Aplicação do sensoriamento remoto na determinação da temperatura da superfície em diferentes tipos de cobertura no município de Humaitá – AM

Vagner Marques Pavão[1]
Carlos Alexandre Santos Querino[2,4]
Cristina Aparecida Beneditti[2,5]
Larissa Leite Pavão[1]
Juliane Kayse Albuquerque Da Silva Querino[1,4]
Nadja Gomes Machado[3,4]
Marcelo Sacardi Biudes[4]

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA
Rua 29 de Agosto, 786, Centro – Humaitá/AM – CEP 69800-000 – Brasil.
vagner_apui@hotmail.com
lari_o.l@hotmail.com
julianekayse@hotmail.com

[2]Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), Centro Regional de Porto Velho - CRPV
Av. Lauro Sodré, 6500, Aeroporto, Cep – 76803-260, Porto Velho - RO
carlos.querino@sipam.gov.br
cristina.beneditti@sipam.gov.br

[3]Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT)
Laboratório de Biologia da Conservação
Av. Juliano Costa Marques, s/n, Bairro Bela Vista, CEP: 78050-560, Cuiabá/MT.
nadja.machado@blv.ifmt.edu.br

[4]Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, - PPGFA
Av. Fernando Corrêa da Costa, n° 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá-MT CEP 78.060-900.
marcelo@fisica.ufmt.br

[5]Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP
Programa de Pós Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Avenida 24 A,1515 Cep.13506-900 Rio Claro - SP

Abstract. The amazon rain forest is considered a large collaborator and regulator of the global hydrological cycle. Neverthless, strong changes in the natural surface cover had been observed and as consequence, significant changes in the environmental temperature can be observed. The main aim of this study was analyze the surface temperature in four different land covers in Humaitá – AM. To reach the results Landsat 5 satellite imagery, collected on days 02/07/2010; 15/07/2009; 03/10/2009 e 09/12/2010 were used. The images had been processed by using ArcGis 10.2 software. The surface temperatures were estimated by one of the steps of the Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) model. The surface temperature observed to natural savanna grassland field, bush savanna field, forest and agricultural areas were respectively for all days, in average, 29, 27, 25 and 27 oC, on day 02/07/2010, 32, 32, 25 and 26ºC on 15/07/2009, 32, 32, 25 e 26ºC, on 03/10/2009 and 24, 17, 17, 25ºC, on 09/12/2010. Thus, was observed that the temperature has seasonality, and lowest values happen during the raining season. The temperature also suffers influence of the surface cover, showing smaller averages on the forest areas, in while biggest values had been registered in savanna and agricultural areas.

Palavras-chave: remote sensing, SEBAL, Amazônia, sensoriamento remoto, SEBAL, Amazônia.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior floresta tropical do planeta, correspondendo a 5% da superfície terrestre e extensão geográfica em torno de 7,5 milhões de km^2, sendo aproximadamente 5,0 milhões km^2 corresponde à Amazônia legal. Sua geomorfologia é bastante variada, com a presença de planaltos, planícies e depressões (CÁUPER, 2006).

Dentre os estados que compõe a Amazônia legal, o estado do Amazonas se destaca por ser o maior em espaço geográfico com 100% do seu território situado dentro do bioma Amazônia com área de 1.570.746 km^2 (LEMOS e SILVA, 2011). Contudo, de acordo com Lima e May (2005), a porção sul do estado do Amazonas é a que mais se destaca quanto ao uso, e consequentemente, alterações da cobertura da terra. Nessa região se identificam intensas pressões demográficas e econômicas por parte de diversos agentes como: madeireiros, pecuaristas e grileiros que tem tomado posse de terras públicas federais, por meio de ocupações irregulares para fins especulativos e de desmatamento. Em se tratando de alterações no ambiente, esse tipo de atividades podem impactar diretamente o clima local e, a longo prazo, o clima regional e global (BERBET, 2002).

O clima está diretamente relacionado com a cobertura da superfície, pois a mesma é controladora da quantidade de energia responsável pelo aquecimento da atmosfera (PILAR, 1995). A temperatura do ar é uma das variáveis climáticas que reflete as variações do balanço de radiação e energia provocada pela mudança na cobertura da superfície (VAREJÃO, 2006; SILVA e DE PAULA, 2009). Contudo, as medidas da temperatura do ar em escala regional são bastante onerosas e demanda uma logística complexa dentro de regiões como a Amazônia.

Neste contexto o sensoriamento remoto, integrado a modelos matemáticos, como o *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL) vem se mostrando uma ferramenta indispensável na obtenção de dados para estudos de diversas variáveis climatológicas, a exemplo, a temperatura da superfície.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a temperatura superficial em quatro ecossistemas circunvizinhos, sendo estes: campo limpo, campo sujo, floresta e áreas modificadas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Humaitá – AM, localizado na margem direita do Rio Madeira, distante 200 km, a jusante, de Porto velho - RO. O município possui uma área de 33.071 km² pertencente à mesorregião do Sul Amazonense e microrregião do Madeira (Figura 1). De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sua população no ano de 2012 era de 45.944 habitantes. Nessa região a vegetação predominante é de florestas tropicais densas e/ou aberta, bem como vegetações do tipo campo intercalada por florestas (VIDOTTO et al., 2007; PASSOS et al., 2014). De acordo com a classificação de Koppen o clima na região é do tipo Am, tropical chuvoso. Esta região possui um período chuvoso compreendido entre os meses de Novembro á Abril e um período seco de pequena duração indo de Junho a Agosto, sendo os meses de Maio e Outubro considerados meses de transição.

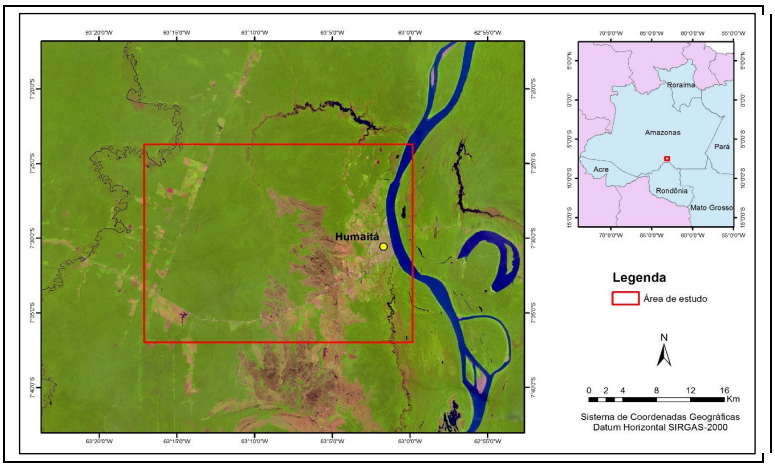

Figura 1 – Localização do município de Humaitá na região Norte do Brasil e delimitação da área de abrangência do estudo.

2.1 Dados

As imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper) utilizadas neste trabalho buscaram representar dois períodos distintos na região amazônica, um seco (15/07/2009 e 02/07/2010) e outro úmido (03/10/2009 e 09/12/2010). Foram analisadas duas cenas de cada período de anos diferentes de modo a confirmar a análise.

Pontos de verificação da cobertura da terra foram obtidos ao longo da BR-Transamazônica no trecho que cruza a área de estudo. Estes pontos representam áreas naturais de floresta, pastagem, campos (limpo e sujo) e áreas modificadas.

Os dados meteorológicos utilizados são oriundos da estação meteorológica automática (EMA) pertencente a Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município de Humaitá – AM sob coordenadas -7.55222º S -63.0717º O, 72m.

2.2 Modelo utilizado para estimativa da temperatura da superfície

O modelo SEBAL proposto por Bastiaanssen et al. (1995) é um dos algoritmos formulados para estimar os balanços de radiação e energia com imagens de satélite em que a temperatura da superfície é uma das etapas. Para tanto, foram realizados apenas os passos para se obter a temperatura superficial. Os coeficientes de calibração mínimo e máximo e as irradiâncias espectrais no topo da atmosfera foram obtidos de Chander & Markham (2003).

2.3 Calibração radiométrica

A calibração radiométrica de cada banda se dá quando o nível de cinza de cada pixel da imagem obtida é transformado em radiância espectral monocromática ($L_{\lambda i}$). Por sua vez, $L_{\lambda i}$ representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda medida no sensor TM do satélite Landsat 5 nos canais 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. $L_{\lambda i}$ foi obtida pela Equação (1) (MARKHAM e BAKER, 1987)

$$L_{\lambda i} = a_i + \left(\frac{b_i - a_i}{255}\right)\mathrm{ND} \quad (1)$$

em que a e b são as radiâncias mínimas e máximas; DN é o nível de cinza ou número digital do pixel (de 0 a 255) e i identifica a banda de 1 a 7 do sensor TM.

2.4 Reflectância monocromática

A reflectância monocromática ($\rho\lambda i$) foi obtida a partir da razão entre radiação refletida e radiação incidente. A $\rho\lambda i$ foi calculada por meio da Equação (2) (ALLEN et al., 2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \, . \, L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \, . \cos Z \, . \, d_r} \quad (2)$$

em que $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda, $k_{\lambda i}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera (W. m.$^{-2}$ μm^{-1}), dr é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (em unidade astronômica – UA), dada pela Equação (3), proposta por Iqbal, (1983) e Z é o ângulo zenital solar (Equação 4).

$$\mathrm{dr} = 1 + 0{,}033 \, Cos\left(\frac{\mathrm{Dj} \, . \, 2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

$$\mathrm{Cos}Z = Cos\left(\frac{\pi}{2} - E\right) \quad (4)$$

em que DJ representa o dia Juliano, ou seja, o número corrido de determinado dia no ano e E é o ângulo de elevação do sol, obtido no cabeçalho de cada imagem.

2.5 Índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF)

O NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) foi calculado pela Equação (5) e utilizado para identificar a vegetação verde de uma área, bem como, caracterizar sua distribuição espacial e estado de crescimento (FOLHES, 2007).

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\rho_{\mathrm{IV}} - \rho_{\mathrm{V}}}{\rho_{\mathrm{IV}} + \rho_{\mathrm{V}}} \quad (5)$$

em que ρ_{IV} e ρ_{V} correspondem, respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5 – TM.

Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI) que é um índice que busca amenizar os efeitos do "background" do solo, foi utilizada a Equação (6).

$$\mathrm{SAVI} = \frac{(1 + \mathrm{L})(\rho_{\mathrm{IV}} - \rho_{\mathrm{V}})}{(\mathrm{L} + \rho_{\mathrm{IV}} + \rho_{\mathrm{V}})} \quad (6)$$

em que L é uma constante de ajuste e foi utilizada 0,5 (Allen et al., 2007).

O Índice de área Foliar (IAF) é a razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizado por essa vegetação. O IAF mostra-se com um indicador da biomassa de cada pixel da imagem e o mesmo foi computado pela Equação (7) (ALLEN et al., 2002).

$$\mathrm{IAF} = -\frac{\ln\left(\frac{0{,}69 - \mathrm{SAVI}}{0{,}59}\right)}{0{,}91} \quad (7)$$

2.6 Emissividade

Para o cálculo da temperatura da superfície é utilizada a equação de Planck invertida, proposta para um corpo negro. Devido ao fato de cada pixel não emitir energia eletromagnética como um corpo negro, há a necessidade de estabelecer sua emissividade no domínio espectral da banda termal imageada pelo canal termal (εNB), para fins do cômputo da temperatura da superfície. A εNB foi obtida pela Equação (8) (ALLEN et al., 2002).

$$\varepsilon NB = 0{,}97 + 0{,}00331 \, IAF \quad (8)$$

em que IAF é o Índice de área foliar (m^2 m^{-2}). Considerou-se εNB = 0,98 quando IAF > 3 e para corpos de água εNB = 0,99 (ALLEN et al., 2002).

2.7 Temperatura

A temperatura na superfície - T_s (K) foi calculada pela Equação (9), em função da radiância espectral da banda termal $L_{\lambda 6}$ e da emissividade εNB.

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\varepsilon_{NB} K_1}{L_{\lambda,6}} + 1\right)} \quad (9)$$

em que K_1 = 607,76 W m^{-2} sr^{-1} μm^{-1} e K_2 = 1260,56 K são constantes de calibração da banda termal do Landsat 5 –TM (ALLEN et al., 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 2A e 2B são apresentadas a distribuição espacial da temperatura da superfície para as cenas do dia 15/07/2009 e 02/07/2010 (período seco) do município de Humaitá – AM. Os pontos P1, P2, P5, P9, P10 e P12 representam áreas modificadas; P3 representa campo limpo, P6 e P7 campo sujo e P4, P8, P11 e P13 áreas de floresta às margens da BR 319. É possível observar, que os valores de temperatura da superfície variaram de 25°C (verde escuro) a 35°C (vermelho) em ambas as cenas.

Ao analisar a temperatura da superfície das áreas específicas, observa-se que para área de campo limpo (P3) foi em média 29°C na Figura 2A e 32,5°C na Figura 2B, ao passo que em área de campo sujo (P6 e P7) foram de 27°C em ambas as cenas. Já nas áreas modificadas (P1, P2, P5, P9, P10 e P12), os valores da temperatura da superfície em ambas as cenas variaram aproximadamente de 26 a 30°C. Os menores valores foram encontrados em áreas de floreta (P4, P8, P11 e P13), nas quais a temperatura da superfície foi em média de 25°C. Isto deve-se ao fato de que áreas de campos e áreas modificadas apresentam baixa densidade de vegetação, com isso há uma menor interceptação da radiação solar pela vegetação, e portanto, grande parte absorvida pelo solo é devolvida à atmosfera em forma de calor. Já em ambientes de floresta, devido à sua grande densidade na vegetação, boa parte dessa radiação é utilizada para os processos fotossintéticos das árvores. Além disso, a folhagem na floresta é agrupada à copa das árvores, com picos e depressões organizadas na superfície dos dosséis. Assim, a maior parte da radiação solar incidente penetra no interior da floresta antes de ser refletida, resultando numa acentuada captura de radiação solar e, consequentemente, numa baixa reflexão (ECK e DEERING 1992 *apud* LEITÃO et al., 2002). Leal, 2012 afirmam também, que o processo de evapotranspiração, definido como a perda de água das plantas como vapor dentro da atmosfera, consome energia disponível na forma de calor latente, provocando diminuição do calor sensível e consequentemente resfriamento da superfície vegetada e do ar nos seus arredores. De fato, pode ser observada uma diminuição gradativa da temperatura da superfície na medida em que a vegetação se torna mais densa.

Ainda nas Figuras 2A e 2B, é possível observar na zona urbana valores da temperatura da superfície entre 28 e 35°C. Isto pode ser explicado pelo fato que os alvos localizados nessas áreas, como concreto, telhas, edificações de cor branca, apresentam uma alta capacidade de armazenamento térmico. Essa energia térmica é usada apenas para aquecimento, contribuindo para um aumento na temperatura da superfície (MOREIRA e NÓBREGA, 2011; ANDRADE et al., 2013). Segundo Delgado et al. (2012) a substituição da cobertura natural por coberturas como asfalto e concreto altera radicalmente as propriedades de impermeabilidade, radiativas, térmicas e aerodinâmicas da área urbana, o que resulta num incremento da temperatura superficial.

A) **B)**

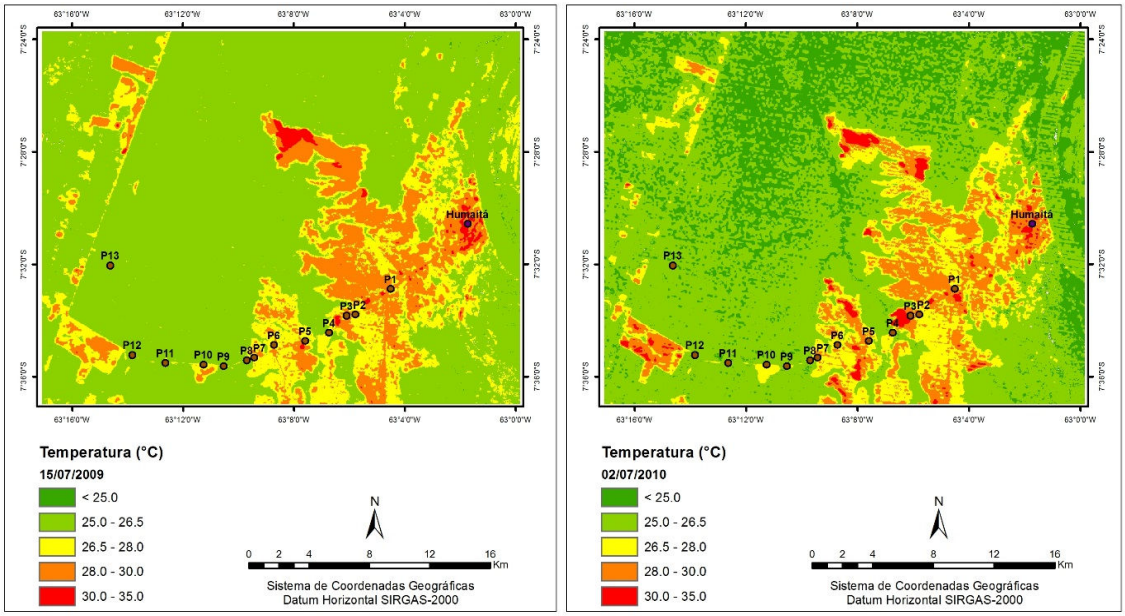

Figura 2 - Distribuição espacial da temperatura superficial em uma área de campo sujo (P6 e P7), campo limpo(P3), floresta densa(P4, P8, P11 e P13) e áreas modificadas (P1, P2, P5, P9, P10 e P12) no município de Humaitá - AM para as cenas 15 de Julho de 2009 e 02 de Julho de 2010 (período seco).

Nas Figuras 3A e 3B tem-se a distribuição espacial da temperatura das superfície para as cenas dos dias 03/10/2009 e 09/12/2010 (período chuvoso), respectivamente. Verifica-se que na Figura 3A a temperatura da superfície variou de 25ºC (verde claro) a 35ºC (vermelho), ao passo que na Figura 3B essa variação foi de 16,5 a 25,5°C (vermelho). Nas cenas 03/10 e 09/12, as temperaturas da superfície nas áreas de floresta (P4, P8, P11 e P13) foram em média de 25 e 17°C, no campo sujo (P6 e P7) foram 32 e 17°C, e no campo limpo (P3) foi 32 e 24°C, respectivamente. Nas áreas modificadas (P1, P2, P5, P9, P10 e P12) a temperatura da superfície variou de 26 a 35°C na Figura 3A e entre 18 a 25°C na Figura 3B.

Ao analisar os valores de temperatura para a cena 03/10/2009 e 09/12/2010 (período chuvoso) é possível verificar valores de temperatura ligeiramente menores que os encontrados para as cenas dos dias 15/07/2009 e 02/07/2010 (período seco). Essa observação corrobora com Leite et al. (2014) que também observaram os maiores valores de temperatura da superfície durante o período seco. Isto pode ser explicado pelo fato de que no período chuvoso, apesar do sol encontrar-se no hemisfério sul, a atividade convectiva, e consequentemente a formação de nuvens é mais intensa o que faz com que boa parte da radiação solar não atinja a superfície. A nebulosidade pode ser considerada como a cobertura de nuvens em um determinado local e mostra-se como um dos fatores preponderante no que diz respeito à atenuação da radiação solar (CUSTÓDIO et al., 2009). Com a atenuação da radiação solar a temperatura do solo é um dos parâmetros que mais se modifica diminuindo principalmente na camada superficial do solo (0-5cm) e consequentemente diminuindo a temperatura do ar, tendo em vista que a atmosfera se aquece de baixo para cima (BURIOL et al., (1994).

A) B)

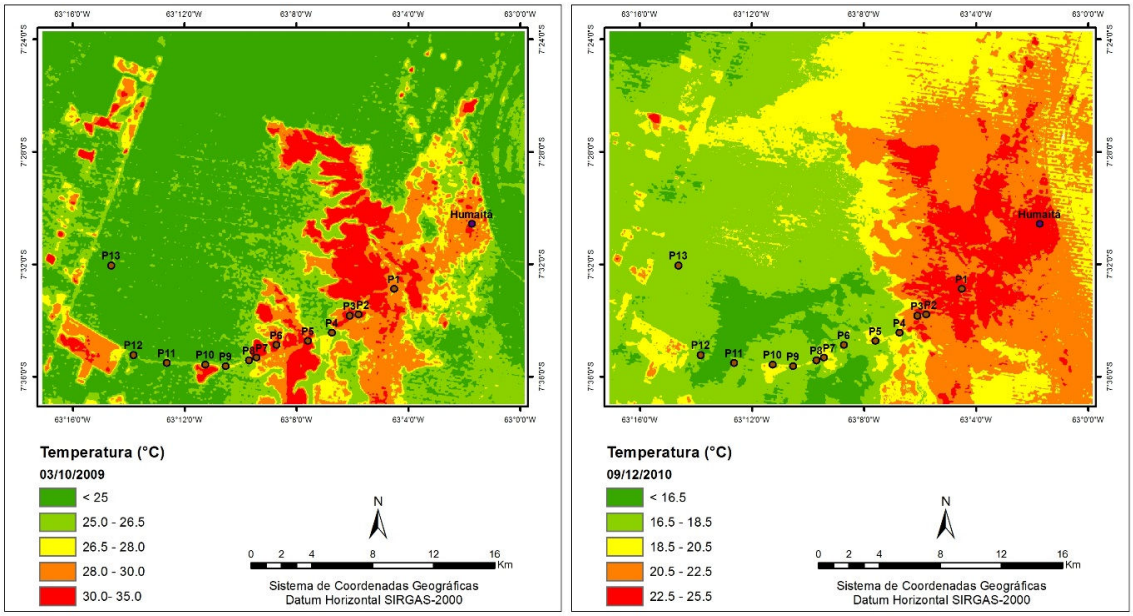

Figura 3 - Distribuição espacial da temperatura superficial em uma área de campo sujo (P6 e P7), campo limpo (P3), floresta densa(P4, P8, P11 e P13) e áreas modificadas (P1, P2, P5, P9, P10 e P12) no município de Humaitá - AM para as cenas 03 de Outubro de 2009 e 09 de Dezembro de 2010 (período chuvoso).

4. CONCLUSÃO

A temperatura esta diretamente relacionada ao balanço de radiação terrestre, podendo variar em função do índice de radiação solar incidente, umidade do ar, altitude, bem como, tipo de superfície do ambiente.

A temperatura da superfície no município de Humaitá-AM variou sazonalmente, tendo na imagem 03/10/2010 (período chuvoso) valores médios inferiores aos estimados nas cenas do dia 15/07/2009 (período seco). O tipo de cobertura da influenciou na variação da temperatura da superfície com menores valores observados em áreas de floresta, e maiores em áreas de campos e áreas modificadas devido ao menor índice de vegetação nestas áreas, o que demonstra que alterações da cobertura natural de um dado ambiente pode causar modificações na temperatura do mesmo.

REFERÊNCIAS

Allen, R. G.; Tasumi, M.; Trezza, R;. Waters, R.; Bastiaanssen, W. Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL). **Advanced Training and users Manual**, Kimberly, Idaho, v.1,0, 97p. 2002.

Andrade, S. C. P.; Vieira, V. R.;Morais, H. F.; Albuquerque, E. M.; Santos, C. A. C. Estimativa de albedo, NDVI e Temperatura de Superfície no município de Santarém-PA. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

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. Netherlands: CIP Data Koninklijke Biblioteheek, Den Haag, 1995. 272p. PhD Tesis.

Berbet. M.L. C. Variação sazonal do albedo e sua influência na mudança do padrão de chuva, em consequência da conversão da floresta tropical em pastagem. 2002. 47f.Tese. Universidade Federal de Viçosa Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola. VIÇOSA, MG. 2002.

Buriol, G. A.; Streck, N. A.; Gimenes, E. S.; Schneider, F. M. Alterações micrometeorológicas causadas por túneis baixos de tela plástica preta cultivados com alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 1. P. 1-6, 1994.

Carneiro, R. G.; Moura, M. A. L.; Silva, V. P. R.; Junior, R. S. S.; Andrade5 & Aurilene. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteiraem fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenhaira Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.99-108, 2014.

Cáuper, G. C. B.. Biodiversidade amazônica, Manaus, volume 1, 2006. Disponível em: <http://www.povosdamazonia.am.gov.br/pdf/bio_vol1.pdf>. Acesso em 05 de set. de 2013.

Chander, G.; Markham, B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. **IEEE Transactions on Geocience and Remote Sensing**, v.41, n.11, p. 2674 - 2677, 2003.

Custódio, M.S.; berlato, M. A.; fontana, D. C. Nebulosidade diurna no Rio Grande do Sul, Brasil: climatologia e tendência temporal. **PESQ. AGROP. GAÚCHA**, PORTO ALEGRE, v.15, n.1, p.45-52, 2009.

Delgado, R. C.; Rodrigues, R. A.; Faria, A. L. L.; Pessôa, C. S.; Daher, M. Uso do sensoriamento remoto na estimativa dos efeitos de ilhas de calor. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** – Número 25 – Setembro de 2012.

Folhes, M. T. Modelagem da evapotranspiração para a gestão hídrica de perímetros irrigados com base em sensores remotos. (Tese Doutorado em do Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São Jose dos Campos,2007.

Leal, L. A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR. 2012. 172f. Tese (doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

Leitão, M. M. V. B. R.; Santos E Oliveira. Estimativas do albedo em três ecossistemas da floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.6, n.2, p.256-261, Campina Grande, PB, 2002.

Leite, L. O.; Querino, C. A. S.; Pavão, V. M.; Querino, J. K. A. S.; Siqueira, L. F.; Costa, T. A. C. R.; Passos, L. A.; Machado, N. G.; Biudes, Nogueira, M. S.; M. C. J. A. Análise da temperatura do ar nos municípios de Humaitá e Apuí, AM, para o ano de 2009. **Revista Educamazônia - educação sociedade e meio ambiente**. ano 7, vol xii, número 1, pág. 72-85 jan-jun, 2014.

Lemos, A. L. F.; Silva, J. De A. Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, 18(1). p.98-108, 2011.

Lima, M. Do S. B. De; May, p. H. A expansão da fronteira agrícola no sul do amazonas e sua relação com o incremento do desmatamento nas áreas de cerrados e campos naturais. 2005. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa4/Expans_o_da_Fronteira_Agr_cola.pdf>. Acesso em: 11 de set. de 2013.

Moreira, E. B. M.; Nobrega, R. S. Uso de imagens multiespectrais aplicada à análise espaço-temporal dos padrões de temperatura e albedo da superfície. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.0776, 30 de abril a 05 de maio de 2011.

Passos, L. A.; Querino, C. A. S.; Querino, j. K. A. S.; Menezes, j. A.; Costa, T. A. C. R.; Siqueira, L.F.; Pavão, V.M.; Leite, L.O. Análise prévia sobre o destino dos combustíveis lubrificantes utilizados nas oficinas mecânicas em Humaitá – AM. **Revista EducAmazônia**. Ano 7, Vol XII, Número 1, , Pág. 57-71 Jan-Jun, 2014.

Pillar, V.D. 1995. Clima e vegetação. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br

Silva, R. W. C.; De Paula, b. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **TERRÆ DIDATICA** 5(1):42-49, 2009.

Varejão - Silva, M.A**. Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife, PB, março, 463p. 2006.

Vidotto, E.; Pessenda, L.C. R.; Ribeiro, A. S.; Freitas, H. A.; Bendassolli, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **ACTA AMAZONICA**. Volume 37(3): 385 – 400. 2007.