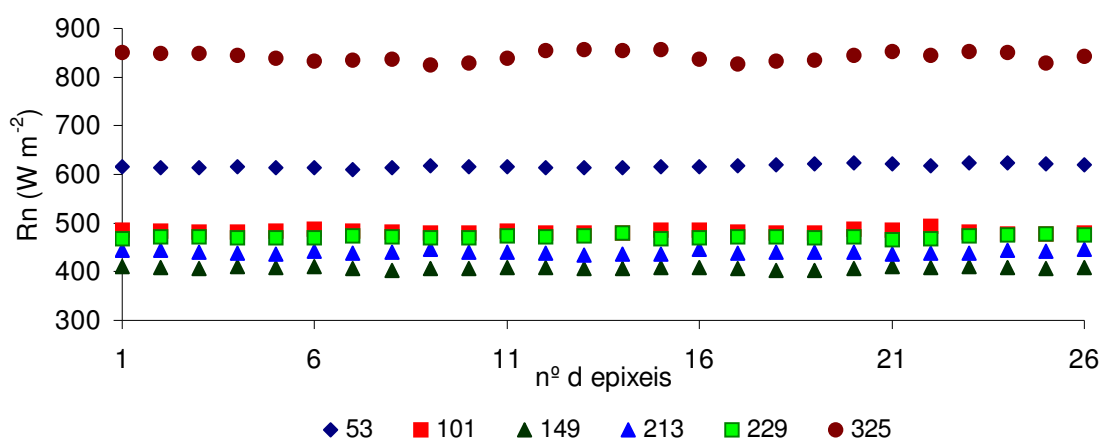


Figura 21: Valores do saldo de radiação dos píxeis do recorte na área de cerrado para os DJ referente às imagens.

Na Figura 22, estão os valores de Rn instantâneos de superfície e os obtidos pelo modelo SEBAL nos píxeis referentes às duas estações agrometeorológicas da cana e do cerrado, para os DJ das imagens.

Foi possível verificar grande precisão nas estimativas do saldo de radiação instantânea para as duas áreas selecionadas com as estações agrometeorológicas, à superfície.

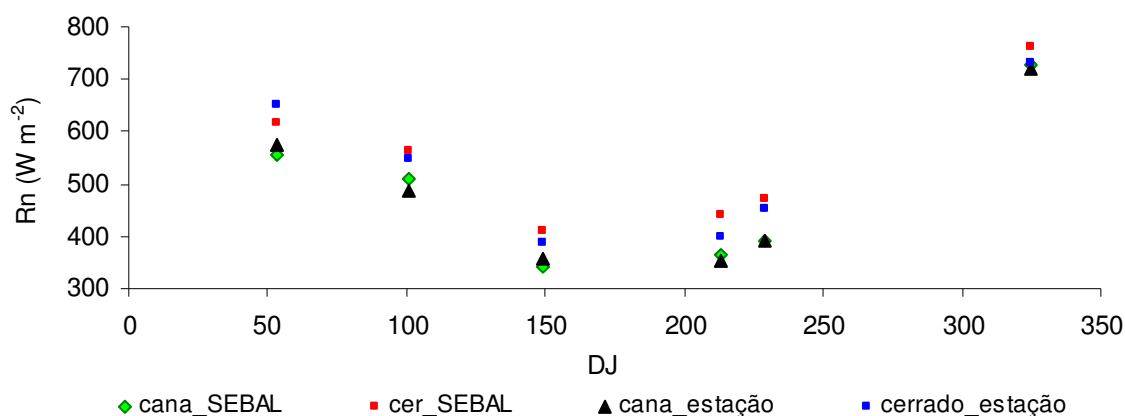


Figura 22: Variação dos valores do saldo de radiação para os dados de superfície (estações) na cana e cerrado e os obtidos pelo algoritmo SEBAL, referente aos dias das imagens.

A Figura 23 apresenta as correlações entre os valores do Rn instantâneo medido pelo saldo radiômetro das estações da cana-de-açúcar e cerrado e o Rn estimado pelo algoritmo SEBAL, referente aos píxeis com a mesma localização das estações em  $W m^{-2}$ .

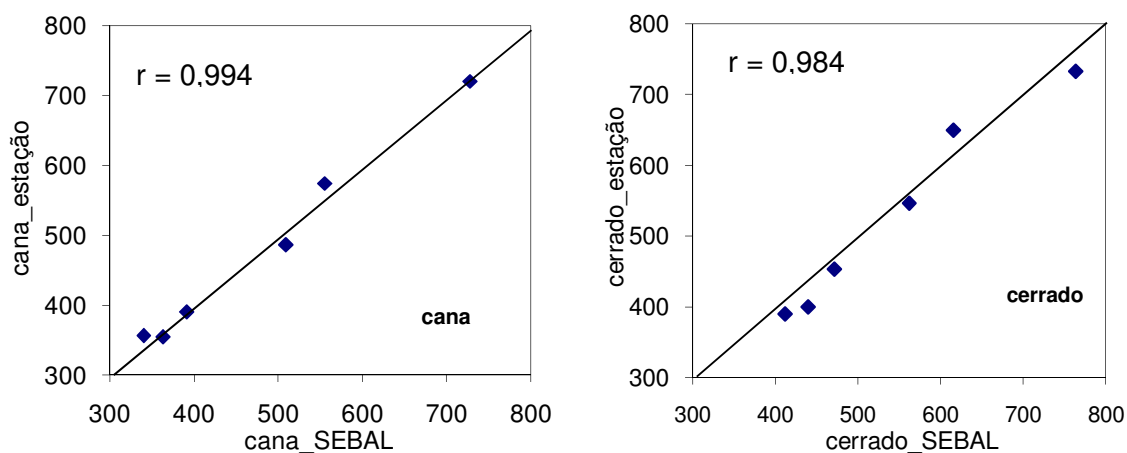


Figura 23: Correlação entre os valores do saldo de radiação, em  $W m^{-2}$  medido e estimado com o SEBAL nos píxeis das estações da cana-de-açúcar e cerrado.

Os valores do saldo de radiação estimados pelo algoritmo SEBAL apresentaram boas correlações com os valores observados à superfície, com

valores de  $r$  de 0,994 e 0,984 para as estações da cana e do cerrado, respectivamente, conforme a Figura 23.

Também Mendonça (2007), conseguiu em área de cana-de-açúcar valores de  $R^2$  para  $R_n$  de 0,97 e 0,95, quando utilizou metodologia de estimativa de albedo MODIS e TASUMI, respectivamente, para o cálculo de  $R_n$ , sendo estes valores muito próximos aos obtidos neste estudo.

Segundo Daughtry et al. (1990) o erro médio entre medições e estimativas de  $R_n$  com sensoriamento remoto são inferiores a 7 %.

Verifica ainda que a metodologia proposta de SEBAL, para estimativa de  $R_n$  para áreas de cerrado e cana-de-açúcar, alcançaram valores muito consistentes e satisfatórios para essa aplicação.

## 6.0 CONCLUSÕES

A metodologia proposta para calibrações radiométricas foi muito consistente para imagens Landsat TM neste estudo e os produtos gerados a partir das mesmas.

A estimativa do albedo de superfície com imagem Landsat TM, gerou valores próximos aos obtidos das estações na área de cana-de-açúcar e de cerrado.

A determinação dos índices de vegetação revelou características importantes da área, ainda, ajudam a reconhecer os alvos por estes.

Foi possível determinar a temperatura de superfície para toda a área de estudo, verificando a variabilidade em função do tipo de cobertura do solo.

A metodologia do SEBAL propiciou a geração dos valores de radiação de onda longa satisfatoriamente para toda a área de estudo.

O algoritmo SEBAL estimou, satisfatoriamente, os valores de saldo de radiação para superfícies sobre áreas de cerrado e de cana-de-açúcar, na região de Santa Rita do Passa Quatro – SP, consistentes com observações realizadas do saldo de radiação à superfície.

## 7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. Assessing integrity of weather data for use in reference evapotranspiration estimation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. New York, v.122. n.2, p.97-106, 1996.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**: Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and drainage paper 56).

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land), **Advanced training and users manual**. Idaho: Implementation, v.1.0. 2002.

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Satellite-Based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. New York, vol.133, n.4, p.380-394. July/Aug. 2007.

ALMEIDA, T. S. et al. Índices de vegetação para a cultura da soja em diferentes condições hídricas e de sistema de manejo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p.17-24.

ALVALÁ, R. C. S. **Estudo da partição de energia em terrenos complexos (áreas desflorestadas e florestas)**. 1993. 152p. Tese (Doutorado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, são José dos Campos.

AMARAL, S. et al. Relações entre índice de área foliar (LAI), área basal e índice de vegetação (NDVI) em relação a diferentes estágios de crescimento secundário na Floresta Amazônica em Rondônia. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador, **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p.485-489.

ARAUJO, T. L.; DI PACE, F. T. Determinação da temperatura instantânea da superfície terrestre da cidade de Maceió-Al, com base em imagens TM - Landsat 5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE. p. 3717-3724.

ATAÍDE, K. R. P. **Determinação do saldo de radiação e radiação solar global com produtos do sensor MODIS Terra e Aqua.** 2006. 88p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.

AYENEW, T. Evapotranspiration estimation using thematic mapper spectral satellite data in the Ethiopian rift and adjacent highlands. **Journal of Hidrology.** Amsterdam. 279, p. 83-93, 2003.

BASTIAANSSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate.** 1995. 272p. PhD. Tesis, CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, the Netherlands.

BASTIAANSSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hidrology.** Amsterdam, v.229, p. 87-100, 2000.

BASTIAANSSEN, W. G. M.; ALI, S. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across Indus Basin, Pakistan. **Agriculture Ecosystems & Environments.** Amsterdam, v. 94. p. 321-340. 2003.

BASTIAANSSEN, W. G. M. et al. Low cost satellite data applied to monthly irrigation performance monitoring; benchmarks of Nilo Coelho, Brazil, **Irrigation and Drainage Systems**, v.15, p.53-79, 2001.

BASTIAANSEN, W. G. M.; CHANDRAPALA, L. Water balance variability accross Sri Lanka for assessing agricultural and environmental water use. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v.58 p.171-192, 2003.

BASTIAANSEN, W. G. M. et al. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.212–213, p.198–212, 1998.

BATALHA, M. A. **Análise da vegetação da ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 1997. 184f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

BECKER, F. The impacto f espectral emissivity on the measurment of land surface temperature from a satélite. **International Journal of Remote Sensing**. Basingstoke, v.8, p.1509-1522, 1987.

BERNARDES, S. **Índices de vegetação e valores de proporção na caracterização de floresta tropical primária e estágios sucessionais na área de influência**. 1996, 86f. Dissertação (Mestrado em Floresta Nacional do Tapajós), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

BEZERRA, B. G. **Balanço de energia e evapotranspiração em áreas com diferentes tipos de cobertura de solo no cariri cearense através do algoritmo sebal**. 2006. 127f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

BEZERRA, M. V. C. **Balanço de Energia em Áreas Irrigada Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto**. 2004. 108f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

BEYER, H. G. et al. The monthly average daily time pattern of beam radiation. **Solar Energy**, Kindlinton, n.47 v.5, p.347-353, 1991

BISHT, G., et al. Estimation of the net radiation using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data for clear sky days. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.97, p.52-67, 2005.

BOEGH, E.; SOEGAARD, H.; THOMSEM, A. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. **Remote Sensing of Environmental**. v.79, p.329-343, 2002.

BRUTSAERT, W. **Evaporation into the Atmosphere**. D. Reidel. 1982. 229 p.

CHANDER; G.; MARKHAM; B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and post calibration dynamic ranges, IEEE transactions on geoscience and remote sensing. v.41, n.11, p.2674-2677, Nov. 2003.

CHEMIN, Y. et al. Using remote sensing data for water depletion assessment at administration and irrigation-system levels: case study of the Ferghana Province of Uzbekistan. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.64. p.183-196, 2004.

COURALT, D.; SEGUIM, B.; OLIOSO, A. Review to estimate evapotranspiration from remote sensing data: some examples from the simplified relationship to the use mesoscale atmospheric models, In: ICID WORKSHOP ON REMOTE SENSING OF ET FOR LARGE REGIONS, 17 Sept., 2003.

CORREIA, F. W. S.; ALVALÁ, R. C. S.; GIELOW, R. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 2002.

DAUGHTRY, C. S. T. et al. Spectral estimates of Net radiation and soil heat flux. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.32, p.111-124. 1990.



DAVIDSON, A., WANG, S. The effects of sampling resolution on the surface albedos of dominant land cover types in the North American boreal regions. **Remote Sensing of Environment**, v.93, p.211-224, 2004.

DI PACE, F. T. **Estimativa do balanço de radiação à superfície terrestre utilizando imagens TM-Landsat 5 e modelo de elevação digital**. 2004, 120f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

DICKINSON, R. E. Land surface In: Trenberth, K. E. (E) **Climate system modeling**, New York: Cambridge University Press, 1992, p.149-172.

FANG, H. et al. Statistical comparison of MISR, ETM+ and MODIS land surface reflectance and albedo products of the BARC land validation core site, USA. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.25, n.2, p.409-422, 2004.

FEITOSA, J. R. P. **Uso de Técnica de Sensoriamento Remoto e Imagens Landsat-Tm e NOAA-AVHRR na estimativa do balanço de radiação à superfície**. 2005, 164f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélites para Estudos Ambientais**, São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

FORMIGONI, M. H.; Quarto J<sup>o</sup>. P.; XAVIER, A. C.; Análise temporal de área irrigada e caatinga na região de Petrolina por meio de dados EVI do MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** INPE, 2007, p.1667-1669.

FOX, N.I.; SAICH, P.; COLLIER, C. G. Estimating the surface water and radiation balance in an upland area from space. **International Journal of Remote Sensing**. Basingstoke, v.21, n.16, p.2985-3002, 2000.

GARRISON, J. D.; ADLER, G. P. Estimation of precipitable water over the United State for application to the division of solar radiation into its direct and diffuse components. **Solar Energy**. Kidlington, v.44, n.4, p.225-241, 1990.

GIONGO, P. R. et al. Albedo de superfície estimado por técnicas de sensoriamento remoto. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2007, Recife, **Anais...** Recife: ED UFRPE, 2007a, 1 Cd ROM.

GIONGO, P. R. et al. Estimativa do albedo e do Índice de Área Foliar (IAF) em área de Sertão no Sub-Médio São Francisco – PE. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2007, Recife, **Anais...** Recife: ED UFRPE, 2007b, 1 Cd ROM.

GIONGO, P. R. et al. Índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF estimados com imagens Landsat 5 – TM. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2007, Recife, **Anais...** Recife: ED UFRPE, 2007c, 1 Cd ROM.

GIONGO, P. R. et al. Temperatura e Radiação de Onda Longa emitida estimada com imagens Landsat 5 – TM. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2007, Recife, **Anais...** Recife: ED UFRPE, 2007d, 1 Cd ROM.

HAFEEZ M. M. et al. Field Evapotranspiration in Central Luzon, Philippines, using Different Sensors: Landsat 7 ETM+, Terra Modis and Aster. In: SIMPOSIUM ON GEOSPATIAL THEORY, PROCESSING AND APPLICATIONS, 2002, Ottawa, **Anais...** [s.n.], 2002.

HARTMAN, D. L. **Global physical climatology**. London: Academic Press, 1994. 411p.

HUETE, A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, New York, v.25, p.295-309, 1988.

HUETE, A. R.; TUCKER, C. J. Investigation of soil influence in AVHRR red and near infrared vegetation index imagery. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.12, p.1223-1242. 1991.

HUETE, A. R.; WARRICK, A. R. Assessment of vegetation and soil water regimes in partial canopies with optical remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.32, p.155-167. 1990.

IQBAL, M. An **Introduction to Solar Radiation**. New York: Academic Press. 1983. 212p.

JACKSON, R.D.; HUETE, A.R. Interpreting vegetation indices. *Preventive Veterinary Medicine*, v.11, n.3-4, p.185-200, Dec. 1991.

JIMENEZ, J. I. et al. On the estimation of long wave radiation flux from clear skies. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v.38, n.1, p.37-42, 1987.

KIDDER, S. Q.; HAAR, T. H. V. **Satellite meteorology an introduction**. San Diego: Academy Press, 1995.

KLOCKE, N. L. et al. Evapotranspiration (ET) or crop water use. disponível em: <<http://ianrpubs.unl.edu/irrigation/g992.htm>> Acesso em: 07 de jul. de 2005.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**; con un estudio de los lar climas de la Tierra. México, Fondo de Cultura Economica, v.2, n. 50, 1948. 478 p.

LEITÃO, M. M. V. B. R. **Balço de radiação em três ecossistemas da floresta Amazônica: campina, campinarana e mata densa**. 1994, 135f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994.

LIU, H.Q.; HUETE, A. A. Feedback based modification of the NDVI to minimize canopy IEEE Transactions on Geosciences and background and atmosphere noise. **Remote Sensing**, v.3, n.2, p.457-465, 1995.

LOPES, G. M. **Balço de Radiao em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat 5 TM**. 2003, Dissertaço (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

LUCAS, A. A.; SCHULER, C. A. B.; Análise do NDVI/NOAA em cana-de-açúcar e Mata Atlântica no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11. n.6, p.607–614, 2007.

MACHADO, H. M. **Determinaço da biomassa de cana-de-açúcar considerando a variaço espacial de dados espectrais do satélite Landsat 7 – ETM+**. 2003, 61f. Dissertaço (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARKHAM, B.L.; BARKER, J.L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. International. **Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

MEDINA, J. L. et al. Determination na Analysis of Regional of Regional Evapotranspiration in Southern Spain Base don Remote Sensing and Gis. **Physics and Chemistry of the Earth**, Oxford, v.23, n.4, p.427-432, 1998.

MENDONÇA, J. C. et al. Estimaçõ da evapotranspiraço regional utilizando dados digitais orbitais do sensor Landsat 7 ETM+ no município de Campos dos Goytacazes, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇO E DRENAGEM, 14., 2004, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre, ABID. 2004. v.1.

MENDONÇA, J. C. **Estimativa da evapotranspiraço regional utilizando imagens digitais orbitais na região Norte Fluminense**. 2007, 145f. Tese

(Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOHAMED, Y. A.; BASTIAANSEN, W. G. M.; SAVENNIJE, H. H. G.; Spatial variability of evaporation and moisture storage in the swamps of the upper Nile studied by remote sensing techniques. **Journal of Hidrology**, Amsterdam, v.289, p.145-164, 2004.

MONTEITH, J. L. **Principles of environmental physics**. London: Edward Arnold, 1973. 291p.

MORIARTY, W. W. Estimation of diffuse from measured global solar radiation. **Solar Energy**. Kidlington, v.47, n.2, p.75-82. 1991.

MORSE, A. et al. **Application of the SEBAL methodology for estimating evapotranspiration and consumptive use of water through remote sensing**. Idaho, Final Report, 2001. 220p.

NIMER, E.; Clima. In: **Geográfica do Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE, 1977. p.35-38. 1977.

PAIVA C. M. **Estimativa do balanço de energia e temperatura de superfície via satélite NOAA/AVHRR**. 2005, 218f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba-RS: Liv. e Ed. Agropecuária, 2002.

PEREIRA, G. et al. Identificação do fenômeno de ilhas de calor para a região Metropolitana de São Paulo através de dados provenientes do satélite Landsat 7 ETM+. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 3., 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: [s.n.], 2006.

PEREIRA, A. R., VILA NOVA, N. A., SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. 1. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

QUAIDRARI, H. et al. land surface temperature estimation from AVHRR thermal infrared measurements: In assessment for the AVHRR land Pathfinder II data Set. **Remote sensing of Environment**, New York, v.81, p.114-128, 2002.

QUERINO, C. A. S. et al. Avaliação e comparação de Radiação solar Global e albedo com ângulo zênital na região amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Rio de Janeiro, v.21, n.3a. p.42-49, 2006.

ROSENDO, J. S.; ROSA, R. A utilização de sensores com resolução moderada (MODIS) no estudo da vegetação na Bacia do Rio Araguari – MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlandia v.33, n.17, p. 91-104. 2005.

ROERINK, G. J.; SU, Z.; MENENTI, M. A Simple Remote Sensing Algorithm to Estimates the Surface Energy Balance. **Physics and Chemistry of the Earth (B)**, Oxford, n. 25, p.147-157, 2000.

ROERINK, G. J. et al. Relating Crop Water Consumption to Irrigation Water Supply to Remote Sensing. **Water Resources Management**. v.11, p.445-465. 1997.

SATYAMURTY, V. V., LAHIRI, P. K. Estimation of symmetric and asymmetric hourly global and diffuse radiation from daily values. **Solar Energy**. Kidlington, v.48, n.1, p.7-14. 1992.

SILVA, B. B. da, LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.13, n.2, p.201-211. 2005a.

SILVA, B. B. da, LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Rio de Janeiro, v.20, n.2. p.243- 252, 2005b.

SILVA, J. W. F. e SANTOS, R. L. Estimativa da temperatura da superfície do solo de uma região semi-árida a partir do IRMSS (banda 4) do CBERS-2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p.1159-1166.

SILVA, L. D. B. **Evapotranspiração do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) e grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem.** 2003, 93p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SRTM. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/listImages.asp>> no dia 18 de maio de 2007.

SEBAL - THE SURFACE ENERGY BALANCE ALGORITHM FOR LAND. Disponível em: <<http://www.waterwatch.nl/>>. Acesso em: 17 de Outubro de 2007.

TIMMERMANS, W. J.; MEIJERINK, A. M. J. **Remotely sensed actual evapotranspiration**, implications for ground water in Botswana. JAG. v. 1. issue 3/4. 1999.

TREZZA, R. **Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control.** 2002, 247f. Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University. Logan.

TUCKER, C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.8, n.2, p.127-150, 1979.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** 1.E. Brasília, DF. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2000. 532p.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 1.E. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 449 p.

VIDAL, A.; PERRIER, A. Analysis of a simplified relation for estimating daily evapotranspiration from satellite thermal IR data. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.10. p.1327-1337, 1989.