

## ESTUDO DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DO EFEITO DAS ILHAS DE CALOR RELACIONADO À AUSÊNCIA DE VEGETAÇÃO EM CIDADES DO NORTE DO PARANÁ

Eduardo Romano Zafalon (PIC/UEM), Ed Pinheiro Lima (Orientador),  
e-mail: edurzafalon@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

### PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL / DEMOGRAFIA

**Palavras-chave:** Ilha de calor; Conforto ambiental urbano.

**Resumo:** Analisou-se a expansão urbana das cidades de Londrina, Mandaguari e Maringá, a fim de compará-la com a variação térmica temporal. Foram gerados por meio de ferramentas de geoprocessamento mapas classificados de acordo com o índice NDVI de cada pixel e transformados em categorias de vegetação. Foi encontrada a temperatura média das cidades nas datas estudadas utilizando valores de irradiação espectral do satélite Landsat 5 TM. Observou-se crescimento de áreas não vegetativas no intervalo de tempo estudado e comportamentos gráficos diferentes entre as cidades, os quais não tiveram correlação diretamente proporcional à temperatura momentânea.

### Introdução

Para analisar a presença ou não de vegetação em regiões pré-definidas, é possível utilizar mapas temáticos que possibilitam, por meio de equações matemáticas com valores fornecidos por bandas de satélites, definir qualitativamente determinadas áreas, e assim, estudar a evolução temporal das mesmas.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) quantifica a vegetação, medindo a diferença entre o infravermelho próximo (que a vegetação reflete quase totalmente) e a luz vermelha (parcialmente absorvido pela vegetação). Desta forma, o objetivo deste artigo é analisar a mudança de vegetação em regiões urbanas de três cidades paranaenses, de população e área diferentes, mas geograficamente próximas e com características climáticas e biomas similares, e compará-los com a temperatura fornecida pela banda termal do satélite.

### Materiais e métodos

O QGIS é um software GIS livre que realiza o cruzamento de dados geográficos com bancos de dados que permitem análises sobre uma determinada região. Já o GRASS é um sistema de apoio à análise de recursos geográficos, construída para gerenciamento de dados geoespaciais vetoriais e *raster*, geoprocessamento, modelagem espacial e visualização.

O estudo foi desenvolvido nas cidades de Maringá (23° 25' 38" S; 51° 56' 15" W), Mandaguari (23° 32' 52" S; 51° 40' 12" W) e Londrina (23° 17' 34" S; 51° 10' 24" W), situadas na região norte do estado do Paraná, Brasil. As imagens obtidas são

referentes aos meses de agosto ou setembro dos anos de 2001, 2005, 2007 e 2011, período menos chuvoso do ano.

Com o objetivo de comparar a expansão urbana nessas cidades, foram gerados arquivos *raster* com análise NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), por meio do satélite Landsat 5 TM (resolução de pixel de 30 m), no site EOS Explorer, pela equação:

$$NDVI = \frac{(B4 - B3)}{(B4 + B3)} \quad (1)$$

em que *B4* é a banda infravermelha do Landsat 5 (banda 4, 0,75 – 0,90 µm) e *B3* é a banda vermelha (banda 3, 0,63 – 0,70 µm). Esses dados foram transportados para o software QGIS *with* GRASS (Versão 3.14 Pi), onde foi feito um recorte próximo da área urbana atual das cidades, para, assim, comparar o crescimento da urbanização entre os anos 2001, 2005, 2007 e 2011. Essas datas foram escolhidas por serem as que apresentaram disponibilidade de imagens com 0% de nuvens na fonte de dados utilizada e um maior intervalo de tempo.

Utilizando o comando *r.recode*, criou-se um mapa *raster* de saída recodificado com regras fornecidas pelo usuário baseadas na legenda fornecida pelo site EOS Explorer. Estes intervalos estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Regras de recodificação do arquivo NDVI.

| Intervalo NDVI | Classificação      | Nome do grupo |
|----------------|--------------------|---------------|
| -1 a 0.1       | Sem Vegetação      | A             |
| 0.1 a 0.2      | Solo Aberto        | B             |
| 0.2 a 0.4      | Vegetação Escassa  | C             |
| 0.4 a 0.6      | Vegetação Moderada | D             |
| 0.6 a 1        | Vegetação Densa    | E             |

Utilizando a ferramenta *r.report*, configurou-se os mesmos parâmetros aplicados na Tabela 1 com a finalidade de criar um relatório com as áreas de cada um dos intervalos para realizar comparações quantitativas. Os valores obtidos foram transformados em percentual da área total de cada *raster*.

Para obter a temperatura de irradiação, utilizou-se do número digital (DN), também citado como nível de cinza, através dos dados fornecidos pela banda infravermelha termal (banda 6, 10,4 – 12,5 µm) do Landsat 5 TM. A seguinte equação (Qin e Karnieli, 2001) desenvolvida pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) converte o número digital em radiação espectral:

$$L = L_{min} + (L_{max} - L_{min}) \frac{Q_{dn}}{Q_{max}} \quad (2)$$

em que *L* é a radiação espectral (mW cm<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> µm<sup>-1</sup>), *Q<sub>max</sub>* é o valor máximo de DN, adotado *Q<sub>max</sub>* = 255, e *Q<sub>dn</sub>* é o nível de cinza para o pixel analisado, entre 0 e 255. Para a banda 6 do Landsat 5 TM, foi considerado um comprimento de onda médio de 11,475 µm. Assim, os valores de *L<sub>min</sub>* = 0,1238 mW cm<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> µm<sup>-1</sup> para *Q<sub>dn</sub>* = 0 e *L<sub>max</sub>* = 1,56 mW cm<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> µm<sup>-1</sup> para *Q<sub>dn</sub>* = 255. A temperatura de irradiação no satélite é calculada utilizando a seguinte fórmula de aproximação:

$$T = \frac{K_2}{\ln(1 + \frac{K_1}{L})} \quad (3)$$

em que, para o Landsat 5 TM,  $T$  é a temperatura de irradiação em K,  $K_1 = 60,776 \text{ mW cm}^{-2}$ ,  $K_2 = 1260,56 \text{ K}$ , e  $L$  é a radiação espectral obtida em (2). Para a conversão de temperatura para Celsius:

$$T_c = T - 273,15 \quad (4)$$

em que  $T_c$  é a temperatura de irradiação em Celsius. Foi gerado o histograma das áreas das cidades utilizando os mesmos recortes de área urbana das imagens NDVI e assim calculada a temperatura média da imagem adotando a média simples de todos os pixels.

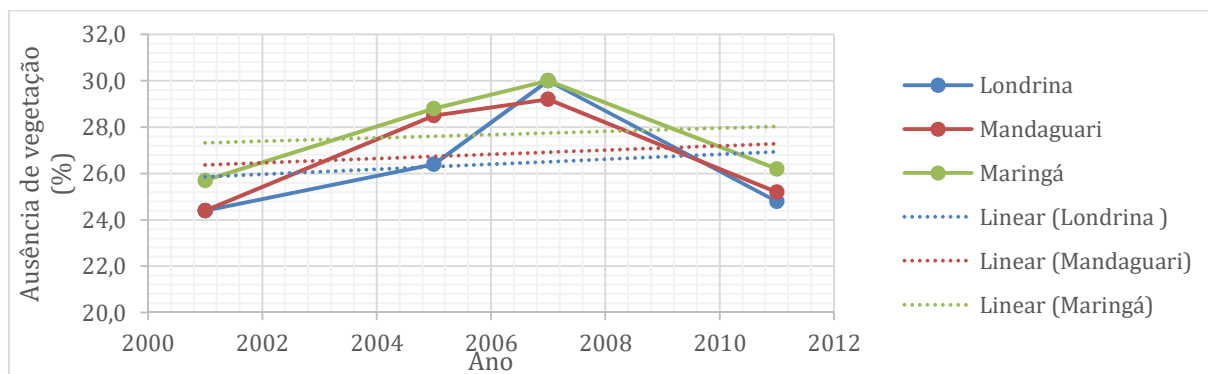
## Resultados e Discussão

Para as cidades de Londrina, Maringá e Mandaguari foram encontradas as proporções de área sem vegetação mostradas na Tabela 2.

**Tabela 2** – Variação temporal da área urbana sem indícios de vegetação.

| Ano  | Londrina (%) | Mandaguari (%) | Maringá (%) |
|------|--------------|----------------|-------------|
| 2001 | 21,74        | 11,99          | 14,34       |
| 2005 | 25,52        | 15,08          | 21,01       |
| 2007 | 30,24        | 14,42          | 29,18       |
| 2011 | 26,74        | 18,56          | 25,80       |

Pode-se observar em ambas as três cidades que a tendência de não-vegetação se mantém em evolução crescente, porém não constante. Todas as cidades registraram diminuição na vegetação entre 2001 e 2005.



**Figura 1** – Evolução temporal da não vegetação.

Para a análise da temperatura obtida pelas mesmas imagens usadas no NDVI, encontramos os resultados mostrados na Tabela 3. Pode-se observar também nos dados de temperatura um aumento entre 2001 e 2007 e uma queda em 2011, da mesma forma que se observou uma inversão na tendência nos dados de vegetação. Infelizmente, os dados do Landsat 5, que tinha a série mais longa de dados, não apresenta dados após 2012, então essa inversão não pode ser analisada.

**Tabela 3** – Classificação da área urbana sem vegetação de acordo com o NDVI.

| Ano  | Londrina (°C) | Mandaguari (°C) | Maringá (°C) |
|------|---------------|-----------------|--------------|
| 2001 | 24,4          | 24,4            | 25,7         |
| 2005 | 26,4          | 28,5            | 28,8         |
| 2007 | 30,0          | 29,2            | 30,1         |
| 2011 | 24,8          | 25,2            | 26,2         |

## Conclusões

Podemos concluir que as cidades de Maringá e Londrina apresentaram comportamento parecido de crescimento de vegetação durante o período de tempo analisado, embora o desmatamento relativo de Maringá tenha sido quase o dobro do que em Londrina. A cidade de Mandaguari apresentou variações diferentes dentro do período de estudo, mas a variação final é coerente com o das outras duas cidades.

Pode-se observar que a maior diferença de temperatura entre as cidades em uma mesma data não ultrapassou 2,5 graus Celsius, sendo a cidade de Maringá mais quente em todas as amostras. Entretanto, por inúmeros fatores geográficos e climáticos, não apresentaram correlação diretamente proporcional à ausência de vegetação. Os dados de não vegetação e temperatura apresentaram as tendências esperadas de acordo com a urbanização, no caso da não vegetação, e do aumento na temperatura, devido ao aumento do efeito da ilha de calor somado à tendência global de aumento das temperaturas médias.

Uma análise mais detalhada, considerando regimes de precipitação e outros fatores meteorológicos poderia explicar melhor a inversão dessas duas análises no ano de 2011, o que fica então como sugestão para trabalhos futuros, além da diminuição dos intervalos entre as análises (1 ou 2 anos).

## Agradecimentos

Agradeço à Deus, aos meus professores pelo conhecimento transferido, em especial ao orientador Ed Pinheiro Lima e à minha família pelo suporte.

## Referências

Aburas, M. M., Abdullah, S. H., Ramli, M. F., Ash'aari, Z. H. Measuring land cover change in Seremban, Malaysia using NDVI index. **International Conference on Environmental Forensics**, 2015.

EARTH OBSERVING SYSTEM. LandViewer, 2020. Get high-resolution images for viewing. Disponível em: < <https://eos.com/lv/>>. Acesso em: 23 de abril de 2020.

Q. Weng. A remote sensing–GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. **International Journal of Remote Sensing**, Vol. 22, No. 10, 1999–2014, 2001.

Qin, Z., Karnieli, A. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from LANDSAT TM data and its application to the Israel-Egypt border region. **International Journal of Remote Sensing**, Vol. 22, No. 18, p. 3719–3746, 2001.

28º Encontro Anual de Iniciação Científica  
8º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de outubro de 2019