

## A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE IRATI-PR

PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO<sup>1,2</sup>; APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE<sup>3</sup>; NARA TUDELA HABERLAND<sup>1</sup>; GUSTAVO SATORI POTTKER<sup>1</sup>; FLÁVIA CAROLINE BERGER SILVA<sup>1</sup>

### RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo mapear e demonstrar a importância das áreas verdes em uma cidade de pequeno porte do centro-oeste paranaense. Utilizou-se imagens orbitais de altíssima resolução para mapear as áreas verdes dentro do perímetro urbano de Irati, Paraná, considerando as classes “áreas com cobertura arbórea” e “espaços verdes”. Foram registradas temperatura e umidade relativa em diferentes horários em 6 (seis) dias através de miniestações metereológicas instaladas em locais com situações distintas de ocorrência de áreas verdes. Resultados demonstraram sensível diferença na quantidade de áreas verdes de bairros centrais se comparados a outros mais periféricos. Foram verificadas correlações estatísticas entre temperatura e umidade relativa com os valores de superfície de área verificados num entorno de raio de proximidade fixa a partir de cada miniestação. Estes resultados podem alertar os gestores municipais quanto à importância das áreas verdes em todo o tecido urbano, mesmo em cidades de pequeno porte.

**Palavras-Chave:** Sensoriamento remoto de alta resolução; Ilhas de calor; Clima urbano, floresta urbana

### THE IMPORTANCE OF GREEN AREAS IN A CITY OF SMALL: A CASE STUDY IN THE CITY OF IRATI-PR

### ABSTRACT

This research aimed to map and demonstrate the importance of green areas in a small town in the Midwest of Paraná. We used very high resolution satellite images to map the green areas within the Irati city, Paraná, considering the class "areas with tree cover" and "green spaces". We recorded temperature and relative humidity at different times in 6 (six) days through weather mini-stations installed in places with different situations of occurrence of green areas. Results showed significant difference in the amount of green areas in central districts compared to other more peripheral. Statistical correlations were observed between temperature and relative humidity values occurring in surface area around the fixed radius of proximity from each miniestação. These results can alert the town managers of the importance of green areas around the urban fabric, even in small towns.

**Key-Words:** High-resolution remote sensing; Heat islands; Urban climate; Urban forest.

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO - Caixa Postal 21 - 84500-000 Irati - PR, Brasil - [paulocostafh, gspottker] @gmail.com; [nara\_th, fcbs13] @hotmail.com

<sup>2</sup> recebido em 25.05.2012 e aceito para publicação em 15.03.2013

<sup>3</sup> Caixa Postal 3010 – 85015-430 - Guarapuava - PR, Brasil - [apaandrade@gmail.com](mailto:apaandrade@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das cidades, e o aumento no número de indústrias nas áreas urbanas fizeram com que houvesse uma grande degradação do ambiente e, aliado a isso, a destruição das áreas verdes urbanas. (AVELAR e SILVA NETO, 2008). A transformação da paisagem pelo homem, com o desenvolvimento das cidades, ampliação de áreas construídas e consequente supressão da vegetação nativa, pode causar mudanças climáticas abruptas. Como exemplo pode-se citar as ilhas de calor urbanas, que afetam o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas.

Segundo Pereira e Brandão (2006), isto ocorre 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. O clima urbano clima urbano, de acordo com Monteiro, 2003 se diferencia do entorno rural, em termos de temperatura, qualidade do ar, radiação solar e regimes de precipitação.

Quanto aos benefícios da existência de vegetação, Resende (2009) afirma que é notória sua ação benéfica ao ambiente urbano, por meio de indicadores de purificação do ar, pela fixação de poeira e materiais residuais, depuração bacteriana e de outros microorganismos, pela reciclagem de

gases através de mecanismos fotossintéticos. Para Buccheri Filho e Nucci (2006) outros benefícios relevantes, são: a estabilização das superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes, redução da velocidade do vento, proteção da água por impedir o escoamento de substâncias poluidoras, equilíbrio dos índices de umidade no ar.

Conforme Almeida et al (2008), A principal fonte de alimentação para a fauna urbana está na vegetação. É através dela que mamíferos, aves, répteis e anfíbios adquirem os frutos, as flores, o néctar e os insetos. Neste contexto, as árvores frutíferas plantadas ou cultivadas nas cidades são de grande valia para manter o equilíbrio e a harmonia do ecossistema urbano.

Portanto, a manutenção de uma adequada relação entre área verde e população torna-se importante pois as áreas verdes minimizam os efeitos da excessiva impermeabilização, regulam o microclima, amenizando as altas temperaturas produzidas pela concentração de áreas edificadas ou pavimentadas.

Este estudo objetivou localizar e quantificar as áreas verdes do perímetro urbano de Irati, Paraná e apresentar um estudo que comprova a sua influência no clima desta cidade considerada como de pequeno porte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 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

Paulo Costa de Oliveira Filho et al..



umidade relativa do ar de 79,6% (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI, 2008).

A população da área urbana de Irati em 2010, foi estimada em cerca de 45.000 habitantes pelo IBGE, sendo a principal atividade econômica do município

é a agricultura, seguida pela indústria madeireira e pelo comércio. A maior parte da população encontra-se no perímetro urbano (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI, 2008).

Figura 1. Localização geográfica do limite urbano de Irati, Paraná, área de estudo, destacando os 5 locais amostrados para a coleta de temperatura e umidade relativa do ar



## Metodologia

Foram obtidas, junto à Prefeitura Municipal de Irati, ortoimagens multiespectrais fusionadas Quickbird 2008 de resolução espacial de 0,61 metros bem como a base cartográfica digital com o limite urbano da cidade. O software utilizado para realizar o trabalho foi o aplicativo de domínio público SPRING, versão 5.1.3, sobre base operacional LINUX, também de domínio público, e utilizado como sistema operacional oficial em instituições públicas do Estado do Paraná. O mapeamento foi realizado utilizando a técnica da

vectorização sobre tela através da interpretação da composição colorida das imagens, seguido de uma associação dos polígonos às classes definidas.

Conforme Felippe (2009), esse método exige maior capacidade de interpretação e demanda maior tempo, posto que cada fragmento de mata ou espaço verde deve ser trabalhado individualmente. Todavia, acredita-se esta seja a melhor forma de trabalho, visto que as classificações automáticas e semi-automáticas incorrem, freqüentemente, em erros de interpretação, sobretudo quando há imagens de sensores distintos. Ressalta-se também a dificuldade de utilizar aplicativos para a



classificação orientada ao objeto que trabalhe um número de parâmetros suficiente para classificar imagens de altíssima resolução, principalmente com detalhes da composição urbana e periurbana pois estes ainda são bastante onerosos. O verde urbano foi mapeado em duas classes: espaços verdes e áreas verdes arbóreas. Na classe áreas verdes arbóreas incluem-se fragmentos florestais remanescentes e ainda, pequenos agrupamentos de árvores. Nessa classe não foi incluída a arborização viária visto que estas árvores, em geral, fazem parte de áreas construídas que estão em locais impermeáveis tais como calçadas. Foram considerados todos os fragmentos acima de 100 m<sup>2</sup> de área. Para colocar isso em prática foi realizado um filtro considerando uma linha de corte para limpeza de polígonos abaixo desta área, após a vetorização.

Foram utilizadas também nesse estudo, miniestações meteorológicas distribuídas em regiões bastante distintas sob o ponto de vista do relevo (morfológico e de altitude) e de urbanização (considerando situações distintas de ocupação de áreas verdes). Estas miniestações, providas de instrumentos para a avaliação da temperatura e umidade do ar, seguiram um padrão de construção e instalação adequado ao monitoramento de

condições climatológicas em superfície. Os pontos de instalação destas miniestações 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 por GPS. Cada miniestação registrou valores de temperatura e umidade relativa em 4 horários durante seis dias do inverno em 2010.

Após o mapeamento de áreas verdes, a partir de cada ponto foram definidas as redes de distância (*buffers zone*) ao redor dos pontos, com raio de 450 metros, totalizando uma área aproximada de 63 hectares para cada entorno de proximidade do ponto onde foi instalada a miniestação. Essas 5 áreas foram definidas para representar uma maior proximidade ou influência do uso e ocupação do solo urbano nos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar. A seguir, os valores de espaço verde e área verde arbórea encontrados nestes raios de proximidade foram então relacionados aos dados registrados pelos instrumentos. A Figura 02 exibe uma das 5 (cinco) miniestações meteorológicas utilizadas nesta pesquisa.

Paralelamente, foram definidas as seguintes classes de vegetação (Tabela 1):

Tabela 1. Classes de vegetação e respectivas descrições

Classe	Descrição
Espaços Verdes	Campos, pastagens e áreas com árvores isoladas.
Áreas Verdes Arbóreas	Áreas Recobertas por Agrupamentos de Árvores.

As áreas definidas pelas redes de distância em cada ponto amostral, foram a seguir sobrepostas ao plano de informação obtido com a classificação de áreas verdes ou espaços verdes e áreas verdes arbóreas.

Tanto os resultados de áreas de ambas as classes de cada entorno das miniestações quanto os valores registrados de temperatura e umidade relativa foram exportados para planilha eletrônica, onde foi aplicada a correlação de Pearson. A correlação

Paulo Costa de Oliveira Filho et al..



cruzou as informações de umidade relativa do ar e temperatura em quatro horas ao longo do dia (09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00 horas) com as superfícies de Áreas Verdes (formado pelos valores de área das classes espaços verdes e áreas verdes arbóreas). Este procedimento gerou duas tabelas preenchidas 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. O coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) é uma estatística utilizada para medir a força, a intensidade ou o grau de relação linear entre duas variáveis aleatórias (Stevenson, 2001; Barbetta et al., 2007; Ferreira, 2009).

A medida do grau e do sinal da correlação é dada pela covariância entre as duas variáveis aleatórias X e Y que é uma medida numérica de associação linear existente entre elas, e definida por:

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \left[ \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \right]$$

O coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r_{xy}$ ), é definido por:

$$r_{xy} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\sqrt{\sigma_x \sigma_y}} = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx} s_{yy}}}$$

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\left[ \left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \cdot \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right] \right]^{\frac{1}{2}}} = \frac{s_{xy}}{(s_{xx} s_{yy})^{\frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{s_{xy} \cdot s_{yy}}{s_{xx} \cdot s_{yy}}} = \sqrt{\frac{b s_{yy}}{s_{yy}}} = \sqrt{b}$$

onde,

$$s_{xy} = \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \quad s_{xx} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \quad s_{yy} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

O coeficiente de correlação  $r_{xy}$  linear é um número puro que varia de -1 a +1 e sua interpretação

depende do valor numérico e do sinal, conforme o quadro 01:



Quadro 01. Interpretação dos valores numéricos obtidos na Correlação Linear de Pearson

$r_{xy} = -1$	⇒	correlação perfeita negativa
$-1 < r_{xy} < 0$	⇒	correlação negativa
$r_{xy} = 0$	⇒	correlação nula
$0 < r_{xy} < 1$	⇒	correlação positiva
$r_{xy} = 1$	⇒	correlação perfeita positiva
$0,2 < r_{xy} < 0,4$	⇒	correlação fraca*
$0,4 < r_{xy} < 0,7$	⇒	correlação moderada*
$0,7 < r_{xy} < 0,9$	⇒	correlação forte*

\*possui o mesmo significado para os casos negativos ou positivos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os trabalhos de interpretação e classificação, foi obtido o resultado espacial sobre as áreas verdes urbanas de Irati, Paraná, conforme a Figura 02. As classes “Espaços Verdes” e “Áreas Verdes Arbóreas” aparecem nas cores verde claro e verde escuro, respectivamente, enquanto que as áreas construídas aparecem na cor branca, não sendo enfoque principal deste trabalho. Mesmo assim, é possível verificar que apesar de Irati ser uma cidade de pequeno porte, pois conta hoje com pouco mais de 50.000 habitantes em sua área urbana, já apresenta tendência semelhante a cidades de porte médio e grande, com sensível diferença de áreas verdes nos bairros peri-urbanos e centrais. Estes foram cedidos à utilizados pela Prefeitura Municipal de Irati, para compor seu Plano Diretor. A área verde arbórea total encontrada foi de 845 ha, porém apenas 3,20% desta área é formada por

fragmentos entre 3,0 e 15,0 ha. A área de espaços verdes encontrada foi de 1.176 ha, porém apenas 3,24% desta área é formada por fragmentos entre 3,0 e 15 ha. Foi verificada uma sensível diferença entre os percentuais tanto de áreas verdes arbóreas quanto de espaços verdes em áreas mais centrais da cidade se comparados a bairros periurbanos. Constatata-se que Irati, que é uma cidade considerada como de pequeno porte, mantém a tendência de médias e grandes cidades, onde altos níveis de urbanização em locais mais centrais o que torna reduzida a quantidade de áreas verdes nessas regiões. A Figura 03 exibe imagens *Quickbird* e classificação de áreas verdes, lado a lado, com o recorte de dois bairros de Irati, Centro e Alto da Lagoa, evidenciando a grande diferença de áreas verdes entre estes bairros, considerados extremos.



Figura 02. Representação do limite urbano de Irati, Paraná, contendo a distribuição espacial das áreas verdes nas 2 classes utilizadas.

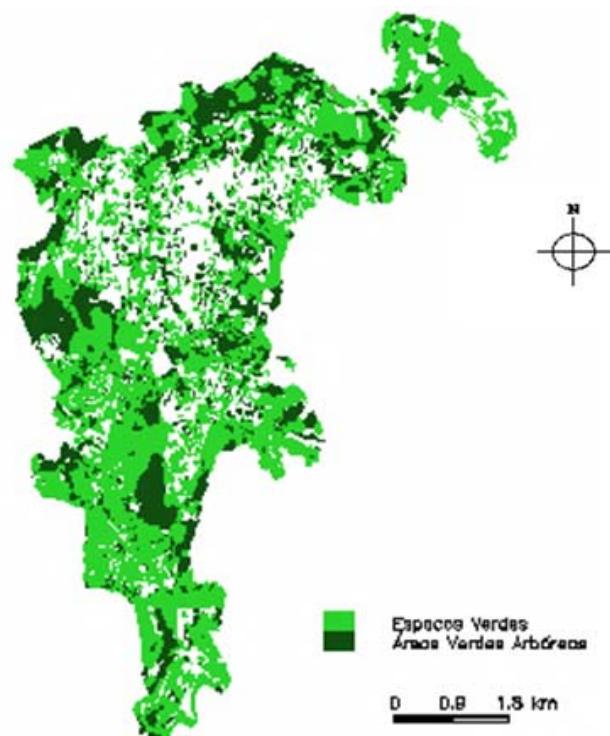
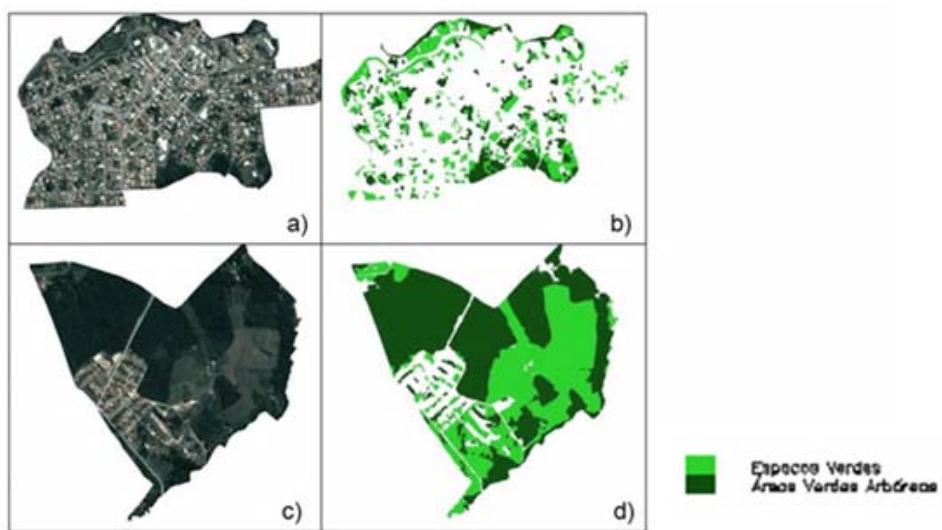


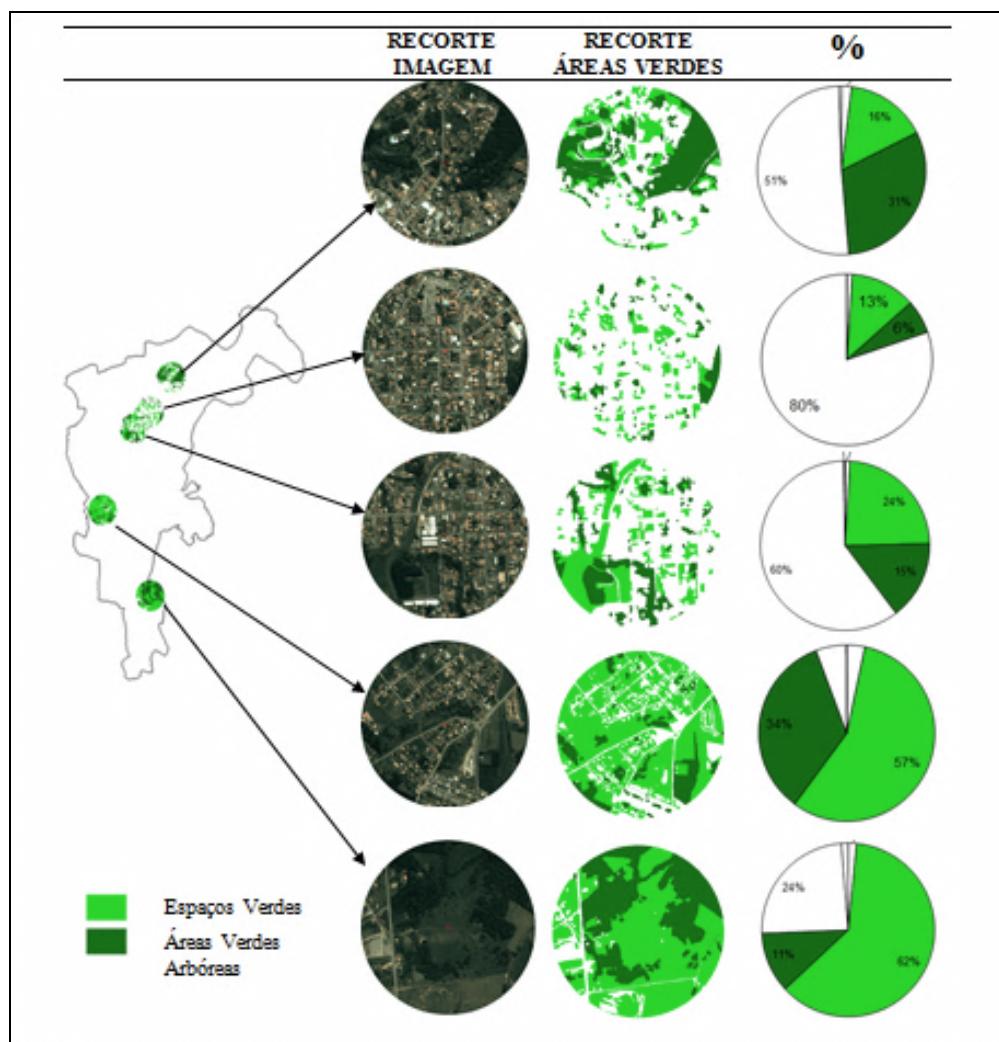
Figura 03. Bairro centro imagem (a) e classificação das áreas verdes (b) e bairro Alto da Lagoa imagem (c) e classificação das áreas verdes (d)



A seguir, são mostrados os entornos das 5 (cinco) miniestações, definidos pelos raios de proximidade formados a partir de 450 metros do centro onde foram instaladas as miniestações meteorológicas. Na Figura 04, que exibe as áreas dos entornos das miniestações meteorológicas, verifica-se as características diversas das áreas classificadas,

representando níveis de urbanização maiores ou menores, e que consequentemente apresentam variação de áreas verdes, tanto arbóreas quanto de espaços verdes. As áreas em branco na coluna de áreas verdes e percentual correspondem às áreas construídas.

Figura 4. Áreas dos entornos das estações meteorológicas



Os resultados de correlação apresentados na Tabela 02 demonstram que os espaços verdes e as áreas

verdes arbóreas influenciam positivamente na umidade relativa.

Tabela 2. Valores de correlação para umidade

Umidade	Espaços Verdes	Áreas Verdes Arbóreas
06:00	0.340305036	0.939186201
09:00	0.383740425	0.975175135
15:00	0.717796023	0.783870203
21:00	0.575874085	0.908443951

Observou-se fortes correlações positivas para espaços verdes e áreas verdes arbóreas em relação à umidade relativa.

Tabela 3. Valores de correlação para temperatura

Temperatura	Espaços Verdes	Áreas Verdes Arbóreas
06:00	0.180179468	-0.896848357
09:00	-0.347272667	-0.719442168
15:00	-0.813600732	-0.520197301
21:00	-0.866072571	-0.528695619

Por serem inversamente correlacionadas, a temperatura e umidade são influenciadas de maneira contrária pelos espaços verdes e áreas verdes arbóreas.

Espaços verdes e áreas verdes arbóreas apresentaram correlações negativas em relação à temperatura evidenciando um aumento da temperatura na medida em que essas áreas são menores.

## CONCLUSÕES

- A área verde arbórea total encontrada foi de 845 ha, enquanto que a área total de espaços verdes encontrada foi de 1.176 ha, apresentando um percentual de áreas verdes total de 60,34%, apesar de apresentar sensível diferença entre bairros mais centrais e outros mais periurbanos;
  - Foi possível avaliar os efeitos da maior ou menor presença de áreas verdes sobre o clima local;
  - No início do dia, tanto temperatura quanto umidade demonstraram menor dependência das condições de uso e ocupação da terra circunvizinha. Entretanto, no decorrer do dia, tanto a temperatura, quanto umidade relativa do ar mostraram clara dependência em relação ao uso e ocupação da terra dentro do raio de abrangência estudado.
- Os resultados obtidos nesse estudo sobre a tendência do comportamento das variáveis



temperatura e umidade relativa do ar conforme a quantidade de áreas verdes, é uma constatação que pode servir de orientação à Prefeitura de Irati,

Paraná, na tomada de decisão sobre o futuro manejo das áreas verdes urbanas.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e à Prefeitura Municipal de Irati-PR, pelas imagens cessaão das imagens orbitais. Agradecimentos

também aos voluntários que realizaram medições de temperatura e umidade, o que tornou possível esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. R.; ZEM, L.M.; BIONDI, D. Relação observada pelos moradores da cidade de curitiba-pr entre a fauna e árvores frutíferas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v.4,n.1, p.3-20, 2009.

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.

AVELAR, G. H. O; SILVA NETO, J. C., Estudo de impacto ambiental de áreas verdes: uma proposta de planejamento e monitoramento. In: 4º CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Niterói. **Anais do ...** Niterói, 2008.

BARBIN, H. S. et al. Estudo dos espaços livres do bairro Santa Cecília, em Piracicaba, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.3, n.3, p. 3-17, set. 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados\\_do\\_censo2010.php](http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php)>. Acesso em: 25 de maio de 2010.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 18, p. 48-59, 2006.

CAPORUSSO, D.; MATIAS, L. F.: Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual. Trabalho apresentado no 1º SIMOGEO - SIMPÓSIO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo. **Anais do ...**, São Paulo, 2008.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais: Vitória: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 1992. p.29-38.

CISOTTO, M. F., VITTE, A. C. O consumo da natureza no novo padrão de ocupação urbana. **Revista Geografia em Atos**, v. 1, n.10, p. 26-39, jan/jun. 2010.

FELIPPE, M. F.; BUENO, J.; COSTA, A. Desmatamento na Bacia do Rio Mucuri (MG, Brasil) no período de 1989 a 2008: uso de imagens CBERS e LANDSAT na espacialização dos remanescentes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais do ...**, Natal, 2009. p. 2713-2720.

FREITAS, S. C.; SARDINHA, D. S. Avaliação preliminar da arborização urbana na zona oeste de Tambaú (SP). 6. Congresso de Meio Ambiente da AUGM. São Carlos. **Anais do ...**, São Carlos, 2009.

Paulo Costa de Oliveira Filho et al..



HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, v. 30, n. 002, p.277-282. 2006.

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.

RESENDE, W. X. Índice de áreas verdes públicas: uma avaliação fitogeográfica da qualidade ambiental em Aracaju. Trabalho apresentado no 8 Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. Viçosa, 2009.

ROCHA, J. R.; WERLANG, M. K. Índice de cobertura vegetal em Santa Maria: o caso do Bairro Centro. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 27, n.2, p. 85-99, 2005.

RUDEK, C. G.; MUZZILLO, C. S. **O início da abordagem ambiental nos planos de desenvolvimento urbano brasileiro a partir da preocupação mundial em busca do desenvolvimento sustentável**. Akropólis, Umuarama, v. 15, n.1, p. 11-18, jan./jun., 2007.

