

## Avaliação do uso e ocupação territorial no município de Arujá-SP de acordo com a sua temperatura superficial no período de 2010 e 2015

William de Queiroz <sup>1</sup>  
Bruna Daniele de Carvalho Gimenez Torresani <sup>1</sup>  
Fabrício Bau Dalmas <sup>1</sup>  
Anderson Targino da Silva Ferreira<sup>1</sup>  
Fabíola Menezes Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Guarulhos – UNG  
Praça Tereza Cristina, 229 – Centro, Guarulhos – SP, CEP 07023-070  
wqueiroz@ung.br; brunared.gimenez@gmail.com; fdalmas@prof.ung.br;  
andersontsferreira@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo – USP/IGc  
Rua do Lago, 562 - Cidade Universitária – SP, CEP 05506-060  
fabiolamenezesantos@hotmail.com

**Abstract.** The city of Arujá is located northeast of the capital of the state of São Paulo, in the São Paulo Metropolitan Region between the Cantareira and Itapeti saws, inserted in the Biosphere Reserve of the Green Belt of the City of São Paulo, together to the President Dutra highway and to the riverbanks Baquirivu Guaçu tributary of the Tietê river; and the Jaguarí and Parateí rivers affluent of the River Paraíba Southern. The main objective of this article is to analyze the surface temperature of the city of Arujá with the influence of land use and territorial occupation in the years 2010 and 2015, through the application of geoprocessing techniques. As result of this work, four maps were developed based on the analysis of photointerpretation of aerial images and thermal bands. The evaluation could show that the more urbanized regions are associated with high temperatures. This correspondence is very clear, mainly in the urban spot of the Center-West region, indicating the presence of the phenomenon known as heat island. Also noteworthy are the lower temperatures associated with the high presence of tree cover and water bodies.

**Palavras-chave:** city of Arujá, thermal map, use and territorial occupation

### 1. Introdução

Os grandes centros urbanos modernos, em alguns casos, apresentam crescimento desordenado, proporcionando em uma maior escala a degradação e a poluição ambiental. Diante desse desequilíbrio ambiental, verificam-se impactos significativos, que comprometem a qualidade ambiental, podendo ser claramente vista nos grandes centros urbanos.

Por esta razão, o ambiente natural passa a sofrer alterações diretas e indiretas pelas áreas construídas, pela pavimentação asfáltica e pelo adensamento populacional, levando em consideração uma das alterações, da cobertura arbórea, que ao ser removida e ao ocorrer a elaboração do sítio urbano junto com as intensas atividades socioeconômicas, proporcionam mudanças no balanço de energia entre a superfície e a atmosfera, afetando o regime hídrico das precipitações pluviais, aumento da temperatura, queda da qualidade do ar, entre outros (BRANDÃO, 1996).

Arujá está inserido na RMSR e na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde – RBCV (figura 1). Possui como coordenadas latitude 23° 23' 46"S e longitude: 46° 19' 15"W, tem 775m de altitude e sua área territorial aproximada é de 97,7 km<sup>2</sup>.

O município é considerado como “Cidade Natureza”, apresentando uma preservação ambiental bastante visível, sendo considerado um dos "pulmões" de área verde no Estado e na Região Metropolitana de São Paulo (PMA, 2015). Sendo assim, objetivo principal deste é analisar a temperatura superficial do município de Arujá com a influência do uso e ocupação territorial nos anos de 2010 e 2015, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento.

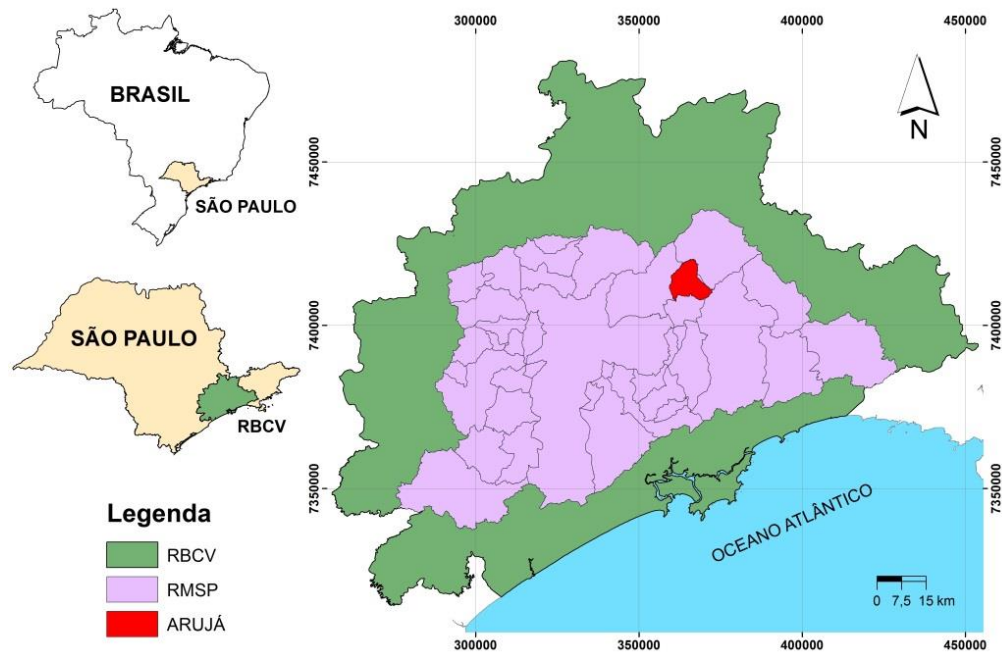


Figura 1. Localização do Município de Arujá na RMSP e RBCV (Fonte: elaboração própria).

## 2. Metodologia de trabalho

A metodologia consistiu na etapa preparatória e na etapa de elaboração, na qual, têm-se o banco de dados espaciais em formato digital que foi desenvolvido através de técnicas de geoprocessamento envolvendo a integração e compatibilização de dados de diferentes naturezas, fontes, escalas, datas e formatos. O banco está composto por uma base cartográfica, fotos aéreas e outros planos de informações temáticas, sistematizados em ambientes de sistema de informações geográficas (SIG, ArcGIS e QGIS).

Além disso, o trabalho contou com as imagens do satélite Landsat-8; imagens aéreas disponibilizadas pela EMPLASA com resolução de 45 cm; o aplicativo de sistema de informações geográficas Quantun GIS, versão 2.8.1, padrão de licença livre (SHERMAN et al., 2015); o aplicativo de sistema de informações geográficas ArcGIS, versão 10.2 (ESRI, 2011); o aplicativo e banco de dados *Google Earth*, disponível na web (versão livre).

A metodologia também consistiu na elaboração de mapas, na qual, para a obtenção do mapa da Temperatura da Superfície °C (TAS) foi utilizada a imagem com resolução espacial de 30 metros da banda 10, que correspondente à faixa do infravermelho termal (10,6 – 11,19 µm - micrômetro) do *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) do satélite Landsat-8 (USGS, 2015).

Assim, para a conversão dos Níveis de Cinza (NC) de cada pixel da imagem para radiância e posteriormente em Temperatura da Superfície (°C), aplicou-se as Equações 1 e 2.

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

Após a transformação dos NC em valores de radiância aplicou-se a Equação 2 com a finalidade de se obter os valores da Temperatura da Superfície (TS) em °C:

$$TS (°C) = \{(K_2) / (\ln (K_1 / L\lambda + 1))\} - 273,15 \quad (2)$$

Para a obtenção dos mapas do Uso e Ocupação territorial de 2010 e 2015, os mapas foram elaborados em duas etapas: a primeira foi realizada a fotointerpretação e reconhecimento dos

elementos homogêneos da cobertura terrestre; a segunda corresponde ao mapeamento através da digitalização dos *layers* sobre a imagem no banco de dados espaciais.

Na etapa de fotointerpretação os aspectos visuais dos objetos foram identificados e reconhecidos considerando como parâmetros: cor, textura, geometria (forma), tamanho, orientação e distribuição espacial. Diante do reconhecimento dos objetos, foi adotada uma subdivisão hierárquica na etapa de classificação, com base na composição dos objetos e pela função destes no espaço. O mapeamento a partir dos *layers* sobre o banco de dados digital foi feito através do *software* ArcGIS.

Conforme critérios apontados por Tominaga et al. (2004; 2005), as áreas urbanas foram analisadas em seu estágio de ocupação (nível de consolidação).

Através da atividade de fotointerpretação e reconhecimento dos objetos observados na cobertura terrestre, o mapeamento de uso e ocupação territorial se deu por uma classificação apresentadas a seguir:

- Área urbana - áreas com presença marcante de edificações, incluindo áreas residenciais, equipamentos particulares, indústrias e públicos (praça, escola, posto de saúde); ocupação residencial com alta densidade, consolidada, ordenada ou desordenada com grau alto de impermeabilização do solo; ocupações residenciais de baixa densidade, consolidada e ordenada com grau baixo de impermeabilização do solo.
- Vegetação Arbórea - presença marcante de árvores, incluindo fragmentos de floresta Atlântica, reflorestamento ou silvicultura, mata aberta com árvores remanescentes de floresta.
- Vegetação arbustiva/herbácea - vegetação rasteira plantada, vegetação rasteira de campo.
- Corpos d'água - resultam em represamento de curso d'água ou açude.
- Solo Exposto - resultam em áreas degradadas abandonadas.

Os resultados dos mapeamentos do uso e ocupação territorial do município de Arujá dos anos de 2010 e 2015 estão apresentados nos mapas das figuras 2 e 3 respectivamente.

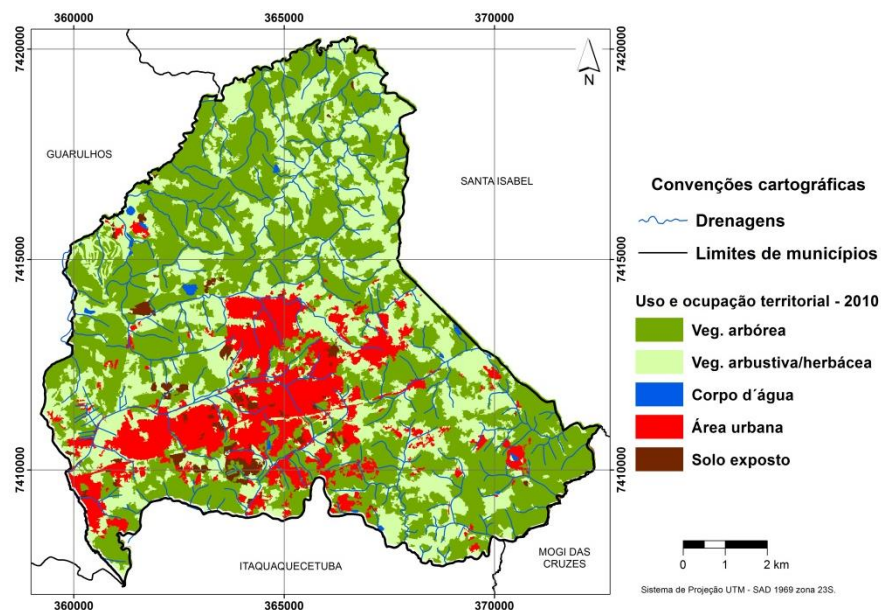


Figura 2. Mapa de Uso e ocupação territorial do município de Arujá do ano de 2010.

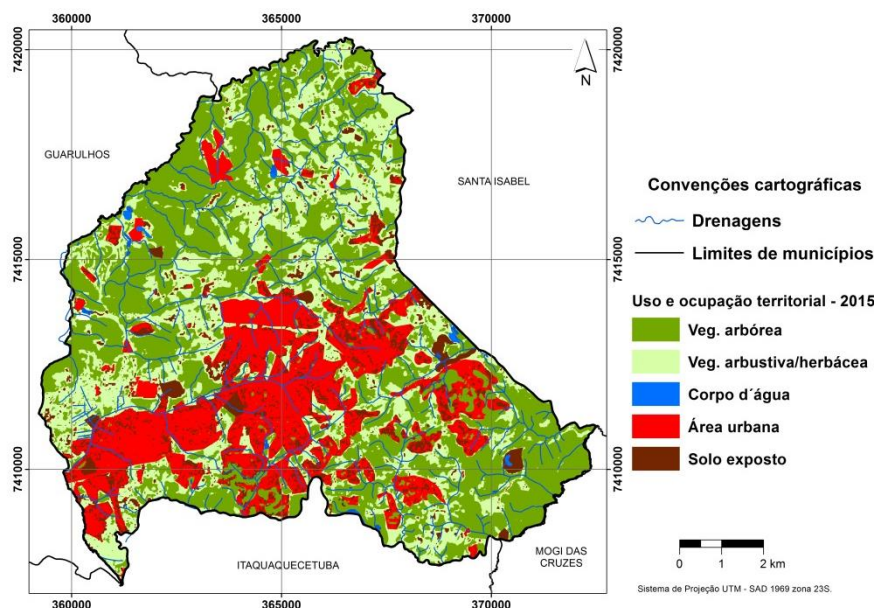


Figura 3. Mapa de Uso e ocupação territorial do município de Arujá do ano de 2015.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados consistem na avaliação climática do município de Arujá através do uso e ocupação territorial no período de 2010 e 2015.

Os estudos efetuados a partir de informações das bandas termais e das imagens de satélite puderam resultar nas seguintes discussões:

#### 3.1. Mapa de Temperatura Média Superficial

A partir de informações das bandas termais da imagem de satélite LANDSAT-8 mostraram que diversos fatores influenciam a variação de temperatura de superfície, podendo-se citar: presença / ausência de cobertura vegetal; o relevo e a sua orientação; condições atmosféricas; áreas urbanizadas / áreas não urbanizadas; padrões de ocupação em áreas urbanas. Tais fatores foram verificados também no presente estudo.

O Mapa de Temperatura da Superfície °C (TS) de 2010 do Município em estudo encontra-se na figura 3 na escala 1:50.000, porém, a elaboração do mesmo foi a partir de uma escala de 1:10.000, mostrando claramente a temperatura média da superfície com a máxima de 40°C e mínima de 24°C na região central do município, onde está localizada a concentração urbana da cidade. A seguir estão representadas as três regiões de temperaturas médias superficiais.

- **R1** – situado na porção Norte do município, com maior concentração de cobertura arbórea, cobertura rasteira, corpos d'água, e com pouca o solo exposto e áreas urbanas.
- **R2** – situada na área Central do município de Arujá, sendo predominada a urbanização densa, consolidada, ordenada e desordenada.
- **R3** – situada nas porções Sul e Oeste do município, onde predomina área urbana com grandes condomínios residenciais e empresas.

O Mapa de Temperatura da Superfície °C (TS) de 2015 encontra-se na figura 4 também na escala 1:50.000, porém, a elaboração do mesmo foi a partir de uma escala de 1:10.000, na qual, nos mostra algumas oscilações da temperatura na região Norte (**R1**), entre 37°C e 21°C e um aumento significativo da temperatura nas regiões Central (**R2**), Sul e Oeste (**R3**) na média de 37°C.



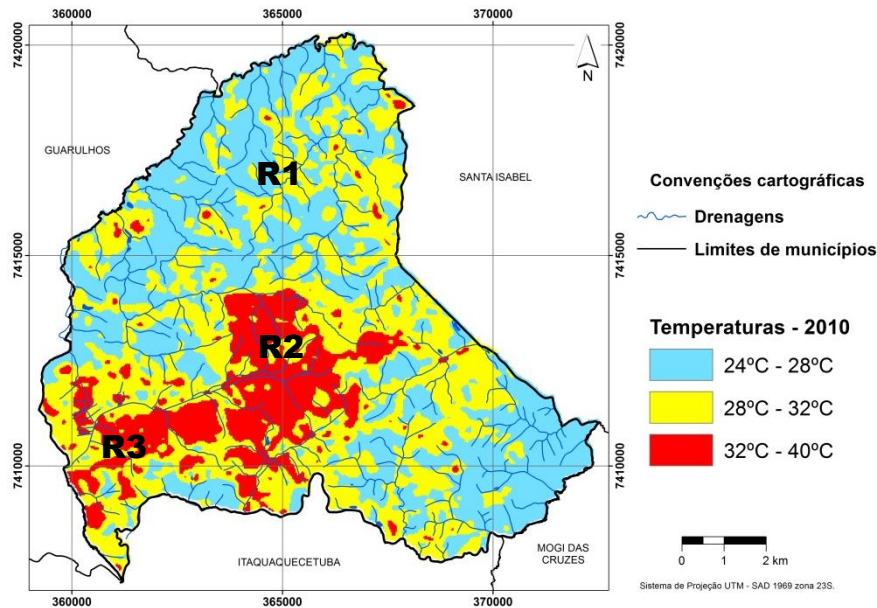


Figura 3. Mapa de Temperaturas do município de Arujá do ano de 2010.

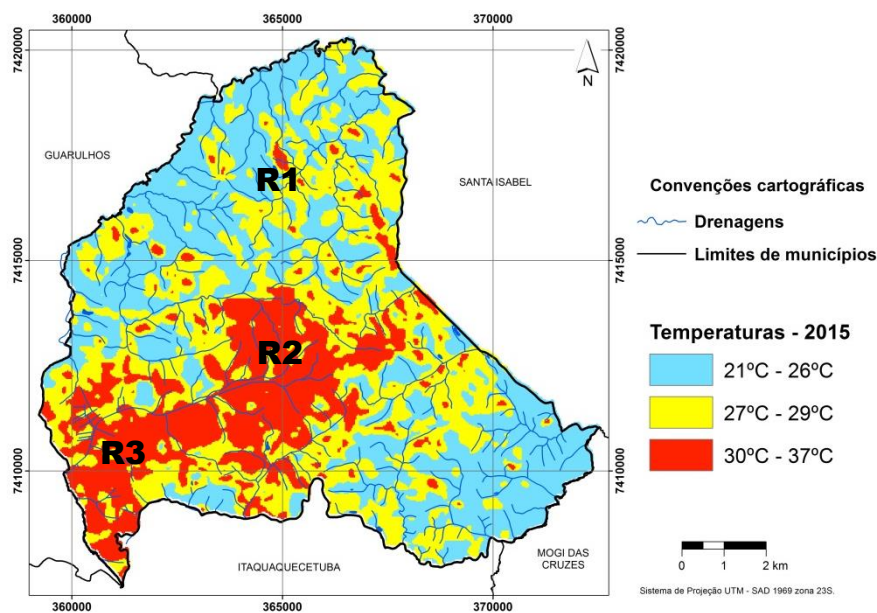


Figura 4. Mapa de Temperaturas do município de Arujá do ano de 2015.

### 3.2. Mapa de Uso e Ocupação Territorial

O Mapa de Uso e Ocupação Territorial de 2010 do Município de Arujá apresentado na figura 2 foi elaborado na escala 1:50.000, que evidencia a malha urbana no centro da cidade, caracterizando o uso do solo com urbanização intensa. No mapa elaborado do ano de 2015 apresentado na figura 3, também foi elaborado na escala 1:50.000, onde a urbanização está em evidência na região Centro/Sul, porém, na região Norte a urbanização encontra-se em franca expansão.

As duas análises mostram claramente a correlação da malha urbana com o aumento da temperatura superficial da região. Desta forma, o Município em questão tem sofrido cada vez mais com o uso desordenado do solo, afetando o meio e a qualidade de vida da população residente, podendo colher futuras complicações ambientais e saúde pública.

#### 4. Conclusões

A avaliação mostrou que as regiões mais urbanizadas estão associadas a altas temperaturas. Esta correspondência é bastante nítida, principalmente na mancha urbana da região Centro/Oeste, indicando a presença do fenômeno conhecido como ilha de calor (LOMBARDO, 2003). Esta constatação indica que o mapa termal elaborado alcança grau de confiabilidade suficiente para uma análise do uso do solo e suas implicações em termos de radiação térmica.

As áreas de ocorrência de altas temperaturas situadas nos Feixes Norte/Nordeste, que não correspondem a áreas urbanas, revela que tais áreas estão ocupadas por atividades rurais, com tendência a temperaturas mais elevadas nas áreas de agricultura.

Tem-se por hipótese, a ser verificada em futuro projeto de pesquisa, que estas áreas poderiam, no momento do sensoriamento, no final do inverno e início da primavera, estar sendo preparadas para a semeadura, portanto sem cobertura vegetal.

Por outro lado destacam-se as temperaturas mais baixas associadas à alta presença de cobertura arbórea e corpos d'água.

Entretanto, os fatores água, altitude e mata, podem sofrer a interferência de outros fatores, indicando a necessidade de se pesquisar causas que podem estar relacionadas devido ao horário de captura das informações pelo sensor termal do satélite LANDSAT-8 na data de 25/09/2015.

Considerando o fator relevo, especialmente a altitude, como importante fator condicionante do clima, pode-se deduzir a geomorfologia do município de Arujá vai desde planícies aluviais até montanhas o que faz apresentar vários tipos de climas.

#### 5. Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES que patrocinou bolsa de mestrado do primeiro autor da pesquisa

#### 6. Referências

Brandão, A. M. P. M. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro**. 1996. p.85. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ESRI - Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop: Release 10**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2011.

Lombardo, M. A, et al. **Análise do Fenômeno de Ilhas de Calor Urbanas, por meio da Combinação de Dados Landsat e Ikonos**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, abril 2003, INPE, p. 1741 – 1748.

PMA – Prefeitura Municipal de Arujá. 2015. **Dados Históricos. Portal da Prefeitura de Arujá**. Disponível em: <[www.prefeituradearuja.sp.gov.br/historia.php?Id=512](http://www.prefeituradearuja.sp.gov.br/historia.php?Id=512)>. Acesso em: 10 jul. 2015.

Sherman, G.E.; Sutton, T.; Blazek, R.; Holl, S.; Dassau, O.; Morely, B, Mitchell, T and Luthman, L. **Quantum GIS User Guide - Version 2.8 “Wien”**. 2015. Disponível em: <<http://http://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

Tominaga, L. K., Ferreira, C. J., Vedovello, R., Tavares, R., Santoro, J. Ocupação humana e riscos a processos de movimento de massa no Litoral Norte de São Paulo: avaliação dos fatores geoambientais. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 11, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP. 2005, p. 1143-1159.

Tominaga, L. K., Ferreira, C. J., Vedovello, R., Tavares, R., Santoro, J.; Souza, C. R. G.. Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do litoral norte de São Paulo:

Conceitos e técnicas In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: Suprema, 2004, 12p. v. 1.

USGS (**United States Geological Survey**). LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2015.