



ANÁLISE DAS MUDANÇAS AMBIENTAIS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB UTILIZANDO TÉCNICA DE DETECÇÃO DE MUDANÇA

Elânia Daniele Silva Araújo
Universidade Federal da Paraíba

Janaína Barbosa da Silva
Universidade Federal de Campina Grande

Célia Cristina Clemente Machado
Universidade Federal de Pernambuco

Resumo

Atualmente cerca de 80% da população brasileira vive em área urbana distribuída de forma fragmentada, desencadeando degradação ambiental e desigualdade social. Muitas cidades brasileiras sofrem de intensa urbanização, Campina Grande, por exemplo, é uma cidade de porte médio que experimentou um crescimento desordenado, desde o tempo do comércio de algodão e, como qualquer cidade de grande ou médio porte, sofre alterações em seu espaço. Portanto, este estudo teve por objetivo identificar as mudanças ambientais na área urbana de Campina Grande através de técnicas de sensoriamento remoto. Foram utilizados os satélites Landsat 5 e 8 e imagens dos anos de 1995, 2007 e 2014, para a identificação do aumento ou da perda de vegetação, a partir da técnica de detecção de mudança. As perdas de vegetação foram reconhecidas em toda a área urbana. Portanto, Campina Grande mostra um padrão de tendência: o crescimento urbano não planejado é responsável por mudanças no ambiente físico e na forma e estrutura espacial da cidade, o que reflete sobre as pessoas e sua qualidade de vida.

Palavras-chave: Imagem de Satélite; urbanização; cobertura vegetal.

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE CITY OF CAMPINA GRANDE-PB USING THE DETECTION TECHNIQUE OF CHANGE

Abstract

Nowadays, 80% of Brazilian population lives in urban areas in a fragmented manner, causing environmental degradation and social inequality. Many Brazilian cities endure intense urbanization, like Campina Grande, for instance, is a medium-

sized town that experienced an uncontrolled growth since the time of the cotton trade and like any large or medium-sized city, it undergoes changes in its space. Therefore, this study aimed to identify the environmental changes that occurred in Campina Grande through remote sensing techniques. Spectral images from Landsat 5 and 8 satellites and the years 1995, 2007 and 2014 were used in order to detect vegetation losses, using the change detection technique. Vegetation losses were perceived in all Campina Grande urban area. So, the city showed a tendency pattern: non-planned urban growth causes changes in the physical environment and in the spatial structure of the city, which reflects in people quality of life.

Keywords: Satellite image; urbanization; vegetation cover.

INTRODUÇÃO

Segundo o United Nations Population Prospect (UNPP,2008) em 2007, a quantidade de residentes urbanos ultrapassou a população rural, pela primeira vez na história e se espera- que até 2030, 66% da população mundial viva nas cidades. Esse adensamento populacional eleva o consumo de energia, aumenta o número de edificações, de veículos em circulação e de superfícies asfaltadas, causando uma alteração no microclima urbano. Atualmente, cerca de 80% da população brasileira vive em área urbana distribuída de forma fragmentada, provocando degradação ambiental e desigualdade social (SEO et al, 2011).

Nos últimos anos, a discussão no cenário global esteve voltada à preocupação com o meio ambiente, mais precisamente com o uso desordenado e incorreto dos recursos naturais e a intensificação da urbanização (ALBUQUERQUE, 2012; ARAÚJO et al., 2013). O Brasil é um dos países emergentes que mais sofrem mudanças em seu espaço urbano, essas influenciam o aumento de fenômenos climáticos que são típicos de centros urbanos (TRINDADE et al., 2010). A modificação do uso e cobertura da superfície tem acelerado inúmeras alterações em variáveis meteorológicas como, por exemplo, a temperatura (COLTRI et al., 2009).

Para identificação dessas mudanças na atmosfera local das cidades, tem-se como grande aliado o Sensoriamento Remoto e suas variadas técnicas, que possibilitam uma série de monitoramentos, a partir de análises com imagens de satélites, como exemplo é possível citar a análise espaço temporal da vegetação (DIAS e MOURA, 2014; SILVA, 2012; TOTTRUP e RASMUSSEN, 2003), detecção de mudanças ocorridas através do parâmetro escolhido, seja temperatura da superfície, índice de vegetação por diferença normalizada-IVDN, saldo de radiação (MACHADO, 2014; MAS, 1999; MENKE et al., 2009), temperatura a superfície a partir do infravermelho termal, para identificação de mudanças climáticas e Ilhas de Calor urbanas (ANDRADE, 2007; ORTIZ e AMORIM, 2011; VALLADARES et al., 2005), dentre outros.

Levando em consideração Campina Grande como uma cidade de porte médio que experimentou um crescimento desordenado, desde o tempo do comércio de algodão e vem passando por inúmeras transformações no que diz respeito a sua

paisagem, objetivou-se analisar espaço-temporalmente a cobertura vegetal de sua área urbana, utilizando a técnica de Detecção de Mudança e imagens dos satélites Landsat 5 e 8, a fim de identificar as mudanças ocorridas mediante ao aumento ou perda de vegetação. A análise através da técnica de Detecção de Mudanças caracteriza esse estudo como pioneiro para a área em análise.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O município de Campina Grande possui uma área de 594,182km², está situado a uma altitude de aproximadamente 550m acima do nível do mar, na região oriental do Planalto da Borborema, distante 130km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, caracterizando-se como a segunda maior cidade do estado e a economicamente mais dinâmica do interior (Figura 1).

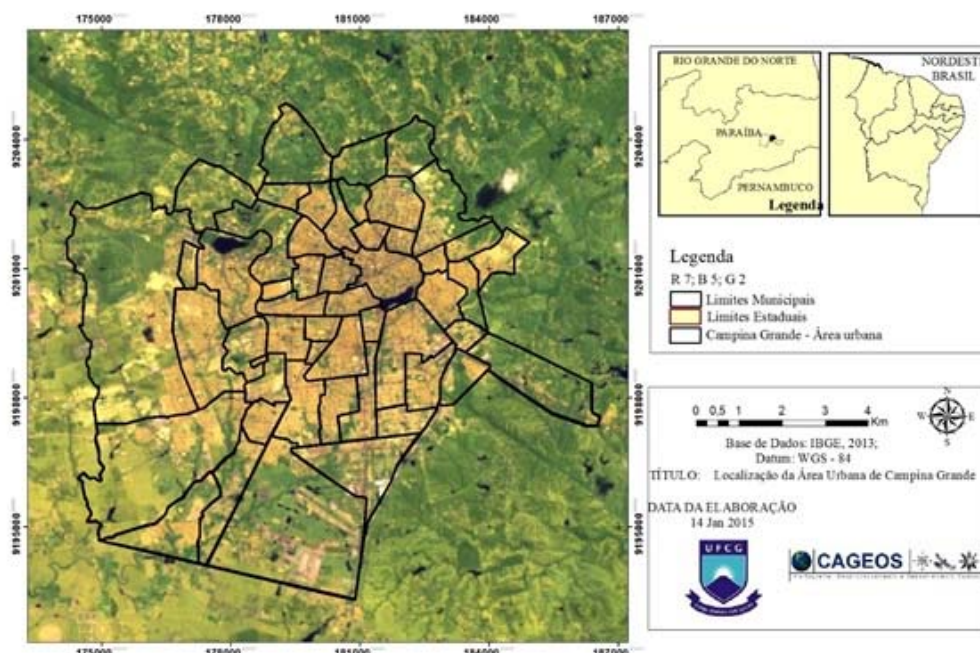


Figura 1. Localização da área de Estudo

Fonte: A autora

Processamento digital das imagens de satélite

Foram selecionados os dados dos sensores TM e OLI, satélites *Landsat* 5 e 8 respectivamente, devido ao equilíbrio vantajoso entre suas resoluções, espacial, espectral e temporal para estudos ambientais, além de sua extensa coleção de dados.

Deste modo, foram adquiridas três imagens, de órbita e ponto 214-65, com data de passagem em 11 de julho de 1995, 29 agosto de 2007, e 26 de abril de 2014. Optou-se pelo período chuvoso de forma a garantir o maior adensamento foliar do dossel e, portanto, facilitando a distinção da vegetação dos outros alvos da superfície, porém, para a imagem de 2014, utilizou-se o mês de abril, visto que a imagem do período chuvoso para esse ano possuía parte de sua área coberta por nuvens, impossibilitando o seu uso para cálculo da porcentagem (%) da área alterada. O fato de abril ser considerado um mês do período seco, não influenciou na análise, pois está inserido no período que é classificado como pré-estação chuvosa, desse modo constatou-se que cinco dias antes houve precipitação de 16 mm na área, o que conservou a vegetação verde para a identificação por satélite (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, 2015).

As imagens tiveram as informações presentes em suas bandas 3 e 4 (TM) e 4 e 5 (OLI) que correspondem as faixas do vermelho (R), infravermelho próximo (IR), respectivamente empilhadas. Vale ressaltar que as imagens adquiridas pelo site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) já são ortorretificadas. Foram recortadas conforme a delimitação territorial da área de estudo a partir da *shapefile* da área urbana e em seguida reprojetaadas, utilizando o *software* Erdas 10°, licenciado para Laboratório de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CADIGEOS) dos cursos de pós-graduação do Centro de Humanidades da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Landsat 5

O processamento consistiu na calibração radiométrica proposta por Markham & Baker (1987), que pode ser efetuada através da fórmula a seguir (Equação 1):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

em que a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima; ND é a intensidade do pixel (número digital – número inteiro de 0 a 255); e i corresponde as bandas (1, 2, ... e 7) do satélite *Landsat5* - TM.

Em sequência foi feita a razão entre o fluxo da radiação solar refletida e o fluxo de radiação solar incidente segundo equação indicada por Bastiaanssen et al. (1995); Allen et al. (2002) e; Silva et al. (2005) denominada de cômputo da reflectância, obtido através da seguinte fórmula (Equação 2):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

onde L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_o) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

Landsat 8

Para o processamento das imagens do sensor OLI, não é necessária a calibração radiométrica, a menos que queira trabalhar com a faixa termal, levando em consideração que esse não é objetivo do trabalho, tal procedimento foi descartado prosseguindo com o cálculo da reflectância, que pode ser obtido a partir da seguinte fórmula (Equação 4) disponibilizada também pelo USGS (2015):

$$\rho\lambda' = \frac{(M_p * Q_{cal} + A_p)}{\cos Z} \quad (3)$$

onde: $\rho\lambda'$ = refletância planetária, sem correção para o ângulo solar. M_p é o fator multiplicativo (disponível no meta dados), A_p é o fator aditivo (disponível no meta dados) e Q_{cal} = valores de pixel calibrados do produto padrão Quantized (DN).

Detecção de mudanças

A Detecção de Mudanças é uma técnica usada a partir da ferramenta *Change Detection* do Erdas 10^o, esta permite calcular a diferença entre duas imagens, sendo uma mais antiga e uma mais recente, para tanto são geradas outras duas imagens, uma referente a diferença entre elas e outra das mudanças realçadas. A imagem da diferença é de banda única, gerada em escalas de cinza e apresenta dados contínuos que resultam da subtração entre essas. Esta foi desconsiderada para a área em análise.

A segunda imagem gerada, apresenta cinco categorias: (a) forte diminuição, (b) moderada diminuição, (c) sem alteração, (d) moderado aumento e (e) forte aumento. As classes foram definidas através do cálculo da porcentagem (10%) em relação aos valores máximo e mínimo encontrados na imagem da diferença. A técnica Detecção de Mudanças exige um parâmetro para a interpretação dos dados, para que a partir dele seja definido, quais tipos de mudanças ocorreram na área em estudo. Nesse caso o parâmetro escolhido foi o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – IVDN (*Normalized Difference Vegetation Index – NDVI*), que permitiu a identificação das mudanças pautadas no aumento ou diminuição da vegetação, possibilitando a identificação do aumento das áreas construídas ou desmatadas.

O IVDN é obtido por meio da razão entre a diferença das refletividades das bandas do Infravermelho próximo (ρ_{iv}) e do vermelho (ρ_v), pela soma das mesmas, de acordo com a seguinte fórmula (Equação 4) descrita por Rouse et al. (1973):

$$IVDN = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (4)$$

Após o cálculo do IVDN, procedeu-se a Detecção de Mudanças, e com a imagem das mudanças realçadas foi possível identificar as mudanças alterações a partir dos valores de aumento e diminuição. Para quantificação das classes e montagem do

layout final foi utilizado o *software* ArcGis 2010, também licenciado para o CADIGEOS. O software permitiu a quantificação dos pixels e posterior cálculo da área (km²) ocupada por cada classe.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao aplicar a técnica de Detecção de Mudanças para Campina Grande no intervalo de 1995-2007, identificou-se a perda de vegetação em todo perímetro urbano, com exceção dos bairros Cuités, Jardim Continental e Louzeiro ao norte; Velame ao Sul e Serrotão ao oeste (Figura 2: pontos 1, 2, 3, 4 e 5) que apresentaram Forte Aumento.

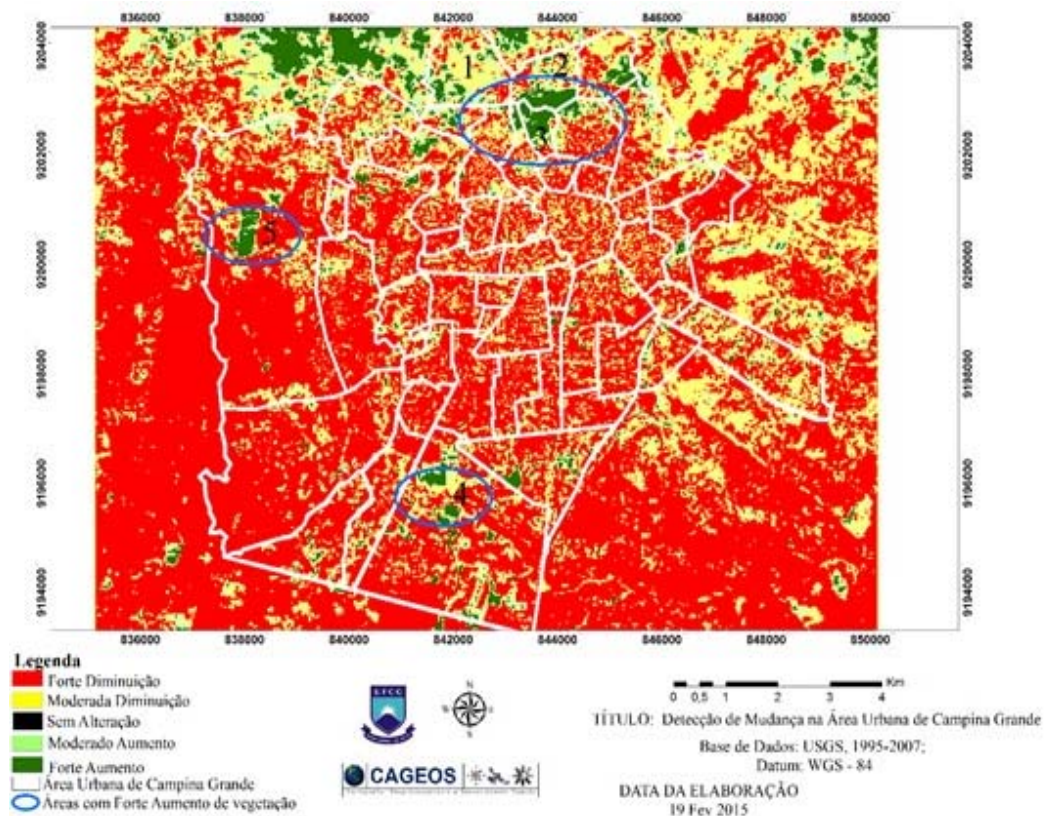


Figura 2. Detecção de Mudanças da área urbana de Campina Grande (1995 – 2007).
 Fonte: A autora

A classe Forte Diminuição da vegetação representa uma área de 59,18 km² (60,39%) da área urbana de Campina Grande e a Moderada Diminuição representa 26,8 km² (27,35%), resultando em uma perda total de 85,98 km². Por sua vez, a classe Forte Aumento ocupa 4,75 km² (4,84%) e a de Moderado Aumento 7,27 km² (7,42%), representando um total de 11,27 km² (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação das classes (1995 – 2007)

Classes	1995-2007	
	km ²	%
Forte Diminuição	59,18	60,39
Moderada Diminuição	26,80	27,35
Sem Alteração	0,00	0,00
Moderado Aumento	7,27	7,42
Forte Aumento	4,75	4,84
Saldo negativo	73,96 km ²	

Fonte: A autora

A perda total da vegetação no perímetro urbano de Campina Grande, entre 1995 e 2007, foi de 73,96 km². Esta perda pode ser explicada como reflexo do seu crescimento populacional, que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015) no ano de 1995 era de 343.196 hab. e em 2007 passou a 371.060 hab, apresentando para o período um incremento populacional de 8,12% em 12 anos. Tal fenômeno é refletido no aumento da demanda por habitações e construções diversas e conseqüente redução das áreas vegetadas.

Em vários países a substituição de áreas vegetadas por áreas construídas tem se tornado algo frequente. Modi et al (2014), utilizando imagens de 2004 e 2009 e a Técnica de Detecção de Mudanças, constataram às margens do Rio Kosi em Biher na Índia, uma redução de 8 km² da vegetação nativa. Em 2004, as áreas construídas perfaziam 32,2 km² e em 2009 passaram a ser de 120,06 km², substituindo áreas ocupadas anteriormente por agropecuária e corpos de água.

No Brasil, condição semelhante de perda da vegetação foi identificada no município de Capixaba do Estado do Acre, pelo mesmo método, utilizando imagens de 2000 e 2008 (PANTOJA et al., 2009). Os autores constataram que embora 84% da área não houvesse apresentado alterações, os outros 16% representaram forte perda da vegetação, contudo não por aumento das áreas urbanas ou construídas, mas por abertura de pastos, agricultura e exploração madeireira.

Na análise comparativa entre as imagens de 2007 e 2014, identificou-se o mesmo padrão da Detecção de Mudança 1995-2007, ou seja, predominaram as classes referente as perdas da vegetação. No qual a classe Forte Diminuição predominou nos bairros Cuités, Jardim Continental e Louzeiro ao norte, Serrotão e Três Irmãs a oeste. A Moderada Diminuição foi melhor identificada no bairro Velame ao sul. A classe Sem Alteração permanece inalterada, enquanto a Moderado Aumento foi identificada no bairro Centro e proximidades e o Forte Aumento se apresenta a partir da concentração de uma área vegetada ao Centro do bairro do Velame (Figura 3 pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

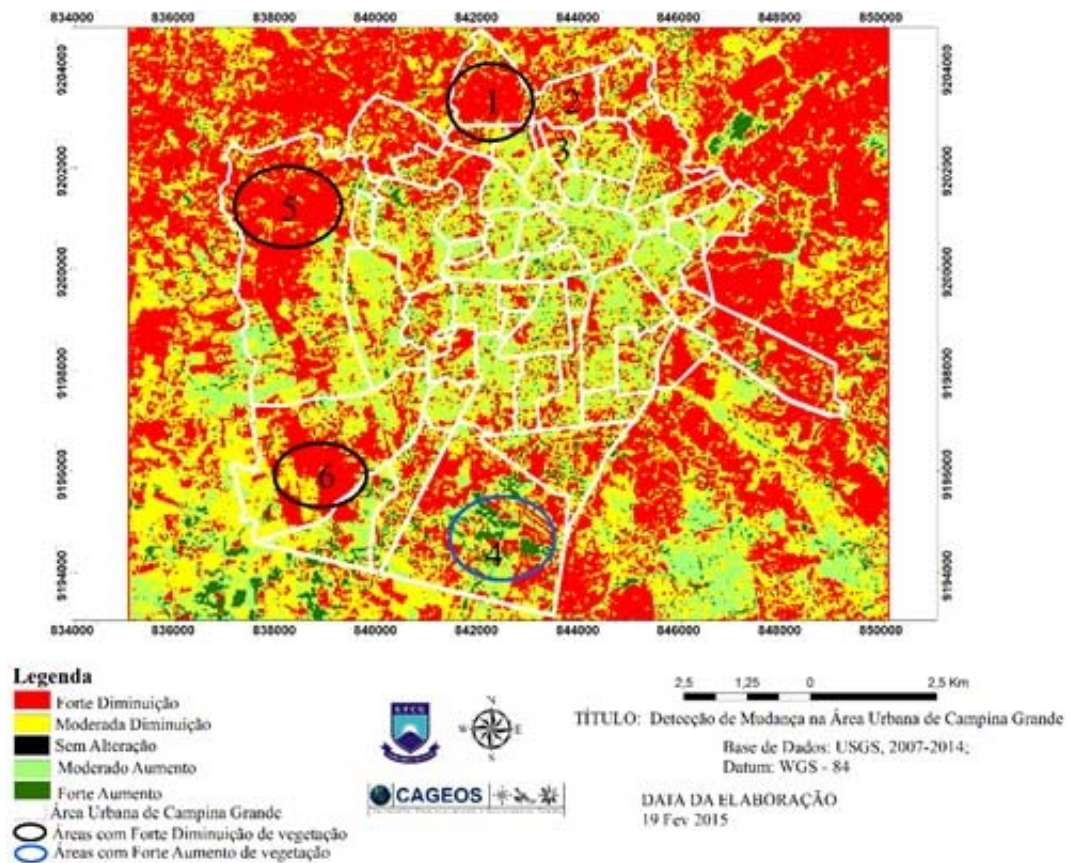


Figura 3. Detecção de Mudanças da área urbana de Campina Grande (2007 – 2014).
 Fonte: A Autora

Quanto a representação da redução ou do aumento da vegetação em valores de área e percentagem, identificou-se que a classe Forte Diminuição foi quantificada em 32,37 km² (39,02%), Moderada Diminuição com 28,90km² (34,89%) e perda total de 61,27km². O ganho de vegetação com a classe Moderado Aumento foi de 17,92km² (21,70%) e Forte Aumento com 3,63 km² (4,39%) num total de 26,09km². No geral identificou-se perda da vegetação em 35,18km² (Tabela 2).

Tabela 2. Quantificação das classes (2007 - 2014).

Classes	2007- 2014	
	km ²	%
Forte Diminuição	32,37	39,02
Moderada Diminuição	28,90	34,89
Sem Alteração	0,00	0,00
Moderado Aumento	17,92	21,70
Forte Aumento	3,63	4,39
Saldo negativo		35,18km ²

Fonte: A Autora

Para esse intervalo de análise, identificou-se a redução das classes de perda da vegetação, mas não foi suficiente para suprir o saldo negativo que foi contabilizado em 35,18 km², mesmo apresentando ganho das áreas vegetadas.

As perdas de áreas vegetadas não decorrem exclusivamente do crescimento populacional e consequente demanda por áreas construídas, essas podem ser atreladas ao corte de lenha, a substituição pela agricultura, dentre outros. Machado (2014) ao analisar a vegetação do Parque Nacional do Catimbau em Pernambuco, utilizando a mesma técnica, constatou que a Caatinga de porte arbóreo fechado que em 1990 ocupava cerca de 85% do parque e em 2010 foi reduzida a 12% em contrapartida houve um aumento da vegetação de porte arbustivo aberto de 1,4% (1990) para 22,6% (2010). Já a vegetação arbustiva fechada era de 13,03% (1990) passou a 43,4% (2010). De acordo com a autora, a substituição da vegetação foi proveniente do corte de lenha e criação de pasto para o gado.

Ao analisar o maior intervalo 1995 e 2014, considerando as mudanças ocorridas para Campina Grande, percebeu-se a perda de vegetação predominando por todo perímetro urbano. A classe Forte Diminuição foi a que prevaleceu, principalmente nas áreas periféricas, enquanto a Moderada Diminuição ficou concentrada no Centro e seu entorno. A classe Moderado Aumento borda as áreas relativas a classe de Forte Aumento (Figura 4).

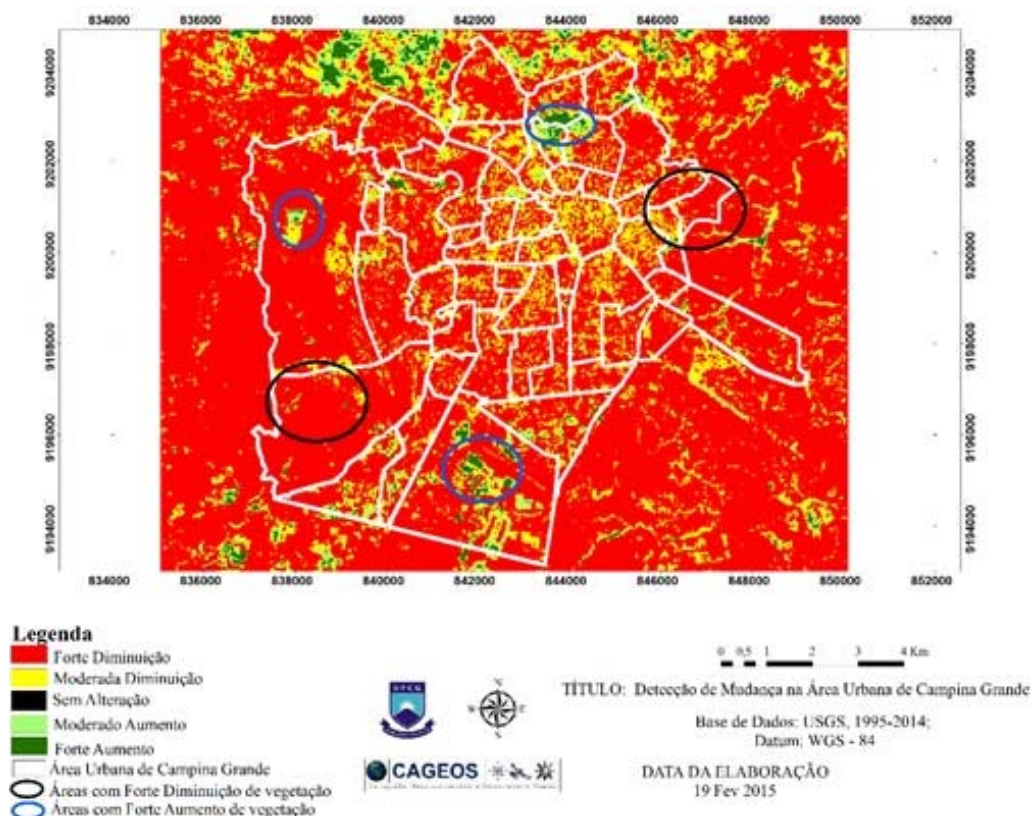


Figura 4. Detecção de Mudanças da área urbana de Campina Grande (1995 – 2014).

Fonte: A Autora

A comprovação do aumento das áreas construídas quando da análise do maior intervalo 1995 e 2014, foi realizada também utilizando imagem do *Google Earth* de 29-05-2014 (Figura 5).



Figura 5. Representação de perda (seta preta) e ganho (seta azul) de vegetação utilizando imagem do *Google Earth*.

Fonte: Google Earth, 2015.

Após a quantificação identificou-se perda de vegetação de 78,31 km², onde para a classe Forte Diminuição foi de 62,57 km² (75,54%) e Moderada Diminuição de 15,74 km² (19%). Para o ganho de vegetação identificou-se que as classes Moderado Aumento com 3,10 km² (3,74 %) e Forte Aumento com 1,41 km² (1,72 %) totalizam 4,51km e saldo negativo de 73,80km² (Tabela 3).

Tabela 3. Quantificação das classes (1995 - 2014)

Classes	1995-2014	
	km ²	%
Forte Diminuição	62,57	75,54
Moderada Diminuição	15,74	19,00
Sem Alteração	0,00	0,00
Moderado Aumento	3,10	3,74
Forte Aumento	1,41	1,72
Saldo negativo		73,80km ²

Fonte: A Autora

Em Vedāranniyan no estado TamilNadu na Índia, houve uma redução de 10% da vegetação e um aumento das áreas urbanizadas entre os anos de 1998 e 2008, contudo, o aumento da área urbana não foi contabilizado (PROBAHARAN et al., 2010). No Distrito de Kolar em Karnataka também na Índia, constatou-se a supressão da vegetação (2%) em detrimento do aumento das plantações agrícolas (4%), urbanização (4%) e solo exposto (3%) durante os anos de 1998 à 2002 (RAMACHANDRA & KUMA, 2004).

Analisando os intervalos 1995-2007, 2007-2014 e 1995-2014, identificou-se que apesar da identificação de ganho de vegetação no segundo intervalo, manteve-se um saldo negativo (Tabela 4).

Tabela 4. Situação do saldo entre ganho e perda de vegetação em km²

Intervalos	Situação	Valor (km ²)
1995-2007	Saldo negativo	73,96
2007-2014	Saldo positivo	35,18
1995-2014	Saldo negativo	73,80

Fonte: A Autora

A perda da vegetação na Cidade de Campina Grande ocorre em detrimento da urbanização como reflexo do crescimento populacional no intervalo analisado de 19 anos (1995-2014). O contingente populacional apresentou aumento de 59.716 mil habitantes e a densidade demográfica atual é de 648,31 hab/km² (IBGE, 2015), a demanda habitacional consequentemente também aumenta, acarretando na construção de vários conjuntos habitacionais, principalmente na parte sudoeste da cidade (Figuras 6a e 6b).



Figura 6. (a) Bairro Três Irmãs em 2005 e (b) Bairro Três Irmãs em 2014.
Fonte: Google Earth, 2018.

A retirada da cobertura vegetal em detrimento das áreas construídas acarreta uma série de problemas para a área urbana, interferindo no processo de absorção e escoamento das águas pluviais devido a impermeabilidade dessas áreas. Quanto a função ecológica da vegetação, quando distribuídas ao longo das ruas, avenidas e

praças podem converter esses locais em importantes ambientes que servem para abrigo, descanso, bem como fonte de alimentação para as aves silvestres. Mas um dos seus principais benefícios diz respeito a melhoria microclimática minimizando as altas temperaturas permitindo um maior conforto térmico, bem como a amenização da poluição atmosférica (AMORIM, 2001; GREY e DENEKE, 1978; LIRA FILHO e MEDEIROS, 2006; MURRAY, 1998;).

Já foi constatado um aumento da temperatura no período de 1995 e 2014 em várias áreas da cidade, das quais duas foram classificadas como ilhas de calor localizadas no Centro e no Distrito Industrial e duas como áreas susceptíveis a criação de ilhas de calor, localizadas na parte sudoeste da cidade. Segundo os autores esse aumento da temperatura foi causado pela intensa urbanização da cidade, bem como pela substituição da vegetação local pela construção civil, nessa área cresceram consideravelmente os investimentos habitacionais (ARAÚJO, et al. 2016).

CONCLUSÕES

A técnica de detecção de mudança utilizando o IVDN como parâmetro, mostrou resultado satisfatório, pois foi identificado a partir da validação dos resultados houve a diminuição da vegetação para a cidade de Campina Grande. Essa perda, com redução para todos os intervalos de análise, pode ser entendida como reflexo, principalmente, da expansão da área urbana e crescimento populacional.

A Cidade de Campina Grande reflete uma condição padrão: o crescimento não planejado, baseado na retirada da cobertura vegetal, provoca degradação ambiental, alterações no microclima urbano, desconforto térmico e, conseqüente diminuição da qualidade de vida de seus habitantes. Dessa forma, sugerem-se medidas para aumentar a quantidade de áreas verdes, a partir da arborização, tomadas com sucesso em diversos países, com intuito de melhorar a qualidade de vida nos espaços urbanos.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Pluviometria mensal da cidade de Campina Grande**, 2015.

ALBUQUERQUE, Marcos Machado de. **Relação entre uso e ocupação do Solo e variáveis climáticas: Estudo em Bairros da Cidade de Teresina, Piauí**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí-Teresina.

ALLEN, R., B.; W.G.M., Waters, R., Tasumi, M., Trezza, R. Algorithms Surface Energy Balance for Land (SEBAL). **Idaho Implementation – Advanced Training Manual and Users**, v. 1, 2002.

AMORIM, M. C. C. T. Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente. **SPÓSITO, Maria. EB Textos e Contextos para a Leitura Geográfica de uma Cidade Média. Presidente Prudente: Programa de Pós-Graduação em Geografia. FCT/UNESP GASPERR, 2001.**

ANDRADE, Leidiane do Livramento; SOUZA, Leticia Helena de; SAKURAGI, Jójhy; CASTRO, Ruy Morgado de. **Estudo de ilhas de calor na Cidade de São José dos Campos utilizando o canal infravermelho termal do Landsat-5 e o aerotransportado HSS.** In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. Florianópolis, 2007.

ARAÚJO, Elânia Daniele Silva; SILVA, Janaína Barbosa da; MACHADO, Célia Cristina Clemente. **Identificação de Ilhas de Calor na Cidade de Campina Grande-PB utilizando Sensoriamento Remoto.** Revista Brasileira de Geografia Física-RBGF v.09, n.02. Recife, 2016. p.614-626.

ARAÚJO. Elânia Daniele Silva; MORAES, Rafael Dantas de; SILVA, Janaína Barbosa da. **Mapeamento de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Guaju-PB: Análise Espaço-Temporal.** In: Anais do VI Simpósio Internacional de Geografia Agrária. João Pessoa, 2013.

BASTIAANSEN, W.G.M. **Regionalization of Surface Flux Densities and Moisture Indicators in Composite Terrain – A Remote Sensing Approach Under Clear Skies in Mediterranean Climates.** Thesis Land Bouw Universiteit Wageningen, Netherlands, 1995.

COLTRI, Celso Macedo Junior; VELASCO, Priscila Pereira; DEL NERO, Giuliana; FERREIRA, Nelson Jesus; FREITAS, Saulo. **Influência do Uso e Cobertura do Solo nas Ilhas de Calor Local e Regional no Município de Piracicaba, São Paulo.** In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009. Anais... Natal, 2009.

DIAS, Graciele Mousinho; MOURA, Débora Coelho. **Fragmentação florestal e perda biológica no Município De Campina Grande – PB.** In: XI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2014. Anais... Campina Grande, 2014.

GOOGLE EARTH DIGITAL GLOBE, 2015.

GOOGLE EARTH DIGITAL GLOBE, 2018.

GREY, G., DENEKE, F.J. **Urban forestry.** New York: John Wiley, 1978.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&codmun=250400&search=%7Ccampina-grande>> Acesso em: 07-fevereiro-2015 às 22:56hs.

LIRA FILHO, José Augusto de; MEDEIROS, Maria Aparecida Severo. **Impactos adversos na avifauna causados pelas atividades de arborização urbana.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra.* Vol. 6, n. 2, 2006.

MACHADO, Célia Cristina Clemente. **Alterações da superfície no Parque Nacional do Catimbau (PE-Brazil): Indicadores Biofísicos e influência humana.** Pernambuco, 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco - Recife.

MARKHAM, B. L., BARKER, L. L. **Thematic Mapper Bandpass Solar Exoatmospherical irradiances.** *International Journal of Remote Sensing.* vol.8, n.3, 1987.

MAS, J.F. **Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques.** *International Journal of Remote Sensing.* vol.20, n.1, 1999.

MODI, Mohit; KUMAR, Rajiv; TAPAS, G.RaviShankarand; MARTHA. R. **Land Cover Change Detection Using Object-Based Classification Technique: A Case Study Along The Kosi River, Bihar.** *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.* In: VIII Symposium. Hyderabad. 2014. Anais... India, 2014.

MURRAY, S. **Silvicultura urbana y periurbana en Quito, Ecuador- estudio de caso.** Roma: FAO, 1998.

ORTIZ, G.F.; AMORIM, M.C.C.T. **Temperatura da superfície da Cidade de Cândido Mota/SP a partir da imagem de satélite Landsat 7.** *Revista Geográfica de América Central,* v. 1, n. especial EGAL, 2011.

PANTOJA, Nara Vidal; SAITO, Érika Akemi; FONSECA, Leila; ANDERSON, Liana O.; SOARES, João Viane; VALERIANO, Dalton de M. **Detecção de mudanças a partir de imagens TM/Landsat na Amazônia Sul Ocidental.** In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2009. Anais... Natal, 2009.

PROBAHARAN, S.; RAJU, K. Srinivasa; LAKSHUMANAN, C.; RAMALINGAM, M. **Remote Sensing and GIS applications on Change Detection Study in Coastal Zone Using Multi Temporal Satellite Data.** *International Journal of Geomatics and Geosciences.* Vol 1, n.2, 2010.

RAMACHANDRA, T. V.; KUMAR, Uttam. **Geographic Resources Decision Support System for land use, land cover dynamics analysis.** In: Proceeding of the FOSS/GRASS Users Conference. 2004. Anais... Bangkok, 2004.

ROUSE, J. W., R. H. HAAS, J. A. SCHELL, D. W. DEERING, J. C. HARLAN. **Monitoring the vernal advance men to retrogradation (green wave effect) of natural vegetation.** NASA/GSFC, Type III, 1973.

SEO, Emília Satoshi Miyamaru; LICCO, Eduardo Antonio; MARINO, Luciana Mara Ribeiro. **Reflexões sobre as Mudanças Climáticas na Cidade de São Paulo**. Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. vol.6, n. 2, 2011.

SILVA, B. B.; LOPES, G.M.; AZEVEDO, P. V.. **Balço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat5-TM**. Revista Brasileira de Meteorologia. Vol.20, n.2, 2005.

SILVA, Janaína Barbosa da. **Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Ecossistema Manguezal em Pernambuco**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco - Recife.

TRINDADE, Cíntia Rocha da; TEZA, Cláudio Tavares Viana; Carvalho Junior, Edson Benício de. **Estudo de caso do fenômeno ilha de calor no Centro de Taguatinga**. Taguatinga, 2010.

TOTTRUP, Christian; RASMUSSEN, Michael Schultz. **Mapping long-term changes in savannah crop productivity in Senegal through trend analysis of time series of remote sensing data**. 2003 vol.103. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0167880903004109/1-s2.0-S0167880903004109-main.pdf?_tid=d27511e4-b2f6-11e4-a783-00000aab0f02&acdnat=1423773569_1adf5902229f885788e6bfe1ae087a95> Acesso em: 12 fev. 2015.

Sistema Geológico dos Estados Unidos – USGS, 2015. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php> Acesso em: 10 fev. 2015.

United Nations Population Prospect. World Population Prospects-The 2008 Revision, New York, 2008.

VALLADARES, Gustavo Souza; MARIN, Fábio Ricardo; OSHIRO, Osvaldo Tadatomu; GOUVÊA, Júlia Ribeiro Ferreira. **Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Anais... Goiânia, 2005.

Contato com o autor: Elânia Daniele Silva Araújo <elaniadani@hotmail.com>

Recebido em: 12/06/2018

Aprovado em: 17/12/2019