

Análise espaço-temporal do IVAS e da temperatura da superfície no município de Serra Talhada - PE

Pedro Paulo Lima Silva ¹
Célia Cristina Clemente Machado ¹
Bernardo Barbosa da Silva ¹
Josiclêda Domiciano Galvíncio ¹

¹ Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco - DCG/UFPE
Av. da Arquitetura, s/n, 6º andar - Cidade Universitária - 50740-550 - Recife - PE, Brasil
{pedropaulo.geografia, celiamachado.machado, bbdasilva.ufpe}@gmail.com,
josiclea@hotmail.com

Abstract. The main objective of this study was to analyze the spatio-temporal variability of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) and of the surface temperature in Serra Talhada, Pernambuco, Brazil, using six Landsat 5-TM images, from orbit 214 and points 65 and 66, obtained on the following dates: October 10th, 1987, October 15th, 1996, October 2nd, 1997, October 24th, 2005, November 1st, 2008, and October 6th, 2010, using the equation proposed by Huete (1988) for the SAVI and the equations that are part of the SEBAL algorithm (Surface Energy Balance Algorithm for Land). The surface temperature was, in general, homogeneous, except for the images of the years inserted in the El Niño domain, which significantly altered the surface features of the region. Through SAVI, it was possible to detect a reduction in the vegetation cover of Serra Talhada, all along the studied period. In areas where the vegetation was removed, there was an increase of the surface temperature around 2°C. In areas where no changes in vegetation cover occurred, the surface temperature was constant, with temperatures around 28°C. The values were mostly influenced by the different uses and land occupations in the city. The combined analysis of SAVI and surface temperature allowed a good analysis and preliminary detection of environmental changes in Serra Talhada.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, environmental changes, Caatinga, sensoriamento remoto, processamento de imagens, mudanças ambientais, Caatinga.

1. Introdução

Exclusivamente brasileiro, a Caatinga ocupa cerca de 11% do território nacional (844.453 km²) e é o principal ecossistema/bioma da região Nordeste (Brasil, 2012). O bioma Caatinga é típico do semiárido, apresentando um alto poder de resiliência, refletido na rápida resposta da vegetação às primeiras chuvas, que, de seca, torna-se revigorada e verde. Isso ocorre em função das adaptações evolutivas que essas espécies vegetais passaram ao longo do tempo para sobreviver em um ambiente com condições tão estressantes (Silva, K. S. T. et al., 2011).

O sensoriamento remoto permite localizar importantes fontes de informação que possibilitam um melhor entendimento do funcionamento e dos processos ecossistêmicos, assim como dos padrões de degradação que precisam ser identificados para a adoção de medidas de controle e até mesmo restauração (Silva, K. S. T. et al., 2011).

A variação espacial e temporal das condições da vegetação e da dinâmica dos ecossistemas pode ser monitorada por imagens de sensoriamento remoto (Perry Jr. & Lautenschlager, 1984; Cohen, 1991). A temperatura da superfície terrestre é outro fator obtido através de técnicas de sensoriamento remoto, largamente utilizado porque, além de importante nos monitoramentos de condições de vegetação e variabilidades bioclimáticas, fornece estimativas uniformes e dados contínuos de alta frequência espaço-temporal (Liu, 2007 apud Machado et al., 2010a).

O presente trabalho objetiva avaliar a variação espacial e temporal do Índice de Vegetação Ajustado por Solo (IVAS) e da temperatura da superfície, obtidos através de imagens Landsat 5-TM, no município de Serra Talhada, Pernambuco, bem como avaliar as

condições ambientais do referido município através da análise conjunta dos indicadores supracitados.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O município de Serra Talhada (Figura 1) está localizado na Mesorregião do Sertão Pernambucano, microrregião do Pajeú, possuindo uma área territorial de 2.979,9 km². A sede municipal encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas 07° 59' 10" S e 38° 17' 47" W (IBGE, 2012).

O município de Serra Talhada está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, com um relevo predominantemente suave-ondulado, cortado por vales estreitos e com vertentes dissecadas.

A vegetação é composta, predominantemente, por Caatinga Hiperxerófila. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm (CPRM, 2005).

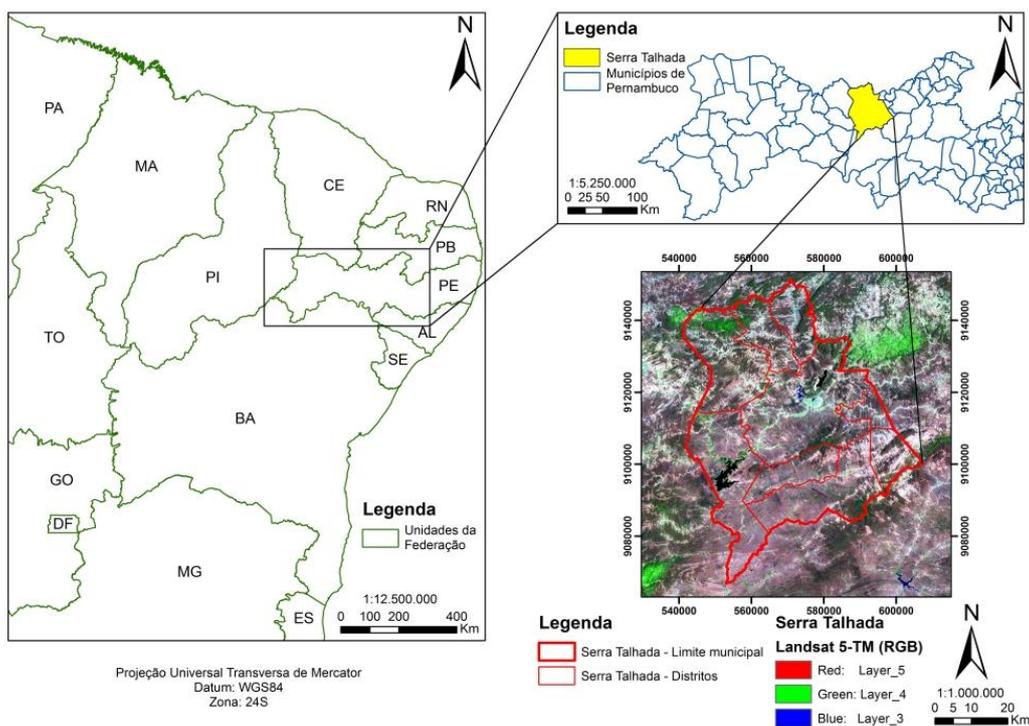


Figura 1. Localização espacial do município de Serra Talhada, Pernambuco.

2.2 Obtenção e tratamento das imagens

Para o processamento das imagens Landsat 5-TM adquiridas gratuitamente no catálogo de imagens do INPE, objetivando-se a obtenção da temperatura da superfície e do Índice de Vegetação Ajustado por Solo (IVAS), proposto por Huete (1988), foi utilizada parte das equações que compõem o algoritmo SEBAL - *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (Allen et al., 2002; Silva et al., 2005; Silva, B. B. da et al., 2011), tendo sido inseridas na ferramenta *Model Maker* do *software* ERDAS Imagine 9.3. A classificação do IVAS e da temperatura da superfície e a montagem final dos layouts foram realizadas no ArcGIS 9.3 (ambos os *softwares* são licenciados pelo Departamento de Ciências Geográficas da UFPE).

3. Resultados e Discussão

Na figura 2 encontram-se representadas as cartas de altitude e declividade, na figura 3 o mapa de uso e cobertura do solo, na figura 4 as cartas do IVAS e na figura 5 as cartas da temperatura da superfície, do município de Serra Talhada, Pernambuco.

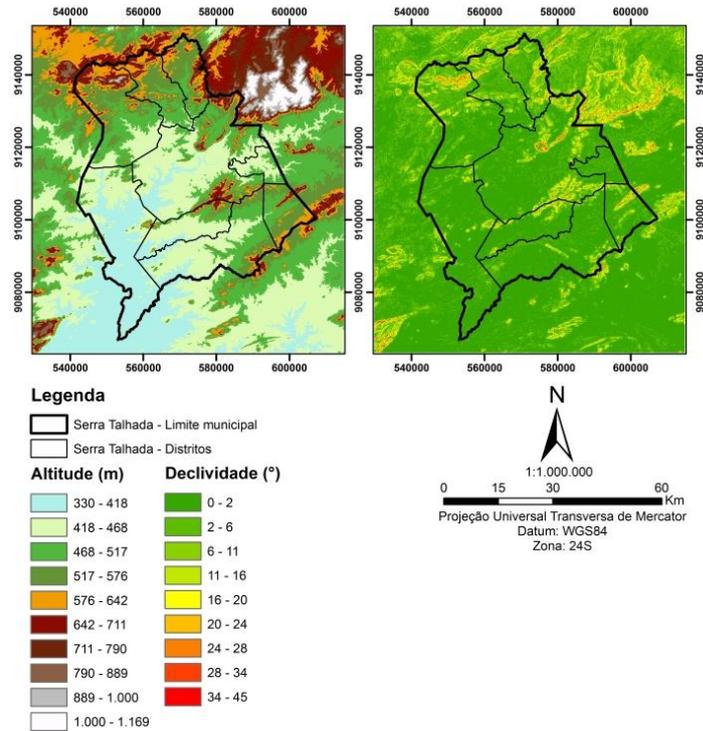
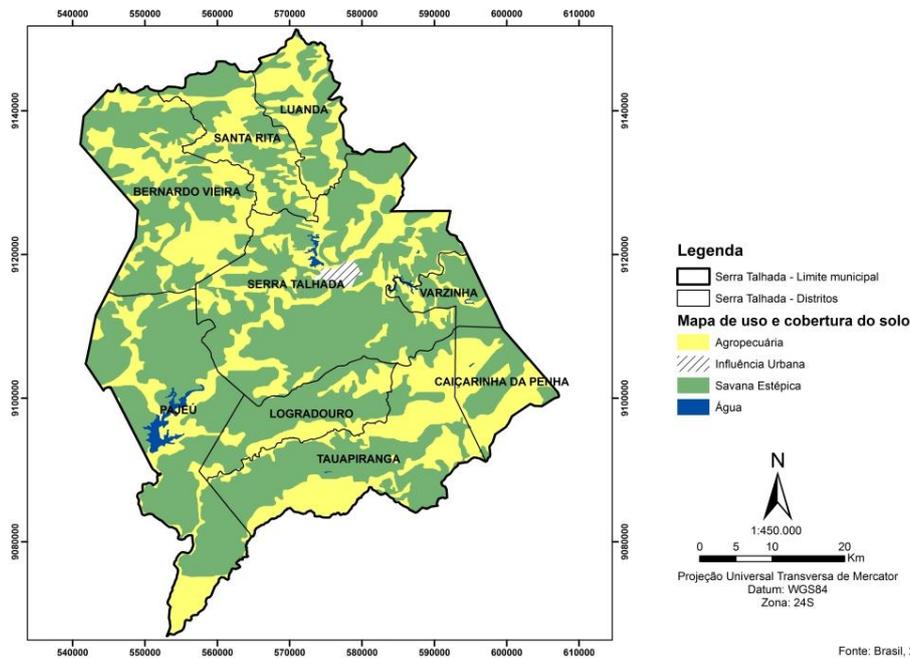


Figura 2. Altitude e declividade do município de Serra Talhada, Pernambuco.



Fonte: Brasil, 2006.

Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo do município de Serra Talhada, Pernambuco.

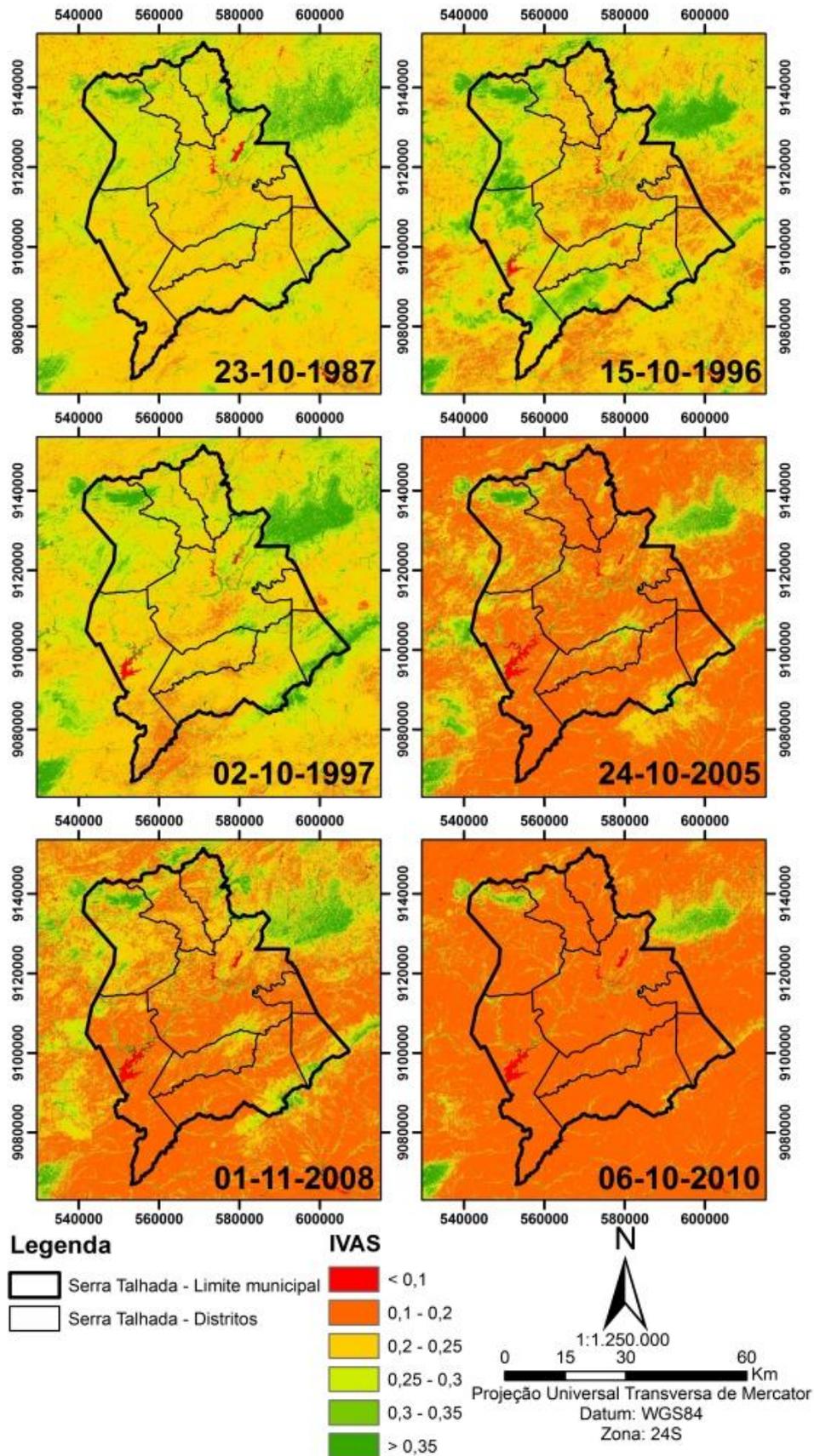


Figura 4. Índice de Vegetação Ajustado por Solo (IVAS) no município de Serra Talhada, Pernambuco.

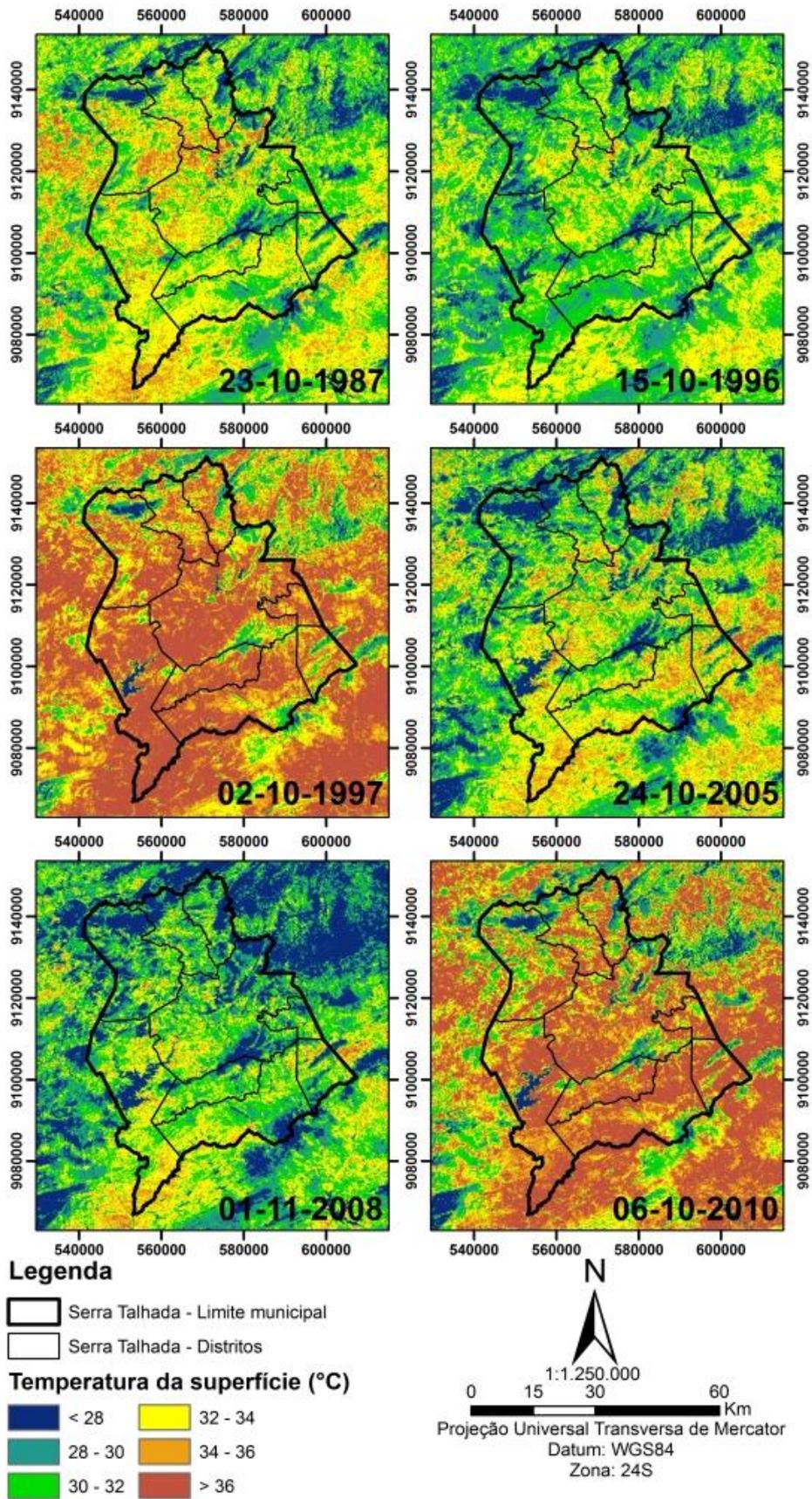


Figura 5. Temperatura da superfície no município de Serra Talhada, Pernambuco.

Através da análise das cartas do IVAS do município de Serra Talhada (Figura 4), pôde-se admitir que a classe inferior a 0,1 corresponde a corpos d'água (grandes reservatórios existentes no município). As classes com os intervalos entre 0,1 e 0,2 e 0,2 e 0,5 foram predominantes nas imagens, uma vez que foram obtidas no período de seca. Quanto mais intenso foi esse regime, mais predominantes foram esses valores, notando-se um nítido aumento das áreas ocupadas com valores de IVAS entre 0,1 e 0,2 nos anos de 2005, 2008 e 2010. Outro motivo para esse aumento foi a intensificação das áreas de solo exposto. De acordo com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 3), as classes 0,2-0,25 e 0,25-0,3 correspondem a áreas de vegetação esparsa, de porte menos denso ou de solo úmido/com vegetação rasteira. Ainda de acordo com a figura 3, as áreas que apresentaram essa característica são classificadas como Savana Estépica (Caatinga), porém de porte arbustivo. Nas imagens de 1987, 1996 e 1997 muitas áreas podem ser classificadas como tal, no entanto, nas imagens seguintes, esses valores só foram observados nas áreas de entorno às de vegetação densa. As classes que apresentam valores a partir de 0,30 em diante correspondem a áreas de vegetação densa (Caatinga arbórea), tendo apresentado um padrão de distribuição uniforme ao longo dos anos, sendo observada a norte, noroeste e sudeste do município, principalmente nas áreas de maior altitude e declividade, conforme mostra a figura 2.

A carta de temperatura da superfície (T_s) do município de Serra Talhada (Figura 5) possibilita a observação da variabilidade espacial e temporal da T_s para as datas indicadas, com diferenças que podem ser superiores a 2°C , constatadas a partir da análise das temperaturas médias de cada imagem processada. Isto pode ser decorrente, de acordo com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 3), da expansão das áreas urbanizadas, fazendo com que a temperatura local se eleve em relação às áreas circunvizinhas. Isto também se deve ao aumento do número de áreas de solo exposto, seja para uso agrícola ou para a construção civil.

Analisando-se a carta da T_s , constatou-se que as áreas que apresentam temperaturas abaixo dos 28°C correspondem a áreas de vegetação densa (Caatinga arbórea), que permanecem com folhagem mesmo no período seco. Esse mecanismo contribui na diminuição da temperatura da superfície e do ar através do efeito direto de sombreamento e da evapotranspiração. A quantidade de radiação solar que chega à superfície abaixo da copa é reduzida em áreas com vegetação densa, uma vez que parte da radiação solar incidente é absorvida pelas folhas e utilizada para fotossíntese, e outra fração é refletida de volta para a atmosfera (Santos, 2011). Também foi observado que em áreas que apresentavam corpos hídricos os valores de temperatura eram semelhantes aos encontrados em áreas de vegetação.

Em termos gerais, o distrito que apresentou ao longo dos anos a maior parte de suas áreas com valores superiores a 36°C foi o de Serra Talhada (distrito-sede), pelo fato da cidade estar inserida neste e por possuir muitas áreas de solo exposto.

É importante levar em consideração na análise dos resultados os totais diários de precipitação pluviométrica nos 10 dias pré-imageamento. A partir do levantamento e análise dos dados do posto pluviométrico do município, disponibilizados pela APAC/ITEP, constatou-se que o fator precipitação não teve aparente influência na composição das variáveis apresentadas, exceto para os anos de 1997 e 2010, que na figura 5 se destacam pelas temperaturas da superfície superiores a 36°C em grande parte do território. O ano de 1997 estava inserido no domínio do El Niño, que foi um dos mais fortes aquecimentos do Oceano Pacífico Oriental dos últimos 150 anos. Esse evento foi o responsável pela maior parte das anomalias climáticas, que aconteceram em diversas regiões da Terra. No caso do Nordeste do Brasil, determinou a redução drástica da precipitação da estação chuvosa do referido ano (Teracines, 2000), resultando num solo com baixa disponibilidade hídrica, vegetação com estresse hídrico e em grande parte sem folhas (Machado et al., 2010b), justificando os baixos valores apresentados pelo IVAS para tal imagem. Devido à redução da folhagem da vegetação

resultante da seca e ao estresse hídrico do solo, ocorre pequeno gasto de energia sob a forma de evapotranspiração. Dessa forma, uma maior quantidade de radiação atinge diretamente o solo e a energia que seria utilizada nos processos de evapotranspiração são usados nos processos de aquecimento do solo e do ar. O ano de 2010 também foi ano de El Niño (Kim et al., 2012), apresentando as mesmas características meteorológicas e suas devidas consequências observadas no ano de 1997.

4. Conclusões

A temperatura da superfície no município de Serra Talhada, de um modo geral, permaneceu homogênea, excetuando-se as imagens dos anos que estavam inseridos no domínio do El Niño, que alterou significativamente as características superficiais da região. As maiores temperaturas observadas em Serra Talhada foram encontradas no distrito-sede (mais urbanizado) e nas áreas circunvizinhas (de solo exposto e Caatinga esparsa).

Constatou-se, ainda, uma diminuição da cobertura vegetal do município, explicitada pelo IVAS. Tal diminuição mostrou-se sucessiva ao longo do período estudado. Nas áreas onde a vegetação foi suprimida, houve um aumento da Ts em torno de 2°C. Nas áreas que não houve mudanças na cobertura vegetal, como observado a noroeste do município, a Ts mostrou-se constante, com temperaturas em torno dos 28°C.

As alterações do uso e ocupação do solo do município, entre 1987 e 2010, principalmente a redução da vegetação nativa em detrimento das áreas para agricultura e pecuária, bem como o aumento das áreas urbanizadas/impermeabilizadas, refletiram de maneira significativa nos valores apresentados pelas cartas do IVAS.

A análise conjunta do IVAS e da temperatura da superfície permitiu uma boa análise e detecção preliminar das mudanças ambientais no município de Serra Talhada.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro a pesquisa realizada através da rede PELD SerCaatinga (processo nº 558074/2009-0), da concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, de doutorado ao segundo autor e de produtividade em pesquisa ao terceiro. Ao INPE pela disponibilização das imagens de satélite e a APAC/ITEP pela disponibilização dos dados meteorológicos utilizados no trabalho.

Referências Bibliográficas

Allen, R.; Tasumi, M.; Trezza, R.; Waters, R.; Bastiaanssen, W. **SEBAL – Surface Energy Balance Algorithms for Land**: Idaho Implementation. Advanced Training and Users Manual, version 1.0, 98 p., 2002.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Ecológica Brasileira (PROBIO). **Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do bioma Caatinga**: Relatório final. MMA: Brasília, 2006. 19 p.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=203>>. Acesso em: 06 fev. 2012.

Cohen, W. B. Response of Vegetation Indexes to Changes in 3 Measures of Leaf Water-Stress. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 57, n. 2, p. 195-202, 1991.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Serra Talhada, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 32 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de dados Cidades@. **Serra Talhada, Pernambuco**: Histórico. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/historicos_cidades/historico_conteudo.php?codmun=261390>. Acesso em: 16 nov. 2012.

Kim, H. J.; Hyeong, K.; Yoo, C. M.; Khim, B. K.; Kim, K. H.; Son, J. W.; Kug, J. S.; Park, J. Y.; Kim, D. Impact of strong El Niño events (1997/98 and 2009/10) on sinking particle fluxes in the 10°N thermocline ridge area of the northeastern equatorial Pacific. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 67, p. 111-120, 2012.

Huete, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**, v. 4, n. 4, p. 367-376, 1988.

Liu, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007.

Machado, C. C. C.; Galvêncio, J. D.; Pereira, E. C. G. **Utilização do IVAS e da temperatura da superfície para análise multitemporal das mudanças ambientais no Parque Natural da Serra da Estrela (Portugal)**. In: VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Actas do VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 2010a.

Machado, C. C. C.; Galvêncio, J. D.; Oliveira, T. H. **Estimativa dos valores de Saldo de Radiação e de Fluxo de Calor no Solo no município de São José do Sabugi – PB (Brasil), utilizando o algoritmo SEBAL**. In: VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Actas do VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 2010b.

Perry Jr., C. R.; Lautenschlager, L. F. Functional equivalence of spectral vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 14, n. 1-3, p. 169-182, 1984.

Santos, T. O. **Identificação de ilhas de calor em Recife-PE por meio de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície**. 2011. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, 2011.

Silva, B. B. da; Lopes, G. M.; Azevedo, P. V. de. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 - TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005.

Silva, B. B. da; Braga, A. C.; Braga, C. C. Balanço de radiação no Perímetro Irrigado São Gonçalo - PB mediante imagens orbitais. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 145-152, 2011.

Silva, K. S. T.; Lima, A.; Almeida, A. M. Estudo da sazonalidade da Caatinga com dados do sensor MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1881-1887. 1 DVD. ISBN: 978-85-17-00057-7

Teracines, E. B. **Impactos Econômicos do El Niño 97/98 na Produção Agrícola Brasileira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro: SBMet, 2000. 1 CD-ROM.