

## **Determinação da Temperatura de Superfície do Município de Cariacica – ES com emprego de Geotecnologias.**

Rafael Justino de Jesus <sup>1</sup>  
André Luiz Nascentes Coelho <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo / bolsista de Iniciação Científica  
Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO  
just\_rafael@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo – Depto. de Geografia/CCHN/UFES  
Coordenador do projeto de Iniciação Científica: Dinâmica das Águas Superficiais, Formas de Relevo Associados e Aplicações Geotecnológicas (SIG e SR)  
Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias  
Av. Fernando Ferrari, 514 - 29075-973 - Vitória - ES, Brasil  
alnc.ufes@gmail.com

**Abstract.** The aim of this study is to perform thermal mapping of the city of Cariacica geotechnological using tools such as data from Remote Sensing and handling of software Geographic Information System (GIS) ArcGIS 9.3. The proposal is based on the conversion of digital values present in the image Landsat 5 TM - band 6 corresponding to the thermal infrared range in levels of radiation and subsequently in degrees Celsius (° C). The results allowed the visualization of temperature variations over the entire territory of the municipality of Cariacica and contributed to the observation of the materials that comprise the land use, allowing its composition to associate with value featuring spa. In this sense, it is believed that this study contributed to the improved access to the products of Remote Sensing and Geographic Information System and its use for studies similar or distinct, thus aiding in the dissemination of geotechnology.

**Keywords:** Cariacica, Thermal Mapping, Remote Sensing, Geographic Information System and vegetation.

### **1. Introdução**

Mudanças de caráter urbano-ambiental podem ser observadas a partir do intenso crescimento do contingente populacional e industrial verificados nos grandes centros urbanos; Estas mudanças, em grande maioria, estão associadas a uma “falta” de planejamento urbano pretérito sobre o espaço, condicionando certos problemas. Neste cenário, as alterações ocorridas sobre o clima urbano, por sua vez relacionada às mudanças na superfície da cobertura urbana, tem-se destacado como um problema sobre as cidades, devido as transformações que ela acarreta sobre a atmosfera local: aumento da temperatura, núcleos de ilhas de calor, etc.

Conforme Araújo (2006, *apud* Ideião, et al.) o espaço urbano será um grande influenciador da mudança do clima em sua espacialidade, pois considera-se que a camada de ar sobre o solo é mais quente sobre as cidades do que nas áreas rurais, tendo em vista os seguintes fatores: contingente populacional, emissão de gases pelos veículos, diminuição das áreas verdes, etc. A cidade é um grande centro consumidor de energia, e toda vez que a mesma é utilizada, parte é liberada para o ambiente. Pode-se dizer que o calor é uma forma de lixo energético, um subproduto do uso da matéria e alimentos; porém, sob certo aspecto, o calor é pior, pois precisa ser dissipado no ambiente e não pode ser reciclado como muitos dos componentes do lixo urbano produzido.

De acordo com Lombardo (1985) os primeiros estudos referentes ao clima e temperatura das cidades teve como recorte espacial a cidade de Londres. Destacam-se os trabalhos de Landsberg e Chandler (1965), tendo o primeiro analisado as alterações que ocorriam com os elementos: temperatura, umidade, precipitação, etc e o segundo em sua

conclusão de que a cidade modifica o clima por meio das alterações sobre a superfície. Lombardo (1985) descreve que Oke desenvolveu algumas considerações relacionando o fenômeno ilha de calor com o tamanho de uma cidade. No Brasil destaca-se o estudo de Monteiro (1976) quando propõe uma análise dinâmica com relação ao estudo em climatologia urbana. A proposta do Sistema Clima Urbano – S.C.U elaborada por Monteiro (2003), vem ao encontro de compreender a forma singular do clima da cidade. O estudo considera a atmosfera como um operador que age sobre o complexo conjunto de ações naturais e dos fenômenos da urbanização, deste modo o que se materializa sobre a cidade, faz-se parte deste sistema complexo, constituindo-se o operando do sistema.

Os dados de Sensoriamento Remoto vêm ao encontro deste estudo como uma ferramenta capaz de auxiliar na leitura do mapeamento térmico de uma determinada localidade. Nichol (1996) destaca que esta ferramenta proporciona um importante banco de dados relacionados a temperatura sobre parte ou sobre o todo da cidade. Teza e Baptista (2005) acreditam que a associação dos dados de sensoriamento termal com a modelagem digital de terrenos também tem sido muito utilizada, pois a partir desta interação será notável a compreensão do contexto no qual encontra-se a cidade. Já Jensen (2009, p. 251) declara que “objetos que tem temperatura acima do zero absoluto emitem energia eletromagnética. Portanto, todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem [...] e pessoas emitem energia eletromagnética infravermelha termal”. E por fim, Monteiro e Mendonça (2003) destacam que a aplicabilidade dos dados em infravermelho fornece suporte para o mapeamento térmico da cidade.

Neste contexto, observando a grande relevância dos dados de Sensoriamento Remoto, o objetivo principal deste trabalho consiste em realizar o mapeamento do campo térmico do município de Cariacica, interceptando com os dados referentes às áreas com cobertura vegetal coletados em pesquisa anterior.

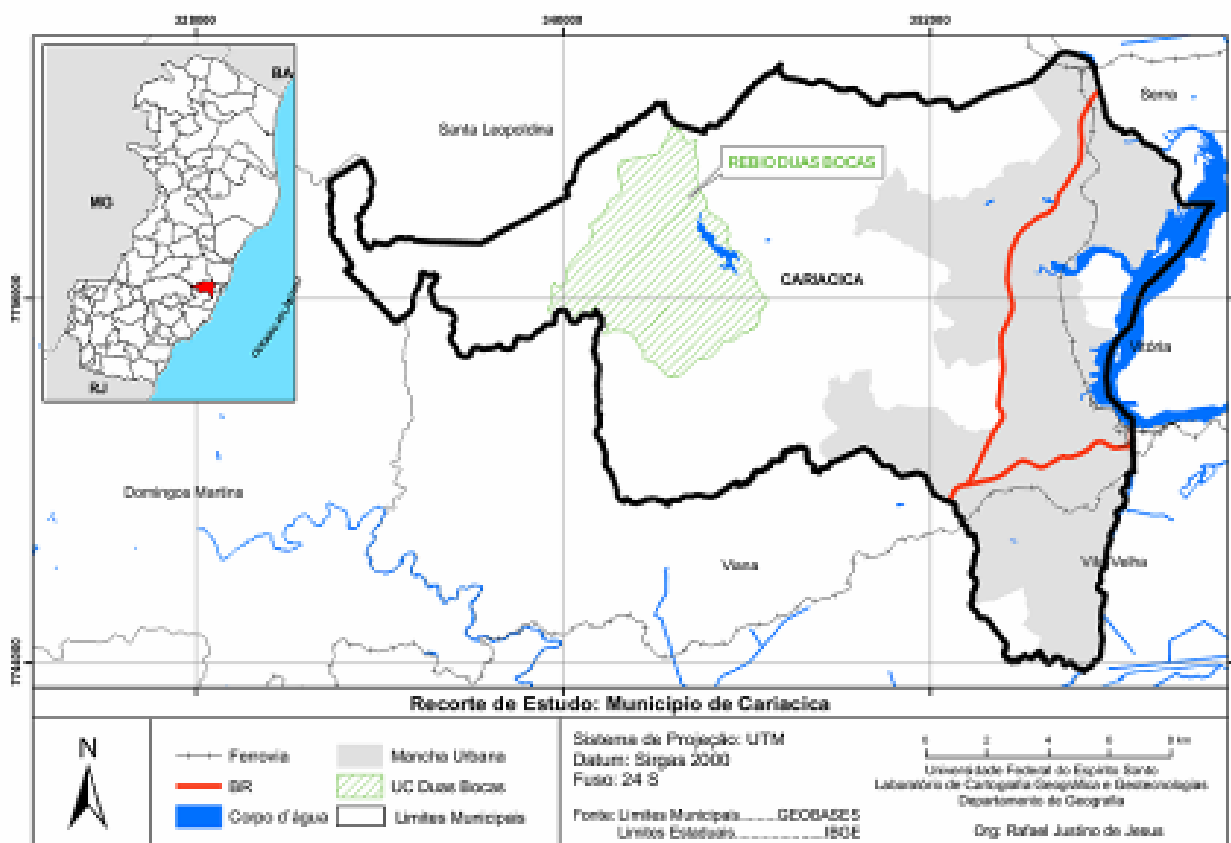


Figura 1: Município de Cariacica – ES.

Como objetivos específicos pretendem-se:

- Identificar e interpretar as áreas que apresentam uma relação discrepante entre o mapa de cobertura vegetal e o mapa de temperatura aparente;
- Validação do mapeamento a partir de imagens sensoriais com melhor resolução espacial.

Uma das principais razões para se atingir tais objetivos consiste na validação dos dados oriundos de Sensoriamento Remoto como uma forma metodológica de se adquirir dados termais de determinada localidade, contribuindo com o aumento do uso desta eficaz ferramenta entre pesquisas de mesmo caráter.

## 2. Metodologia de Trabalho

Inicialmente, realizou-se uma criteriosa revisão bibliográfica acerca da temática. Posteriormente, adquiriu-se materiais no formato analógico e digital disponíveis para o estudo (imagens de satélite e planos de informações / shapes) que foram manipulados no software de SIG ARCGis 9.3 da ESRI. As imagens de satélite foram adquiridas de forma gratuita no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/>>, acesso em: 14 de set. 2011) do satélite Landsat 5 TM, Órbita 216, Ponto 74 e datado de 31/05/2010 e satélite *ResourceSat-1 LISS*.. Os planos de informações, Limites Municipais do Espírito Santo, Eixos Viários, Reserva Biológica Duas Bocas, Localidade e Curvas de Nível do ES (cota de 20m) no formato shapefile, sistema de projeção UTM e Datum: SIRGAS-2000 - Zona 24 S, foram fornecidos pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - GEOBASES que é conveniado ao Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias do Departamento de Geografia da UFES.

Utilizou-se a imagem do satélite Landsat 5, especificamente a banda 6 que corresponde a faixa do infravermelho termal (com o comprimento de onda entre 10,4 e 12,5  $\mu\text{m}$  – micrômetro) e com resolução espacial de 120m, para converter os valores digitais da imagem de satélite para radiância espectral, ou reflectância aparente. Essa transformação é feita por meio da seguinte equação:  $L_{\lambda} = ((L_{\text{max } \lambda} - L_{\text{min } \lambda}) / (Q_{\text{CALMAX}} - Q_{\text{CALMIN}})) * (Q_{\text{CAL}} - Q_{\text{CALMIN}}) + L_{\text{min } \lambda}$ . Onde:

Tabela 1. Conteúdo da fórmula para transformação em radiância.

| $L_{\lambda}$             | Radiância Espectral em sensor de abertura em Watts                                                 |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| QCAL                      | Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN.                                                       |
| $L_{\text{min } \lambda}$ | Radiância espectral, que é dimensionado para $Q_{\text{CALMIN}}$ em Watts = 0.000.                 |
| $L_{\text{Max } \lambda}$ | Radiância espectral, que é dimensionado para $Q_{\text{CALMAX}} = 17.040$ .                        |
| $Q_{\text{CALMIN}}$       | O mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{\text{min } \lambda}$ ), em DN = 1 |
| $Q_{\text{CALMAX}}$       | Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{\text{Max } \lambda}$ ) no DN = 255. |

Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov> / Organizado por: LIMA, V., 2010.

Novamente é aplicada uma outra equação com a finalidade de transformar os valores de radiância em temperatura. De acordo com o método em questão, utiliza-se a seguinte equação:

(Equação 1: Transformação da radiância em temperatura).

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

No qual:

T = temperatura efetiva no satélite em Kelvin;

K2 = constante de calibração 2;

K1 = constante de calibração 1;

L = radiância espectral em Watts / (metros quadrado).

Tabela 2. TM + Constante de Calibração da banda termal.

|           | Constant 1 - K1 Watts / (metros quadrado ster * * mm) | Constant 2 – K2 Kelvin |
|-----------|-------------------------------------------------------|------------------------|
| Landsat 5 | 607,76                                                | 1.260,56               |

Fonte: Lima (2010).

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados permitiram visualizar a distribuição espacial da temperatura aparente sobre toda a área de estudo. Todavia é importante destacar que os valores da temperatura aparente revelados, correspondem a temperatura da superfície (solo) da localidade varrida pelo satélite.

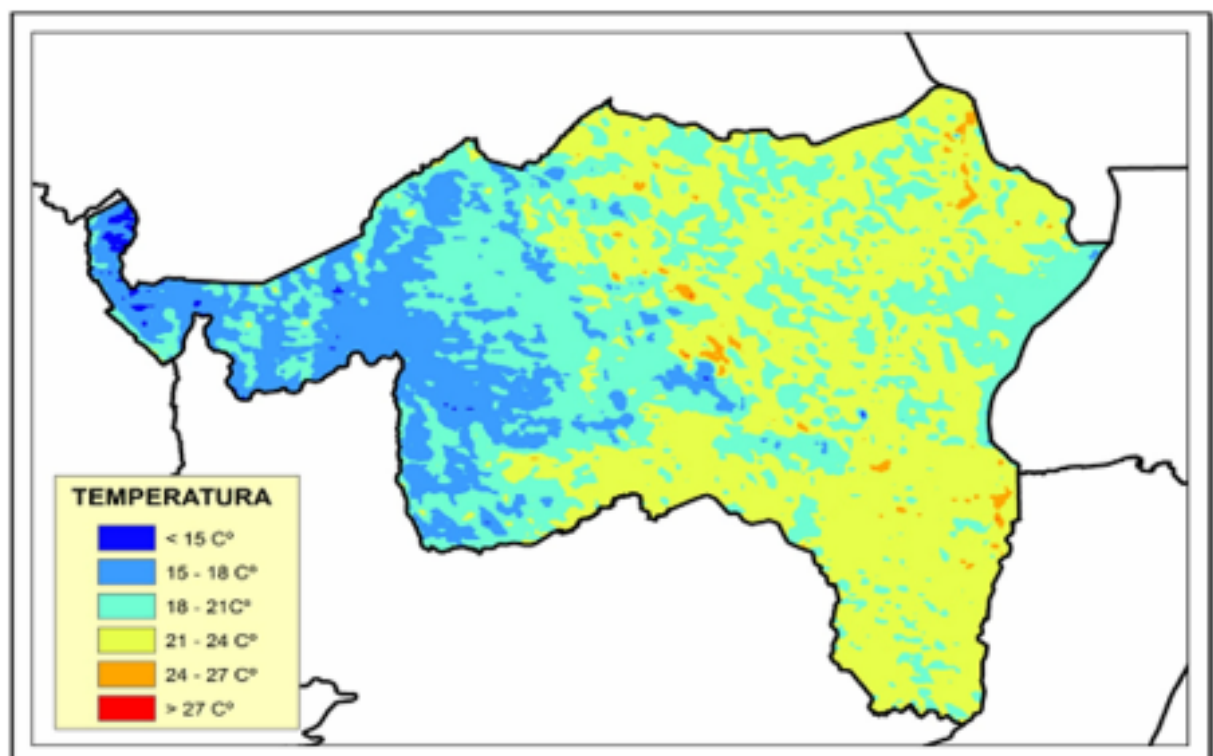


Figura 2: Temperatura de Superfície sobre o município de Cariacica.

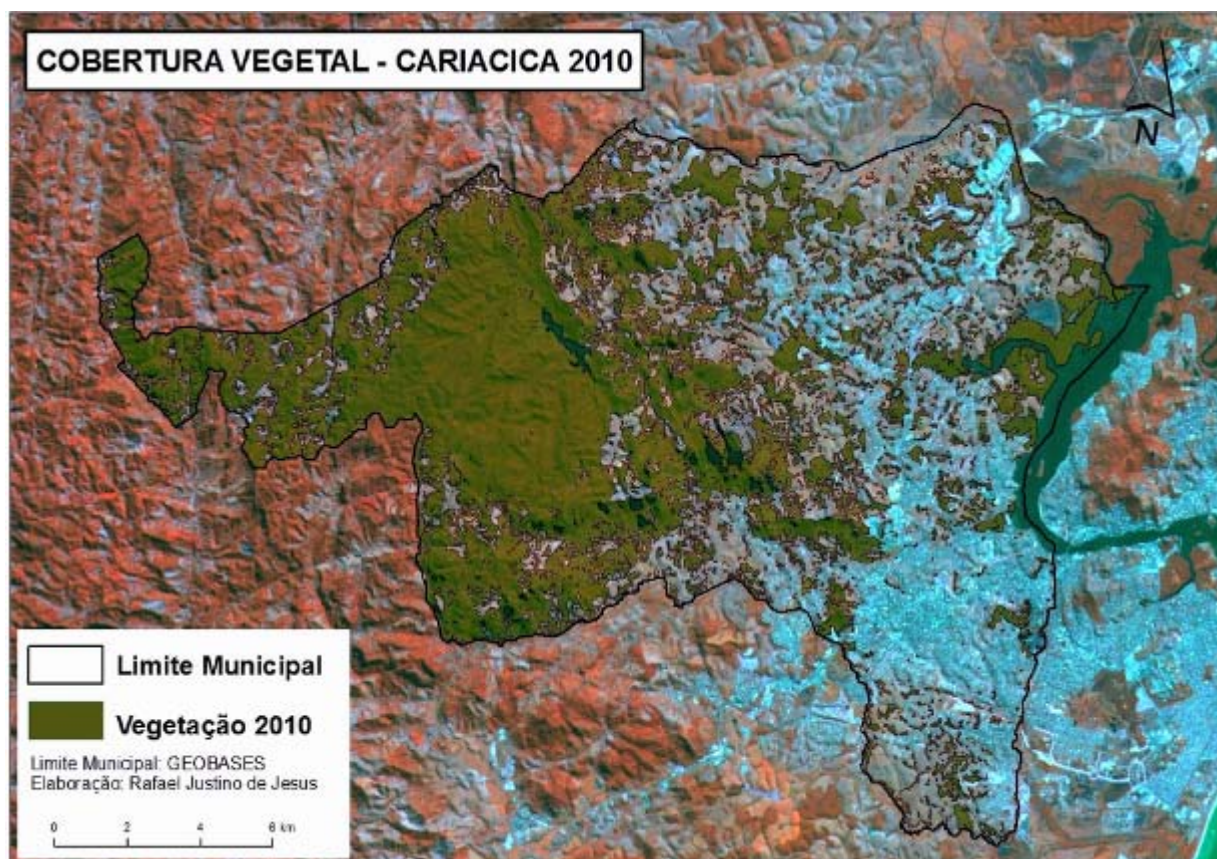


Figura 3: Cobertura vegetal em marrom no ano de 2010 do satélite *ResourceSat-1 LISS*. Chave de Interpretação: Tons de azul claro = área urbana / solo exposto. Tons de azul escuro = Corpo D'água ex. Baía de Vitória. Tons de rosa - marrom claro = pastagem. Tons de Vermelho fora do município = Vegetação Arbórea.

Com base na figura 2 pode-se analisar a temperatura aparente de superfície do município de Cariacica. De um modo geral a variação da temperatura do recorte em questão ficou em aproximadamente em 12°C, tendo como valores mínimos < do que 15°C e a máxima entre 27°C. Observa-se a ocorrência de temperaturas mais amenas nas áreas com cobertura vegetal significativa e, ou seja, áreas que em sua grande estão fora do perímetro urbano, principalmente nos arredores da Reserva Biológica de Duas Bocas.

Algumas áreas foram destacadas para a melhor visualização dos resultados. A figura 4 destaca uma relativa amenização térmica sobre a área correspondente a vegetação do tipo mangue, quando comparada com as demais. Esse tipo de resposta se deve ao fato de que a cobertura vegetal de significativo porte absorve a radiação solar e promove baixa refletividade. De acordo com Schuch (2006) é comprovado que a vegetação assume benefícios que vão desde a melhoria no microclima, através da diminuição da reflexão da radiação e por meio do aumento da umidade atmosférica. Grupos de árvores podem ser eficientes na melhoria térmica no ambiente urbano, a temperatura à sombra fica apenas poucos graus mais baixos que ao sol, mas sente-se conforto por não haver insolação direta. Além das áreas vegetadas, a arborização de ruas pode abrandar o processo de aquecimento e amenizar as denominadas ilhas de calor. Isso mostra a importância da vegetação contra insolação prolongada e o desconforto térmico (MILANO, 1984 *apud* Schuch, 2006).

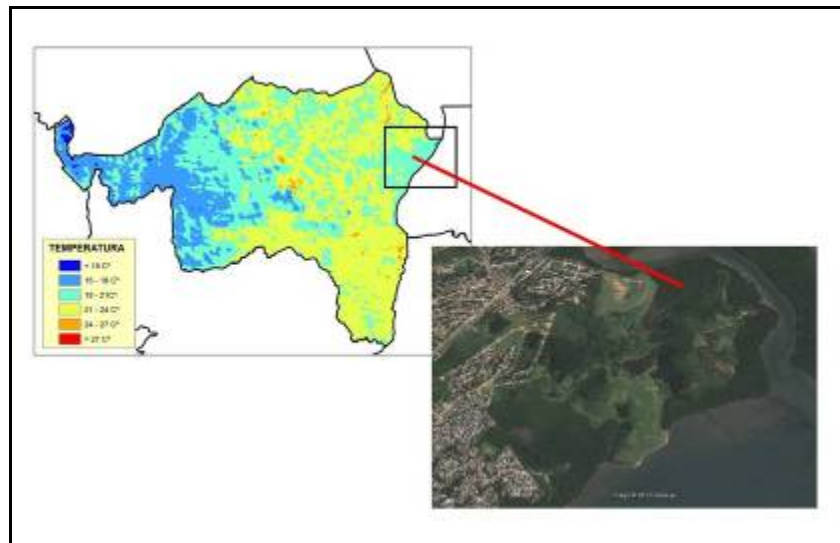


Figura 4: Temperatura aparente sobre a área correspondente a vegetação do tipo mangue.

Utilizando das imagens sensoriais do *software Google Earth*, foram feitas algumas aproximações num local onde foi observado uma maior variação de temperatura. A área em questão correspondente ao bairro Jardim América, que localiza-se na divisa limítrofe com o município de Vila Velha, especificamente no entorno que compreende a região sudeste de Cariacica. Mais uma vez a presença da cobertura vegetal num local específico (Figura 5) exprimiu um menor valor sobre a temperatura, contrapondo-se com a mancha que sobrepõe grande parte da área no qual responde a sua organização espacial: elevado número de construções do tipo residencial e pouca vegetação arbórea. Ainda é possível observar um vetor sobre esta localidade que possui o valor termal acima dos 27°C (figura 7).

Trata-se de uma área correspondente a indústria siderúrgica Belgo Mineira. Diferindo-se dos demais, a presença de determinados materiais sobre sua superfície influenciou na resposta feita a partir da varredura sensorial, pois tratando-se de uma área industrial, acredita-se que neste local a presença de coberturas feitas de materiais como: fibrocimento, alumínio e até mesmo a matéria-prima do trabalho atuou como mecanismo de elevação do valor térmico. Num contexto geral, o recorte sobre a siderurgia apresentou uma variação térmica entre 24°C e >27°, opondo-se dos demais.

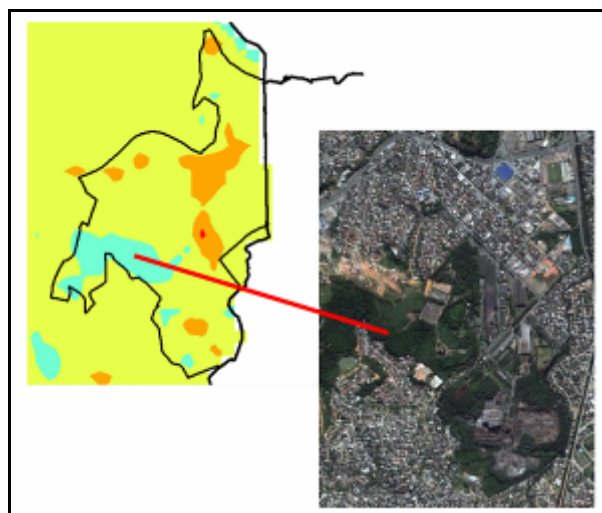


Figura 5: Campo térmico sobre a cobertura vegetal.

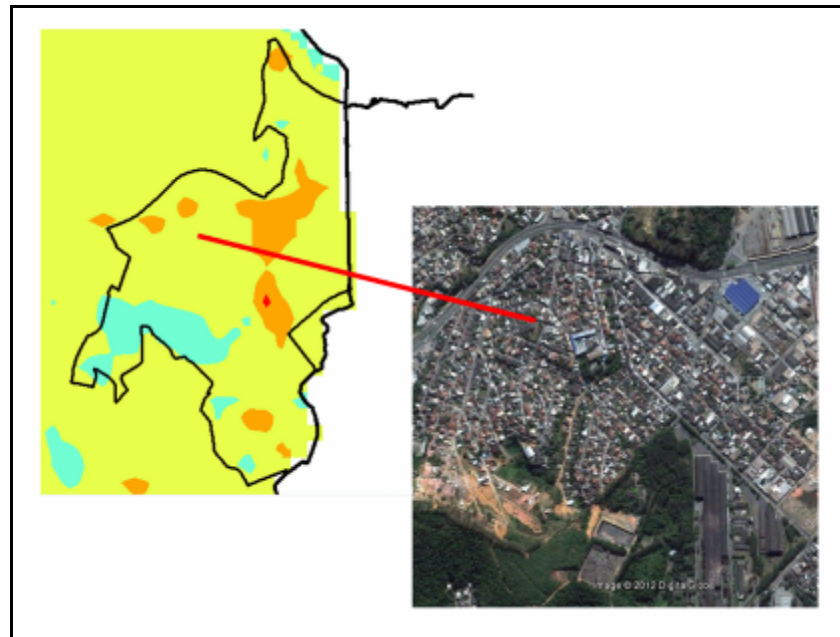


Figura 6: Campo térmico sobre área residencial.

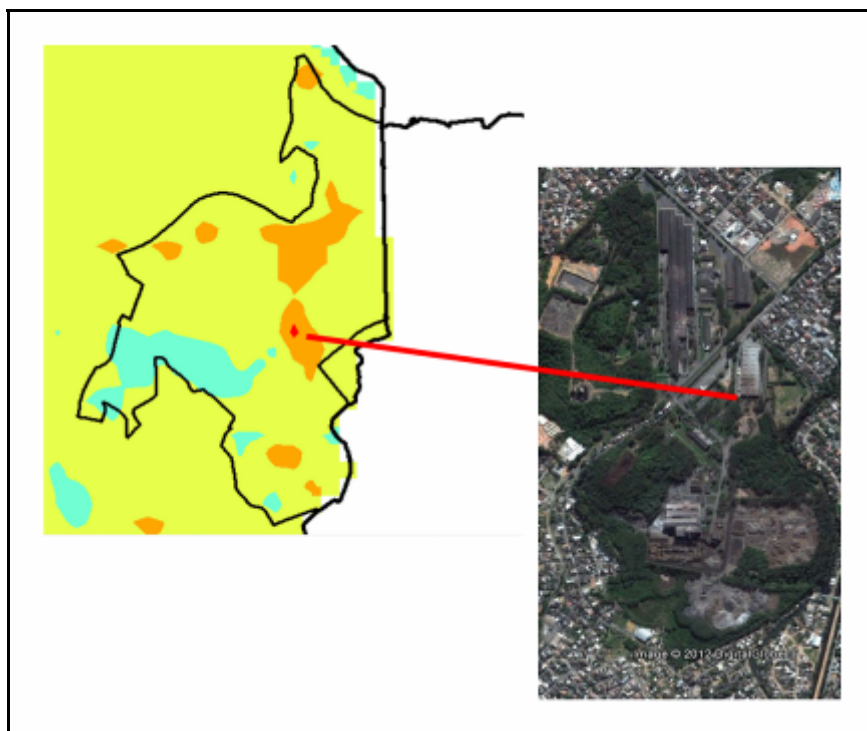


Figura 7: Campo térmico sobre a indústria siderúrgica.

#### 4. Conclusões

Mesmo de pequeno porte o município de Cariacica já apresenta algumas variações térmicas em todo o seu território. As figuras destacadas anteriormente foram as que apresentaram as maiores discrepâncias dentro do recorte, constituindo-se de áreas ora com cobertura vegetal (que potencializou a amenização térmica) ora áreas de intenso adensamento residencial/e industrial (aumento térmico). A zona extra perímetro urbano apresentou áreas com valores térmicos baixos e medianos, representados pelas tonalidades em azul. Já algumas

áreas ao norte do município também apresentaram alterações, sendo o produto da implantação de um equipamento de grande porte ou a presença de áreas com solo exposto.

Este estudo também possibilitou validar a utilização dos dados de Sensoriamento Remoto para o mapeamento do campo térmico de qualquer localidade, contribuindo para possíveis atualizações no acervo cartográfico e na tomada de decisões por parte dos órgãos governamentais frente ao planejamento urbano.

## Referências Bibliográficas

Ideião, Sandra Maria; Cunha, John Elton Brito Leite; Rufino Alexandra Iana; Silva Bernardo Barbosa. **Geotecnologias na determinação da temperatura de superfície e espacialização da pluviometria no estado da Paraíba**. IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador.

Jensen, John R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

Lima, V.; Amorim, M.C.C.T. **A utilização de cartas de temperatura da superfície na análise de qualidade ambiental urbana**. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica: climatologia e gestão do território, 2010, Fortaleza-Ceará.

Lombardo, Magda Adelaide. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de são paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo; Mendonça, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

Nichol, J.E., (1996). **High-Resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: a satellite-based study**. Journal of Applied Meteorology V35, 135-146.

Schuch, Mara Ione Sarturi. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Ufsc, Rio Grande do Sul, 2006.

Teza, C. T. V & Baptista, G. M. M (2005). **Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrôpoles brasileiras**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, p. 3911-3918.