

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS BIOFÍSICOS E EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO

FREDERICO ABRAÃO COSTA LINS¹; DIEGO CEZAR DOS SANTOS ARAÚJO²; JHON LENNON BEZERRA DA SILVA²; PABRÍCIO MARCOS OLIVEIRA LOPES³; JOSÉ DIORGENES ALVES OLIVEIRA² E ANDREY THYAGO CARDOSO SANTOS GOMES DA SILVA¹

¹ Mestrandos em Engenharia Agrícola – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. D. Manoel de Medeiros, SN; Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil; CEP: 52171-900. E-mail: frederico_acl@hotmail.com (Autor para correspondência); andreythyago@gmail.com;

² Mestres em Engenharia Agrícola e Doutorandos – Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE. E-mail: diego@agro.eng.br; jhonlennoigt@hotmail.com; josediorgenes@gmail.com;

³ Doutor em Sensoriamento Remoto; Professor adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: pabriciope@gmail.com.

1 RESUMO

Objetivou-se estimar e avaliar a distribuição espaço-temporal de parâmetros biofísicos e a evapotranspiração real diária para o município de Arcoverde, Pernambuco, durante estações seca e chuvosa, utilizando imagens orbitais do satélite Landsat-8 de sensores OLI/TIRS, para as datas de passagem: 14/01/2015 e 02/12/2016, processadas com o algoritmo SEBAL. Foram gerados os seguintes mapas temáticos: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Área Foliar (IAF), albedo e temperatura de superfície (T_s), saldo de radiação instantâneo (R_n) e evapotranspiração real diária (ET_r). O NDVI foi maior em janeiro de 2015 e o albedo e T_s foram maiores em 2016 (0,23 e 37,44 °C), ao passo que em 2015, os valores foram de 0,20 e 34,11 °C, relacionando-se às condições meteorológicas e uso do solo. O R_n variou de 520,06 a 540,22 W m⁻² nos dois anos e, para a ET_r , verificou-se a maior média em janeiro de 2015 (3,41 mm dia⁻¹), devido ao maior NDVI e precipitações, evidenciando maior disponibilidade de água na vegetação e no solo. As técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram o monitoramento do município de Arcoverde-PE, determinando os parâmetros biofísicos nos diferentes usos do solo, predizendo os processos futuros de degradação e consequente desertificação na localidade.

Palavras-chave: caatinga, vegetação, monitoramento ambiental, uso do solo, agrometeorologia.

**LINS, F. A. C.; ARAÚJO, D. C. dos S.; SILVA, J. L. B. da; LOPES, P. M. O.;
OLIVEIRA, J. D. A.; SILVA, A. T. C. S. G. da**
**BIOPHYSICAL PARAMETERS ESTIMATE AND ACTUAL
EVAPOTRANSPIRATION IN THE SEMIARID REGION OF THE STATE OF
PERNAMBUCO, BRAZIL, USING REMOTE SENSING**

2 ABSTRACT

The purpose of this paper is to estimate and evaluate the spatial-temporal distribution of biophysical parameters and the actual daily evapotranspiration index for the municipality of Arcoverde, Pernambuco, during the dry and rainy season, using orbital images from the Landsat-8 satellite and OLI/TIRS sensors for the following dates in which the satellite passed over the region: 01/14/2015 and 02/12/2016, processed using the SEBAL algorithm. The following thematic maps were generated: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Leaf Area Index (LAI), albedo and surface temperature (T_s), Net radiation (R_n) and daily reference evapotranspiration (ET_r). The NDVI was higher on January 2015 and the albedo and T_s were higher in 2016 (0.23 and 37.44 °C), whereas in 2015, the values were 0.20 and 34.11 °C, related to the meteorological conditions and the land use. The R_n ranged from 520.06 to 540.22 $W\ m^{-2}$ in two years of study and, for the ET_r , the highest average was recorded on January 2015 (3.41 $mm\ day^{-1}$), due to the higher NDVI and rainfall index, evidencing greater availability of water in the vegetation and soil. The remote sensing techniques allowed the monitoring of the municipality of Arcoverde, determining the biophysical parameters in the different uses of soil, anticipating the future degradation processes and consequent desertification in the place.

Keywords: caatinga, vegetation, environmental monitoring, use of the soil, agrometeorology.

3 INTRODUÇÃO

As pesquisas voltadas para a evapotranspiração real (ET_r) das áreas agrícolas e, em geral, da vegetação nativa, são importantes no planejamento da gestão de bacias hidrográficas, além de serem amplamente necessárias para as modelagens meteorológica e hidrológica, bem como diante do manejo da agricultura irrigada, principalmente no que diz respeito ao aspecto hídrico (BEZERRA et al., 2008). Conhecer a dinâmica espaço-temporal da ET_r torna-se ainda mais relevante diante de regiões marcadas por baixos índices pluviométricos e consequente escassez de água, como é o caso das áreas áridas e semiáridas no Nordeste brasileiro.

Ao longo das últimas duas décadas, as técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram o monitoramento de diferentes e grandes áreas nos diversos biomas do mundo, com o intuito de determinar os parâmetros biofísicos à superfície, especialmente a ET_r em diferentes escalas espaciais e temporais. Entre estas técnicas, destaca-se a aplicação do algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), que tem se mostrado bastante preciso em suas estimativas, validado principalmente nos estudos em região semiárida (BASTIAANSEN et al., 1998).

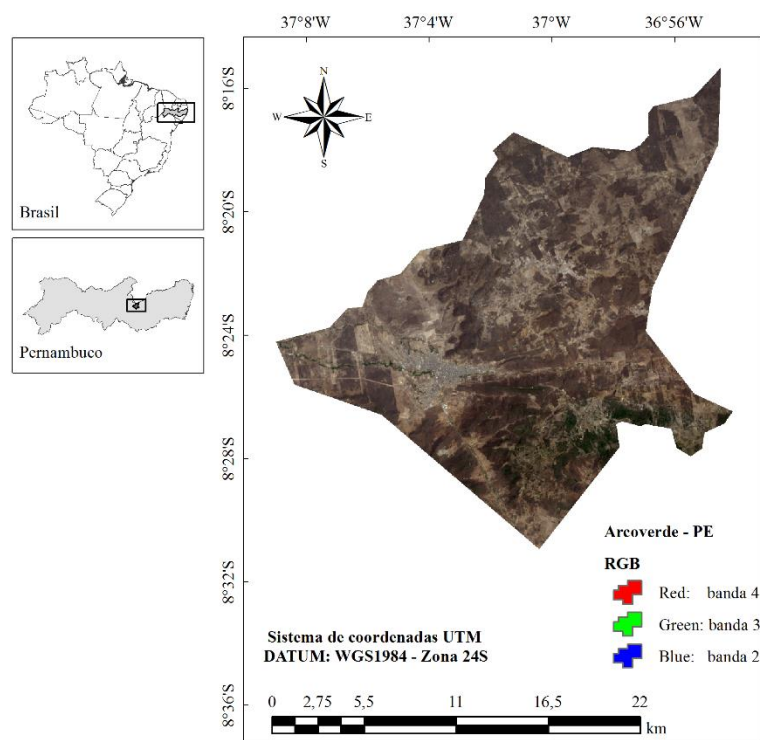
O estudo de Oliveira et al. (2014), estimando a ET_r para uma bacia hidrográfica do estado de Pernambuco, atingiram bons resultados com o SEBAL, mesmo com intensa presença de nuvens na área de estudo. Da mesma forma, Lima et al. (2014), estimando a ET_r com o uso de algoritmo em Minas Gerais, concluíram que o seu uso é bastante eficaz após validação realizada com a evapotranspiração da cultura.

Diante deste contexto, objetivou-se estimar e avaliar, por meio do algoritmo SEBAL, a distribuição espaço-temporal de parâmetros biofísicos e a evapotranspiração real diária para o município de Arcoverde, Pernambuco, durante estação seca e chuvosa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Arcoverde, selecionado para este estudo, localiza-se nas coordenadas geográficas: 08° 25' 08''S e 37° 03' 14'' W. Encontra-se inserido na Mesorregião e Microrregião do Sertão do Moxotó no Estado de Pernambuco, a aproximadamente 254 km da capital Recife. O município ocupa uma área de 379 km², que representa um total de 0,38 % do Estado de Pernambuco (Figura 1). Possui altitudes que variam entre 650 a 1.000 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Bshs', com precipitação pluviométrica média anual de 653 mm, conforme dados de pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos últimos 30 anos (1987-2016), disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). O período chuvoso inicia no mês de janeiro ou fevereiro estendendo-se até julho (APAC, 2017). As temperaturas médias variam entre 12 e 25 °C. A vegetação é constituída por florestas Caducifólias e Subcaducifólias (CPRM, 2005; IBGE, 2008).

Figura 1. Mapa espacial de localização do município de Arcoverde – PE, imagem do satélite Landsat 8-OLI em cor natural na composição RGB-432.



Utilizou-se dados meteorológicos de superfície como: temperatura do ar instantânea (T_{ar} , °C), umidade relativa do ar instantânea (UR, %), pressão atmosférica do ar instantânea (P_o , kPa), radiação solar global diária média (R_{s24h} , $W m^{-2}$), velocidade do vento a 2 metros de altura (u_{2m} , $m s^{-1}$) e precipitação (mm) obtidos junto a estação meteorológica de Arcoverde, pertencente ao Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), no período de 14/01/2015 e 02/12/2016, que coincidem com a passagem do satélite. Os dados foram utilizados para complementação dos modelos e discussão dos resultados.

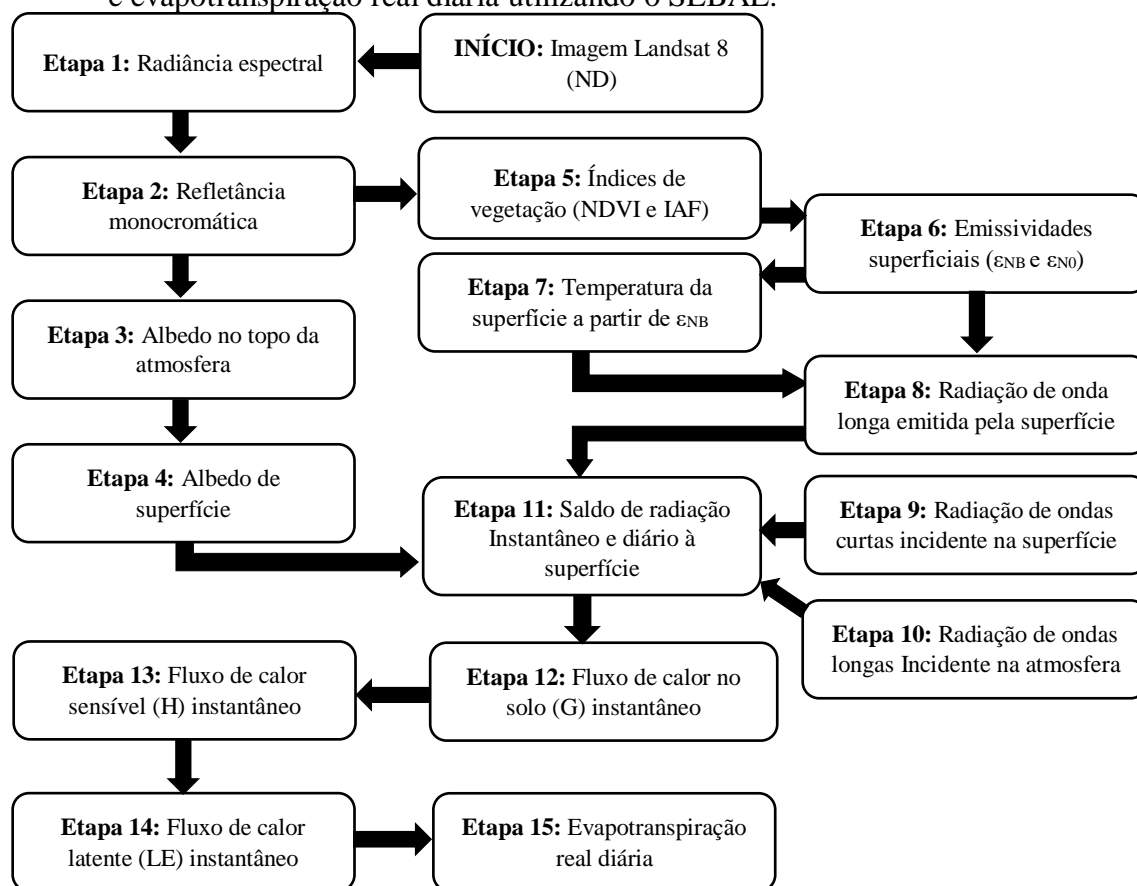
Para o estudo selecionou-se duas imagens geradas pelos sensores espectrais: Operational Land Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS) do satélite Landsat-8, adquiridas de forma gratuita junto a base de dados espaciais americana: United States

Geological Survey (USGS). O Landsat-8 OLI/TIRS é constituído de 11 bandas multiespectrais com comprimentos de onda que variam de 0,43 a 12,51 μm e resolução espacial de 30 m (bandas de 1 a 9), exceto a banda 10 e 11, que possui resolução de 100 m. Possui também resolução espectral de 16 bits, pela qual permite um melhor detalhamento da imagem, uma vez que os níveis de cinza vão de 0 a 65.535. Ambas imagens possuem órbita 215 e ponto 066 com datas de passagem: 14/01/2015 às 9h 35min e 41s e 02/12/2016 às 9h 35min 58s.

As imagens foram processadas no software ERDAS IMAGINE[®] 9.1, a partir das bandas refletivas (de 2 a 7) e termal (banda 10) determinou-se todos os parâmetros. As bandas foram empilhadas e georreferenciadas para o sistema de coordenada geográfica: DATUM: WGS84 e Zona 24 S, de acordo com a área de estudo. Ainda no ERDAS foi utilizada a ferramenta: Model Maker para elaboração do modelo SEBAL baseado em Bastiaanssen et al. (1998), Allen et al. (2002) e Silva (2016). Utilizou-se também o software ArcGis[®] 10.2.2, para tratamento e elaboração dos mapas temáticos dos parâmetros biofísicos.

Para determinação dos parâmetros biofísicos inicialmente foi feita a conversão dos níveis de cinza para radiância e refletância utilizando coeficientes radiométricos de calibração referentes a radiância (Add_{rad} e $Mult_{rad}$) e refletância (Add_{ref} e $Mult_{ref}$), respectivamente, conforme a metodologia aplicada por Silva et al. (2016). Posteriormente, pôde-se obter todos os parâmetros biofísicos necessários como: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Área Foliar (IAF, $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$), albedo e temperatura de superfície (T_s , $^{\circ}\text{C}$), saldo de radiação instantâneo (R_n , W m^{-2}) e evapotranspiração real diária (ET_r , mm dia^{-1}), conforme estão ilustrados no fluxograma da Figura 2.

Figura 2. Fluxograma com as etapas de processamento para obtenção dos parâmetros biofísicos e evapotranspiração real diária utilizando o SEBAL.

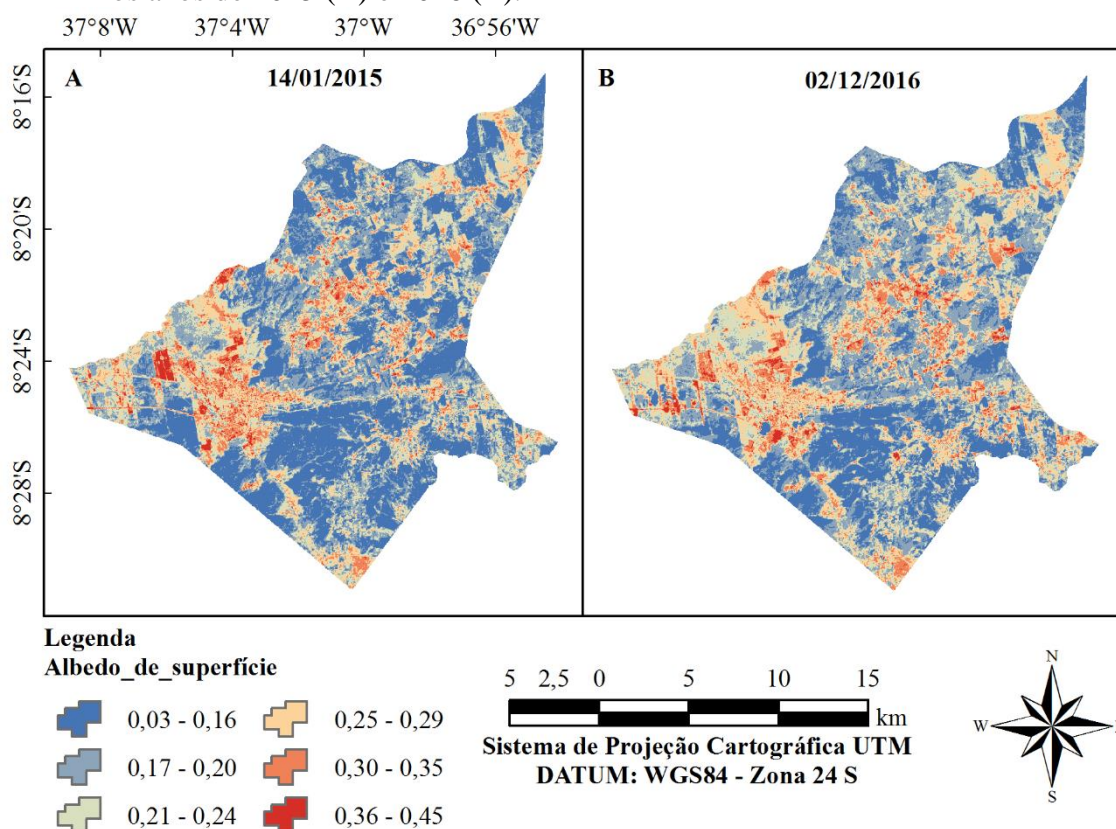


Para análise dos resultados todos os parâmetros biofísicos e a evapotranspiração real diária foram submetidos a estatística descritiva: Mínimo (Mín), Máximo (Máx), Média (M), Mediana (Md), Moda (Mod), Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o curto intervalo temporal entre as duas imagens, ocorreu pouca variação do albedo de superfície em relação às alterações dos distintos usos do solo. Percebe-se, claramente, que a área urbana do Município apresenta valores de albedo mais elevados, indicando maior refletividade (Figura 3). Resultados similares foram encontrados por Gamarra et al. (2014) ao avaliarem a dinâmica do albedo de superfície no município de Londrina – PR.

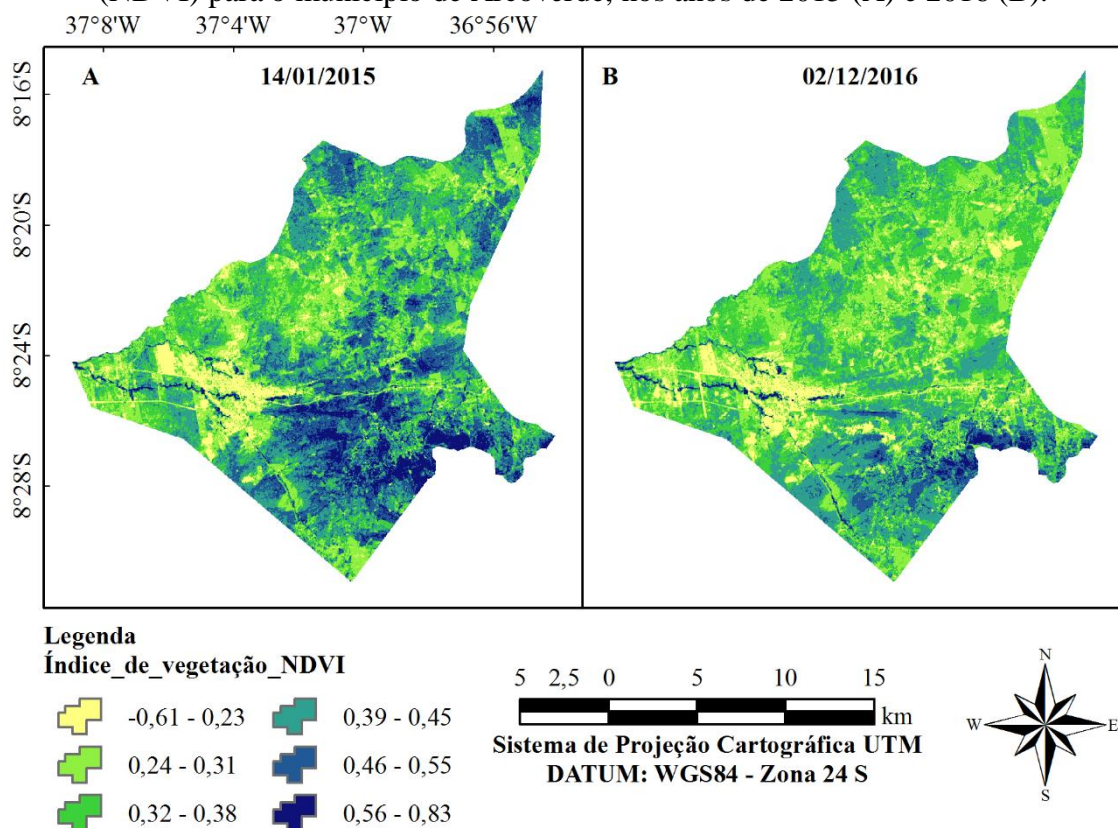
Figura 3. Distribuição espaço-temporal do albedo de superfície para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



Quanto ao NDVI, também houve redução de um ano para o outro (Figura 4). Embora, nos dois casos, o estudo tenha sido realizado para o período seco, as últimas precipitações antecedentes à passagem da imagem foram maiores no ano de 2015, devido ao que se observou no trimestre anterior, no qual a precipitação acumulada foi de 122,2 mm, o que pode ter contribuído para incremento do índice de vegetação, visto que a região semiárida analisada é caracterizada por vegetação de Caatinga, com isso vale ressaltar o seu poder de resiliência ligados aos eventos chuvosos, onde observa-se a imediata formação da biomassa e dossel foliar (ARRAES et al., 2012).

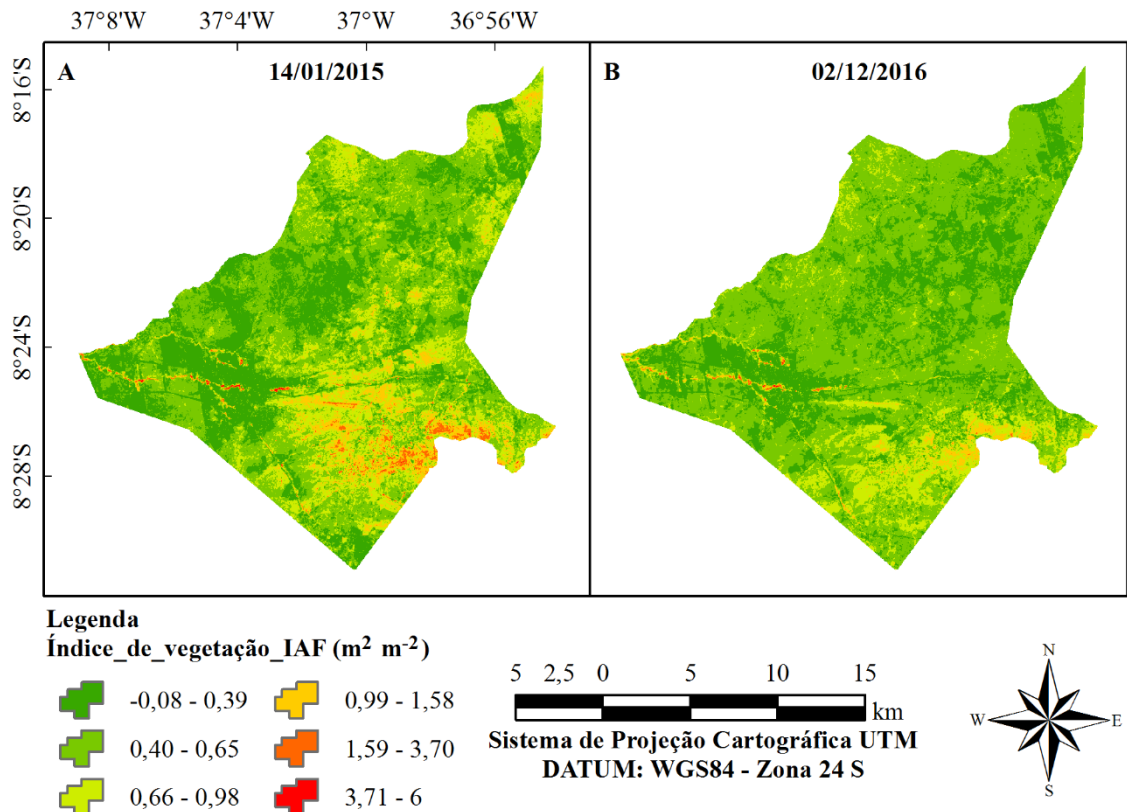
Em estudo também realizado em região semiárida, no Nordeste Brasileiro, analisando parâmetros biofísicos, em especial o NDVI, Arraes et al. (2012) observaram que diante dos meses chuvosos houve incremento no NDVI, corroborando com o presente estudo. Logo, a imagem do ano de 2016 apresentou menores valores de NDVI, em consequência a baixa precipitação, pois obteve no trimestre anterior a imagem apenas 0,4 mm de precipitação acumulada.

Figura 4. Distribuição espaço-temporal do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



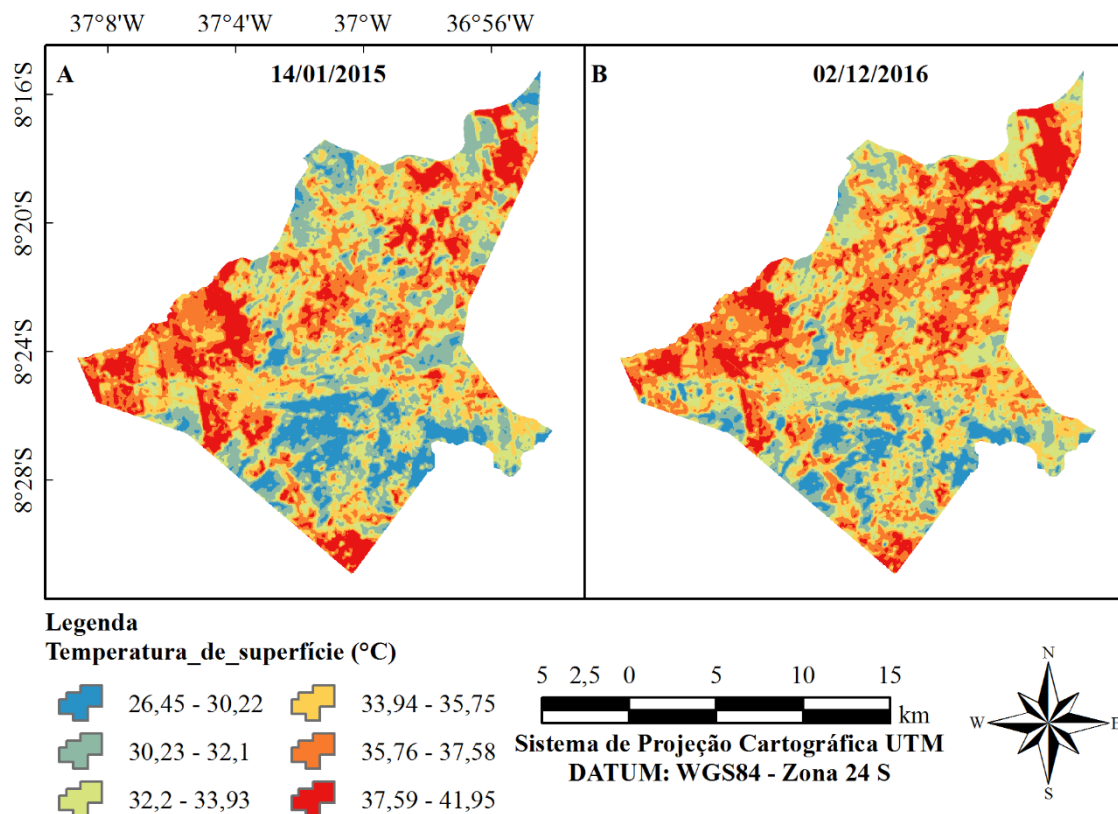
Por ser um indicador de biomassa, a distribuição do IAF assemelha-se à do NDVI e, por esta razão, a interpretação é semelhante (SOUZA et al., 2016). Observou-se de modo geral, que o IAF indicou assim como o NDVI a dinâmica espaço-temporal para os diferentes usos do solo (superfícies heterogêneas). Como esperado, valores de IAF superiores a $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, foram registrados em áreas mais vegetadas e distantes do centro urbano do Município (Figura 5).

Figura 5. Distribuição espaço-temporal do Índice de Área Foliar (IAF) para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



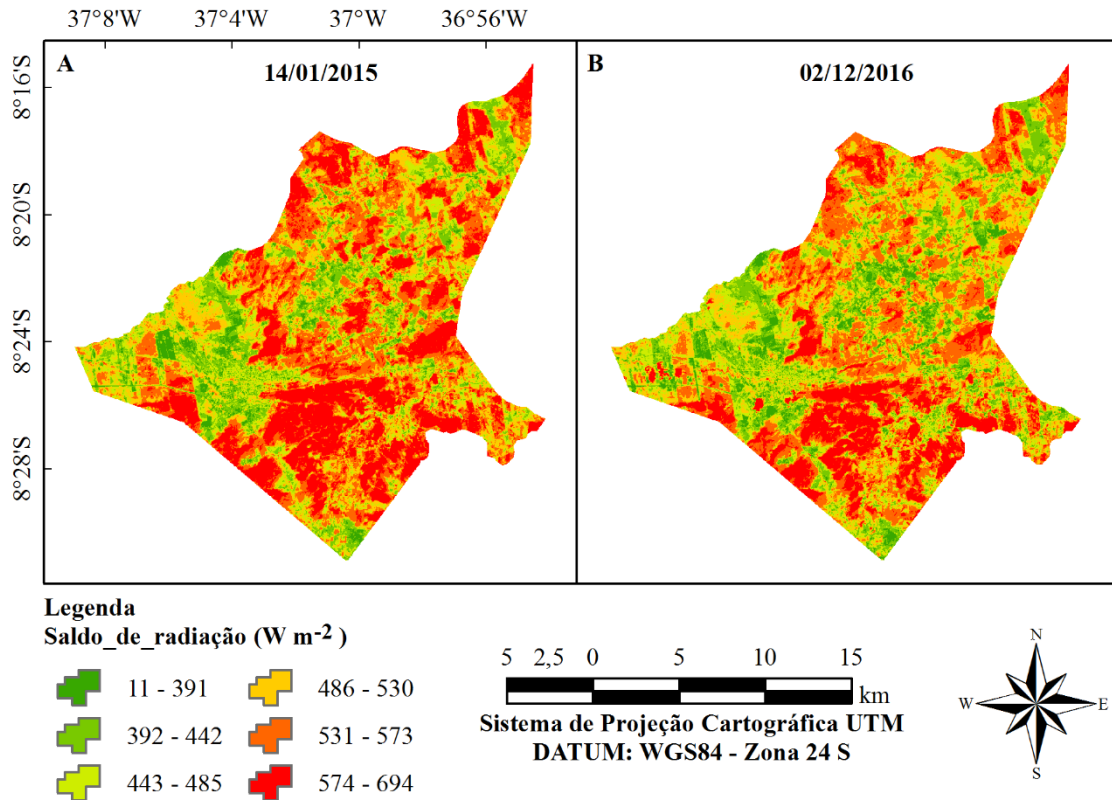
Em estudos voltados para a avaliação de parâmetros biofísicos, espera-se que a temperatura de superfície seja maior em presença de solo exposto ou zonas urbanas. Esse comportamento já foi percebido por Oliveira et al. (2014) também no estado de Pernambuco. No caso do município de Arcoverde, houve um aumento de temperatura da ordem de 15,5 °C ao passar de regiões com vegetação abundante para aquelas de solo exposto, ficando a zona urbana com temperaturas variando de 33,94 a 35,75 °C (Figura 6), valores maiores do que os encontrados pelos autores supracitados.

Figura 6. Distribuição espaço-temporal da temperatura de superfície (T_s) para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



A Figura 7 apresenta o R_n , que teve variação de 11 a 694 $W m^{-2}$, com resultados mais elevados em áreas densamente vegetadas (Figura 6). Resultados similares foram observados por Gusmão et al. (2012), onde os valores máximos de R_n chegaram a 575 $W m^{-2}$ em área com vegetação, ao passo que em zonas antropizadas, os valores de R_n caíram para 425 e 500 $W m^{-2}$, em média. Apesar do comportamento similar, a variação nos valores em relação a este estudo ocorre porque os autores avaliaram o R_n no estado de Tocantins, em área de várzea, com condições um pouco diferenciadas.

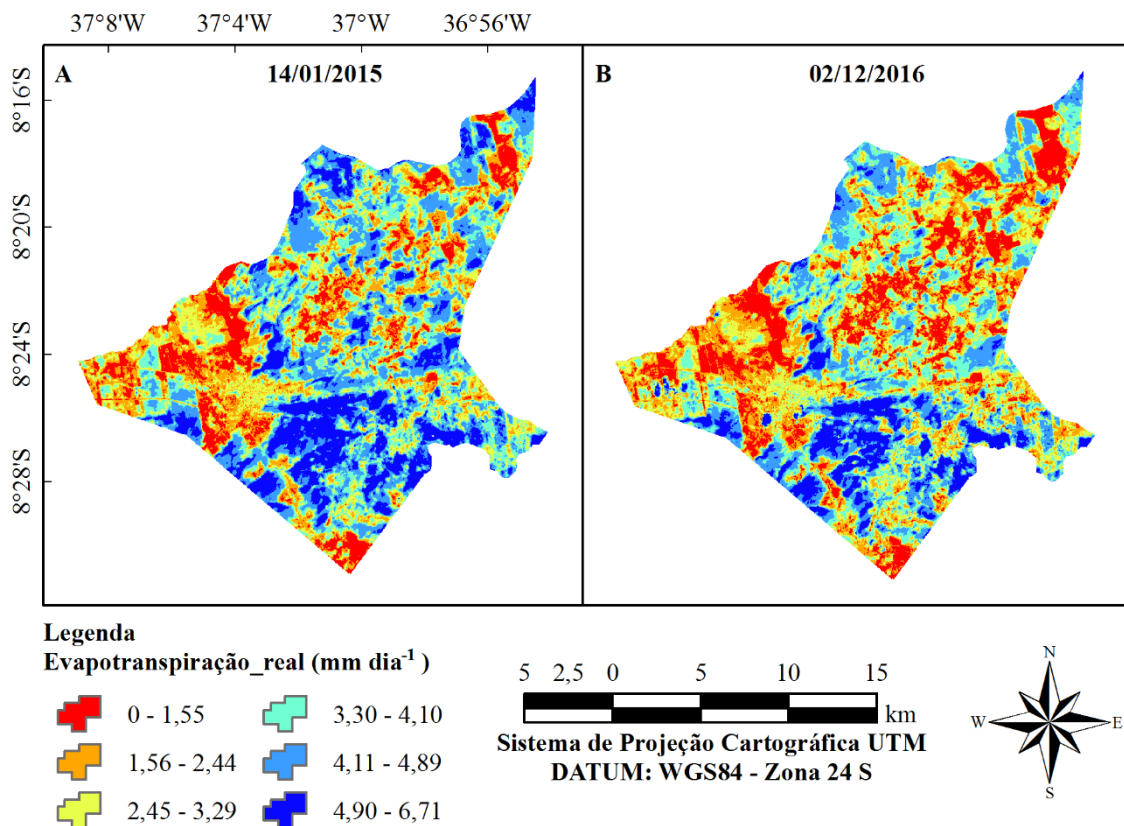
Figura 7. Distribuição espaço-temporal do saldo de radiação (R_n) para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



A ET_r diária está diretamente relacionada à capacidade da vegetação de absorver a umidade do solo por meio das raízes e perdê-la para a atmosfera, principalmente via superfície foliar. Em se tratando de semiárido, esse processo torna-se mais expressivo com a incidência de chuvas e aproximação do período chuvoso. Silva et al. (2011), estudando a ET_r em uma bacia do semiárido pernambucano, percebeu médias de ET_r bem menores para o período seco quando comparado ao período chuvoso, associando esta característica à própria dinâmica da vegetação.

Para o município de Arcoverde, maiores valores de ET_r foram identificados em áreas irrigadas, com máximos de $6,71\ mm\ dia^{-1}$, nos dois anos. Este é um comportamento esperado, considerando o alto suprimento hídrico à vegetação nesses locais (SANTOS et al., 2010). Menores valores foram encontrados no centro urbano e em faixas de solo exposto, onde há pouca ou nenhuma vegetação (Figura 8).

Figura 8. Distribuição espaço-temporal da evapotranspiração real diária (ET_r) para o município de Arcoverde, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).



A Tabela 1 apresenta os valores estatísticos de todos os parâmetros analisados pelo algoritmo SEBAL. Pode-se destacar que o monitoramento dos parâmetros biofísicos, principalmente da evapotranspiração para o município de Arcoverde – PE, configura-se diante deles o poder na tomada de decisões de modo geral, principalmente no aspecto ambiental.

Tabela 1. Valores da estatística descritiva dos parâmetros biofísicos e evapotranspiração real diária para o município de Arcoverde – PE.

| Parâmetros | Datas | Mín | Máx | M | Md | Mod | DP | CV |
|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Albedo | 14/01/2015 | 0,03 | 0,39 | 0,20 | 0,18 | 0,14 | 0,06 | 0,3 |
| | 02/12/2016 | 0,05 | 0,45 | 0,23 | 0,21 | 0,17 | 0,06 | 0,27 |
| NDVI | 14/01/2015 | -0,61 | 0,83 | 0,38 | 0,37 | 0,38 | 0,10 | 0,26 |
| | 02/12/2016 | -0,35 | 0,83 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,06 | 0,22 |
| IAF (m ² m ⁻²) | 14/01/2015 | 0,09 | 6 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,32 | 0,58 |
| | 02/12/2016 | 0,09 | 6 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,15 | 0,55 |
| T _s (°C) | 14/01/2015 | 26,44 | 41,95 | 34,11 | 34,14 | 34,75 | 2,82 | 0,08 |
| | 02/12/2016 | 22,8 | 44,08 | 37,45 | 37,68 | 39,18 | 2,62 | 0,06 |
| R _n (W m ⁻²) | 14/01/2015 | 11,68 | 693,7 | 520,7 | 531,2 | 573,8 | 63,77 | 0,12 |
| | 02/12/2016 | 22,99 | 760,7 | 540,8 | 544,6 | 582 | 67,07 | 0,12 |
| ET _r (mm dia ⁻¹) | 14/01/2015 | 0 | 6,70 | 3,41 | 3,53 | 4,58 | 1,33 | 0,39 |
| | 02/12/2016 | 0 | 6,36 | 2,05 | 2,01 | 1,76 | 1,14 | 0,55 |

6 CONCLUSÕES

As técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram o monitoramento do município de Arcoverde – PE, determinando os parâmetros biofísicos nos diferentes usos e ocupações do solo, predizendo diante das análises os processos futuros de degradação na localidade.

O algoritmo SEBAL se mostrou eficaz na estimativa do padrão de distribuição espaço-temporal de todos os parâmetros para a região, com valores consistentes aos presentes na literatura para estudos realizados em regiões próximas e em condições similares.

7 AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEA) pela oportunidade em fazer parte do corpo discente; à CAPES pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado, ao CPTEC pela disponibilização dos dados meteorológicos para realização da pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. **SEBAL**: Surface Energy Balance Algorithms for Land, Idaho implementation. Idaho: Waters Consulting; University of Idaho: Water Watch, Inc. 2002. 97 p. (Advanced Training and Users Manual, version 1.0).

APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima, Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em 28/09/2017.

ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M.; SILVA, B. B. Dinâmica do balanço de energia sobre o aqüeduto Orós e suas adjacências. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 25, n. 1, p. 119-127, 2012.

BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 212-213, p. 198-212, 1998.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; FERREIRA, N. J. Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM - Landsat 5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos – SP, v. 23, n. 3, p. 305-317, 2008.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: diagnóstico do município de Arcoverde, Estado de Pernambuco. Recife – PE: CPRM/PRODEEM, 2005. 23 p.

GAMARRA, N. L. R.; CORRÊA, M. P.; TARGINO, A. C. L. Utilização de sensoriamento remoto em análises de albedo e temperatura de superfície em Londrina – PR: contribuições

para estudos de ilha de calor urbana. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos – SP, v. 29, n. 4, p. 537-550, 2014.

GUSMÃO, A. C. V. L.; SILVA, B. D.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GALVINCIO, J. D. Determinação do saldo radiativo na Ilha do Bananal, TO, com imagens orbitais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 16, n. 10, p. 1107-1114, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo do Município de Arcoverde – PE**. Arcoverde: 2008. 8p.

LIMA, E. D. P.; SEDIYAMA, G. C.; ANDRADE, R. G.; LOPES, V. D.; SILVA, B. B. Evapotranspiração real diária em sub-bacias do Paracatu, utilizando produtos do sensor Modis. **Revista Ceres**, Viçosa – MG, v. 61, n. 1, p. 17-27, 2014.

OLIVEIRA, L. M.; MONTENEGRO, S. M.; SILVA, B. B.; ANTONINO, A. C.; MOURA, A. E. Evapotranspiração real em bacia hidrográfica do Nordeste brasileiro por meio do SEBAL e produtos MODIS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 18, n. 10, p. 1039-1046, 2014.

SANTOS, C. A. C. D.; BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B. D.; RAO, T. V. R. Assessment of daily actual evapotranspiration with SEBAL and S-SEBI algorithms in cotton crop. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos – SP, v. 25, n. 3, p. 383-392, 2010.

SILVA, B. B. D.; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C.; DE OLIVEIRA, L. M.; MONTENEGRO, S. M.; BARBOSA JUNIOR, B. Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 20, n. 1, p. 3-8, 2016.

SILVA, J. L. B. **Monitoramento espaço-temporal da cobertura vegetal do bioma Caatinga no Ceará mediante imagens orbitais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife – PE, 2016.

SILVA, R. M.; SILVA, L. P.; SANTOS, C. A. G.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Estimation of evapotranspiration in Brigida river basin (Brazil) by satellite remote sensing. **IAHS-AISH Publication**, Melbourne, v. 344, p. 208-214, 2011.

SOUZA, J. F.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa-PE. **Ambiente Construído**, Porto Alegre – RS, v. 16, n. 1, p. 21-37, 2016.