



## **ID 60: AS DIFERENÇAS DAS TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE, DETERMINADAS ATRAVÉS DAS IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT 8, NO VERÃO E NO INVERNO EM VILA NOVA DE GAIA.**

Paula GONÇALVES<sup>1</sup>; Ana MONTEIRO<sup>2</sup>; Bruno SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FEUP-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; [paulagoncalves1993@gmail.com](mailto:paulagoncalves1993@gmail.com)

<sup>2</sup>FLUP-Faculdade de Letras da Universidade do Porto; [anamonteirosousa@gmail.com](mailto:anamonteirosousa@gmail.com)

<sup>3</sup>FLUP-Faculdade de Letras da Universidade do Porto; [bruno\\_silva\\_6@msn.com](mailto:bruno_silva_6@msn.com)

**RESUMO:** O avanço nas tecnologias da deteção remota tem proporcionado o conhecimento cada vez mais detalhado da superfície terrestre. Tais tecnologias permitem calcular os valores da temperatura de alvos à superfície. Nos estudos de climatologia urbana, a deteção remota, através da aquisição da temperatura da superfície, tem auxiliado na compreensão da distribuição das fontes de calor que contribuem para a formação de ilhas de calor urbanas. O satélite Landsat 8, com sensores de infravermelho termal (bandas 10 e 11 do Landsat 8) permitem a quantificação da temperatura aparente da superfície, podendo-se diagnosticar ilhas de calor superficiais. As temperaturas dos alvos fornecidas pelo satélite durante o dia (11h – horário local) apresentam valores superiores às temperaturas do ar, deste modo, as imagens de satélite oferecem o desenho da temperatura local, sendo um importante instrumento para a comparação entre o rural e o urbano. Assim, este estudo tem como objetivo a comparação das temperaturas de superfície determinadas a partir das imagens termais, numa situação típica de verão e de inverno, em Vila Nova de Gaia, concelho com um clima temperado do subtipo mediterrânico e com uma forte influência atlântica. Para além das cartas térmicas dos alvos foram elaborados gráficos de análise rítmica com o fim de analisar as características do estado de tempo nos dias que antecederam as imagens de satélite. Os resultados revelam diferenças superficiais de temperatura, numa mesma área. No verão, quer a temperatura do ar quer a temperatura dos alvos é elevada, fazendo ressaltar os espaços da cidade fortemente edificados, assim como as áreas industriais e as áreas devastadas por fogos florestais, onde o coberto vegetal é reduzido ou nulo podendo até ter sido substituído por cinzas. No inverno a ação termorreguladora do oceano sobre o litoral é evidenciada com clareza, onde as temperaturas são ligeiramente mais elevadas do que algumas áreas mais interiores do concelho e áreas urbanizadas. Este trabalho comprovou que a utilização do sensor infravermelho termal é uma técnica importante para fornecer a temperatura qualitativa da cidade, que pode contribuir na perspetiva do planeamento urbano, na medida em que são definidos padrões na distribuição da temperatura da superfície de acordo com o uso e a ocupação do solo. O uso das imagens de satélite foi decisivo para evidenciar as fontes de calor na origem da formação das ilhas de calor urbanas.



**PALAVRAS-CHAVE:** Landsat 8; Detecção remota; Sensor termal; Clima urbano

## 1. INTRODUÇÃO

As cidades são sistemas complexos e dinâmicos e compreendem, atualmente, mais de metade da população mundial, sendo que esse modo de vida urbano gera importantes repercussões para o ambiente (DORIGNON, et al., 2014). Entre todas as transformações ocorridas no espaço urbano, está o clima. O clima urbano resulta da interferência dos fatores que se processam na cidade e que agem no sentido de alterar a atmosfera na escala local. Os seus efeitos mais diretos são percebidos pela população, por meio das manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de organizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida das populações (MONTEIRO, 1976).

Os estudos climáticos dentro das áreas urbanas é uma vertente recente da climatologia, ganhando ênfase nos últimos 40 anos. Recentemente, diferentes estudos e pesquisas têm sido conduzidos, com base no uso de dados de detecção remota, para detetar as características térmicas das superfícies urbanas. Esta tecnologia tem assim contribuído para o conhecimento detalhado da superfície terrestre, particularmente nos estudos sobre as ilhas de calor superficiais, na medida em que possibilita a compreensão da distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana e as diferenças com as áreas rurais.

Alguns estudos expressivos que utilizam dados e técnicas de detecção remota orbital e suborbital são encontrados em trabalhos como Coelho (2010, 2009), Ponzoni e Shimabukuro (2010), Jensen (2009), Florenzano (2008, 2007 e 2005), Liu (2006), Vieira (1993), na identificação de áreas de riscos, estudos geológicos, geomorfológicos, crescimento urbano, conforto térmico, uso e ocupação do solo, entre outros, assim como também usaram os sistemas de detecção remota infravermelhos termal para documentar o efeito de ilha de calor urbana, extraindo a informação de temperatura da superfície de distintos materiais.

A principal vantagem do uso da detecção remota no estudo de ilhas de calor de superfície é a sua capacidade de permitir a visualização de temperaturas em grandes áreas. No entanto, só é possível obter uma visão panorâmica das temperaturas da superfície (VOOGT e OKE, 2003).

O objetivo deste artigo consiste em comparar as intensidades das ilhas de calor superficiais diagnosticadas a partir de imagens termal (banda 10) do satélite Landsat 8, em Vila Nova de



Gaia, concelho com um clima temperado do subtipo mediterrânico e com uma forte influência atlântica.

Localizada no Norte litoral de Portugal, na margem sul da foz do rio Douro, Vila Nova de Gaia apresenta um clima temperado do subtipo mediterrânico com uma forte influência atlântica traduzindo-se em invernos moderadamente frescos nas áreas mais próximas do mar e frios ou muito frios nas áreas mais abrigadas do interior e nos lugares com altitudes mais elevadas. O verão é moderadamente quente. A precipitação pode ocorrer em qualquer mês do ano embora seja mais frequente e mais intensa na época mais fria do ano. Os ventos no verão são frequentemente de NW e no inverno de E com uma velocidade média anual ronda os 20-25 km/h (5,5 - 6,9 m/s). Quanto à humidade relativa na maioria dos dias muito elevada (> 70%), e, são frequentes os nevoeiros de advecção junto ao litoral e os de radiação nas áreas morfologicamente mais movimentadas localizadas no interior do concelho (MONTEIRO et al, 2013).

## 2. METODOLOGIA

Para que os objetivos propostos deste estudo fossem alcançados, o mesmo foi dividido em duas etapas:

- a) Aquisição de informação relativa a alguns elementos climáticos, tais como a temperatura do ar, humidade relativa, pressão atmosférica, precipitação e direção do vento nos meses das imagens de satélite selecionadas (Janeiro e Agosto de 2017), provenientes da estação climatológica de Porto Pedras Rubras;
- b) Aquisição da imagem de satélite do Landsat 8, banda 10, correspondente a faixa do canal infravermelho Termal/TIRS 1, com resolução espectral de 10.6 – 11.19  $\mu\text{m}$  e uma resolução espacial de 100 metros, tratadas e disponibilizadas com pixel de 30 metros pela USGS (*United States Geological Survey*).

A organização e os procedimentos para o cálculo das temperaturas em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), foram realizadas através das imagens de satélite Landsat 8, no *software* ArcGis 10.4 com a utilização de alguns parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem para radiância, posteriormente para temperatura Kelvin (fundamentado nas equações 1 e 2) e por último a transformação para graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$(1) L\lambda = ML * Q_{cal} + AL$$

Tabela 109 Elementos e valores da fórmula da conversão para radiância extraídos dos metadados da imagem Landsat 8, banda 10. (COELHO, et. al, 2013)

|             |   |
|-------------|---|
| <b>Lλ</b>   | Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts                  |
| <b>ML</b>   | Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04  |
| <b>AL</b>   | Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000 |
| <b>Qcal</b> | Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10       |

Conforme exposto anteriormente, após a transformação dos valores em radiância aplicou-se a equação 2 com a finalidade de transformar os valores obtidos na primeira, em temperatura de valor em Kelvin:

$$(2) T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)}$$

Tabela 110 Elementos e valores da constante de calibração dos metadados da imagem Landsat 8, banda 10. (COELHO, et. al, 2013)

|           |  |
|-----------|--|
| <b>T</b>  | Temperatura efetiva no satellite em Kelvin (K) |
| <b>K2</b> | Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)       |
| <b>KL</b> | Constante de calibração 1 = 774.89 (K)         |
| <b>Lλ</b> | Radiância espectral em watts                   |

Para a seleção da área onde a cidade está inserida, nas imagens de satélite, foi importada e sobreposta a base cartográfica dos limites administrativos (CAOP, 2011), disponibilizada pela Direção Geral do Território.

Para se analisar as diferenças de temperaturas dos alvos foram selecionadas as imagens dos dias 6/01/2017 (período chuvoso e frio) e do dia 2/08/2017 (representativa do período quente e seco), do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS), do sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), 11h22 (hora local).

Para o cálculo das intensidades das ilhas de calor foram consideradas as diferenças de temperaturas intraurbana em relação ao ambiente rural próximo, por meio de imagens termais do satélite Landsat 8 em Vila Nova de Gaia. Partiu-se da menor temperatura registrada na cena, sendo esta considerada como o ponto “0” e, a partir dela, foram calculadas as diferenças de temperaturas dos alvos (por pixel), para que fosse possível reconhecer um padrão de aquecimento dos diferentes tipos de alvos. Para a análise das características do estado de tempo nos dias que antecederam as imagens foram elaborados gráficos de análise rítmica, segundo a proposta de Monteiro (1971).

### 3. RESULTADOS

Os dias representados nas imagens de satélite do Landsat 8, quer no dia 6 de janeiro de 2017, período de inverno, quer no dia 2 de agosto de 2017, período de verão, correspondem a situações de estabilidade atmosférica, ou seja, ausência de nuvens, precipitação registando-se ventos fracos. Conforme se verifica nos gráficos de análise rítmica (figura 2 e 3) as condições atmosféricas, como seria de esperar, são díspares. A temperatura máxima no dia 6 de janeiro foi de 17°C e a mínima de 7,1°C.

Apesar de janeiro ser considerado um dos meses chuvosos em Portugal, em 2017, Janeiro registou apenas um total de precipitação de 100,9 mm, sendo que o dia mais chuvoso do mês foi no dia 29 com um registo de 35,5 mm (figura 2).

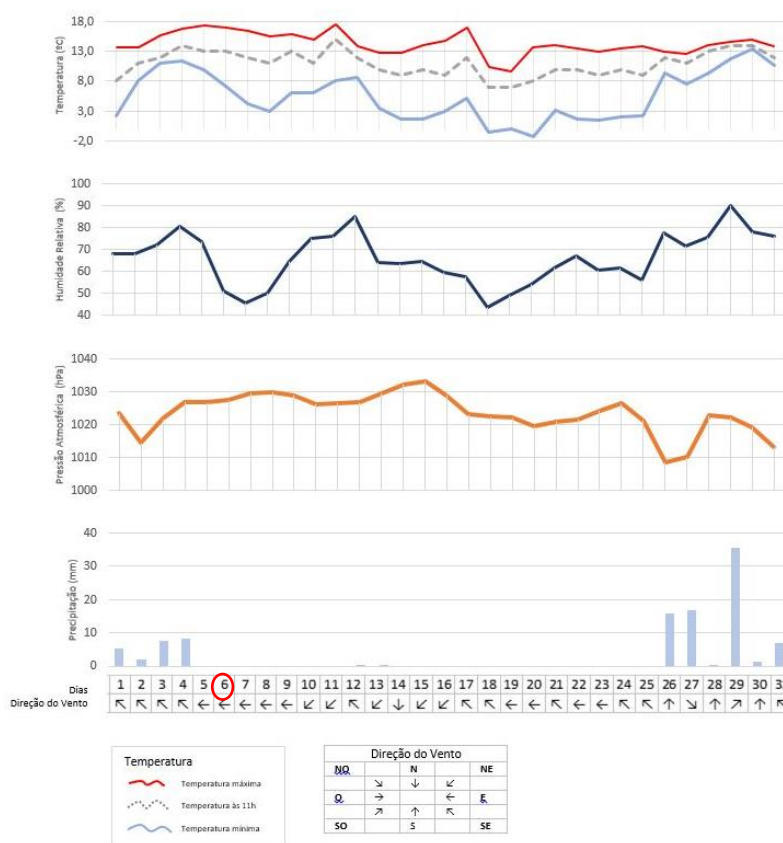


Figura 241 Análise rítmica do mês de janeiro de 2017 – Estação Climatológica Porto Pedras Rubras. (<https://www.wunderground.com/>)

No mês de agosto, no dia 2, a temperatura máxima foi de 23°C e a mínima de 11°C. O mês de agosto viu o seu dia mais quente no dia 11, com temperaturas a atingirem os 30°C. Relativamente à precipitação, agosto é considerado um dos meses de verão mais seco e de acordo com o gráfico (figura 3) teve um total de precipitação de apenas 2,2 mm.

Na figura 4, evidencia-se o exemplo das diferenças das temperaturas dos alvos no dia representativo do inverno e, na figura 5, as diferenças no dia representativo do verão. Estas



imagens permitem-nos compreender de que forma as diferenças na ocupação do solo no concelho de Vila Nova de Gaia, bem como os diferentes albedos dos materiais presents, influenciam positiva ou negativamente as temperaturas de superfícies sentidas no concelho.

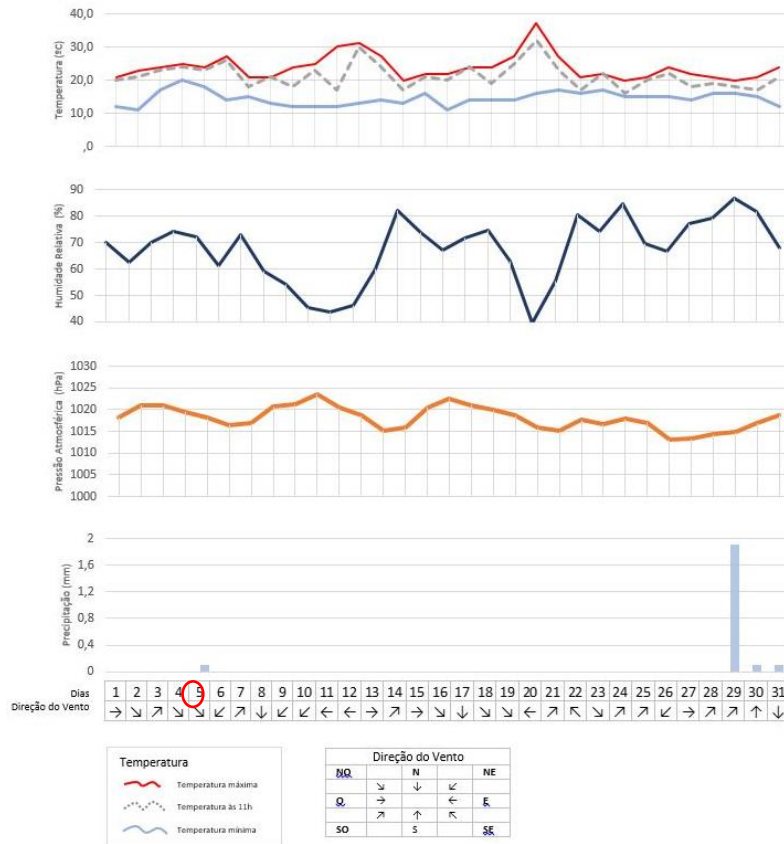


Figura 242 Análise rítmica do mês de agosto de 2017 – Estação Climatológica Porto Pedras Rubras. (<https://www.wunderground.com/>)

Tendo um conhecimento mais aprofundado dos mosaicos térmicos de Vila Nova de Gaia, é possível fazer uma associação direta entre as temperaturas da superfície, mais elevadas e mais baixas, e os diferentes tipos de ocupação do solo. As temperaturas da superfície mais elevadas estão sobretudo associadas a áreas onde está presente uma forte urbanização, um elevado número de acessos rodoviários, áreas industriais e locais que se caracterizam pela escassez de áreas verdes. Os locais designados como “mais frescos”, ou seja, as áreas que apresentam temperaturas de superfície mais baixas estão associadas à presença de vegetação, quer áreas verdes, quer áreas florestais, à proximidade ao rio e ao mar, bem como há existência de campos agrícolas. Esta associação é possível, uma vez que os materiais presentes em alguns locais apresentam albedos distintos, ou seja, os materiais presentes nos locais com temperaturas de superfície superiores (asfalto, betão, tijolo, etc) absorvem mais radiação solar que os materiais presentes nos locais com temperaturas de superfície mais baixas (árvores, relva, areia, etc).

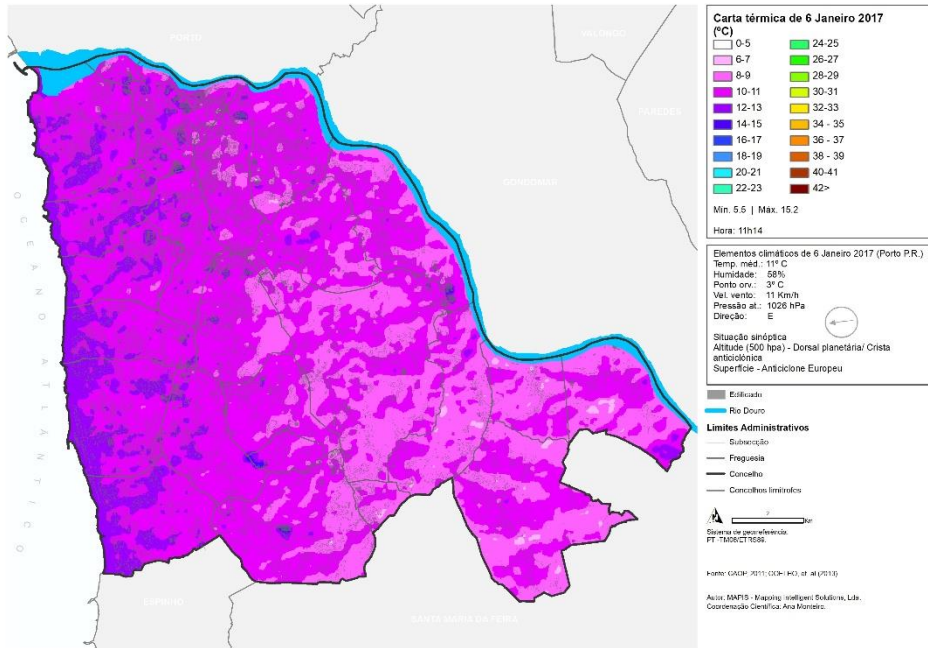


Figura 243 Vila Nova de Gaia: Carta térmica de 6 de janeiro de 2017. (<http://earthexplorer.usgs.gov>)

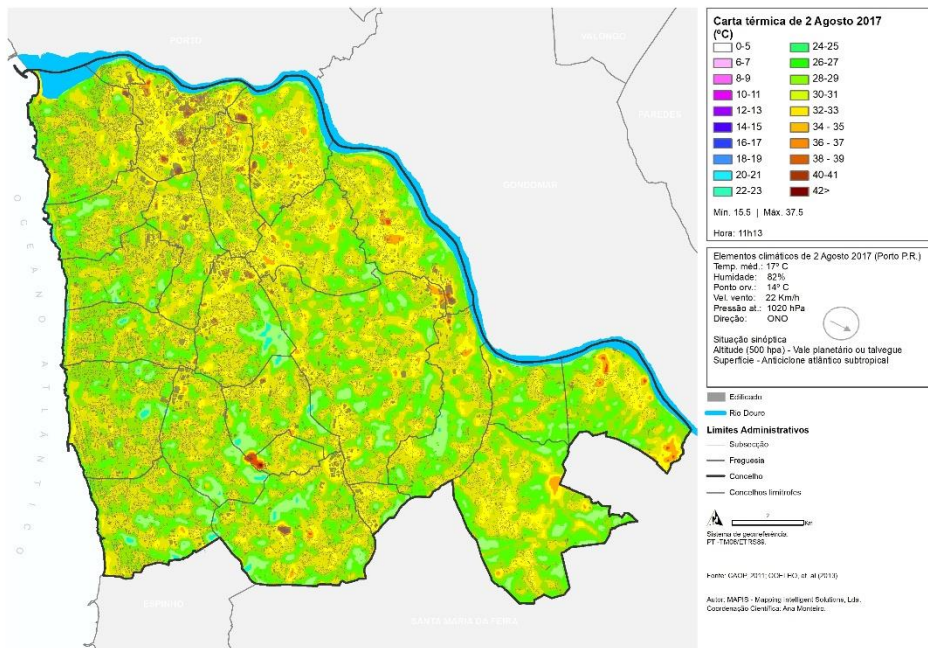


Figura 244 Vila Nova de Gaia: Carta térmica de 2 de agosto de 2017. (<http://earthexplorer.usgs.gov>)

Mas, nem sempre as áreas onde as temperaturas da superfície se mostram mais elevadas são resultado de um tráfego mais elevado, de uma forte urbanização, da expansão de áreas industriais ou até mesmo da escassez de cobertura vegetal. Por vezes estas áreas apresentam temperaturas elevadas devido à ocorrência de incêndios no passado, onde o coberto vegetal é escasso, podendo inclusive ter apenas cinzas ou solo nu como cobertura.

A ação termorreguladora do oceano é um fator evidente visível nas figuras 4 e 5. É possível perceber as suas duas variantes, no mês de Dezembro (inverno), as áreas que se localizam mais



próximas do oceano apresentam temperaturas da superfície superiores às freguesias da zona centro e este de Vila Nova de Gaia, no mês de Agosto (verão), todas as áreas mais próximas do oceano apresentam temperaturas da superfície inferiores àquelas que se encontram no centro ou na zona este do concelho, por sua vez, através desta análise é possível referir que as áreas mais próximas do oceano são mais frescas nos meses de verão e mais quentes nos meses de inverno comparativamente à restante área do concelho.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho comprova a importância e o contributo da utilização de imagens de satélite provenientes do satélite Landsat 8 e dos Sistemas de Informação Geográfica, relativamente ao levantamento das temperaturas da superfície de Vila Nova de Gaia, que por sua vez podem ter um papel fundamental no desenvolvimento de uma melhor perspectiva de planeamento urbano, através da definição de padrões na distribuição da temperatura da superfície de acordo com o uso e a ocupação do solo. Tendo como base o presente estudo foi possível obter conclusões semelhantes no que diz respeito à relação espacial entre as temperaturas da superfície mais elevadas e os centros urbanos. Apesar de neste estudo em concreto não serem apenas as áreas mais intensamente urbanizadas a apresentarem as temperaturas à superfície mais elevadas, mas também as áreas industriais e as áreas com elevado tráfego a estarem presentes neste grupo, comparativamente às restantes áreas do concelho de Vila Nova de Gaia.

#### **5. BIBLIOGRAFIA**

AMORIM, M. (2017). "Detecção remota de ilhas de calor superficiais: exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil." *Finisterra* 105: 111-133.

Amorim, M. and Monteiro, A. (2011). "As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal." *Confins*.

AMORIM, M. C. D. C. T. and V. DUBREUIL (2016). "As diferenças das temperaturas dos alvos diagnosticadas por meio de imagens térmicas do satélite landsat 8 em período seco e chuvoso em ambiente tropical. Variabilidade e susceptibilidade climática: Implicações Ecológicas e Sociais." *Goiânia (GO)/UFG*.

COELHO, A. L. N. and W. d. S. C. Correa (2013). "Surface temperature sensor tirs/landsat-8: methodology and applications " *Revista Geográfica Académica* 7: 31-45.





MONTEIRO, A.; FONSECA, L. (2013). “Conhecer o clima para não transformar Gaia num deserto – a bioclimatologia como alavanca para outras políticas públicas.

MONTEIRO, A. (1976). “Teoria e clima urbano”, São Paulo, IBEO/USP.

DORIGON, L.; AMORIM, M. (2017) “Clima urbano através de sensoriamento remoto”, SP.