

# GEORREFERENCIAMENTO NA IDENTIFICAÇÃO DE CORRELAÇÃO ENTRE ILHAS DE CALOR E ALAGAMENTOS EM ÁREAS URBANAS

Antonio José Alves Neto <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Ciências Ambientais - UnB, antonio.alves89@hotmail.com;

## RESUMO

A presença de alagamentos nas grandes cidades está diretamente associada à redução ou ausência de vegetação e aumento da impermeabilização dos solos urbanos. Para demonstrar a correlação entre estes fatores este trabalho usou de pesquisa documental e levantou 14 eventos de alagamento entre 2011 a 2018 e associando com ilhas de calor do mapa termal pôde delimitar as zonas de calor onde esses eventos ocorreram estabelecendo faixas de valores que indicam altas temperaturas para regiões com pouca ou nenhuma vegetação e com presença de eventos de alagamento.

**Palavras-chave** — ilhas de calor, vegetação, impermeabilização, crescimento urbano.

## ABSTRACT

*The presence of floods in large cities is directly associated with the reduction or absence of vegetation and the increase of waterproofing of urban soils. To demonstrate the correlation between these factors, this work used documentary research and raised 14 flood events from 2011 to 2018. In addition, associating those with heat islands of the thermal map was able to delimit the zones of heat where these events occurred establishing ranges of values that indicate high temperatures for regions with little or no vegetation and with flooding events.*

**Key words** — heat islands, vegetation, waterproofing, urban growth.

## 1. INTRODUÇÃO

Guerra & Da Cunha acreditam que a realidade de um espaço urbano é representativa de um estágio histórico dos movimentos de mudanças sociais e ecológicas quem modificam permanentemente o espaço em questão. A urbanização e a emergência dos problemas ambientais urbanos exigem a observância de fatores como localização, distância, topografia, características geológicas, morfológicas, distribuição da terra, crescimento populacional, estruturação social do espaço urbano e processo de seletividade suburbana ou segregação espacial, cobertura vegetal, clima, dentre outros [1].

Dessa forma, os impactos associados com a localização implicam na desestabilização dos ciclos biogeoquímicos, tais

como ciclo hidrológico, lixiviação de materiais particulados, sedimentos e nutrientes do solo [1].

Alagamentos, enchentes, buracos, desabamento de encostas, interrupção do fornecimento de energia elétrica e quedas de árvores são alguns dos eventos comuns nas grandes cidades apontados por Tucci [2]. Fenômenos de ordem climática levam preocupação de cientistas que estudam desastres naturais pela frequência e intensidade, não só na casualidade com mortes e feridos, mas com a relação com enchentes e perdas nas lavouras. Os produtos resultantes das alterações antropogênicas no sistema climático são perceptíveis de modo mais eficiente nas áreas urbanas e se expressam através dos canais de percepção humana [3]. Para Monteiro, esses canais são: conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico, que se manifestam em eventos tais: poluição do ar, alteração na ventilação, configuração de ilha de calor, desconforto térmico, impacto pluvial concentrado, dentre outros [3]. Logo, as influências urbanas no clima da cidade podem ser sintetizadas em três categorias principais: modificação da composição do ar, alteração do equilíbrio térmico e alteração no balanço hídrico devido às irregularidades, à natureza e à topografia da superfície urbana [3].

Diversos autores associam o processo de urbanização com o aumento da temperatura superficial e formação de ilhas de calor intra-urbanas, dentre eles Bias et al. [4]. Alguns dos principais responsáveis, segundo os autores, são os materiais que compõe as estruturas e a paisagem em geral dos ambientes urbanos, de forma que a medida que se afasta dos centros urbanos e se aproxima das regiões periféricas, a temperatura tende a diminuir.

Bias et al. [4] e Barros e Lombardo [5] afirmam que a presença ou ausência de vegetação arbórea é de grande importância para a formação de ilhas de calor forte, ilhas de calor moderado e ilhas de frescor urbanas. Já Tucci e Collischonn defendem que a vegetação arbórea proporciona porosidade à superfície, aumentando o potencial de lixiviação da precipitação pluvial [6], a remoção da vegetação da superfície, por outro lado, submete o solo à perda de sedimentos [6].

Em concordância com os autores anteriormente citados, Leal [7] lista diversos efeitos positivos da vegetação arbórea na regulação do clima urbano. Por meio da perda de vapor de água das plantas pelo processo de evapotranspiração, a disponibilidade de água é mantida na atmosfera e também atua como regulador de temperatura pela transmissão e dissipação de calor. Em contrapartida, os materiais urbanos não retêm água pela evaporação e rapidamente absorvem e retêm calor quando expostos à radiação solar.

De acordo com o INMET e veículos de informação, do dia 8 ao dia 15 de outubro de 2017, Brasília bateu recordes sucessivos de temperaturas mais altas do ano correspondente. Nos dias 8 e 9 atingiu 32,3°C [8], no dia 13 registrou 35°C no qual o INMET decretou estado de emergência desaconselhando exposição e atividades físicas ao ar livre, no dia 14 registrou-se 34,8°C e no dia 15 37,3°C, superando o recorde de calor do dia 18 de outubro de 2015 com 36,4°C, pela Estação Águas Emendadas [9]. Já para o dia 12, às 13 horas, o registro de temperatura instantânea foi de 31,10°C. Como ressalta Bias et al. [4], há tendência de aumento de temperatura em zonas urbanas em comparação a zonas rurais ao longo dos anos, ainda assim a sensação térmica é ainda mais intensa nas zonas urbanas pela baixa umidade [7]. E, portanto, é objetivo desse trabalho utilizar a variável umidade diretamente relacionada à arborização urbana para determinar a interação desta com eventos relacionados à deficiência de infiltração pluvial causada por intensa urbanização, reproduzindo desastres naturais comumente associados à exclusão espacial socioeconômica, indicados pela literatura.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Mapa termal

Para observar a interação dos diversos elementos da superfície no comportamento de microclimas foi necessária a produção de um mapa termal com base em imagem captada por meio do sensor Thermal Infrared Sensor, TIRS, acoplado ao satélite Landsat 8, banda termal 10, adquirida em 12 de outubro de 2017 às 13:15:40 horas. A escolha da banda termal 10 se deve pelo fato de que, de acordo com Pires e Ferreira Jr. [10], a banda 11 vêm apresentando problemas, apesar dos esforços da USGS em corrigir o problema.

Assim, para a execução do mapa termal, o intervalo espectral escolhido será o Infravermelho termal, que pode ser obtido pelas bandas termais do Landsat-8 com resolução de 100 metros de captação e 30 metros de superfície [11], e comprimentos de onda que vão de 10,6 a 11,19 µm.

Para simular a temperatura da superfície terrestre e suas interações entre a superfície e o sensor TIRS, foi utilizada as equações, números digitais monocromáticos para radiação (1) e radiação para temperatura em graus celsius °C (2), com a ferramenta Band Math por meio do software Envi® [10].

$$L_{\lambda} = \left( \frac{L_{\max\lambda} - L_{\min\lambda}}{Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal mín}}} \right) * (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{cal mín}}) + L_{\min\lambda} \quad (1)$$

Onde:

I –  $L_{\lambda}$ : Radiação espectral (W/ m<sup>2</sup>.sr.µm)

II –  $Q_{\text{cal}}$ : Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

III –  $Q_{\text{cal mín}}$ : Valor mínimo do pixel em níveis de cinza (DN=1)

IV –  $Q_{\text{cal max}}$ : Valor máximo do pixel em níveis de cinza (DN=255)

V –  $L_{\min\lambda}$ : Radiação espectral mínima (3.2 W/ m<sup>2</sup>.sr.µm)

V –  $L_{\max\lambda}$ : Radiação espectral máxima (12.65 W/ m<sup>2</sup>.sr.µm)

Após isso, foi aplicada a equação 3 para converter a radiação em graus celsius (°C).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right) - 273,15} \quad (2)$$

Onde:

I – T: Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K);

II –  $K_2$ : Constante de calibração 2 = 1.321,08 (K);

III –  $K_1$ : Constante de calibração 1 = 774,89 (K);

IV –  $L_{\lambda}$ : Radiação Espectral do sensor de abertura em Watts/(m<sup>2</sup> sr µm).

Então, a imagem foi separada por dez intervalos de classe no ArcMap™, desconsiderando valores abaixo de 20°C e acima de 50°C, tendo como critério a distribuição normal (gaussiana) dos dados.

### 2.2 Pesquisa documental

O método utilizado constituiu de pesquisa virtual de eventos documentados em meio eletrônico em formato de descrição textual, foto ou vídeo, relacionados com: chuva, enchente, enxurrada, alagamento e infiltração na RA-XX Águas Claras, seguido de identificação visual e demarcação das localizações aproximadas por meio das ferramentas Google Maps© no ambiente do software Google Earth Pro® e em seguida processadas no ambiente do software ArcMap™. Os dados colhidos estão detalhados no Anexo B e os dados obtidos foram incorporados aos mapas termais e de coeficiente de aproveitamento.

As imagens usadas nos mapas foram devidamente georretificadas. São elas: Plêiades 2017 - Geoportal, Digital Globe 2018 - Google Earth Pro® e Aerolevantamento 1964 - SEGETH.

## 3. RESULTADOS

Conforme Ganem [12], Bias et al. [4] e Leal [7] indicam, as zonas de ilhas frescas são as quais constata-se a presença de vegetação nativa (Figura 1). Por outro lado, as zonas de calor elevado são as quais constata-se solo exposto, vegetação queimada ou habitação de espalhamento horizontal (a leste). No centro urbano do Setor Águas Claras Vertical, a temperatura encontra-se aproximadamente nas faixas de 38,4°C a 44,2°C. É possível constatar também a presença de ilhas de calor moderadas no interior do centro urbano, na faixa de 35,5°C a 38,4°C e nestas a presença pontos de arborização.

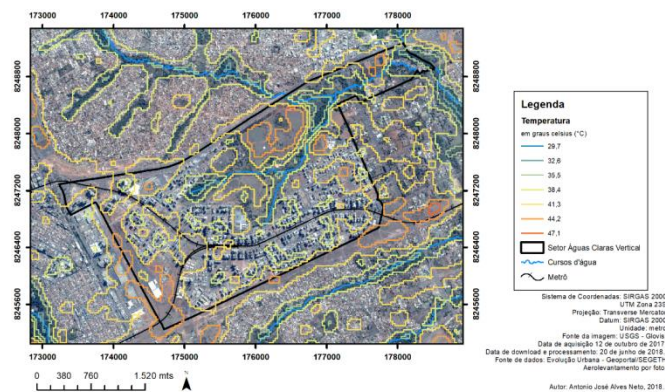


Figura 1. Ilhas de calor e seus respectivos alvos característicos.

Como resultado, a Figura 2 abaixo demonstra o comportamento de alguns alvos sob cenário do dia 12 de outubro de 2017, às 13 horas e 15 minutos, onde na Estação Águas Emendadas foi registrada a temperatura de 31,10°C.

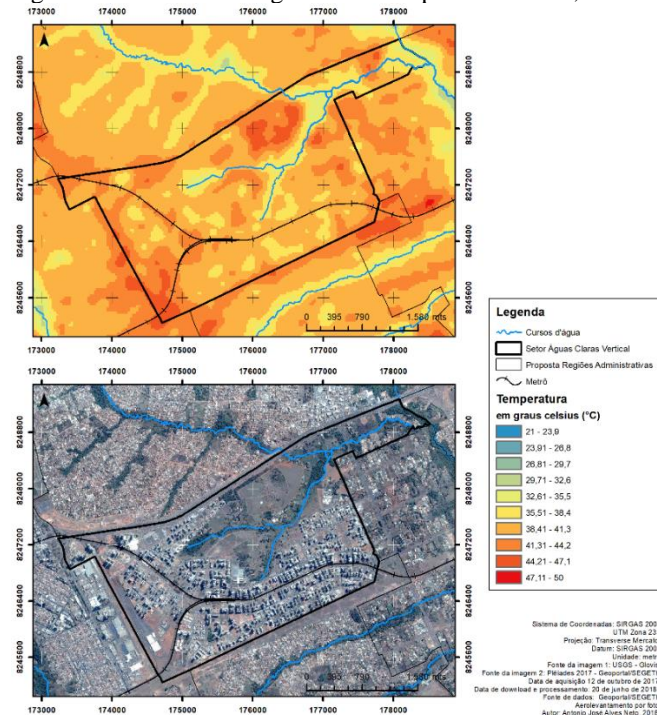


Figura 2. Ilhas de Calor no Setor Águas Claras Vertical. Fonte da imagem superior: USGS, outubro-2017, Fonte da imagem inferior Plêiades/Geoportal, junho-2018.

Os eventos de alagamentos decorrentes de precipitação pluvial foram incorporados no mapa termal como mostra a Figura 3 abaixo. Levando em conta o papel da vegetação no escoamento de água superficial com o aumento da capilaridade do solo [13] e de como num mapa termal é possível estabelecer as áreas de vegetação por estas desenvolverem o processo da fotossíntese e em consequência regularem a temperatura por meio do vapor d'água presente

no processo, como resultado apresentam valores baixos de temperatura [5].

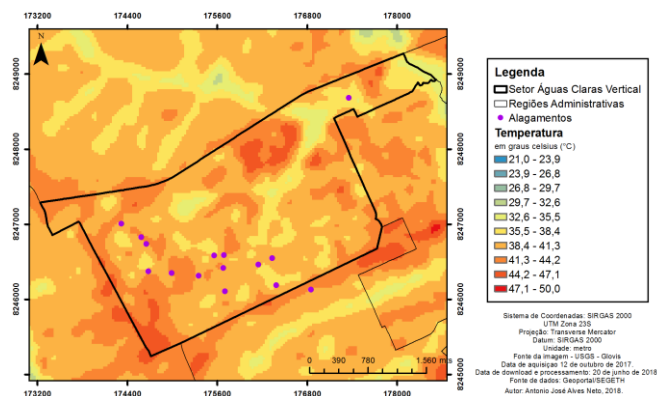


Figura 3. Alagamentos incorporados ao mapa termal.

Fazendo uso das ferramentas Contour e Feature to Polygon, no ArcMap™ foi possível formar feições a partir das ilhas de calor. Em seguida, por meio da ferramenta Select By Location as ilhas de calor, situadas na mesma localização que os alagamentos, foram isoladas das demais ilhas, de calor moderado com valores abaixo de 35,5°C e ilhas de frescor com valores abaixo de 29,7°C e de calor intenso com valores acima de 44,2°C. Dando origem à Figura 4 abaixo que indica as temperaturas de 38,4°C a 38,1°C para regiões afetadas pela ocorrência de alagamentos decorrentes de precipitação pluvial. À exceção o ponto P8E13, cuja ocorrência está diretamente relacionada com as vazões dos córregos Samambaia e Vicente Pires detalhada anteriormente, e que está localizado numa ilha de calor moderado de 35°C a 38°C.

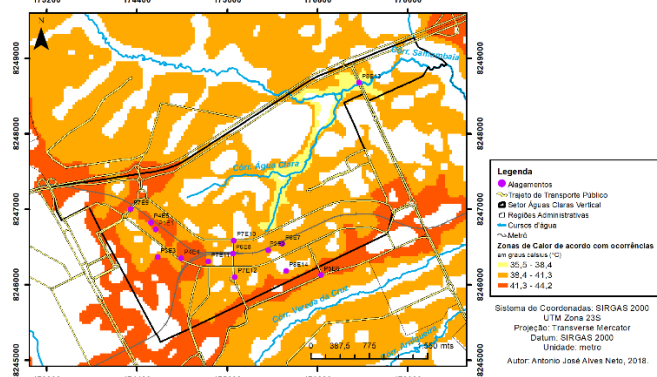


Figura 4. Ilhas de calor relacionadas com alagamentos.

#### 4. DISCUSSÃO

A justificativa para o uso dos eventos de alagamento se deve à característica altimétrica e localização da área de estudo, à distribuição dos pontos e o comportamento da vazão

observada nos eventos datados com registro de imagens, de forma que, estando a área de estudo na faixa de maior altitude para sua região, tendo seu território estendido de maior para menor altitude compreendendo claramente uma zona de recarga de aquíferos tendo na sua região de menor altitude o córrego Vicente Pires, e levando em conta que dadas essas características e o processo de urbanização, a região terraplanada e impermeabilizada possibilitou o aparecimento de eventos de alagamento sem contribuição de volume de vazões à jusante.

## 5. CONCLUSÕES

A relação direta entre ausência de zonas de vegetação de médio e grande porte e ocorrência de eventos de alagamento decorrentes de precipitação pluvial, independentemente da presença de solo exposto, demonstram diretamente a importância da cobertura vegetal não só na climatização das zonas urbanas tais como a estudada, mas também como método para mitigação de ocorrência de alagamentos e outros eventos envolvendo precipitação e impermeabilização do solo. Também, foi possível identificar pela presença de tais eventos, a reprodução de desastres naturais similares aos observados pela literatura como pertencentes à regiões de baixa qualidade ambiental e alta exclusão espacial socioeconômica. O método aqui apresentado serve como um importante indicador de mudanças microclimáticas como também para a avaliação das políticas públicas de uso e ocupação do solo.

## 6. REFERÊNCIAS

- Guerra AJT, Da Cunha SB. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 3rd ed. Rio de Janeiro: Bertrand; 2005.
- Tucci CEM. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Ministério das Cidades - Global Water Partnership - World Bank - Unesco; 2005.
- Brandão AMDPM. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: Guerra AJT, da Cunha SB. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 2005. p. 48-109.
- Bias EDS, Baptista GMdM, Lombardo A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados LANDSAT e IKONOS. Anais XI SBSR. 2003 abril 10 1741- 1748.
- Barros HR, Lombardo MA. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo - SP. Revista GeoUSP Espaço Tempo. 2016 160-177.
- TUCCI CEM, COLLISCHONN W. Drenagem urbana e controle de erosão. VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão. 1998 março a abril.
- Leal L. A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba-PR. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.
- GI DF. Brasília repete recorde de temperatura nesta segunda com 32,3 °C. 2017 outubro 09.
- Augusto O. Termômetros marcam 37,3°C: a mais alta temperatura já registrada no DF. Correio Braziliense. 2017 outubro 15.
- Pires G, Ferreira Jr LG. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. 2015 abril 25 a 29 4.
- Meneses PR, Almeida Td. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília (DF): UnB/Cnpq; 2012.
- Ganem KA. Classificação da Cobertura do Solo na Caatinga a partir de Imagens do Landsat-8 e da Ferramenta Google Earth Engine: Uma comparação Entre Dados com e sem correção atmosférica. Brasília (DF): Universidade de Brasília / Instituto de Geociências; 2017.
- TUCCI CEM. Gestão de Drenagem Urbana. Brasília (DF): CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.; 2012.
- Freitas MK, Lombardo MA. A Morfologia Urbana e as relações com as condições ambientais de conforto térmico. Anais do III Seminário Projetar. 2007 outubro 24 a 26 10.
- PAVIANI A. “Próteses” urbanas em Brasília. Revista Minha Cidade. 2009 junho.
- CODEPLAN. Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - Distrito Federal - PDAD/DF 2011. Brasília (Distrito Federal) 2012 outubro. Available from: <http://www.codeplan.df.gov.br/pdad2011/>.
- USGS. U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data. [Internet]. 2018 [cited 2018 julho 5]. Available from: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.
- SIEG. Dados SRTM 30 m. [Internet]. 2015 [cited 2018 janeiro 29]. Available from: <http://www2.sieg.gov.br/post/ver/196217/dados-srtm-30m>.
- TERRACAP-SEGETH. Geoportal.segeth.gov.br. [Internet]. 2017 [cited 2018 março 19]. Available from: <https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/#>.
- Agência Brasília. Governo apresenta proposta de limites para regiões administrativas. [Internet]. 2017 [cited 2018 junho 27]. Available from: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/10/31/governo-apresenta-proposta-de-limites-para-regioes-administrativas/>.
- GDF. Governo Apresenta Proposta de Limites para Regiões Administrativas. Agência Brasília. 2017 outubro 31.
- Agência Brasília. Conplan aprova projeto que define as poligonais do DF. Agência Brasília. 2018 junho 08.
- CLIMATE FOCUS. The Paris Agreement Summary. CLIMATE FOCUS; 2015. Available from: <https://climatefocus.com/>.
- UNITED NATIONS. Paris Agreement. UCN; 2015. Available from: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf).