

Variação sazonal da vegetação e da temperatura de superfície em Mossoró, RN, por meio de dados ASTER.

Gustavo Macedo de Mello Baptista ¹
José Maria de Carvalho ¹
Ramiro Gustavo Valera Camacho ²
Edilson de Souza Bias ¹
Luiz Fabrício Zara ¹

¹Universidade Católica de Brasília - UCB
Q.S. 07, Lote 01, EPCT, Águas Claras - 71966-700 - Taguatinga - DF, Brasil.
{gmbaptista, zara}@pos.ucb.br; edilsonb@ucb.br; dunga@terra.com.br

²Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN
Rua Prof. Antônio Campos, s/n, BR 110, km 46, Costa e Silva - 59633-010 - Mossoró - RN,
Brasil.
ramirogv@uern.br

Abstract. The aim of this paper is present the seasonal variation of the urban heat island in one of the hottest city in Brazil, Mossoró, RN. We used the ASTER VNIR and ASTER *on demand product 08 - Surface Temperature* to measure the vegetation behavior and surface temperature variation on April and August 2001. On April Mossoró presented the highest precipitation and August is one of the drier months. The Envi quick_diff_stats module was used to calculate the band's similarity and the NIR band presented the highest difference, show the seasonal vegetation behavior effect.

Palavras-chave: ASTER VNIR, ASTER *on demand*, land surface temperature, seasonal vegetation behavior, temperatura de superfície, comportamento sazonal da vegetação.

1. Introdução

Situada no extremo oeste potiguar, Mossoró é uma das mais importantes cidades do estado do Rio Grande Norte. Responsável por boa parte da extração de petróleo em continente, Mossoró se destaca na produção de sal e na carcinicultura.

Devido à sua latitude, 5° ao Sul do equador, mas principalmente pela proximidade com um deserto salino, apresenta-se como uma das mais quentes cidades do país. Além disso, segundo Velloso *et al.* (2002), encontra-se inserida na ecorregião da caatinga chamada Depressão Sertaneja Setentrional.

Com sazonalidade bem marcada, Mossoró encontra-se sob a influência do clima tropical semi-árido, apresentando um predomínio de déficit hídrico e um total anual precipitado de 825 mm para as normais climatológicas.

Visando testar os produtos do sensor ASTER e, em especial, os produtos gerados sob demanda, o presente artigo apresenta uma análise da variação sazonal da vegetação e da temperatura de superfície para a área da cidade de Mossoró e adjacências. Para tal, utilizou-se duas cenas, uma de 05/04/2001 e outra de 27/08/2001. Foram utilizados os produtos *on demand 08 - Surface Temperature*, que se baseia nos dados do sensor TIR, para investigar a temperatura de superfície e os dados do sensor VNIR para determinação de NDVI.

2. Balanço Hídrico

Segundo os dados das Normais Climatológicas de 1961 a 1990 (INMET, 1990), Mossoró apresenta um climograma caracterizado por precipitações ocorrendo durante todo o ano,

porém, de dezembro a abril há uma tendência de aumento e depois de abril a novembro ocorre um decréscimo gradual da precipitação.

A temperatura média apresenta uma tendência decrescente de janeiro a julho e esse comportamento se inverte de agosto a dezembro. A amplitude térmica é baixa, da ordem de 2°C e o total precipitado anualmente não excede os 850 mm.

A **Figura 1** apresenta a variação sazonal do climograma de Mossoró, de acordo com as Normais Climatológicas (INMET, 1990).

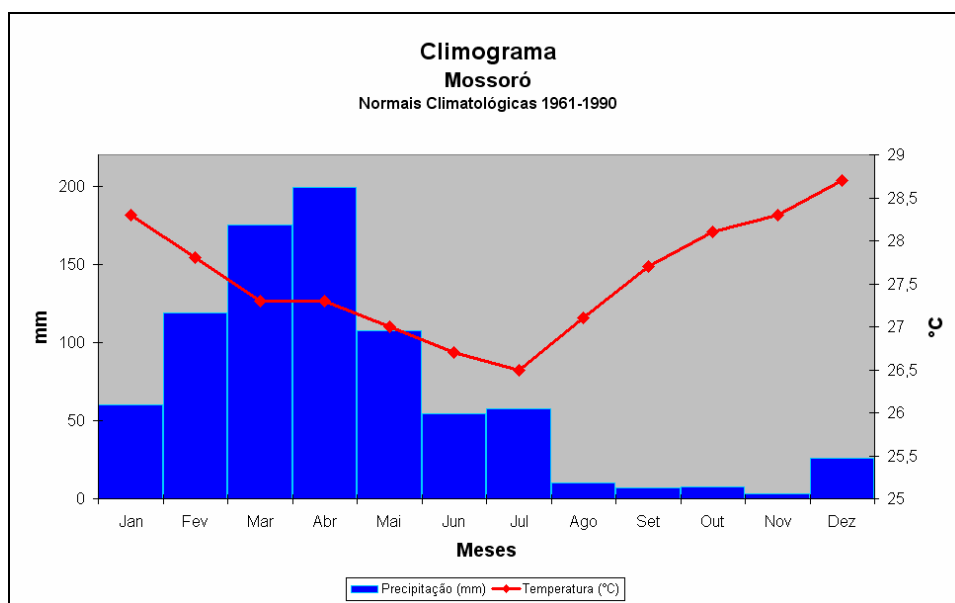


Figura 1 – Climograma de Mossoró. INMET, 1990.

A evaporação passa dos 2000 mm anuais e ao se analisar os extratos do balanço hídrico obtidos por meio do método de Thornthwaite e Matter (1955) nota-se a um predomínio de deficiência e de retirada de água do solo em quase todos os meses do ano, à exceção de março e abril, quando a precipitação apresenta volume maior que a evapotranspiração, ensaiando uma reposição dos estoques de água, porém não se registra excedente.

A **Figura 2** apresenta a relação de precipitação e evapotranspiração potencial (ETP) e real (ETR) para a Estação Mossoró, além do extrato do balanço hídrico.

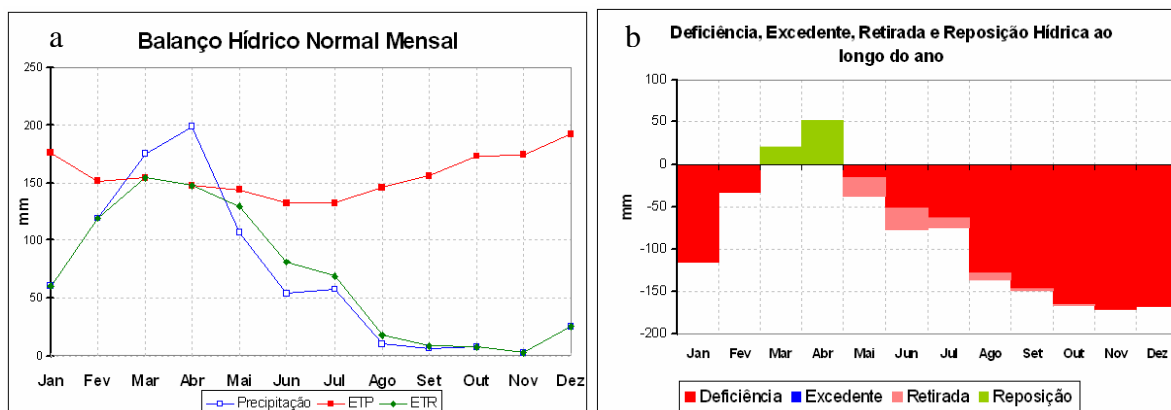


Figura 2 - (a) Relação de precipitação, ETP e ETR e o (b) extrato do balanço hídrico de Mossoró. INMET, 1990

3. Sensor ASTER

O sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) é um sistema composto por três subsistemas: o VNIR, o SWIR e o TIR. O VNIR ou *Visible and Near InfraRed* é um subsistema de 8 bits, com resolução espacial de 15 metros e recobre a faixa do visível e do infravermelho próximo com três bandas; o SWIR ou *Short Wave InfraRed* também possui resolução radiométrica de 8 bits e com 6 bandas de 30 metros, recobre o infravermelho de ondas curtas; finalmente, o TIR ou *Thermal InfraRed* apresenta resolução radiométrica de 12 bits e pixels de 90 metros nas suas 5 bandas.

O sistema VNIR ainda possui uma banda 3B que representa a banda 3, porém com visada *off nadir*, o que permite a construção de pares estereoscópicos e modelos digitais de elevação (asterweb.jpl.nasa.gov acesso em 17/11/2004).

Uma outra vantagem dos dados ASTER é a possibilidade de obtenção dos produtos *on demand* ou sob demanda, que são dados pré-processados e são gratuitos. Os produtos oferecidos vão desde radiância de superfície até DEM. São determinados os tipos de correção atmosférica desejada e os dados são disponibilizados no formato HDF (*Hierarchical Data Format*) e no sistema de transferência de arquivos por FTP.

O produto ASTER *on demand* (AST08) - *Surface Temperature* é determinado sobre as 5 bandas do sensor TIR, a partir da Lei de Planck, utilizando os dados de emissividade (AST05) dos alvos de superfície após a correção para os efeitos atmosféricos. Esse produto AST08 é muito importante para os estudos de balanço de energia, para vulcanismos e poluição termal, entre outros.

4. Variação Sazonal da Vegetação

Foram adquiridas as cenas que contemplam a área urbana de Mossoró e adjacências dos dias 05 de abril e 27 de agosto de 2001, tanto no formato L1B (radiância registrada no sensor) como no AST08.

Perez *et al.* (2004) analisaram a relação entre os principais domínios fitogeográficos do Nordeste brasileiro e sua relação com a pluviometria e uma das conclusões que os autores chegaram é que há uma alternância dos valores de NDVI em função da sazonalidade, tanto para a floresta estacional, como para o cerrado e para a caatinga, mas a caatinga apresenta maiores oscilações. Desta forma, concluíram que a caatinga responde com maior intensidade à precipitação que o cerrado.

Esse motivo levou a escolha dessas cenas, pois não apresentarem coberturas de nuvens e por representarem, como visto na **Figura 1** o pico da chuva (abril) e um dos meses mais secos do ano (agosto) e com essas duas cenas seria possível identificar a resposta da vegetação à precipitação em um mesmo ano.

As **Figuras 3 e 4** apresentam as cenas de 05/04 e 27/08 respectivamente, do sensor ASTER VNIR L1B adquiridas, em composição R3G1B2, na qual a banda 1 corresponde ao comprimento de onda central de 0,556 μ m; a banda 2, a 0,661 μ m e a banda 3, a 0,807 μ m. Para o AST08 adotou-se para correção dos efeitos atmosféricos o modelo *climatology* para todos os parâmetros.

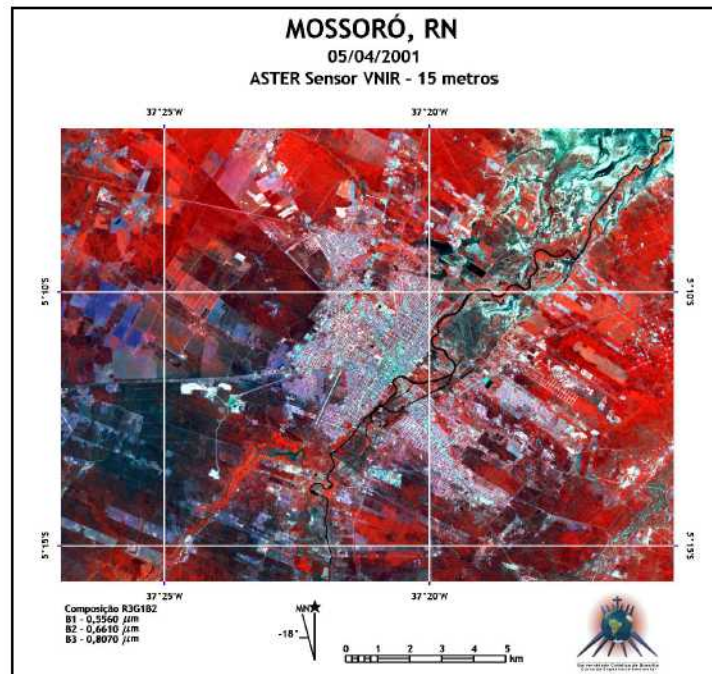


Figura 3 - Composição colorida falsa cor R3G1B2 do ASTER VNIR L1B do dia 05 de abril de 2001.

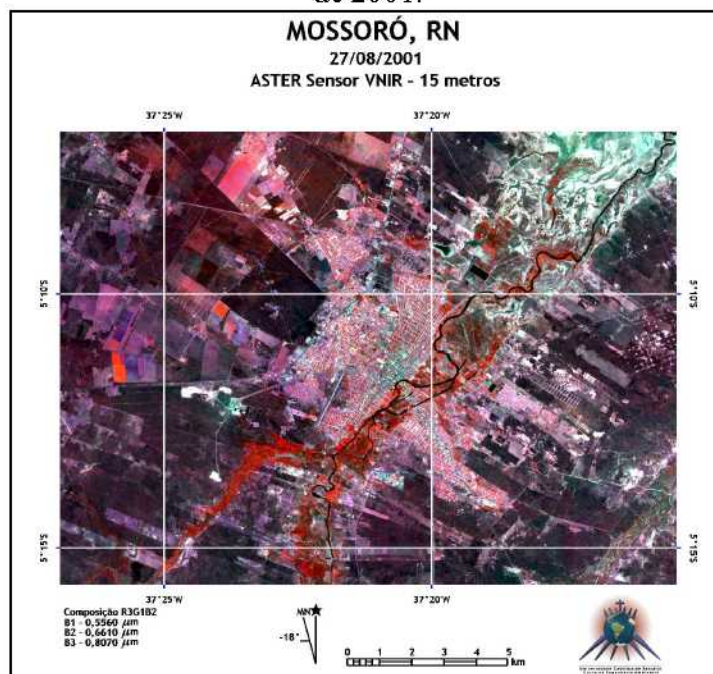


Figura 4 - Composição colorida falsa cor R3G1B2 do ASTER VNIR L1B do dia 27 de agosto de 2001.

Visando comparar as imagens utilizou-se a função `quick_diff_stats` que é uma maneira simples de se verificar a similaridade entre duas imagens. Para tal, primeiro é feita a diminuição entre as duas imagens e posteriormente são calculados parâmetros estatísticos descritivos. Esse módulo foi escrito em linguagem IDL e encontra-se disponível no site da *Research Systems Inc.*

Como resultado são apresentados dois arquivos, sendo o primeiro uma imagem que apresenta a diferença entre os DN's das duas imagens utilizadas e o segundo, um arquivo ascii

contendo a distribuição de frequência, simples e acumulada, dos pixels para cada valor de diferença de DN's e a porcentagem correspondente.

Por exemplo: se um pixel apresenta um DN 9 na cena de 05/04 e um DN 243 na cena de 27/08, na imagem resultado ele aparecerá com um DN -234, para uma relação de diferença entre 05/04 e 27/08. O primeiro arquivo, a imagem, espacializa as diferenças entre os dados.

Ao se plotar o histograma nota-se a distribuição frequência das diferenças entre os DN's das imagens utilizadas na operação. Quanto mais próximos de zero estiverem todos os pixels, mais idênticas são as imagens.

Para realizar essa comparação utilizou-se a relação de diferença entre o momento mais chuvoso e um dos mais secos, ou seja, 05/04 para 27/08. Para a banda 1 ($0,556\mu\text{m}$) das duas cenas a média obtida foi de -0,28 e a imagem apresenta um predomínio de tonalidade cinza, o que denota pouca diferença, apesar de na área adjacente aparecer regiões mais claras, mostrando maior diferença entre as datas. O histograma obtido apresenta uma distribuição normal da frequência e apenas uma moda. Nota-se também que quase todos os pixels oscilam entorno da média.

Para a banda 2 ($0,661\mu\text{m}$) a média encontrada foi de -15,1 e a imagem é bem parecida com a da banda 1, com predomínio de tonalidade cinza. Seu histograma também apresenta distribuição normal e os pixels oscilando entorno da média.

A maior diferença ocorreu na banda 3 ($0,807\mu\text{m}$), justamente na faixa do espectro onde melhor se percebe a relação entre a absorção da radiação no vermelho e a subida para o máximo valor de reflectância no infravermelho próximo. A imagem apresenta, na área agrícola e com vegetação natural adjacente à cidade, manchas brancas ou predomínio de valores positivos, o que significa que os valores de radiância medidas no sensor para 05/04 são maiores que na cena de 27/08 para essa faixa do espectro (**Figura 5**). A média encontrada foi de 25,2 sendo a primeira média positiva, o que confirma que os valores encontrados em 05/04 são maiores que em 27/08. Além disso, o histograma apresenta assimetria com uma presença maior de pixels em direção aos valores positivos, conforme pode ser verificado na **Figura 6**.

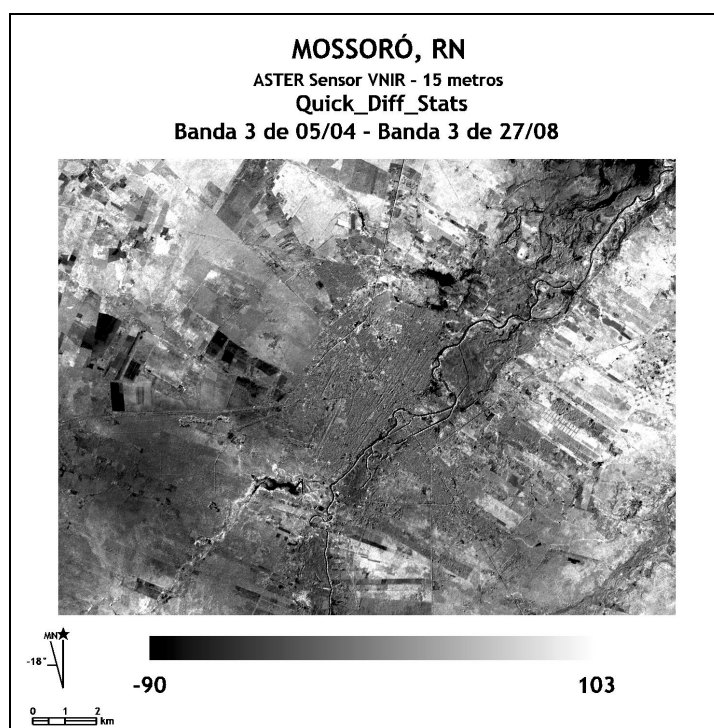


Figura 5 - Imagem quick_diff_stats para a diferença entre as bandas 3 das cenas 05/04 e 27/08.

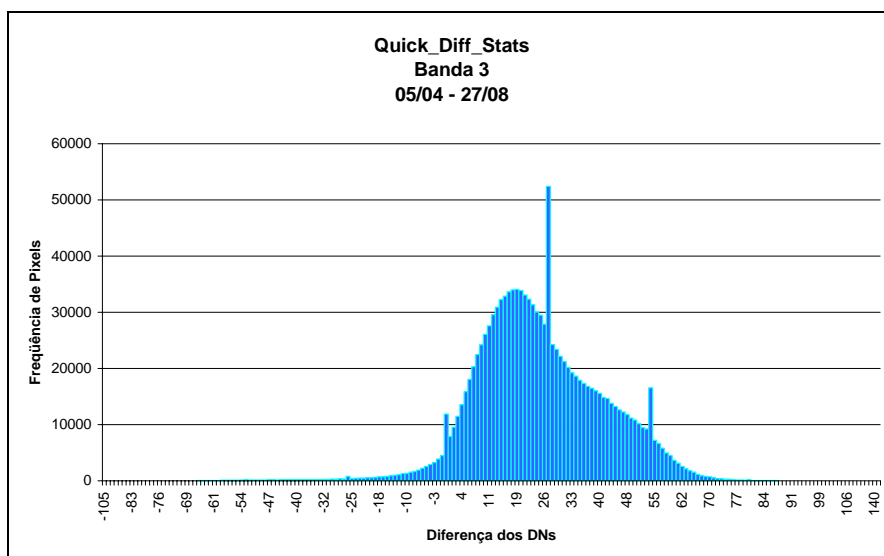


Figura 7 - Histograma quick_diff_stats para a diferença entre as bandas 3 das cenas 05/04 e 27/08.

Visando comprovar essa tendência apresentada pela função quick_diff_stats calculou-se o índice de vegetação NDVI para cada cena individualmente. Os valores inferiores encontrados para as duas cenas não diferiu muito, pois para a cena de 05/04 foi de -0,442 e para 27/08 foi de -0,4. A grande diferença foi nos valores positivos que realmente refletem a presença de vegetação fotossinteticamente ativa. Para 05/04 o limiar superior foi de 0,659 e para 27/08, 0,497, ou seja, o resultado encontrado na função quick_diff_stats foi correto. As maiores diferenças positivas espacialmente conferem com o resultado de NDVI para 05/04, o que vai de encontro com as conclusões do estudo de Perez *et al.* (2004). Nota-se que na cena de 27/08 apenas a mata ciliar e algumas poucas propriedades irrigadas apresentam valores elevados de NDVI. A **Figura 8** apresenta o resultado de NDVI para as duas cenas.

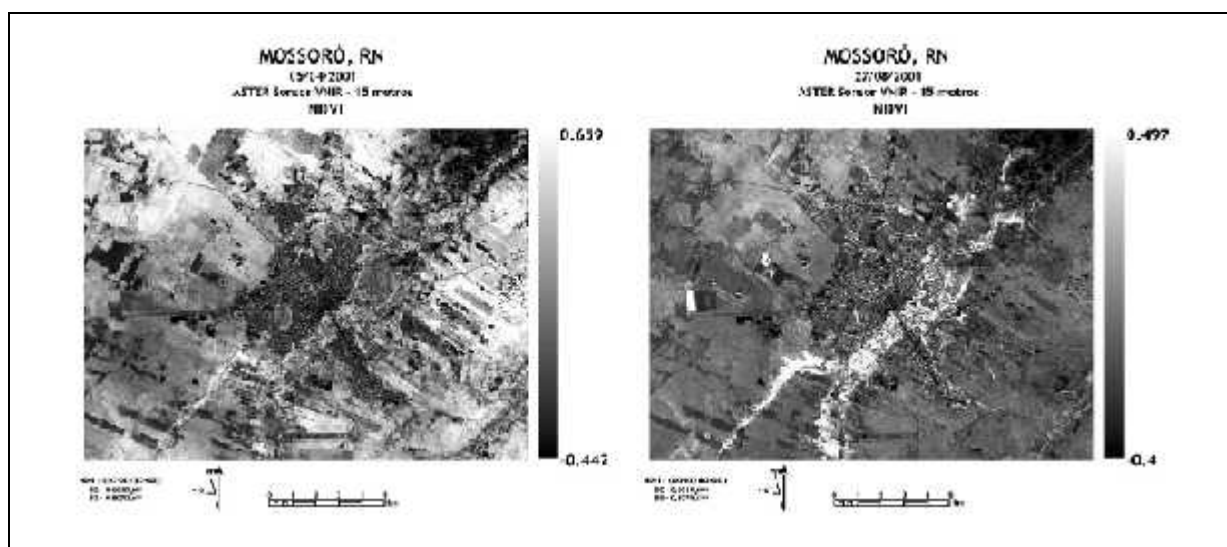


Figura 8 - Resultado de NDVI para as cenas de 05/04 e 27/08 respectivamente.

5. Variação Sazonal da Temperatura de Superfície

Para se trabalhar com as imagens AST08 é necessária a conversão dos dados de 12 bits para graus Kelvin e esse procedimento foi realizado no Envi 4.0, por meio do módulo *band math*

multiplicando as imagens por 0,1, fator de conversão apresentado no site do produto (http://lpdaac.usgs.gov/aster/ast_08.asp).

Após essa conversão os dados em graus Kelvin foram transformados em graus Celsius, utilizando-se o mesmo módulo de cálculo. A partir desta transformação de unidade realizou-se o fatiamento das duas cenas em 8 classes de temperatura de superfície.

Para a cena do dia 05/04 a variação de temperatura de superfície encontrada foi de 27,65° a 49,75°C, representando uma amplitude térmica de 22,1°C. Nota-se ao analisar a **Figura 9** que a área urbana e algumas manchas de solo exposto são responsáveis pelos maiores valores de temperatura de superfície.

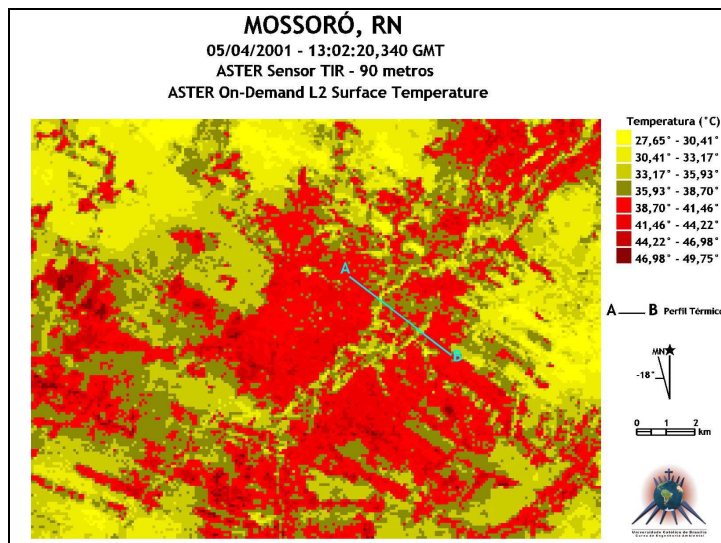


Figura 9 - Temperatura de superfície em 05/04/01.

Para a cena de 27/08 a variação de temperatura de superfície encontrada foi de 26,35° a 51,45°C, com amplitude térmica de 25,1°C, três graus a mais que em 05/04. Ao se fatiar a imagem em oito classes percebe-se que apenas a área do rio e da mata ciliar e as mesmas áreas irrigadas apresentam temperaturas mais baixas, mostrando que o efeito da estiagem sobre a vegetação de caatinga reduz a atividade fotossintética e diminui os efeitos amenizadores de temperatura da evapotranspiração. A imagem de temperatura de superfície de 27/08 pode ser vista na **Figura 10**.

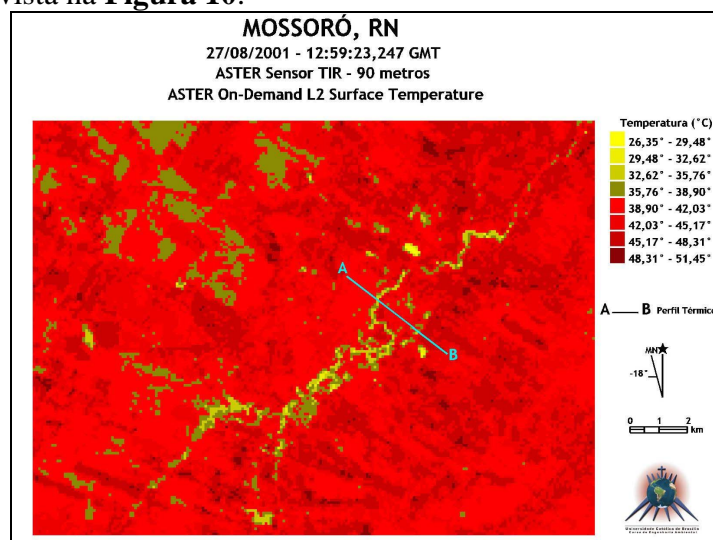


Figura 10 - Temperatura de superfície em 27/08/01.

Foram obtidos perfis térmicos representado tanto na **Figura 9** como na **10**, como perfil AB. A comparação dos perfis é apresentada na **Figura 11**. Em azul tem-se o perfil do dia 05/04 e em vermelho, de 27/08.

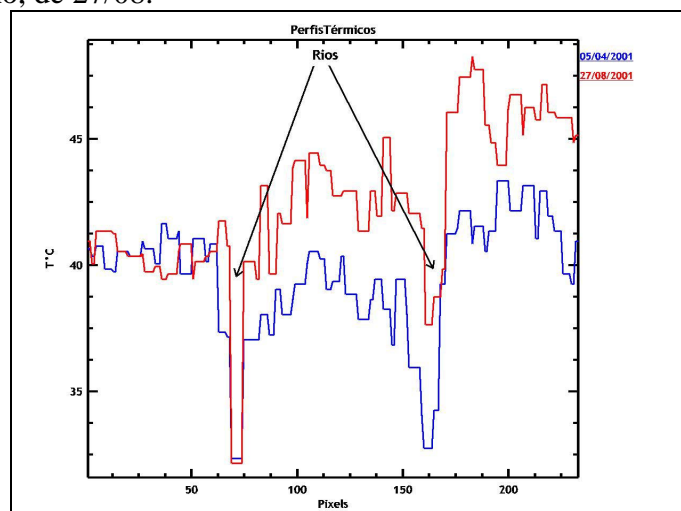


Figura 11 - Perfis térmicos para as duas cenas.

6. Conclusões

Assim como afirmaram Perez et al. (2004) a caatinga é um domínio fitogeográfico que tem uma resposta bastante eficaz à precipitação. Em Mossoró, tanto a vegetação como a temperatura de superfície refletem a sazonalidade. Nessa cidade, considerada uma das mais quentes do país, a presença de vegetação é fundamental para a manutenção da qualidade de vida.

O sensor ASTER mostrou ser uma ferramenta eficiente para este tipo de investigação numa escala de até 1:25.000, o que permite aos cientistas urbanos a utilização das geotecnologias como ferramenta eficiente de planejamento.

Tanto em seu produto bruto ou o L1B como nos produtos pré-processados sob demanda, o sistema ASTER permitiu investigar como a seca se manifesta sobre a vegetação e como a redução de atividade fotossintética aumenta o desconforto térmico.

Novos estudos devem ser incentivados no intuito de verificar e consolidar este tipo de procedimento para o planejamento urbano.

Referências

Perez, L.P.; Shimabukuro, Y.E.; Ferreira, N.J.; André, I. R. N., Dinâmica dos Principais Domínios Fitogeográficos do Nordeste Brasileiro e suas Conexões com a Pluviometria. **Geografia**, v. 29, n. 2, mai/ago 2004.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. (1955). **The Water Balance**. Publications in Climatology Vol VIII no. 1, Laboratory of Climatology, Drexel Institute of Technology, Centerton, New Jersey, 104p.