

## **A vegetação urbana como condicionante de mitigação de ilhas de calor**

**Brenda Alves Silva**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[brenda.ufes@gmail.com](mailto:brenda.ufes@gmail.com)

**Tatiana Camello Xavier**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
*Federal Institute of Espírito Santo, Production engineering Coordination, Cariacica (ES), Brazil*  
[tatianax@ifes.edu.br](mailto:tatianax@ifes.edu.br)

**Cristina Engel de Alvarez**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[cristina.engel@ufes.br](mailto:cristina.engel@ufes.br)

**ABSTRACT:** A falta de planejamento e o crescimento urbano acelerado têm sido apontado em diversas pesquisas como um dos fatores de influência no clima local, sendo possível inferir que a urbanização vem promovendo mudanças na forma de distribuição da radiação da Terra. Nos estudos acerca do clima urbano vem sendo observado, especialmente, nas grandes cidades de clima tropical em todo mundo o fenômeno “ilha de calor”, sendo a vegetação em áreas urbanas um importante componente para a mitigação desse fenômeno. O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar os impactos da formação de ilhas de calor para o conforto térmico urbano e a influência da vegetação através do mapeamento do campo térmico. Elegeu-se como área de estudo o município de Vitória (ES, Brazil). Os procedimentos metodológicos adotados consistem no mapeamento do campo térmico da área de estudo no ano de 2014, período sazonal verão, através das imagens do satélite Landsat 8, utilizando o SIG (Sistema de Informação Geográfica) para o georreferenciamento das imagens e produção de mapas temais para identificação de ilhas de calor e frescor na área urbana. Os resultados apontaram a influência da urbanização no microclima urbano e a constatação da redução do calor nas áreas vegetadas. Desta forma as análises servirão de suporte para estudos futuros que visem a elaboração de recomendações para o desenvolvimento de políticas e ações relacionadas ao planejamento urbano.

**Keywords** *vegetação, clima urbano, ilha de calor.*

## 1. INTRODUÇÃO

A falta de planejamento decorrente da intensa urbanização e de um crescimento urbano acelerado tem reduzido as áreas de vegetação nos centros urbanos, sendo evidenciado em pesquisas como fatores de influência do microclima. As alterações climáticas nos centros urbanos são responsáveis por ocasionarem ampliação no desconforto térmico, principalmente em áreas de clima tropical úmido, ocasionando nessas áreas uma elevação na temperatura das superfícies comparada com as verificadas em áreas rurais (Gartland, 2010).

Segundo Dacanal, Labaki e Silva (2010), o interesse a respeito do conforto térmico em espaços abertos tem aumentado devido aos estudos relacionados às estratégias bioclimáticas enquanto mecanismo para a melhoria da eficiência energética das edificações e, também, da qualidade dos espaços livres públicos.

Com a limitação da vegetação nos centros urbanos e ampliação das superfícies retentoras de radiação das edificações, o desconforto térmico é ampliado, como consequência da relação da capacidade de absorção de radiação solar das configurações desse meio.

A vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação por meio do sombreamento e da evapotranspiração. O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, conseqüentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas, portanto, a emissão de radiação de onda longa para o meio. Através da evapotranspiração, ocorre o resfriamento das folhas e do ar adjacente, devido à retirada de calor latente (Labaki, et al., 2011).

De acordo com Gonçalves e Santos (2010), o sombreamento produzido pela vegetação atua impedindo que a radiação solar atinja diretamente a superfície. Segundo o mesmo autor, a vegetação também absorve parte dessa radiação em seu processo de evapotranspiração, o que resfria e umidifica o ar do entorno, conseqüentemente produzindo um ambiente com microclima mais confortável.

Pesquisas acerca da influência da vegetação para o conforto térmico urbano tem apontado a vegetação como um importante fator de atenuação dos impactos negativos no microclima, sendo ainda a responsável pela redução da temperatura e elevação da umidade relativa do ar (Silva et al., 2015).

Nos centros urbanos observa-se uma expansão da mancha urbana associada com a redução de áreas verdes, fatores que tem ocasionado mudanças no clima local (Shams et al., 2009). As alterações microclimáticas nas áreas urbanas têm afetado o conforto térmico dos transeuntes, sendo um fato de destaque a formação de fenômenos climáticos como os de “ilha de calor”.

O fenômeno ilhas de calor se relaciona com as ações antrópicas e suas interferências com o uso e ocupação do solo, e é associado com as características do meio ambiente (Lombardo, 1985).

Conforme Gartland (2010), o fenômeno ilhas de calor é formado em áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção comuns têm alta capacidade de absorção e retenção de radiação solar em comparação com os materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas.

A temperatura de superfície terrestre (TST) de acordo com Gusso, Fontana e Gonçalves (2007, p. 231) “é determinada a partir da detecção da radiação de ondas emitida na faixa do infravermelho e detectada por sensores orbitais”. A TST se torna importante nos estudos de clima urbano (Weng, 2009 apud Sousa e Ferreira Junior, 2012, p.76).

Tendo por objetivo a avaliação dos impactos da formação de ilhas de calor e a influência da arborização no conforto térmico urbano a partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG), e da análise da temperatura de superfície terrestre este estudo teve como recorte territorial o município de Vitória (ES).

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo é a cidade de Vitória (LAT 20° 19' 20" S e LONG 40° 20' 17" W), localizada no litoral do Sudeste brasileiro (Figura 1). O município possui cerca de 327.801 habitantes distribuídos em uma área de 97,400 Km<sup>2</sup> de acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE, 2010).

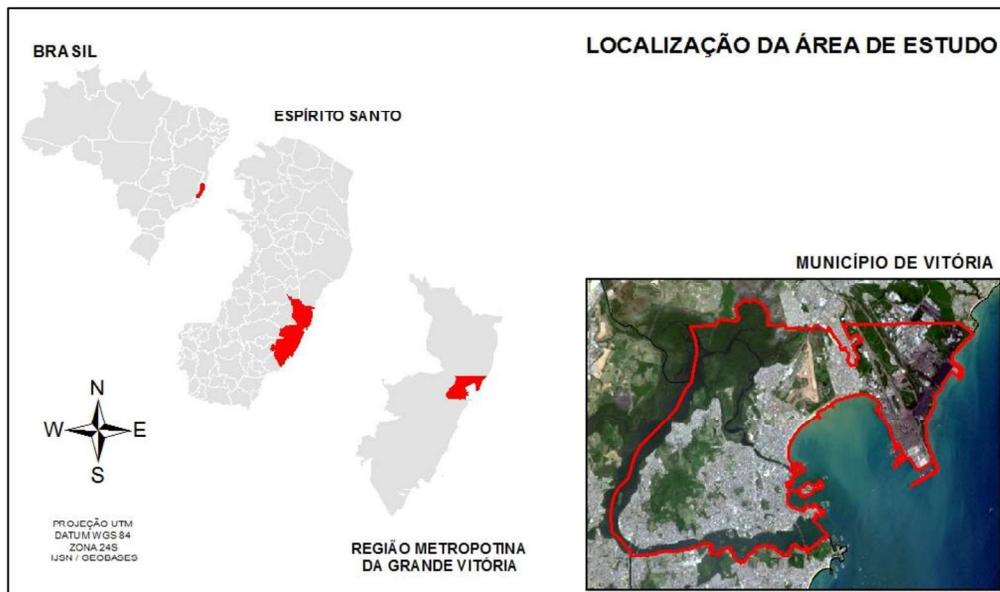


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: elaborado a partir de Geobases e IJSN (2016)

De acordo com a escala climática de Köppen-Geiger, o município possui clima tropical úmido (Aw), com temperaturas quentes e úmidas (Kottek et al., 2006). A região é de transição de climas quentes e temperado, sofrendo grande influência da umidade vinda do oceano Atlântico (Romero, 2000).

## 3. METODOLOGIA

A etapa inicial dos procedimentos metodológicos adotados para a pesquisa consiste em revisão bibliográfica e na aquisição das imagens gratuitas do satélite Landsat 8. As imagens disponíveis dessa estação foram de 29/12/2014 e o horário central 12h38, referente a estação sazonal de verão. As imagens são disponibilizadas pelo site americano USGS (United States Geological Survey).

Para a obtenção da temperatura de superfície e, conseqüentemente, a produção de mapas temais para identificação de ilhas de calor e frescor na área urbana de estudo foram utilizados os métodos de Coelho, Correa e Nascimento (2013) e Coelho e Correa (2013) nas bandas do infravermelho termal do satélite Landsat-8, que são fundamentadas respectivamente na equação (1) e (2), onde se utiliza os parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza das imagens para a radiancia. Os níveis de cinza observados nas imagens foram transformados em temperatura (°Celsius) sendo executadas e processadas utilizando o software ARCGIS versão 10.2, que também foi utilizado para a criação do perfil do campo térmico.

Fórmula e parâmetros de conversão para o satélite Landsat - 8 (Coelho e Correa, 2013)

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

Onde:

$L\lambda$ = Radiancia espectral do sensor de abertura em Watts ( $m^2 \text{ sr } \mu m$ )
ML = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04
AL = Fator de redimensionamento aditivo especifico da banda 10 = 0.10000
$Q_{cal}$ = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10

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

Onde

T = Temperatura efetiva do satélite em Kelvin (K)
K2 = Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)
K1 = Constante de calibração 1 = 774.89 (K)
$L\lambda$ = Radiancia espectral em Watts / ( $m^2 \text{ sr } \mu m$ )

Após os parâmetros de conversão, para o início do estudo da superfície termal através de técnicas de sensoriamento remoto, foi utilizado no software a composição RGB na banda 10 do infravermelho termal, onde os mapas permitiram a identificação da expansão da urbanização e a presença da vegetação no município.

#### 4. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A expansão da mancha urbana é observada na figura 2 na composição RGB na banda 10 do infravermelho termal, sendo notória a avaliação da urbanização no município na composição falsa cor natural do satélite. Observa-se que a vegetação urbana está sendo limitada pela ação antrópica no meio ambiente e o avanço da urbanização tem ocasionado esse fator.

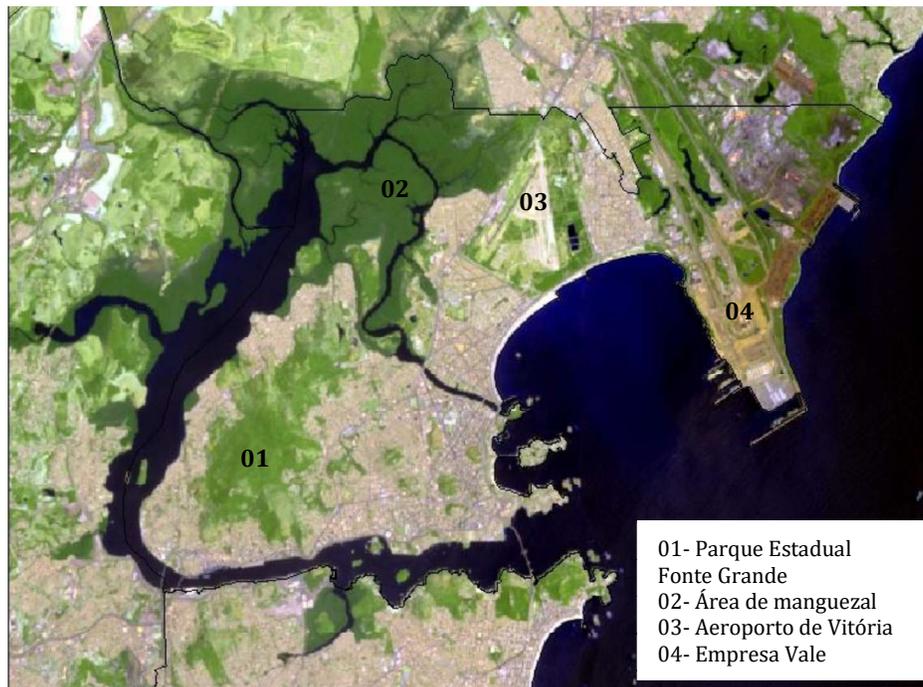


Figura 2. Composição RGB- Falsa cor natural: Fonte: elaborado a partir de Geobases e IJSN (2016)

Na Figura 3, observa-se a composição do infravermelho colorida, sendo que nessa composição foi avaliada a vegetação presente em vermelho. Na imagem, verifica-se que a concentração de vegetação está na área do parque Estadual Fonte Grande; na área de preservação do manguezal; e na área preservada ao redor do aeroporto. Além disso, é possível visualizar pequenas regiões vegetadas localizadas no meio urbano de Vitória.



Figura 3. Composição RGB– Infravermelho colorida. Fonte: elaborado a partir de Geobases e IJSN (2016)

A figura 4 apresenta o mapa de temperatura de superfície do satélite TM/ Landsat-8 do município de Vitória (ES), registrando temperatura mínima de 18°C e máxima de 49°C. Os resultados apontaram as variações das temperaturas na área urbanizada, sendo que nas áreas em que a urbanização está concentrada, as temperaturas foram mais elevadas, o que ressalta que os materiais de construção das edificações e das pavimentações absorvem e retêm mais calor.

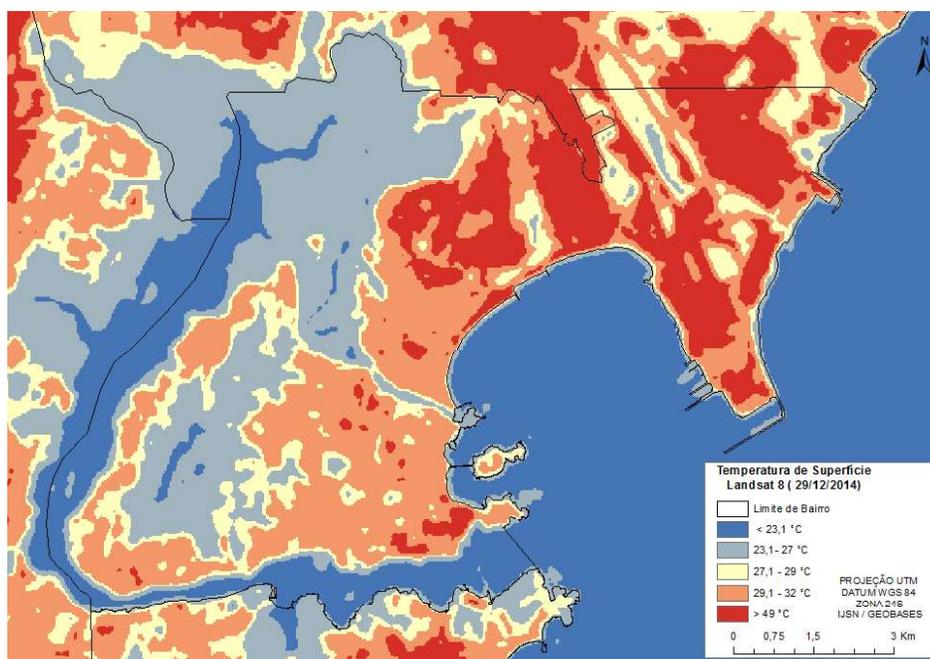


Figura 4. Mapa de temperatura. Fonte: elaborado a partir de Geobases e IJSN (2016)

As áreas com intensa urbanização e sem vegetação se tornam ambientes propícios para a absorção e retenção da radiação solar, conseqüentemente, a radiação não é totalmente dissipada no ambiente, sendo a maior parte da energia absorvida entre as configurações urbanas.

Nas áreas onde existe a presença de vegetação, foi observada a atenuação da temperatura, corroborando no sentido de que a vegetação se torna um importante condicionante de mitigação de ilhas de calor, melhorando o conforto térmico urbano.

Na área do Parque Estadual Fonte Grande (Figura 5), que possui vegetação concentrada, constata-se temperaturas entre 23,1°C - 27°C, em contrapartida, nas áreas urbanizadas do município, as temperaturas variam de 29,1°C - 49°C (Figura 6).

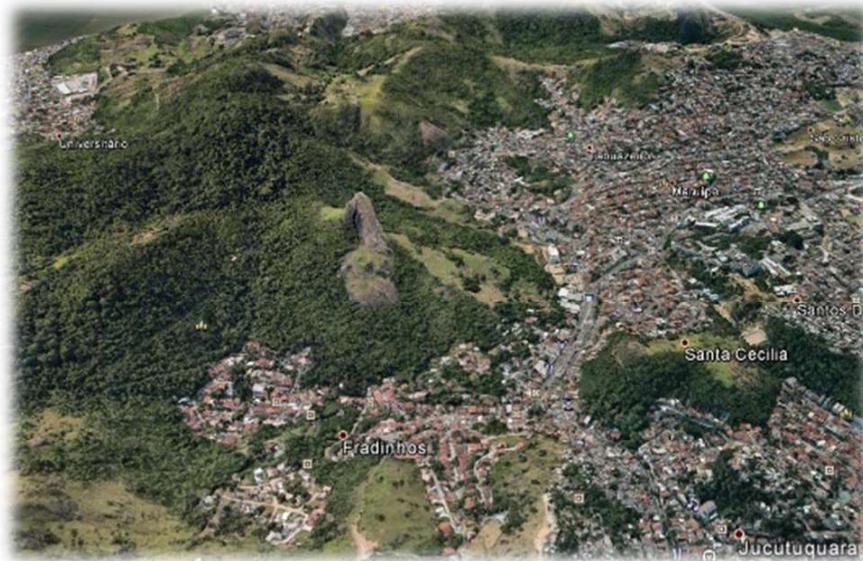


Figura 5. Parque Estadual Fonte Grande: Fonte Google Earth, 2016

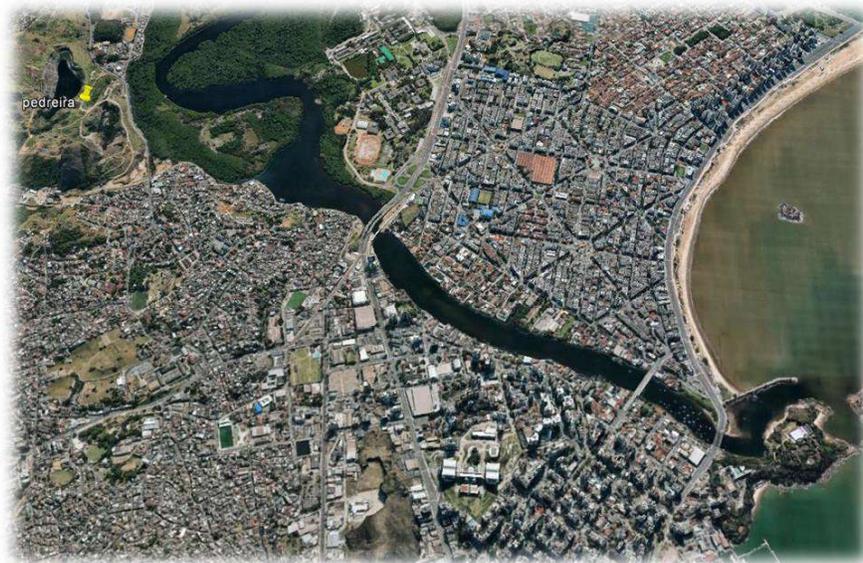
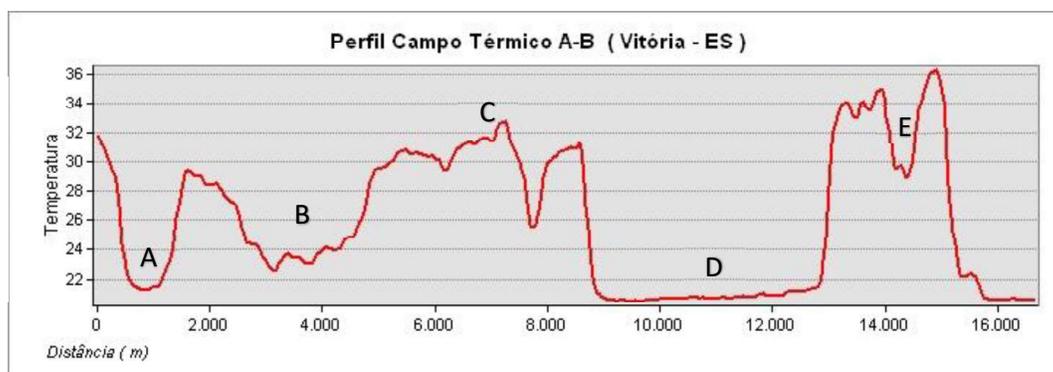
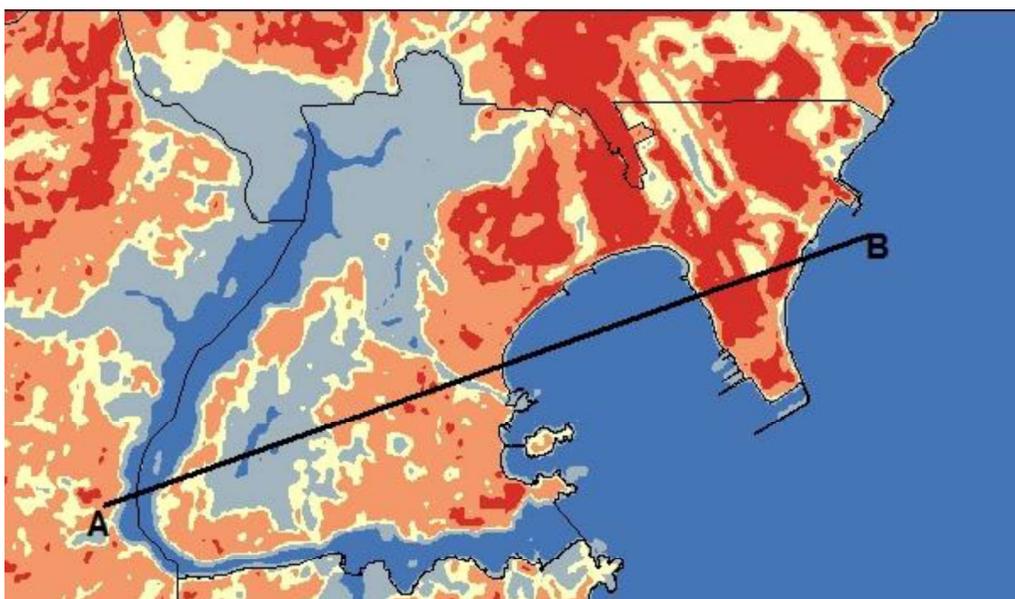


Figura 6. Área urbanizada de Vitória: Fonte Google Earth, 2016

No perfil do campo térmico (Figura 7), verifica-se a influência da vegetação como condicionante de atenuação da temperatura. É perceptível a queda na temperatura nas áreas do Parque Estadual da Fonte Grande, onde se encontra uma maior concentração de fragmentos florestais no município, e também nas áreas próximas ao manguezal.



REGIÃO	CARACTERÍSTICAS
A	Região com temperaturas mais baixa representativa do Oceano Atlântico;
B	<b>Região com temperaturas baixas representando a área do Parque da Fonte Grande;</b>
C	Região com temperaturas elevadas representando a área urbanizada;
D	<b>Região com temperaturas baixas representando o Oceano;</b>
E	Região com temperaturas baixas representando as áreas verdes da Vale.

Figura 7. Perfil do Campo Térmico. Fonte da imagem: elaborado a partir de Geobases e IJSN (2016)

Na área urbanizada do município de Vitória observa-se uma atenuação da temperatura na área de vegetação do aeroporto, e nas imediações da área industrial da Empresa Vale, caracterizada por apresentar um cinturão com vegetação preservada.

## 5 CONCLUSÃO

A partir do mapeamento do campo térmico, os resultados apontaram a influência da urbanização no microclima urbano acentuando os valores de temperatura, e a constatação da redução do calor nas áreas verdes vegetadas, sendo possível verificar que nesses locais foram registradas as temperaturas mais baixas. Assim, é possível afirmar a importância da presença de vegetação na mitigação de ilhas de calor e na promoção de um microclima urbano mais confortável para cidades com características climáticas como Vitória.

Nas áreas de vegetação concentrada, como o Parque Fonte Grande, a temperatura permanece mais amena, enquanto nas áreas urbanizadas esses valores são mais altos. Foi possível verificar que a urbanização existente no município de Vitória tem modificado o microclima, ocasionando conseqüentemente o surgimento de fenômenos microclimáticos, como as ilhas de calor, o que acaba ampliando o desconforto térmico urbano.

O planejamento urbano se torna um fator importante, principalmente na inserção de parques urbanos e de áreas vegetadas no meio urbano, para a melhoria do conforto térmico, visto que os materiais construtivos são responsáveis por aumentar os valores de temperatura. Portanto é importante avaliar a implementação da vegetação nos centros urbanos para melhoria do conforto térmico dos transeuntes, sendo a vegetação na área urbana um componente de atenuação da temperatura, contribuindo na mitigação de ilhas de calor. Recomenda-se a continuidade do estudo para analisar como acontece a influência dos parques urbanos no entorno visando a definição de critérios para a localização dos mesmos a fim de se obtenha o melhor proveito do conforto térmico por eles proporcionados.

## 6 AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pela FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo, e insere-se no contexto dos trabalhos da rede URBENERE apoiado pelo CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo.

## REFERÊNCIAS

- Coelho, A. L. N.; Correa, W. de S. C.; Nascimento, F. H. 2013. Uso de produtos de sensoriamento remoto para a classificação e análise de temperaturas de superfície no município de Vila Velha/Es (Brasil), *GeoFocus* (Informes y aplicaciones), nº 13-1, p. 61-76.
- Coelho, N.L.A. & Correa, C.S.W. Temperatura de Superfície Celcius do Sensor TIRS/LandSat – 8 In: Revista Geográfica Acadêmica, online, Boa Vista Vol.7, 2013, ISSN 1678-7226. Disponível em <<http://revista.ufr.br/index.php/rga/article/view/2996>>.
- Dacanal, C.; Labaki, L.C.; Silva, T. M. L. 2010. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun.
- Gartland, L. 2010. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. Tradução: Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos. 248 p.
- Governo do Estado do Espírito Santo. 2016. Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES). Disponível em <<http://www.geobases.es.gov.br/portal/>>. Acesso em 20 de maio 2016.

- Gonçalves, T. M.; Santos, R. dos (Org). 2016. Cidade e meio ambiente: estudos interdisciplinares. Criciúma, SC: Ed. UNESC, 2010. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: < <http://censo2010.ibge.gov.br/> >. Acesso em 20 de maio de 2016.
- Gusso, A.; Fontana, D. C.; Gonçalves, G. A. 2007. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 42, n. 2, p. 231-237, fev.
- Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística – IBGE. 2016. Censo Demográfico 2010. Disponível em: < <http://censo2010.ibge.gov.br/> >. Acesso em 20 de maio de 2016.
- Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN, aquisição de plano de informação limite municipal. Disponível em: < <http://www.ijsn.es.gov.br/> >. Acesso em: 20 maio de 2016.
- Kotttek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. 2006. *World Map of the Koppen-Geiger climate classification updated*. *Meteorol Zeitschrift* 15 (3): 259-26.
- Labaki, L.C.; Santos, R. F. dos; Bueno-Bartholomei, C. L.; Abreu, L. V de. 2011. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio: *Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável* (UFMG. Online), v. 5, p. 2.
- Lombardo. M. A. 1985. *Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Huritec.
- Romero, M. A. B. 2000. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda.
- Silva, B. A.; Xavier, T. C.; Silva, F. T. da; Alvarez, C. E. de. 2015. O impacto da distribuição de vegetação no microclima de ambientes urbanos. In: Euro-ELECS 2015 -Latin American and European conference on sustainable buildings and communities, 2015, Guimarães. Euro-ELECS 2015 -Latin American and European conference on sustainable buildings and communities. Lisbon: Printed by Multicomp. v. 1. p. 247-256.
- Sousa, S. B.; Ferreira Junior, L. G. 2012. Relação Entre Temperatura De Superfície Terrestre, Índices Espectrais e Classes de Cobertura da Terra no Município de Goiânia (Go). *RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 26, p. 75-99.
- USGS - Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano. Imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8. Disponível em: < <http://www.usgs.gov/> >. Acesso em 20 de maio 2016.
- USGS - Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano. Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8. Disponível em <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em 20 de maio 2016.
- Shams, J. C. A.; Giacomelli, D. C.; Sucomine, N. M. 2009. Emprego Da Arborização Na Melhoria Do Conforto Térmico Nos Espaços Livres Públicos. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 04, p. 1-16.