

## **Deteccão e quantificação da importância do uso da terra no microclima urbano**

Gustavo Sartori Pöttker<sup>1</sup>  
Aparecido Ribeiro de Andrade<sup>2</sup>  
Paulo Costa de Oliveira Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO  
Caixa Postal 21 - 84500-000 - Irati - PR, Brasil  
{gspottker,paulocostafh}@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO  
Caixa Postal 3010 – 85015-430 - Guarapuava - PR, Brasil  
apaandrade@gmail.com

**Abstract.** The changes in the natural environment provokes climate effects called heat islands, affecting the environment and the quality of life. This paper attempted to quantify the influence of the anthropic activity in the urban and periurban microclimate. The temperature and the relative air humidity were monitored along four days with mini meteorologic shelters. Afterwards, the localization of these instruments were found in high resolution Quickbird images, and circles around these points, with 450 meters radius, were vectorized and classified concerning the use of the soil by visual interpretation. The soil was classified into: Disturbed Areas, Green Areas, Green Areas with Trees, and Water Bodies. The linear correlation between the areas of soil use and the data on temperature and humidity showed that this variables are significantly related. The intensity of this relationship changes along the day, becoming stronger. Disturbed Areas had a positive effect on the temperature, and a negative effect over the humidity. The Green Areas and the Green Areas with Trees had the oposite effect over the climate, reducing the temperature and augmenting the humidity. The use of high resolution images and classification of soil use has shown to be efficient in the climate modelation, with the advantage of considering and preserving the information about the components of the ground.

**Palavras-Chave:** sensoriamento remoto, ilhas de calor, alta resolução, clima urbano

### **1. Introdução**

A transformação da paisagem pelo homem, com o desenvolvimento das cidades e a consequente supressão da vegetação nativa, pode causar mudanças climáticas abruptas, como as ilhas de calor urbanas, afetando o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas.

As alterações climáticas podem decorrer da substituição dos componentes da superfície terrestre, por outros de diferentes níveis de irradiação de calor, da mudança na rugosidade e permeabilidade do solo, e no regime de ventos.

Segundo Pereira e Brandão (2006), variações climáticas ocorrem porque os ambientes urbanos são formados por muitos materiais, com características específicas de condutividade térmica, calor específico, densidade, taxa de difusão térmica e capacidade de calor.

Existem hoje metodologias diversas para o conhecimento e mensuração dos fatores que influenciam o clima urbano e periurbano. Quando o sensoriamento remoto está presente nestes estudos, imagens na banda termal são comumente usadas. Todavia, são poucos os que vinculam imagens de satélite de alta resolução e dados meteorológicos, mensurados em séries repetitivas.

Esta pesquisa tem por objetivo quantificar a influência da atividade antrópica e de vários componentes da paisagem na modificação do microclima urbano e periurbano, com a combinação de dados obtidos a partir de miniabrigos meteorológicos e imagens orbitais de alta resolução.

### **2. Metodologia de Trabalho**

## 2.1. Localização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no Município de Irati (Figura 1), região centro-sul do Paraná. O município tem altitude média de 812 metros e o clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, ou seja, clima temperado, onde há frequentes geadas no inverno, com temperaturas médias máximas de 24,2°C; médias mínimas de 11,0°C, médias mensais de precipitação pluviométrica de 194 mm e média mensal de umidade relativa do ar de 79,6% (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI, 2008).

A população de Irati em 2009 foi estimada em cerca de 56.483 habitantes pelo IBGE, sendo a principal atividade econômica do município a agricultura, seguida pela indústria madeireira e pelo comércio.

O censo de 2000, realizado pelo IBGE, mostra que 75,10% da população iratiense habita na área urbana da cidade e, somente 24,90% dos habitantes do município, residem em área rural. Isso mostra que, apesar de Irati ser uma área fortemente agrícola, a maior parte da população encontra-se no perímetro urbano (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI, 2008).

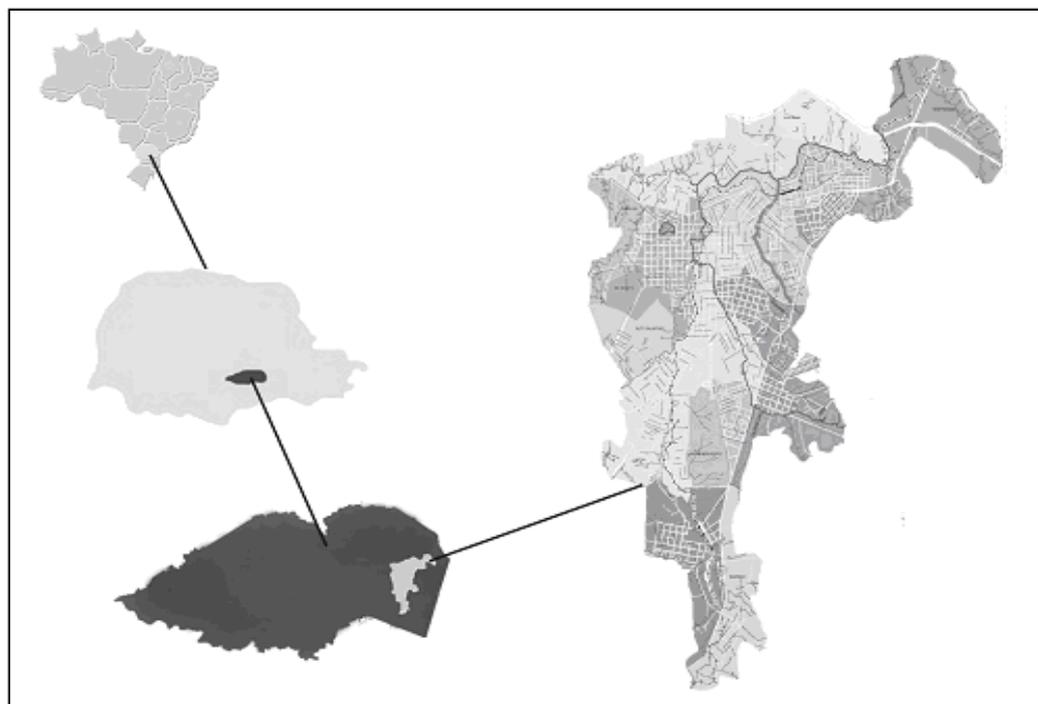


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

## 2.2. Metodologia

Os dados climáticos para amostragem foram coletados com miniabrigos meteorológicos, contendo instrumentos para a avaliação da temperatura e umidade do ar, seguindo um padrão de construção e instalação adequado ao monitoramento de condições climatológicas em superfície. Tal metodologia é consagrada em análises climáticas locais e regionais, principalmente pelo baixo custo que apresenta e também pela facilidade na operação, com apenas um fator trabalhoso: a necessidade de voluntários para realizar as leituras periódicas e simultâneas dos dados. Eles precisam ser treinados para fazerem as leituras de forma correta, além de ficarem à disposição do pesquisador para os trabalhos que serão realizados em dias e

horários específicos. A falta de comprometimento dos voluntários pode colocar em dúvida os dados coletados e prejudicar todo o trabalho desenvolvido (ANDRADE, 2010).

A escolha dos pontos de coleta de dados foi pautada em dois princípios básicos: estruturação do relevo (altitude e morfologia) e do uso e ocupação do solo (urbano e rural). Desta forma, os pontos foram localizados em áreas que contemplaram realidades distintas, sejam áreas periféricas com maior presença de vegetação, sejam áreas centrais com maior adensamento urbano.

Os pontos ficaram assim distribuídos: dois pontos na área central da cidade; dois pontos em áreas mais periféricas, e um ponto na área rural, ou seja, fora do perímetro urbano. Estes pontos foram georreferenciados com GPS de navegação.

Posteriormente, foi criado um modelo de dados no aplicativo SPRING 5.1.5 (Câmara et al., 2006), contendo imagens multiespectrais fusionadas do satélite Quickbird, com resolução espacial de 61 cm. Neste modelo de dados, as coordenadas dos pontos amostrais foram inseridas e a partir de cada ponto foram definidas as redes de distância ao redor dos pontos, com raio de 450 metros, totalizando uma área aproximada de 63 hectares cada.

Paralelamente, foram definidas as seguintes classes de uso da terra (Tabela 1):

Tabela 1. Classes de uso da terra.

Classe	Descrição
Solo Exposto	Área livre de vegetação e construções urbanas.
Áreas Verdes	Campos, pastagens e áreas com árvores isoladas.
Áreas Verdes Arbóreas	Áreas Recobertas por Agrupamentos de Árvores.
Área Construída	Áreas Ocupadas por Construções e Ruas.
Corpos D'Água	Rios, Lagos.

As áreas definidas pelas redes de distância em cada ponto amostral, foram a seguir sobrepostas à imagem e classificadas por processo de interpretação e vetorização sobre tela.

Em seguida, os polígonos gerados foram associados às classes correspondentes, pré-definidas conforme a tabela 1, o que possibilitou o conhecimento das áreas amostradas por classe de uso da terra.

Esta metodologia de classificação foi adotada pelas seguintes razões:

a) A interpretação visual leva em consideração fatores ainda não passíveis de serem reconhecidos em classificações automáticas, gerando excelentes resultados, ainda que ao custo de trabalho dispendioso e maior subjetividade.

b) Por terem sido utilizadas imagens de alta resolução, a classificação automática necessita de recursos computacionais avançados e caros.

A figura 2 exemplifica a classificação das imagens, e a figura 3 exhibe as proporções das classes, obtidas em cada unidade amostral.

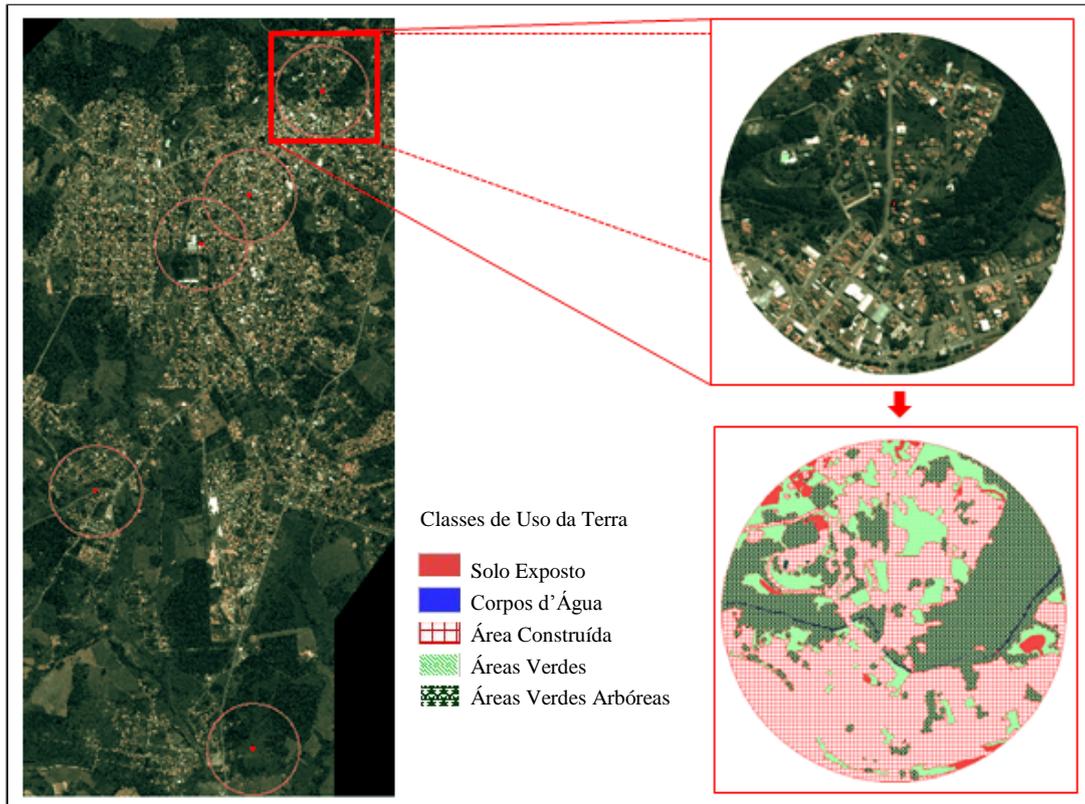


Figura 2. Resultados da classificação da imagem em uma das áreas amostrais.

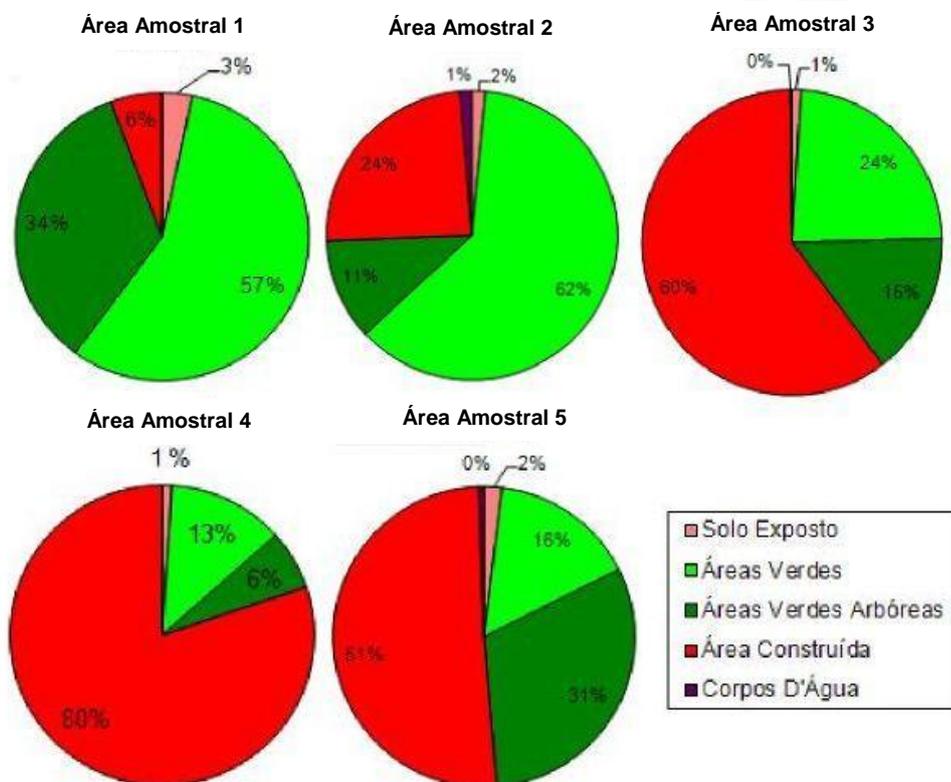


Figura 3. Composição do uso da terra nos diferentes locais amostrados.

Verificam-se as características diversas das áreas classificadas, representando níveis de urbanização maiores ou menores.

Estes primeiros resultados foram exportados para planilhas eletrônicas para realização de estudos de correlação de Pearson. A correlação cruzou as informações de Umidade, Temperatura (em quatro horas ao longo do dia) e Uso da terra (formado pelos valores de área de cada classe).

Este procedimento gerou uma tabela preenchida por valores de -1 a 1, conforme o tipo e grau de correlação. Valores próximos a 1 indicam forte correlação positiva, ou seja, uma variável cresce em função do aumento de outra. Em contrapartida, valores próximos a -1 determinam a existência de correlação negativa, caracterizada pelo decréscimo de uma variável em função do acréscimo de outra. Valores próximos à neutralidade demonstram fraca relação entre as duas variáveis.

Apesar da área de cada classe ter sido correlacionada com temperatura e umidade, notou-se que a classe “Solo Exposto” não poderia representar mudanças no clima, dada a baixa frequência, e portanto, para este estudo, uma nova classe, “Área Antropizada” foi criada para abranger as classes “Solo Exposto” e “Área Construída”.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados das correlações são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 2. Valores de correlação para umidade.

Umidade	Áreas Antropizadas	Áreas Verdes	Áreas Verdes Arbóreas	Corpos D'Água
06:00	-0.869534071	0.340305036	0.939186201	0.187355673
09:00	-0.878956841	0.383740425	0.975175135	0.041256084
15:00	-0.917695232	0.717796023	0.783870203	0.070205153
21:00	-0.951868834	0.575874085	0.908443951	0.135783767

Nota-se que áreas antropizadas tendem a possuir menor nível de umidade, tendência crescente ao longo do dia, enquanto áreas verdes e áreas verdes arbóreas atuam de forma inversa, influenciando positivamente na umidade.

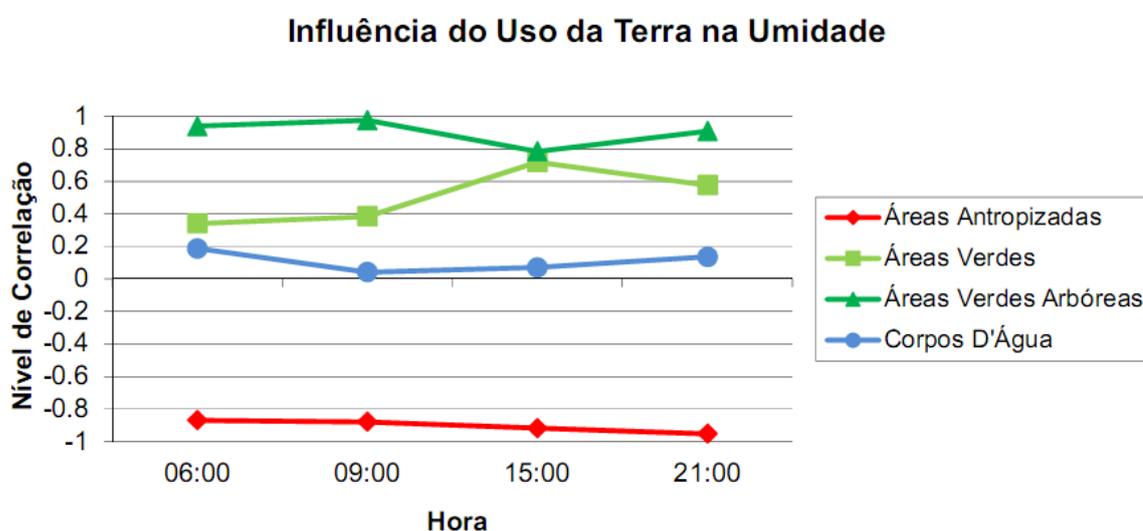


Figura 4. Influência do uso da terra na umidade relativa do ar.

O gráfico mostra fortes correlações positivas para áreas verdes e áreas verdes arbóreas. Por volta de 15:00 horas, nota-se que a correlação de áreas verdes arbóreas diminui, enquanto que a de áreas verdes aumenta quase proporcionalmente. Uma hipótese para este fato seria que por volta da hora mais quente do dia, as plantas arbóreas fecham seus estômatos e diminuem sua contribuição no aumento da umidade do ar, enquanto a vegetação não arbórea mantém ou aumenta sua taxa de evapotranspiração.

O efeito das áreas antropizadas no clima é mais uniforme, crescendo quase linearmente ao longo do dia, aproximando-se de -1 no fim do dia.

Devido à baixa frequência de corpos d'água na localidade em questão, a correlação manteve-se baixa, com pouco efeito sobre a umidade.

Tabela 3. Valores de correlação para temperatura.

Temperatura	Áreas Antropizadas	Áreas Verdes	Áreas Verdes Arbóreas	Corpos D'Água
06:00	0.509260899	0.180179468	-0.896848357	0.152530426
09:00	0.786393093	-0.347272667	-0.719442168	-0.322929548
15:00	0.858035952	-0.813600732	-0.520197301	-0.310177157
21:00	0.864454548	-0.866072571	-0.528695619	-0.247220644

Por serem inversamente correlacionadas, a temperatura e umidade são influenciadas de maneira contrária pelos vários componentes do uso da terra. Apesar disso, o comportamento ocorre de forma um pouco diferente, mais facilmente analisado na Figura 4.

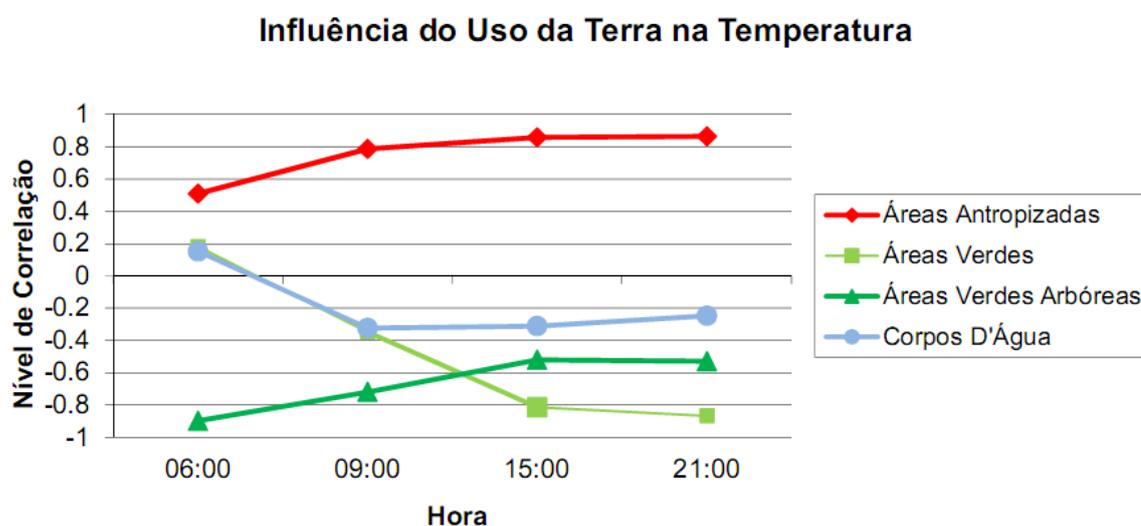


Figura 5. Influência do uso da terra na temperatura.

Áreas verdes e áreas verdes arbóreas apresentaram correlações negativas, com influência concorrente sobre a temperatura. Entre 9:00 e 15:00, o efeito de áreas verdes supera o de áreas verdes arbóreas, tendo como possível causa o fechamento dos estômatos das plantas arbóreas e redução na evapotranspiração.

O efeito de áreas antropizadas sobre a temperatura foi crescente ao longo do dia, porém com comportamento não linear, ao contrário do que ocorre para umidade.

#### 4. Conclusões

Foi possível relacionar os efeitos do uso da terra sobre o microclima local, baseado na refletância espectral das imagens orbitais de alta resolução utilizadas;

No início do dia, temperatura e umidade demonstraram menor dependência das condições de uso e ocupação da terra circunvizinha. Porém, no decorrer do dia, tanto a temperatura, quanto umidade mostraram clara dependência em relação ao uso e ocupação da terra dentro do raio de abrangência estudado.

#### Agradecimentos

A CAPES pela concessão de bolsa de mestrado. Agradecimentos aos voluntários que monitoraram temperaturas e umidades, o que tornou possível esta pesquisa.

#### Referências Bibliográficas

Andrade, A. R. Articulações entre o clima urbano e o clima regional: uma abordagem a partir da análise de Irati e Guarapuava/PR. 2010. 266 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

Câmara, G.; Souza R.C.M.; Freitas U.M.; Garrido J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v. 20: (3) p. 395-403, Mai – Jun, 1996.

Pereira, P. V. S.; Brandão, A. M. P. M. Prováveis correlações entre urbanização e derivações do clima local – estudo de caso do bairro da Penha/RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 779-786. DVD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: < <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.01.38/doc/779-786.pdf> >. Acesso em: 05 ago. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI. **O município:** clima. 2008. Disponível em: < <http://www.irati.pr.gov.br/municipio/clima.asp> >. Acessado em 17 Jul. 2008.