

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O DECRESCIMO DA VEGETAÇÃO E O AUMENTO DA TEMPERATURA EM TERESINA – PI

Lucas Lima Vieira¹, Kaline Soares de Lima², Dinameres Aparecida Antunes³

¹Estudante de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFPI, Teresina – PI, lucasnayron08@hotmail.com

²Estudante de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFPI, Teresina – PI, kalinesdelima@outlook.com

³Professora do departamento de transportes , Centro de Tecnologia - CT, da UFPI, Teresina - PI, dinameres@gmail.com

RESUMO: As investigações baseadas em sensoriamento remoto constituem uma importante abordagem metodológica no estudo, conhecimento e monitoramento de fenômenos sobre a superfície terrestre. O presente artigo busca estabelecer uma análise comparativa e temporal entre o decréscimo da vegetação e o aumento da temperatura, na capital do Piauí: Teresina, a partir do emprego das técnicas: NDVI e Método de Malaret, aplicadas a imagens orbitais do satélite Landsat5/TM. A investigação parte da observação, de imagens de satélite, nos anos de 1990 e 2009, busca constatar as transformações dos espaços arborizados, e o crescente aumento da sensação térmica ao longo dos anos, bem como a correlação entre estes fatores analisados. Assim, mediante a contraposição entre as imagens de satélites, já tratadas pelas técnicas anteriormente citadas, foi observada a situação da vegetação e variações térmicas dentro de cinco classes nas quais as áreas das imagens foram divididas. Os resultados advindos dessas análises mostraram forte relação entre vegetação e temperatura, e a necessidade de estudos mais profundos orientados no sentido de melhor compreender o fenômeno e suas características subjacentes.

PALAVRAS-CHAVE: NDVI, método de Malaret, análise temporal.

INTRODUÇÃO: As transformações decorrentes do processo de crescimento da população e expansão urbana geram impactos no ambiente, causando um desequilíbrio na natureza e nas interações atmosfera-Terra. Dentre as diversas transformações ocorridas no espaço urbano, a supressão da cobertura vegetal é uma das que contribui para alterar o clima da cidade, por meio de mudanças nos seus elementos meteorológicos (Feitosa et al., 2011). Monteiro (1976) argumenta que precisamos discutir as mudanças climáticas causadas pela urbanização, pois estas atribuem à própria cidade uma das responsabilidades pelo aquecimento, tendo como principal causa a substituição da vegetação por construções, que contribui para diminuir a umidade relativa do ar, devido à drenagem ou impermeabilização de áreas úmidas.

Ritter (2009) afirma que nas cidades, a redução de áreas verdes e as superfícies modificadas do solo com elevada condutividade térmica absorvem maior quantidade de radiação solar, a ponto de, no cômputo final, gerar diferenças de temperatura superiores a 10,0 °C entre a cidade e campo. Na zona rural ou nas periferias das metrópoles, geralmente há mais água disponível para a evaporação por existir maior quantidade de vegetação e áreas permeáveis, ao contrário dos centros urbanos, onde as construções e ruas pavimentadas fazem escoar a água, que poderia ser infiltrada e servir como reserva natural para a evaporação (RITTER, 2009).

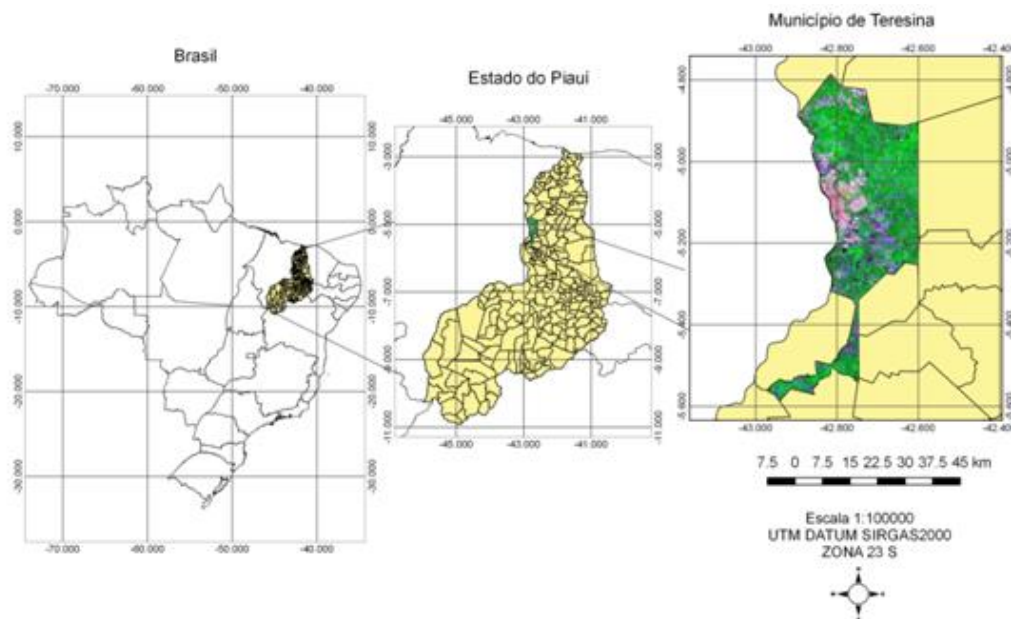
Teresina é uma cidade com altas temperaturas do ar, e ao longo do tempo vem se expandindo e perdendo parte de sua vegetação, condição importante na promoção de sombreamento, conforto térmico e manutenção da umidade relativa do ar. Assim, diante da problemática, buscou-se uma resposta que justifique essas alterações, através da quantificação do total de áreas verdes na cidade. O crescimento dos centros urbanos de maneira célere e conturbada vem acentuando a problemática do crescimento da temperatura nessas áreas caracterizando o fenômeno das ondas de calor. Neste contexto, segundo Barbosa e Vecchia (2009), o sensoriamento remoto mostra grande destaque nas

pesquisas de cunho ambiental, sendo que os estudos de clima urbano têm se desenvolvido nas últimas décadas, com ênfase na análise de anomalias térmicas.

O fenômeno de ilha urbana de calor e consequência do processo de ocupação e desenvolvimento de grandes cidades. Quantidades de ar quente se fazem presentes em maior concentração no centro das cidades, cujas populações sofrem com esse desequilíbrio. E essa condição dificulta a evaporação, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados trazendo desequilíbrios ambientais (Weng et al, 2004).

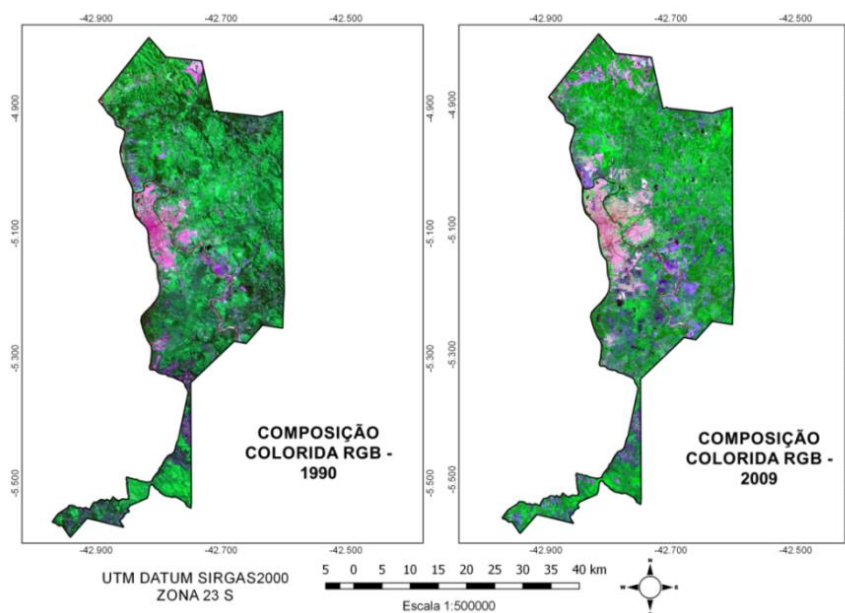
Assim, a presente investigação visa, tendo por base a metodologia de aplicação da técnica de NDVI e Método Malaret, estabelecer um estudo da relação entre o decréscimo da vegetação e o aumento da temperatura em Teresina, estabelecendo uma inter-relação entre essas variantes ambientais. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5/TM e os softwares SPRING 5.2 e QGIS.

ÁREA DE ESTUDO: Teresina, capital do Piauí, está localizada na região Norte do estado, situado no Nordeste do Brasil. A sede do município tem coordenadas geográficas 05°05' de latitude Sul e 42°48' de longitude Oeste e possui altitude média de 74,4 m acima do nível do mar. O clima é caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico no verão (BASTOS E ANDRADE JÚNIOR, 2008). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), quente na maior parte do ano, Teresina possui uma temperatura média em torno dos 27 °C, tendo mínimas de 22 °C e máximas de 34 °C. (Mapa 1):



Mapa 1 – Localização geográfica da área de estudo: Teresina (PI).

METODOLOGIA: Foram usadas imagens ortorretificadas do satélite Landsat 5 TM (Thematic Mapper), obtidas gratuitamente pelo site do U. S. Geological Survey (USGS), com as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, nos anos de 1990 (14/06/1990) e 2009 (09/11/2009), referentes ao recorte geográfico das órbitas-ponto 219/63 e 219/64. Quanto à manipulação das bandas, os procedimentos foram executados no *software* QGIS 2.14.6, a partir do qual foi criado um banco de dados, mosaicos das imagens e recortes com base em um arquivo *shapefile* da área de interesse, posteriormente as bandas foram selecionadas para aplicação dos métodos NDVI e Malaret. Ainda no mesmo *software* as composições referentes aos mapas gerados foram feitas mediante a utilização do compositor de impressão. A escolha das imagens de satélite foi feita de modo que estas tivessem as mesmas datas e a menor cobertura de nuvens possível para que as análises e distinção visual dos elementos constitutivos da área em estudo fosse satisfatória (Mapa 2), foi feita uma composição colorida falsa-cor RGB para as bandas 5, 4 e 3.



Mapa 2 - Composição colorida RGB da área em estudo para análise preliminar.

Para análise da vegetação utilizou-se técnicas de índice de vegetação, haja vista segundo FONTANA et al. (1998), são técnicas amplamente utilizadas, por indicarem a presença e condições da vegetação monitorada, e o sucesso de sua aplicação se fundamenta no fato de que a produção primária de uma comunidade vegetal tem estreita relação com a energia solar absorvida, o que define o desenvolvimento dessa. Foi empregado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que foi proposto por ROUSE et al. (1973) e que segundo FREIRE e PACHECO (2005) é bastante importante e utilizada para melhor visualizar os alvos no que diz respeito à variação da vegetação, ele é a razão entre as bandas de alta correlação entre si e serve para realçando os alvos de interesse, a biomassa vegetal. O NDVI um dos índices de vegetação mais conhecidos é, definido pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (1)$$

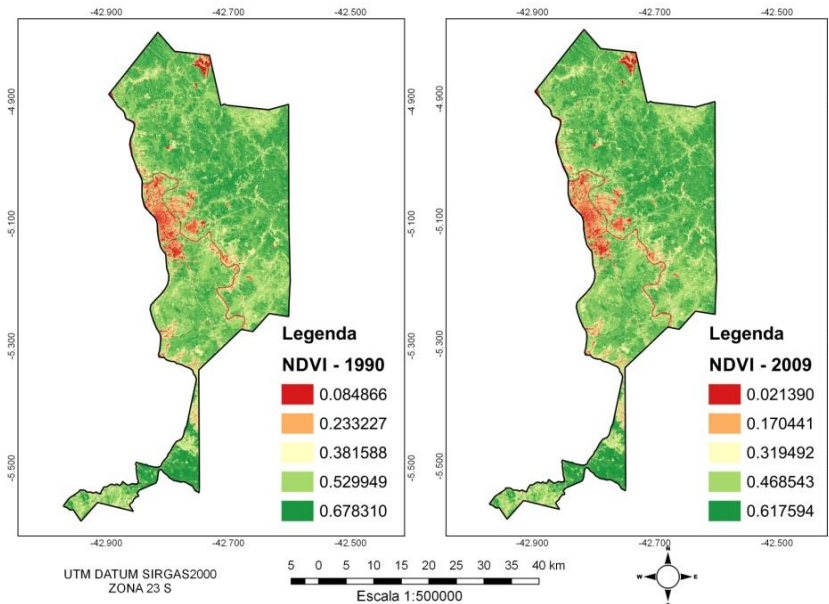
Em que NIR = Infravermelho próximo (0,75 – 0,90 μm) e R = Vermelho (0,63 – 0,70 μm). Para análise da temperatura da área em investigação foi utilizado a metodologia proposta por Malaret et al. (1985), converte-se o número digital de cada *pixel* da imagem da banda termal nos respectivos valores da temperatura aparente da superfície, empregando-se uma fórmula baseada em um modelo de regressão quadrática, o qual encontra-se referenciado pela Equação 2:

$$T = 209,831 + 0,834 \times \text{DN} - 0,0013 \text{DN}^2 \quad (2)$$

Onde, T = representa o valor da temperatura aparente da superfície em Kelvin e DN = relaciona-se ao número digital de cada *pixel* da banda termal. Os valores de temperatura resultante do processo anterior serão dados em Kelvin, desse modo os resultados foram convertidos para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

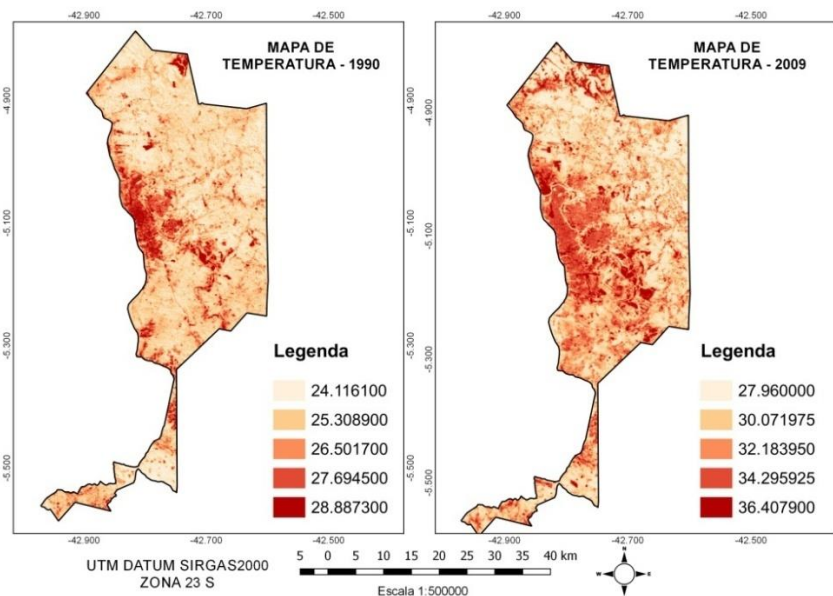
RESULTADOS E DISCUSSÕES: A partir da análise dos mapas temáticos gerados pode-se inferir uma relação entre a supressão da área verde e os aumentos da temperatura na área estudada entre os anos de 1990 e 2009. Observa-se, nos mapas gerados, que no ano de 1990 em Teresina apresentava uma área verde equitativamente distribuída, com ausência sensível na porção urbana, que na época ainda mostrava-se contida na área mais a oeste do município. Contudo, com o crescimento conturbado da área urbana, dentro desses 20 anos, observa-se uma dispersão da área urbana bem como um aumento considerável do solo exposto, este último em decorrência do alto

potencial agrícola em especial na porção sul de Teresina. Tal constatação é preocupante haja vista esta expropriação da área verde trazer como consequência um desequilíbrio termo-ambiental (Mapa 3):



Mapa 3 - NDVI de Teresina para os anos de 1990 e 2009.

Outro aspecto, advindo dessa problemática, é os altos índices de absorção de energia solar pela superfície da Terra. Mediante a apreciação do Mapa 4, podemos averiguar uma variação de temperatura, no ano de 1990, dentro de uma faixa aproximada de 24 à 29°C, com acentuadas sensações térmicas em especial na porção urbana e áreas subjantes, em contraposição, constata-se também baixos níveis de temperatura nas áreas campestres onde há presença de vegetação e focos isolados de solo exposto, ambos com baixos índices de absorção de energia. Ao se comparar os resultados do ano anterior com o ano de 2009, notou-se um crescimento na faixa de temperatura que passa a ser de aproximadamente 28 à 37°C, bem como uma irradiação desses focos de temperatura para todas as direções, como consequência o avanço da pressão antrópica nessas áreas. Essa mudança significativa nas faixas de temperatura em especial na área metropolitana, onde o fenômeno das ilhas de calor é mais acentuado e reduz em muito a qualidade de vida da população, mostra como a ausência de áreas verdes influencia sobremaneira a sensação térmica ao longo do tempo.



Mapa 4 – Mapa de temperatura de Teresina.

CONCLUSÕES: O crescimento dos grandes centros urbanos e atividades antrópicas, de maneira célere, confluem para a questão ambiental levantada no artigo. Constatou-se forte relação entre supressão de vegetação e altas taxas de temperatura advinda em especial da transformação do espaço natural pelas atividades humanas e o uso desordenado do solo, verificando-se que as porções ainda não atingidas apresentam um equilíbrio entre esses dois parâmetros analisados. As técnicas e metodologia empregada mostraram-se relevantes para constatação desse processo e auxiliaram no fornecimento de dados para análises futuras, sendo estas imprescindíveis para o monitoramento dessa questão levando em conta estes e outros fatores que potencializam esse desequilíbrio. A relevância que os resultados fornecem serve de base para melhorar o ordenamento humano no espaço, bem como a orientação quanto ao crescimento das áreas habitadas, compatibilizando meio ambiente e espaço urbano.

REFERÊNCIAS:

- BARBOSA, R.V.R.; VECCHIA, F.A.S. **Estudos de ilha de calor urbana por meio de imagens do Landsat 7 ETM+**: Estudo de caso em São Carlos (SP). Revista Minerva, v. 6, n. 3, p. 273-278, 2009.
- BASTOS e ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Boletim agrometeorológico do ano de 2007 para de Teresina-PDLI**. Teresina: COPLAN S.A. construções e planejamento, 1969.
- FEITOSA, Sônia Maria Ribeiro; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça; NETO, José Machado Moita; ANDRADE, Carlos Sait Pereira De. **Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí**. Revistada Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.
- FREIRE, N.C.F, PACHECO, A. P. **Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, abril 2005, INPE.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Base dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 14 Abril.2017.
- MALARET, E.; BARTOLUCCI, L.A; LOZANO, D.F.; ANUTA, P.E.; MCGILLEM, C.D. **Análise de qualidade de dados Landsat-4 e Landsat-5 Mapeador Temático**. Engenharia Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, v. 51, n. 9, p. 1407-1416, 1985.
- MONTEIRO, C. A de F. **Teoria e clima urbano**. IGEG-USP. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. n. 25, São Paulo, 1976.
- RITTER, M. E. **O ambiente físico: uma introdução à geografia física**. Climate. Disponível em:<http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html >. Acesso em: 17 dez. 2009.
- ROUSE, J. W. et al. **Monitoramento de sistemas de vegetação nas grandes planícies com ERTS**. Third ERTS Symposium, Proceedings, NASA SP-351, NASA, Washington, DC, v.1, p.309-317, 1973.
- USGS (United States Geological Survey). **Usando Landsat 5 Data**. Disponível em: http://landsat.usgs.gov/using_Landsat_5_data.php. Acesso em: 03 março.2017.
- WENG, Q. DENGSHENG, L. SCHUBRING, J. **Estimativa da relação superfície da superfície terrestre - abundância da vegetação para os estudos das ilhas de calor urbano**. Remote Sensing of Environment 89, v.66, n.23, p.467-483, 2004.