

# O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS CANAIS DE DRENAGEM DE SANTOS – SP NA DISTRIBUIÇÃO SUPERFICIAL DA TEMPERATURA

Michele Rabelo Cruz<sup>1</sup>, Jhonnes Alberto Vaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Santos, Avenida Conselheiro Nébias, 300, 11015-002, Santos – SP, micheler95@gmail.com;

<sup>2</sup> Universidade Católica de Santos, Avenida Conselheiro Nébias, 300, 11015-002, Santos – SP, jhonnes.vaz@unisantos.br.

## RESUMO

Este trabalho utilizou imagens do sensor infravermelho termal (TIRS) do sistema sensor Landsat 8 para verificar a influência dos canais de drenagem localizados na Zona da Orla do Município de Santos – SP na distribuição espacial da temperatura. O estudo foi realizado contemplando imagens entre 2014 e 2017, e neste trabalho são apresentados os resultados da influência dos canais na temperatura superficial para o ano de 2015 sendo que os resultados deste ano seguem o padrão em todo o período estudado.

**Palavras-chave** — Canais de Drenagem, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Microclima, Temperatura Superficial.

## ABSTRACT

*This work utilized images of the thermal infrared sensor (TIRS) of the Landsat 8 sensor system to verify the influence of the drainage channels located in the Shore Area of the City of Santos - SP in the spatial distribution of temperature. The study was carried out contemplating images between 2014 and 2017, and in this work the results of the influence of the channels in the surface temperature for the year of 2015 are presented and the results of this year follow the pattern throughout the studied period.*

**Key words** — Drainage Channels, Geoprocessing, Remote Sensing, Microclimate, Surface Temperature.

## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização, processo provocado exclusivamente pela ação antrópica, é considerada como um dos fatores que mais influenciam o clima. Essa afirmação é comprovada pelo fato de que as áreas rurais e suburbanas apresentam menores temperaturas em relação às áreas extremamente urbanizadas. O processo de ocupação do solo, bem como suas diversas formas de uso provoca o aquecimento superficial favorecendo a geração de diferentes microclimas [1].

Na maior parte das cidades, o processo de urbanização ocorre de forma desordenada e ainda, há casos que a própria administração pública propõe um padrão de ocupação do solo sem planejamento adequado. Em decorrência disso, determinadas áreas de uma mesma cidade podem apresentar condições climáticas diferentes [2].

Outro elemento importante na composição do clima urbano é a existência de áreas verdes, pois a presença de vegetação proporciona maior atenuação da radiação, além da redução de temperaturas, no caso de espécies com maiores taxas de evapotranspiração. Cada vez mais, esse fato tem sido levado em consideração no planejamento urbano, pois além dos benefícios no quesito climático, a presença de vegetação nas cidades está relacionada com a qualidade de vida e bem-estar da população [3].

É importante ressaltar que apesar da arborização em áreas urbanas desempenhar um papel relevante na redução de temperaturas, a presença de corpos hídricos também influencia no microclima local. Além disso, a distribuição combinada desses elementos, arborização e superfícies d'água em uma determinada proporção nas regiões extremamente urbanizadas pode gerar temperaturas mais amenas do que a inserção de grandes áreas verdes em pontos afastados de uma mesma cidade [4].

Neste contexto, analisar se a inserção de elementos construídos na paisagem como os canais de drenagem, modifica a distribuição superficial da temperatura nas áreas urbanas, se torna pertinente. Para o alcance de tal objetivo, o município de Santos, bem como seus canais de drenagem foram escolhidos como objeto de estudo do presente trabalho. A construção dos canais de drenagem de Santos foi um marco para o avanço urbano da cidade no início do século XX. A partir desse advento, as áreas próximas às praias e outras regiões extremamente alagadiças puderam ser ocupadas e dessa forma, a cidade pôde se expandir. Além disso, os problemas sanitários que assolavam a população foram sanados e o desenho urbano do município foi alterado [5].

A implantação dos canais de drenagem santistas foi devidamente planejada. O engenheiro Saturnino de Brito, responsável pelo projeto de saneamento de Santos, não se limitou apenas às questões sanitárias, pois se preocupou com o embelezamento da cidade, bem como suas características topográficas, além de incluir áreas verdes ao redor dos canais [6].

O objetivo geral do presente estudo é analisar a temperatura das áreas próximas aos canais de drenagem localizados na zona da orla santista.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para esse estudo decidiu-se utilizar imagens da Banda 10 (Infravermelho Termal) do Sistema Sensor Landsat 8 (TIRS), em um recorte da região da zona da orla do município de

Santos – SP (Figura 1). Trabalhou-se com imagens de 2014 a 2017, sendo realizada uma seleção das imagens que não apresentavam cobertura de nuvens para a área (Figura 2).



Figura 1. Área de estudo e canais da orla de Santos.

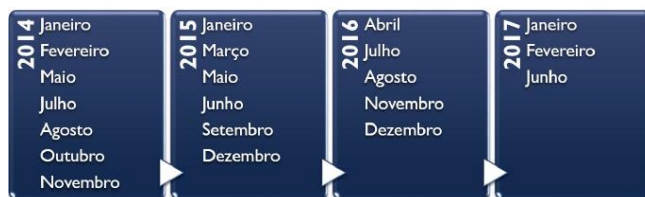


Figura 2. Anos e respectivos meses das imagens utilizadas no estudo.

Apoiado em [7] e [8] foi realizada a conversão do valor digital das imagens para valor de radiância, posteriormente transformou-se os valores de radiância em valores de temperatura absoluta na unidade Kelvin, e depois de Kelvin para temperatura em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), finalizando o processo com o recorte das imagens da área de estudo e convertendo o arquivo em formato raster para formato vetorial, sendo este salvo em *shapefile*, onde cada pixel com a temperatura em  $^{\circ}\text{C}$  foi transformado em um ponto do arquivo *shapefile*.

Em um segundo momento, foram estabelecidas áreas de influência (*buffer*) de 200 metros para cada canal (Figura 3). Assim, demonstrando as regiões que estão sob influência direta dos canais (áreas localizadas no interior do *buffer*), bem como as regiões que não sofrem interferência direta destes elementos (áreas no exterior do *buffer*).

Após tal procedimento, os dados de temperatura máxima, média e mínima, bem como o desvio padrão das áreas internas e externas ao *buffer* foram tabelados.

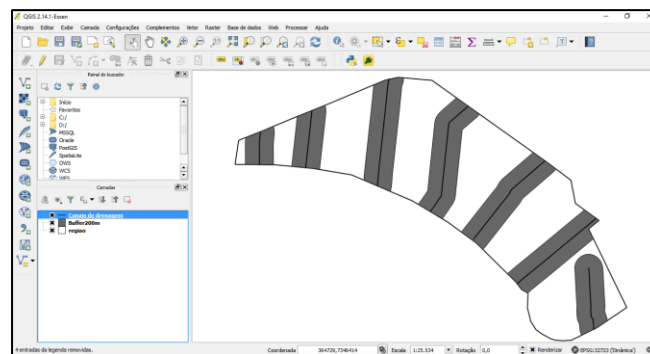


Figura 3. Área de estudo e *buffer* dos canais de drenagem.

Em relação à análise da temperatura média em cada canal, utilizou-se o mesmo *buffer* equivalente à 200 m, sendo este fragmentado em 7 *shapefiles* vetorizados correspondentes aos respectivos canais da orla de Santos. Neste caso, também foram tabelados os dados referentes a temperaturas máximas, médias e mínimas, além do desvio padrão.

Por fim, foram gerados como resultados mapas, tabelas e gráficos para que a análise dos mesmos pudessem oferecer subsídios para atender os objetivos do trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram elaborados mapas para a indicação da distribuição superficial da temperatura nas áreas próximas aos canais da orla do município de Santos. A escala de cores utilizada na geração dos mapas foi produzida com base na maior e menor temperatura registrada nas imagens referentes ao período estudado, sendo estabelecido o intervalo de  $11^{\circ}\text{C}$  à  $36^{\circ}\text{C}$ , dividido em 25 classes (Figura 4).

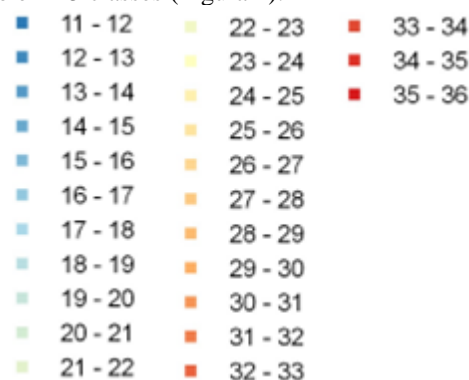


Figura 4. Padronização da escala de cores utilizada em todos os mapas.

Ao todo, foram gerados 21 mapas para representação da distribuição superficial da temperatura nas áreas próximas aos canais, sendo estes correspondentes a cada mês do período estudado. Como exemplo neste artigo são apresentados os mapas para o ano de 2015 (Figura 5).

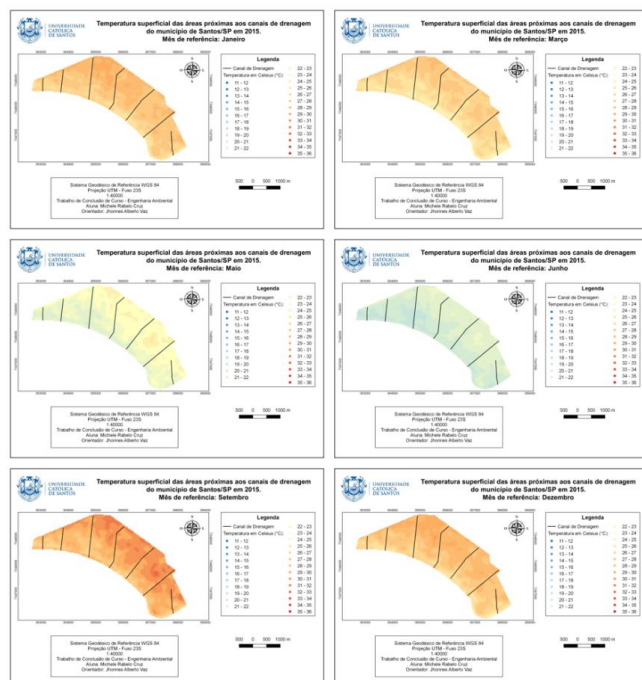


Figura 5. Mapas da temperatura superficial da área de estudo no ano de 2015.

Conforme descrito no item referente ao Material e Método, para o presente estudo foi estipulado um *buffer* equivalente a 200 m para cada canal de drenagem do município de Santos. Os dados relativos à temperatura máxima, média e mínima, bem como os valores de desvio padrão registrados para cada ano de estudo foram agrupados em tabelas e serviram de subsídio para a geração de gráficos. Além disso, as informações foram divididas em “Dentro do *Buffer*”, referente às áreas compreendidas pelo *buffer* de 200 m e “Fora do *Buffer*”, correspondente às regiões não abrangidas por este. A Tabela 1 demonstra os dados de temperatura registrados no ano de 2015, enquanto que a Tabela 2 apresenta a diferença entre as temperaturas máxima, média e mínima pertinentes às áreas compreendidas ou não pelo *buffer* para o mesmo ano.

Mês	Dentro do Buffer				Fora do Buffer			
	Temp. Máx. (°C)	Temp. Média (°C)	Temp. Min. (°C)	Desvio Padrão	Temp. Máx. (°C)	Temp. Média (°C)	Temp. Min. (°C)	Desvio Padrão
Jan.	29,6905	27,3916	24,8354	0,8601	29,9375	27,6744	24,0893	0,9508
Mar.	28,0660	26,1943	23,8467	0,8320	28,4551	26,4450	23,5073	0,8946
Mai.	24,3050	22,7508	20,7526	0,8070	25,1519	23,0301	20,7427	0,8676
Jun.	22,1346	20,7928	19,3011	0,6480	22,5948	20,9866	18,8724	0,7122
Set.	31,4270	29,1366	26,0283	1,2133	32,8899	29,4860	25,5648	1,2488
Dez.	30,2387	27,5756	24,1444	0,9662	30,3093	27,9148	23,8155	1,0556

Tabela 1. Resultados de temperatura e desvio padrão nas áreas analisadas para o ano de 2015.

Mês	Variação		
	Temp. Máx. (°C)	Temp. Média (°C)	Temp. Min. (°C)
Jan.	0,2469	0,2828	-0,7461
Mar.	0,3891	0,2507	-0,3394
Mai.	0,8470	0,2793	-0,0099
Jun.	0,4602	0,1939	-0,4286
Set.	1,4629	0,3495	-0,4634
Dez.	0,0706	0,3392	-0,3289

Tabela 2. Variação térmica nas áreas do estudo no ano de 2015.

Representando graficamente as temperaturas médias registradas no ano de 2015, temos que de forma geral, as áreas mais afastadas dos canais apresentaram temperaturas maiores, conforme demonstra o Gráfico 1.

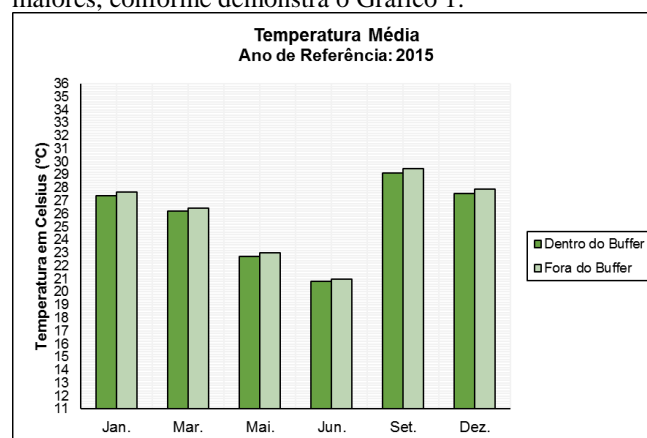
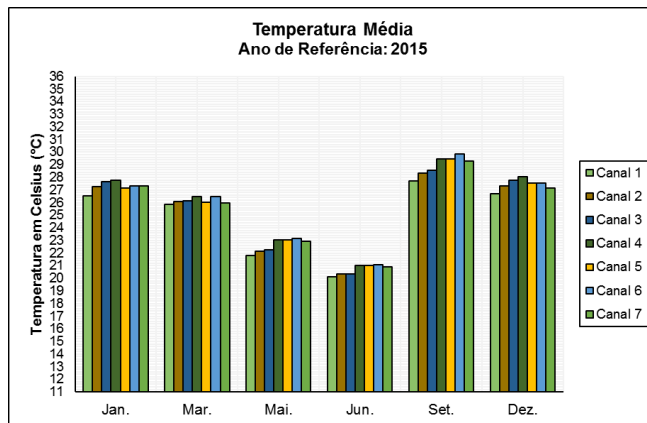


Gráfico 1. Temperaturas médias nas áreas dentro e fora do *buffer* no ano de 2015.

Também foram analisados cada canal separadamente (Gráfico 2), sendo assim o canal 1 apresentou os menores valores de temperatura média para todos os meses do ano estudado (janeiro, março, maio, junho, setembro e dezembro), sendo estas variáveis entre 20,1239 °C à 27,6996 °C. Já o canal 4 apresentou as temperaturas mais elevadas para os meses de janeiro, março e dezembro (variando entre 26,4630 °C à 28,0403 °C), enquanto que o canal 6 demonstrou temperaturas maiores para os meses de maio, junho e setembro, indicando valores entre 21,0824 °C à 29,8399 °C no ano de 2015.

Os dados apresentados no presente estudo estão limitados ao ano de 2015, porém o trabalho completo contemplou o intervalo de 2014 até 2017. Verificou-se que os resultados apresentados para o ano de 2015 seguem o mesmo padrão dos demais anos analisados no trabalho completo.



**Gráfico 2. Temperatura média para os canais da orla para o ano de 2015.**

## 5. CONCLUSÕES

Os canais de drenagem, localizados na orla do município de Santos – SP, exercem determinada influência na distribuição superficial da temperatura, especificamente nas regiões urbanas adjacentes. Observou-se que apesar dos resultados obtidos apontarem a ocorrência de temperaturas máximas e mínimas elevadas nas áreas próximas aos canais, tal condição não influenciou os dados de temperatura média, visto que estes indicaram a prevalência de temperaturas inferiores nesta região. Verificou-se diferenças térmicas variantes entre valores menores que 0,5 °C até 1,4 °C, aproximadamente, nas áreas do entorno destes elementos, demonstrando a diminuição de temperatura que pode ser promovida pelos canais.

Com base na pesquisa bibliográfica realizada para o presente trabalho, identificou-se que a presença de arborização e superfícies d'água, bem como a própria forma de uso do solo são fatores que podem interferir diretamente na variação térmica encontrada na área de estudo.

A respeito do estudo detalhado das temperaturas médias registradas em cada canal, verificou-se a incidência de grandes diferenças térmicas entre estes, demonstrando variações de até 4,3021 °C. Assim como na comparação realizada entre as regiões adjacentes e distantes aos canais da orla, acredita-se que as diferenças térmicas existentes entre estes sejam provocadas pela presença de arborização em seu entorno. Além disso, entende-se que a própria diferença entre os comprimentos dos trechos analisados de cada canal tenha acarretado em determinadas variações nos resultados registrados.

Apesar dos resultados obtidos pelo presente trabalho, avalia-se como relevante, a necessidade da realização de posteriores estudos que relacionem outros elementos à variação térmica encontrada nas regiões próximas aos canais da orla. Acredita-se que a elaboração de pesquisas considerando variáveis como o regime pluviométrico, ou até mesmo a altura das construções adjacentes aos canais, sejam de grande

importância para conhecimento das características microclimáticas da cidade de Santos.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, D. E.; ASSIS, D. C.; FERREIRA, C. C. M. A influência dos corpos hídricos na geração de microclimas urbanos, um estudo de caso da cidade de Juiz de Fora, MG. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/labcaa/files/2008/08/A-influencia-dos-corpos-hidricos-na-gera%C3%A7%C3%A3o-de-microclimas-urbanos1.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- [2] MASIERO, E. Análise da influência de corpos d'água em microclimas urbanos: estudo de caso em São José do Rio Preto, SP. 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos: São Carlos. 2014.
- [3] ABREU, L. V. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas: Campinas. 2008.
- [4] DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20, abr./jun. 2003.
- [5] MELLO, G. H. Expansão e estrutura urbana de Santos (SP): aspectos da periferização, da deterioração, da intervenção urbana, da verticalização e da sociabilidade. 2008. 201 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Departamento de Sociologia, Universidade de São Paulo: São Paulo. 2008.
- [6] VIANA, M. A. Navegando pelas ondas do desenvolvimento: baixada santista em busca de um porto seguro... 2010. 439 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC SP: São Paulo. 2010.
- [7] COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: Metodologia e aplicações. Rev. Geogr. Acadêmica, v.7, n.1, p. 31-45, 2013.
- [8] USGS (United States Geological Survey). Landsat 8 (L8) - Data users handbook. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2017.