

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO RELEVO NATURAL E DE CÂNIONS URBANOS NA TEMPERATURA DA CIDADE DE FORTALEZA-CE: UMA APLICAÇÃO DO GOOGLE EARTH ENGINE

*Rafael Wendell Barros Forte da Silva*¹, *Danúzio Brito Silva Costa Almeida Júnior*²,
*Lucas Batista Campos*³, *Francisco Lucas Anselmo da Silva*⁴, *Hernandes da Silva Melo*⁵

¹Técnico em Geomática da Universidade Federal do Ceará, rwsilva@det.ufc.br; ²Estagiário Universidade Federal do Ceará, danuzio.junior10@gmail.com; ³Estagiário Universidade Federal do Ceará Afiliação, lucasbatista2014@gmail.com; ⁴Estagiário Universidade Federal do Ceará, llucasanselmo@gmail.com; ⁵Estagiário Universidade Federal do Ceará, hernandesmelo40@gmail.com

RESUMO

Uma grande parte da população não tem noção de que a elevação e o índice de edificação urbana estão diretamente ligados à temperatura de um local, pois as regiões mais altas podem acumular gases poluentes, deixando o ambiente mais quente do que o esperado (ilhas de calor e cânions urbanos). Nesse sentido, busca-se descobrir quais áreas de fortaleza tem o potencial de apresentar cânions urbanos. Para atingir esse objetivo, foi usada a ferramenta “Google Earth Engine”, para coletar os dados de temperatura e elevação natural de Fortaleza. Dentro da ferramenta, foi utilizado o gráfico “Elevation And Temperature”, gerido por um código reprogramado para trabalhar nas condições desejadas. Dadas as coordenadas dos pontos coletados, a ferramenta apresentou dados de elevação e temperatura de 2013 a 2017, que formaram gráficos para cada linha, mostrando que as regiões de maior nível de edificação carregam um grau de temperatura mais elevado.

Palavras-chave — sensoriamento remoto, geóide, ação antrópica.

ABSTRACT

A large part of the population has no notion that the elevation and urban building index are directly linked to the temperature of a place, as the higher regions can accumulate polluting gases, leaving the environment warmer than expected (heat islands and urban canyons). In this sense, it is sought to discover which areas of strength have the potential to present urban canyons. To achieve this goal, the "Google Earth Engine" tool was used to collect Fortaleza's natural temperature and elevation data. Inside the tool, the "Elevation And Temperature" graph was used, managed by a reprogrammed code to work under the desired conditions. Given the coordinates of the collected points, the tool presented elevation and temperature data from 2013 to 2017, which formed graphs for each line, showing that regions with a higher level of construction carry a higher degree of temperature.

Key words — remote sensing, geoid, antropical action.

1. INTRODUÇÃO

Um fenômeno recente é a crescente aglomeração de pessoas nos grandes centros urbanos, acompanhado da modernização dos edifícios (os grandes arranha-céus). Esse fenômeno iniciou-se na Primeira Revolução Industrial, denominado êxodo rural. Segundo o IBGE, no ano de 1940, 69% da população brasileira era rural, apresentando queda gradativa durante os anos até chegar a 16% contra 84% de população urbana no ano de 2010 (IBGE, 2010).

Nesse fenômeno, por conta da grande revolução, foram criadas várias indústrias e consequentemente a poluição tendeu a aumentar. Cidades urbanizadas como Fortaleza carregam um grande grau de gases poluentes principalmente em áreas mais edificadas. A problemática é que a temperatura junto a esses gases, tende a aumentar, deixando o ambiente mais quente do que se imagina.

As áreas edificadas criam dois fenômenos bastantes maléficos para população, são eles: ilhas de calor e cânions urbanos.

A “ilha de calor urbana” é o exemplo mais evidente da modificação climática provocada pelo homem na cidade e se caracteriza pelo excesso de aquecimento da atmosfera urbana em relação ao seu redor não urbanizado (OKE, 1987, VOOGT & OKE, 2003). Ocorre em locais com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes onde a temperatura é mais elevada que áreas vizinhas não urbanizadas. Este aumento da temperatura em algumas áreas urbanas vem prejudicando a saúde dos seus habitantes (DA COSTA, 2010).

Os cânions urbanos são configurações espaciais que constituem a menor unidade de análise dos microclimas urbanos. O material que constitui as ruas e as edificações nas cidades, juntamente com a proximidade das edificações devido ao reduzido afastamento entre elas e o baixo fator de visão do céu, constituem as características comuns dos cânions urbanos e dificultam a perda de calor das superfícies aumentando a temperatura próxima ao solo, causando a alteração no microclima. (de Souza e Nascimento, 2015). Também chamados de “desfiladeiros urbanos”, os cânions urbanos propiciam uma grande

concentração de calor e radiação, visto que, esses elementos penetram no espaço entre os edifícios e lá ficam retidos pois são refletidos pelo material do asfalto e dos prédios.

Os densos materiais de construção fazem do sistema um bom conservador de calor e impermeabilizam a superfície. Os blocos formados pela geometria urbana criam a possibilidade de a radiação ficar aprisionada deixando o ar estagnado (Oke, 1987). Os cânions urbanos são reconhecidos como uma unidade básica para o estudo do microclima e o conhecimento da sua geometria é essencial para o entendimento do clima urbano (Nakamura e Oke, 1988; Krüger, 2008).

Em Fortaleza, os cânions urbanos ainda não eram presentes, porém, com a grande urbanização da cidade ao longo dos anos, os desfiladeiros urbanos começaram a surgir em torno da cidade, junto a isso as ilhas de calor começaram a tomar um teor preocupante.

Em determinada área, a mudança na orientação dos ventos, que chegam naturalmente a Fortaleza na direção sudeste, chegou a ser de 160° , passando a se movimentar para oeste. Uma das consequências disso é que, como os ventos ficam “presos” entre os prédios, impedidos de correr naturalmente, criam-se corredores em que eles são mais fortes. Por esse motivo somos atingidos por um vento inesperado e mais potente que o comum quando viramos uma esquina (ARRAES, 2016).

Visa-se identificar cânions urbanos e ilhas de calor nos bairros de Fortaleza, de modo a acrescentar à nossa pesquisa, seguindo os padrões apresentados nesse artigo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Aquisição de dados

Como preparação para a coleta de dados e inserção deles no Google Earth Engine, foi tomado como base um mapa pré-existente dos bairros fortalezenses para estabelecer uma camada de 22 linhas que traçam as extremidades da cidade de Fortaleza com uma angulação de $112,5^\circ$ referente ao Norte (denomina-se lés-sudeste a angulação compreendida entre o leste e o sudeste) que compreendem uma distância de 1 km entre elas se medidas a uma angulação de $67,5^\circ$ (menos 45° em relação à angulação Lés-Sudeste, ou seja, Lés-Nordeste) (Figura 1).

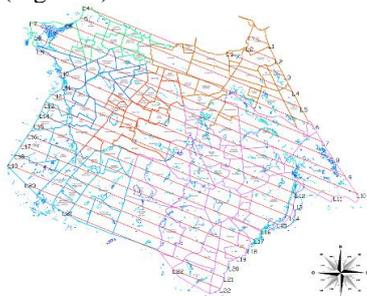


Figura 1. Imagem do mapa de Fortaleza dividido por bairros, devidamente georreferenciado em SIRGAS 2000, com traçado de 22 linhas em $112,5^\circ$.

Fonte: Próprio autor.

A angulação de $112,5^\circ$ graus (referente a Lés-Sudeste) foi escolhida por indicar a direção média da ventilação de Fortaleza. Os ventos alísios são predominantes no Brasil. No hemisfério Sul sopram de Sudeste para Noroeste, incidindo entre o Leste e o Sudeste da cidade, podendo haver algumas variações para o Sul-Sudeste e Lés.

O Estado do Ceará está localizado em uma área com contínua circulação de ventos alísios que são intensificados por fenômenos de mesoescala como a brisa marítima (SEINFRA, 2001; Teixeira, 2008) (Figura 2).

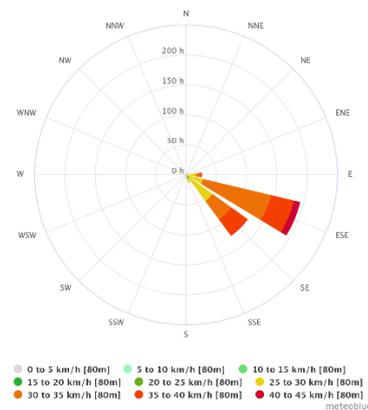


Figura 2. Rosa dos ventos informando a direção e a velocidade dos ventos de Fortaleza no período de 14/08/2018 à 28/09/2018.
Fonte: Meteoblue.

O software Google Earth Engine Code possui uma aba chamada “Charts” em que é possível a geração de vários gráficos temáticos que operam de maneiras diferentes. O gráfico usado foi o “Elevation and Temperature”, que calcula justamente a temperatura em relação à altitude. A distância de 1 km foi escolhida por representar bem o relevo de Fortaleza e pelo fato de as linhas atravessarem bairros diferentes, evitando a repetição de informações nos gráficos.

Tendo feito isso, coletou-se as coordenadas das extremidades das linhas para empregá-las no Google Earth Engine Code, aplicação de onde colhe-se as informações de temperatura e elevação.

Foram utilizados dois bancos de dados, um para elevação e outro para temperatura, que estão listados abaixo:

- Elevação: modelo de elevação global aprimorado *Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010* (GMTED2010), desenvolvido por U.S. Geological Survey (USGS) e *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA).
- Temperatura: Satélite LANDSAT 8 *Top of Atmosphere* (TOA) *reflectance*, desenvolvido por *Orbital Sciences Corporation* e U.S. Geological Survey (USGS).

As coordenadas foram extraídas da ferramenta Google Earth Pro e obedecem ao Padrão de Exatidão Cartográfica recomendado pelo Decreto nº 89.817 (Figura 3).

PONTOS	X (GEOGRÁFICO)	Y (GEOGRÁFICO)	X (UTM)	Y (UTM)
L1 ¹	-38,463369	-3,717362	559589.719150	9589095.90990
L1 ²	-38,474869	-3,712051	558312.972696	9589683.77086
L2 ¹	-38,459214	-3,728015	560050.346348	9587918.06918
L2 ²	-38,477311	-3,720201	558041.261519	9588783.03611
L3 ¹	-38,453072	-3,739671	560731.626469	9586629.18038
L3 ²	-38,489658	-3,723993	556669.894655	9588364.72792
L4 ¹	-38,447771	-3,750061	561319.500144	9585480.35563
L4 ²	-38,523622	-3,717883	552898.738614	9589042.16537
L5 ¹	-38,440467	-3,762572	562129.692266	9584096.83714
L5 ²	-38,588162	-3,699552	545732.790314	9591072.03957
L6 ¹	-38,433693	-3,772910	562881.185545	9582953.56408
L6 ²	-38,595524	-3,704281	544915.000379	9590549.67557
L7 ¹	-38,427690	-3,782158	563547.001746	9581930.86506
L7 ²	-38,621334	-3,703859	542048.935481	9590597.64008
L8 ¹	-38,420099	-3,794345	564389.049037	9580583.17002
L8 ²	-38,621198	-3,707460	542063.890486	9590199.56071
L9 ¹	-38,412804	-3,805894	565198.215208	9579305.97680
L9 ²	-38,605824	-3,724074	543770.264410	9588362.33384
L10 ¹	-38,403791	-3,819258	566197.995649	9577827.97223
L10 ²	-38,602108	-3,736864	544182.293356	9586948.39870
L11 ¹	-38,425822	-3,809556	563752.440480	9578891.10112
L11 ²	-38,600460	-3,746664	544364.797695	9585864.98875

Figura 3. Apresenta-se 22 das 44 coordenadas (geográficas e UTM) coletadas e 11 das 22 linhas utilizadas para o traçado.

Fonte: Próprio autor.

2.2 Elaboração do código

O código em primeiro estágio pede as coordenadas de pontos que podem ser coletadas na própria plataforma de código. Esses pontos serão usados para um traçado de linha entre eles, sendo a parte responsável por definir a localização do gráfico e onde ele passará a coletar os dados via satélite.

O segundo estágio trabalha com a seleção do tipo de satélite e a função que este tem em seu banco de dados coletados, a escolha do LANDSAT 8 TOA, o uso de um filtro de bordas que possibilita a visão da linha entre os pontos dados do primeiro estágio e a seleção da banda B10 de resolução de 30m, que capta o comprimento de onda entre 10.60 - 11.19 μm e reproduz o infravermelho na faixa de 100m a 30m, permitindo encontrar o valor de temperatura e a elevação do terreno por período determinado ou não. Foram definidas as variantes responsáveis pelos períodos de inverno e verão usando um filtro de data responsável por determinar um espaço de tempo onde serão coletados os dados de temperatura; outra variante foi usada para determinar a elevação do terreno pelos dados do USGS/GMTED2010, um banco de dados de resolução 7.5 segundos de arco sobre a superfície. Por conseguinte, consegue-se definir que tipos de dados serão apresentados no gráfico.

Determinou-se uma distância de 50 metros para a aquisição dos valores de banda referentes à temperatura e à elevação. O título e as descrições do gráfico foram traduzidos na apresentação para uma melhor compreensão e o tipo de gráfico foi o 'LineChart', o que mais se enquadra ao objetivo do projeto.

Foram comparados os resultados dos gráficos elaborados com o perfil dos mesmos caminhos, fornecidos pelo Google Earth Pro. Os gráficos dos dois aplicativos apresentam forte semelhança; o que os diferencia é o fato de que o gráfico de temperatura por elevação colher dados pontuais, diferente do perfil, que forma seu gráfico baseado na superfície do trajeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos através da ferramenta Google Earth Engine apresentaram resultados dentro dos padrões característicos de linearidade científica. Tais resultados foram expressos na forma de gráficos, como os exemplos listados a seguir (Figura 4).

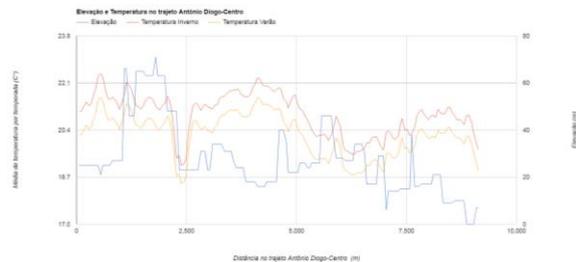


Figura 4. Gráfico de elevação por temperatura do trajeto entre os bairros Antônio Diogo e Centro. A linha azul se refere à elevação; a amarela, à temperatura no verão; e a vermelha, à temperatura no inverno.

Fonte: Próprio autor.

Com isso, os gráficos apresentaram os traçados com maior média de temperatura, são eles: Cais Do Porto Leste-Oeste (L1), Vicente Pinzón-Cais do Porto (L2), Antônio Diogo-Centro (L4), Praia De Futuro-Barra do Ceará (L5), Sabiaguaba-Quintino Cunha (L9) e Sabiaguaba-Quintino Cunha 2 (L10).

Dessa forma pode ser levantada hipótese de que nesses traçados hajam formações de cânions urbanos e um grande índice de poluição.

Como mostrado, Fortaleza apresenta grande ocorrência do fenômeno das ilhas de calor, por conta da massiva urbanização dos últimos anos que ocasionam a retenção de diversos gases poluentes e que aumentam o efeito estufa, como por exemplo SO_2 , CO_2 e CH_4 (Figura 5).

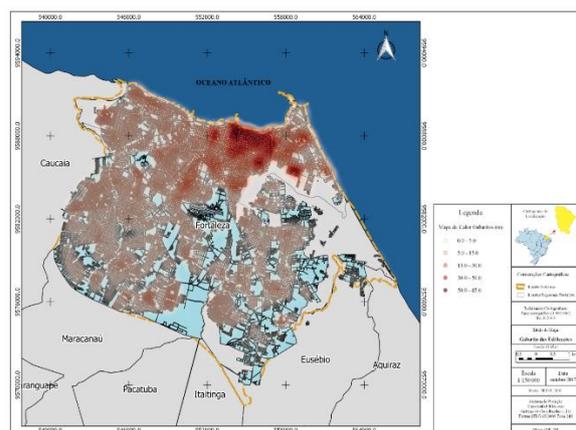


Figura 5. Mapa das Ilhas de Calor baseado no gabarito dos edifícios, possível retenção de SO_2 , CO_2 e CH_4

Fonte: Próprio autor.

Isso traz prejuízos principalmente para os habitantes das regiões mais edificadas e menos arborizadas. Os bairros de maiores índices de edifícios são os bairros Aldeota e Meireles, que são traçados

pelos linhas criadas e representadas no gráfico abaixo (Figura 6).

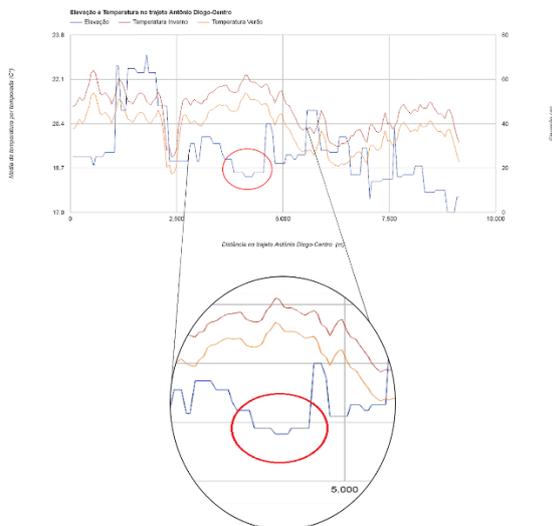


Figura 6. Trajeto Antônio Diogo-Centro. A linha do trajeto passa pelo bairro Meireles, em destaque a representação de um possível cânion urbano, onde há uma baixa elevação natural e uma temperatura elevada.
Fonte: Próprio autor.

Como já mencionado, traçou-se esse percurso no Google Earth Pro e obteve-se o perfil de elevação natural (Figura 7).

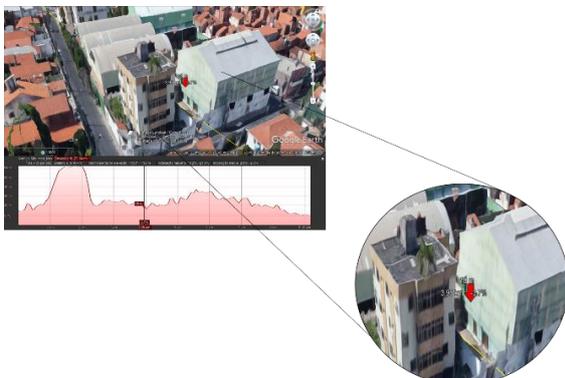


Figura 7. Gráfico de elevação do trajeto Antônio Diogo-Centro gerado pelo Google Earth Pro, a área ampliada mostra um cânion urbano.
Fonte: Próprio autor.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se de forma eficiente com a revisão de literatura, que uma das maiores capitais do Brasil, Fortaleza tem se urbanizado ao longo dos anos, e essa urbanização pode trazer grandes problemas ambientais para a cidade, fazendo com que a temperatura média se eleve.

Dessa forma, o intuito do artigo é incentivar, de forma direta, a criação de ações concretas que possam intervir sobre este problema, fazendo com que não se agrave e que Fortaleza não se transforme em uma massiva ilha de calor. Com base nos gráficos gerados pela pesquisa é possível fazer as seguintes afirmações:

- Os bairros de maior acúmulo de gases poluentes apresentam a maior massa edificada;
- As temperaturas se elevam em regiões que apresentam cânions urbanos;
- Reforça-se a ideia de que se deve receber uma maior atenção do governo municipal em busca de reforçar a utilização de veículos de transporte de baixo impacto ambiental.

Para pesquisas futuras sugere-se uma implantação de coletores nessas 22 linhas de análise propostas com o fim de identificar de forma mais precisa a retenção dos poluentes.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Arraes, C. Caracterização de Cânions Urbanos e seus Efeitos Climáticos em Área com Intenso Processo de Verticalização na Cidade de Fortaleza, Ceará v.10, n.04, 2017.
- [2] Atmosphere (TOA) reflectance, desenvolvido por Orbital Sciences Corporation e U.S. Geological Survey (USGS). Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-product>> Acesso em: 05 out 2018.
- [3] Da Costa D.F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias, v.30, n.5, p.974-985, set./out. 2010.
- [4] Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010), desenvolvido por U.S. Geological Survey (USGS) e National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). Disponível em: <<https://ita.cr.usgs.gov/GMTED2010>>. Acesso em: 05 out. 2018.
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), “Censos demográficos”, 2010.
- [6] Krüger, E.L. Impacto do adensamento e da orientação solar de cânions urbanos na demanda por condicionamento térmico de edificações sob condições de clima desértico. Pp. 65-87, 2008.
- [7] Nakamura, Y., Oke, T.R. Wind, temperature and stability conditions in an east-west oriented urban canyon. Atmospheric Environment, 22p, 12p, 1988.
- [8] Oke, T, R, Boundary layer climates, Routledge, London, 435p, 431p, 1987.
- [9] Seinfra. Atlas do Potencial Eólico do Estado do Ceará. Fortaleza. Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará, 2001. Disponível em: <<http://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/downloads/categoria/6-energia>>. Acesso em: 25 nov. 2016.
- [10] Teixeira, R.F.B. O fenômeno da brisa e sua relação com a chuva sobre Fortaleza-CE. Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos, v. 23, n. 3, p. 282-291, jan. 2008. Disponível em: http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_busca_resultado.php. Acesso em: 22 set. 2016
- [11] Voogt, J,A.; Oke, T,R, Thermal remote sensing of urban climates, Remote Sensing of Environment, v.86, p,370-384, 2003.