



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Desenvolvimento de um *Software* de Aquisição de Dados Georreferenciados e Análise de Aplicabilidade em Área Urbana com Vegetação de Cerrado

Rogério Zanarde Barbosa¹, João Eduardo Machado Perea Martins²

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, Brasil, E-mail: rogerio@fca.unesp.br;

² Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Departamento de Computação, Bauru, SP, Brasil, E-mail: perea@fc.unesp.br.

Artigo recebido em 20/12/2012 e aceito em 26/09/2013

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um *software* de aquisição de dados georreferenciados, que realiza simultaneamente a aquisição de dados de um GPS e de um dispositivo de sensoriamento, via interface de comunicação serial, e então cria um único registro com os valores das medições físicas, da localização, a data e o horário. O diferencial do trabalho é que ele prova ser possível desenvolver um sistema simples, com fácil operação e baixo custo, que pode ser utilizado como uma eficiente alternativa para a melhoria das técnicas relativas ao georreferenciamento de medições ambientais. Neste trabalho, a eficiência do *software* foi analisada no monitoramento microclimático, medindo a temperatura e umidade relativa do ar de uma região urbana com vegetação típica de Cerrado, fornecendo informações que permitiram uma análise espacialmente distribuída dos parâmetros medidos na área. Os resultados do *software* foram satisfatórios e o mesmo apresentou grande potencial para uso em diferentes áreas como, geografia, agricultura, meio ambiente, planejamento urbano, etc.

Palavras-chave: *software*, aquisição de dados, monitoramento ambiental, georreferenciamento.

ABSTRACT

This work presents the development of georeferenced data acquisition software that performs simultaneously the data acquisition from a GPS and a sensing device, via serial communication interface, and composes only one record with values of physical measurements, location, date and time. This work differential is that it proves the viability to develop a simple system with easy operation and low cost, which can be used as an efficient alternative to improve the techniques related to the georeferencing of environmental measurements. In this work, the software efficiency was analyzed in the microclimatic monitoring, measuring temperature and relative humidity of the in an urban area with typical Cerrado vegetation, providing information that allowed an analysis of the spatially distributed parameters measured in the area. The results were satisfactory and the software has shown great potential for uses in different areas such as geography, agriculture, environment, urban planning, etc.

Keywords: software, data acquisition, environmental monitoring, georeferencing.

Introdução

A interferência humana pode provocar sérias mudanças no ambiente e comprometer a qualidade de vida dos seres presentes neste ecossistema (Krüger & Rossi, 2011; López-Moreno et al., 2013), o que tem motivado, cada vez mais, pesquisas voltadas no monitoramento microclimático regional, onde procura-se monitorar o clima em escalas menores, como por exemplo, em regiões

urbanas, florestas ou áreas agrícolas (Ribeiro et al., 2008; Sang, 2012; Bolinder et al., 2013). Aprea (2012) relata a carência de sistemas computacionais e instrumentos eletrônicos no monitoramento de mudanças climáticas, enquanto Li & Zhao (2009) observam a importância de sistemas computacionais embarcados, que podem servir como suporte no monitoramento de diversos parâmetros ambientais, inclusive na determinação da

variabilidade espacial microclimática, através do uso de tecnologias geoespaciais. Allaire et al. (2012) e Kosugi et al. (2007) destacam a importância de medir parâmetros ambientais, através de ferramentas computacionais utilizando técnicas e modelos geoespaciais, que servem para a melhor compreensão do ecossistema em estudo e auxiliando em pesquisas e gerenciamento das informações.

Essas tecnologias auxiliam no monitoramento do clima através do uso de técnicas, como o georreferenciamento, obtendo um valor climático, como temperatura, umidade, fertilidade do solo, gases, etc., referenciando através do seu ponto geográfico (Li et al., 2013; Liu et al., 2013). No entanto, existe uma constante exigência no aprimoramento de softwares a que realizam a aquisição e o georreferenciamento das informações, havendo necessidade de mais pesquisas envolvendo o desenvolvimento de softwares específicos de aquisição de dados georreferenciados (Pullen & Patterson, 2010).

Diversos estudos mostram que o uso de técnicas de georreferenciamento é eficiente no monitoramento de parâmetros ambientais. A exemplo, Zhang et al. (2013) avaliaram a variabilidade espacial da umidade do solo, pois este estudo esta diretamente relacionado ao consumo de água pelas plantas e conseqüentemente a irrigação, observaram que através de estudos geoespaciais, utilizando um modelo de interpolação denominado Krigagem, áreas poderão ser irrigadas individualmente, pois possuem diferenças de umidade do solo, o que conseqüentemente, auxilia no uso eficiente da aplicação da água em sistemas de irrigação. No mesmo contexto, Raziei & Pereira (2013) avaliaram a variabilidade espacial da evapotranspiração referência utilizando valores de temperatura, umidade relativa e duração do dia com dados de diversas estações meteorológicas no Irã. Os resultados mostraram que o uso de tecnologias geoespaciais apresenta uma alternativa apropriada para a estimativa da evapotranspiração de referência, servindo como base para estudos hidrológicos e irrigação.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar um sistema de aquisição de dados georreferenciados para o monitoramento microclimático da temperatura e umidade relativa do ar, fornecendo uma ferramenta geoespacial para suporte tecnológico em estudos e pesquisas de mudanças do microclima regional.

Material e métodos

O sistema de aquisição de dados georreferenciados foi desenvolvido no ambiente de programação Delphi e durante o trabalho foram utilizados um computador portátil com o software de aquisição de dados georreferenciados desenvolvido neste estudo, um GPS modelo Garmin Etrex Summit e um termohigrômetro modelo HTR-152.

A Figura 1 exemplifica a conexão do computador portátil (*notebook*) ao GPS e ao termohigrômetro, via interface serial, para que o computador possa receber os dados de forma direta e simultânea dos dois equipamentos para compor sua base de dados.

O computador deve ter duas interfaces seriais de comunicação RS-232, uma para cada dispositivo. Atualmente, ao contrário de muitos dispositivos de sensoriamento que usam RS-232, muitos computadores portáteis vêm apenas com interfaces de comunicação USB, porém este problema pode ser facilmente solucionado com a compra de um cabo conversor USB/Serial, que pode ser encontrado no mercado a baixo custo.

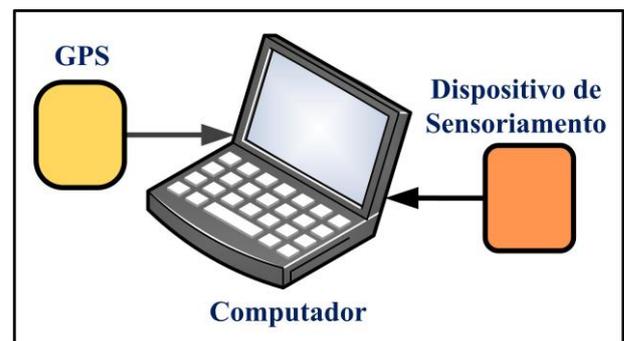


Figura 1. Exemplo de conexão de um computador a um GPS e a um termohigrômetro via interface serial de comunicação RS-232.

O termohigrômetro e o GPS enviam dados continuamente pela sua saída serial, sendo que esses dados seguem sempre um padrão específico. Assim, o programa desenvolvido é capaz de receber os dados desses dois dispositivos, analisá-los e separar somente as informações necessárias para serem gravadas em um arquivo de saída no formato de texto. Os dados do termohigrômetro utilizado seguem sempre uma sequência de dados padrão, enquanto que os dados originários do GPS seguem o padrão do protocolo de comunicação NMEA, onde o GPS envia continuamente uma sequência de sentenças pela sua interface serial, sendo que cada sentença é precedida de um mnemônico que permite a sua identificação. Assim, quando o computador recebe uma sentença iniciada pelo mnemônico “\$GPGLL”, ele sabe que em seguida virão os valores de latitude e longitude e então ele consegue determinar o ponto exato onde está sendo realizada a medição física do termohigrômetro.

Para a análise e validação do sistema apresentado neste trabalho, o computador foi conectado ao GPS e ao termohigrômetro e então foi realizado um percurso dentro do Campus da UNESP, em Bauru-SP, que tem vegetação típica de Cerrado e que inclusive é considerada uma área de preservação permanente. No trajeto foram coletados valores de temperatura e umidade relativa do ar em 16 pontos de amostragem e então foi calculado o variograma $\gamma(h)$, expresso por:

$$(1) \quad \gamma(h) = \left(\frac{1}{2N(h)} \right) \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Onde:

$Z(x_i)$ é o valor da variável primária no ponto x_i

$Z(x_i+h)$ é o valor da variável primária no ponto x_i adicionado de uma distância h ;

$N(h)$ é o número de pares de pontos ($Z(x_i)$, $Z(x_i+h)$) formados para uma dada distância h .

A partir dos resultados do variograma foram feitos mapas bidimensionais, com o auxílio do programa computacional Surfer 10, representando a distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar, seguindo a metodologia proposta por Sartori et al. (2010), que utiliza o método de interpolação da Krigagem para determinar a variabilidade de medições ambientais.

Resultados e discussão

A Figura 2 mostra a tela do *software* de aquisição de dados georreferenciados apresentado nesse trabalho, a qual é dividida em três janelas visuais. A primeira janela, que fica no alto da tela, mostra, uma *string* (conjunto de caracteres) com os dados recebidos do termohigrômetro, a segunda janela mostra os dados recebidos do GPS e a terceira janela mostra uma nova *string* criada a partir da junção destes dois dados com a data e hora da medição. A nova *string*, criada e mostrada na última janela, tem a seguinte estrutura: “01041102530640 * 2221.0805,S,04902.0132,W,172808 * 23/8/2011 15:34:52”, onde se observa que os dados originais do termohigrômetro, do GPS e o horário, são separados por um asterisco.

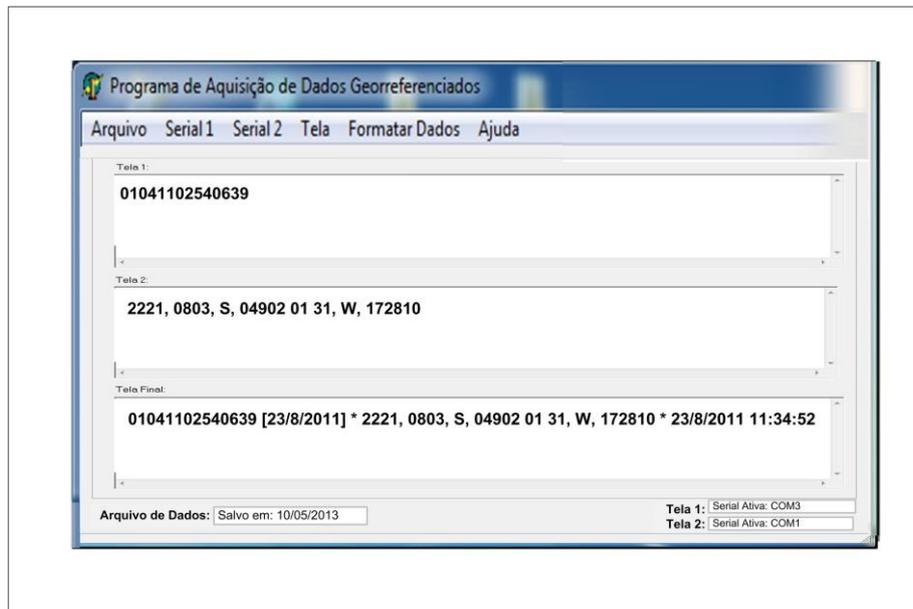


Figura 2. Tela do *software* desenvolvido, que é dividida em três janelas de dados. A primeira janela, mais ao alto, mostra os dados do dispositivo de sensoriamento, e as outras mostram, respectivamente, os dados do GPS e os dados finais que incluem a medição física e a localização.

A Figura 2 mostra que o *software* tem um menu com itens de opções operacionais, cujas funções básicas são:

- O item *Arquivo* permite gerar um arquivo de dados no computador com todos os dados mostrados na terceira janela. O arquivo é gerado no formato “txt” e que pode ser posteriormente importado diretamente por editores de textos ou planilhas de cálculos, sendo que o nome do arquivo é formado pela data e hora da criação do mesmo, assim, nunca haverá dois arquivos com o mesmo nome, o que evita a perda de dados;

- Os itens *Serial 1* e *Serial 2* permitem ao configurar as interfaces seriais de comunicação do computador no mesmo padrão de velocidade e operação especificado no manual do GPS e do Dispositivo de Sensoriamento;

- O item *Tela* permite ao usuário limpar as três telas de apresentação de dados existentes no programa, enquanto o item *Ajuda* mostra informações sobre o *software*.

- O item *Formatar Dados* formata as informações da *string* mostrada na terceira janela da Figura 2.

O item *Formatar Dados* é importante, pois nos dados originários do dispositivo de sensoriamento podem existir informações adicionais que não são relevantes. Além disso, as informações podem vir concatenadas sem nenhuma separação, assim, este item permite separar esses dados.

Em relação à formatação de dados, por exemplo, os dados gerados pelo termohigrômetro e enviados ao computador seguem sempre um padrão em uma *string principal* de 14 caracteres. Neste caso, a *string principal* “01041102520442” indicaria uma temperatura de 25,20°C e umidade de 44,2%, pois os dados das medições são sempre mostrados a partir do oitavo caractere. Ao ativar o item *Formatar Dados* do *software*, o usuário deveria digitar 8,4 e 12,3. Esses números indicam respectivamente, o número de parâmetros medidos (temperatura e umidade) bem como a posição de início e fim de cada um na *string principal*.

As informações mostradas na última janela e gravadas no arquivo têm a estrutura mostrada na Figura 3, onde todas as informações úteis são separadas individualmente por espaços em branco.



Figura 3. Estrutura do registro de dados gerado pelo *software*, com os dados do dispositivo de sensoriamento e do GPS. As informações do registro incluem os dados físicos medidos (temperatura e umidade), a localização do ponto de medição, a data e horário da medição.

A estrutura da Figura 3 permite que os arquivos com esses dados sejam diretamente importados e facilmente manipulados por planilhas de cálculos, conforme necessidades do usuário. Esta função permite que o software desenvolvido seja adaptado para qualquer instrumento de medições físicas que tenha uma saída de dados serial, o que representa um importante diferencial.

Para os testes do software, um notebook foi conectado ao GPS e ao termohigrômetro e

então foram realizadas medições em 16 pontos, georreferenciando valores de temperatura e umidade relativa do ar, em uma área dentro do Campus da UNESP de Bauru. As coordenadas coletadas no GPS foram convertidas em UTM (Universal Transverso de Mercator), na zona de localização 22K. A Figura 4, cuja imagem foi gerada pelo software Google Earth, mostra os pontos de medições.

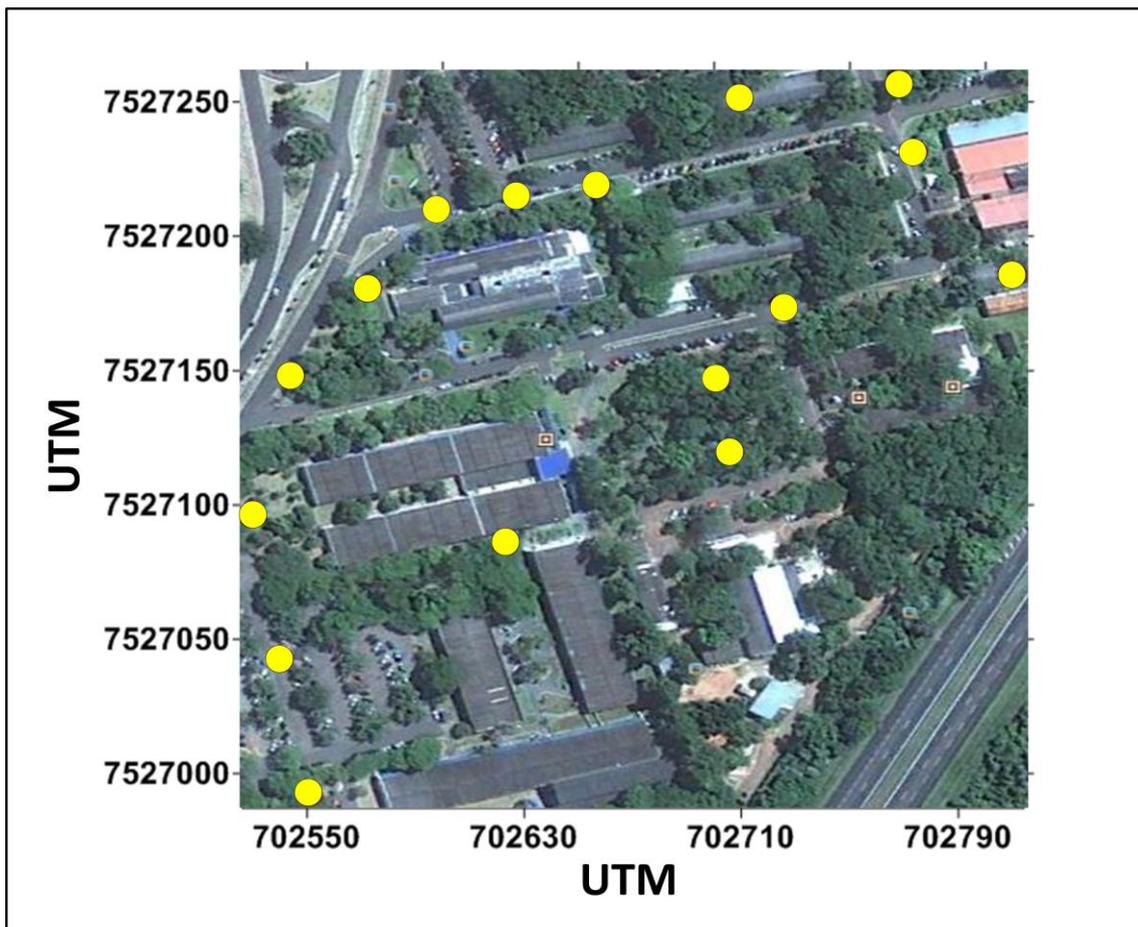


Figura 4. Imagem mostrando os 16 pontos de coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, no Campus da UNESP Bauru-SP, marcados na cor amarela.

A Figura 5 mostra a distribuição espacial calculada para temperatura na área analisada, onde se pode verificar que a variação extrema da temperatura, para os valores de pico, foi de 3,7°C. A Figura 6 mostra a distribuição espacial calculada para a umidade relativa do ar (%) com uma diferença absoluta extrema na ordem de 7%. Nessas figuras, os pontos brancos e vermelhos, respectivamente, estão posicionados na mesma localização dos pontos amarelos da Figura 4.

As variações entre os valores extremos de medições de parâmetros ambientais também foram analisadas em outros trabalhos, como Duran et al. (2013), que avaliaram a variação média da temperatura do ar ao longo do ano, em um período de 102 anos, comparando cada período registraram uma variação média na ordem de 0,60°C. Em

estudos realizados por Silva Júnior et al. (2012), que registraram diferentes temperaturas, numa variação de 9,5°C na área urbana de Belém-PA, ou por Santos et. al. (2011), que fizeram medições no Campus da Universidade Federal da Paraíba na cidade de João Pessoa e registraram diferenças de temperatura do ar de 1,2°C e umidade relativa na ordem de 6%. De acordo com Sung et al. (2013), a variabilidade do microclima é justificada em função da influência direta de fatores como a cobertura do solo e a urbanização que altera diretamente a temperatura e a umidade relativa do ar. Também é importante enfatizar que o objetivo do presente trabalho não é apresentar um estudo microclimático da área analisada do Cerrado de Bauru, mas sim utilizar os dados medidos na região como um exemplo de aplicação do *software* desenvolvido.

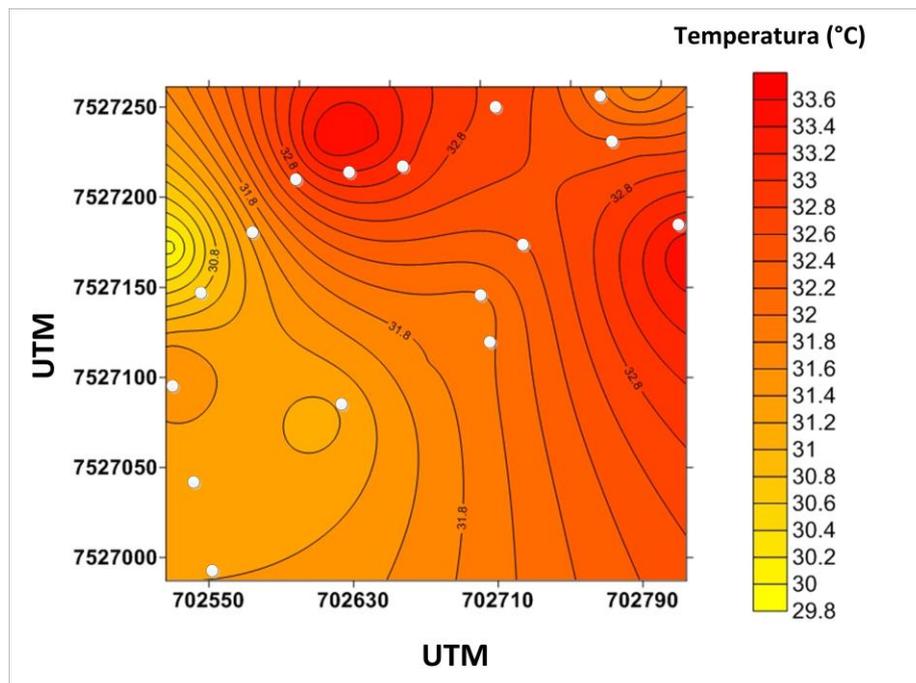


Figura 5. Variabilidade espacial da temperatura do ar (°C) no Campus da UNESP em Bauru SP. Os pontos brancos indicam os locais de medições da temperatura.

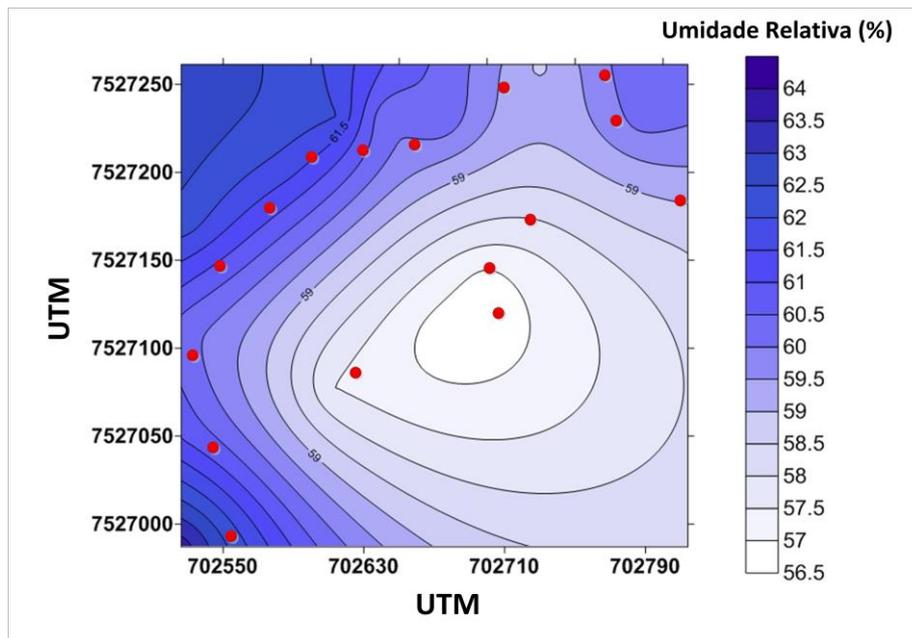


Figura 6. Variabilidade espacial da umidade relativa do ar (%) no Campus da UNESP em Bauru SP. Os pontos vermelhos indicam os locais de medições da umidade.

Considerações finais

O *software* de aquisição de dados georreferenciados apresentado neste trabalho demonstrou uma boa eficiência para a aquisição e tratamento de dados originários de dispositivos de sensoriamento e de receptores GPS. O mesmo permitiu que fosse gerado um arquivo de dados com ambas as informações, o qual tem uma estrutura no formato texto que permite o seu posterior uso direto por programas editores de textos ou planilhas. Na análise de desempenho do software foi feito um levantamento de valores de temperatura e umidade do ar em uma área urbana com vegetação típica de cerrado, onde se puderam constatar variações térmicas e de umidade relativa do ar de até 3,7°C e 7%, respectivamente. O software pode ser configurado para fazer a aquisição de dados de diferentes dispositivos de sensoriamento e isso permite vislumbrar um alto de aplicabilidade para o mesmo no levantamento de medições georreferenciadas.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro na forma de bolsa de estudos de pós-graduação, concedida ao primeiro autor.

Referências

- Allaire, S. E.; Lange, S. F.; Lafond, J. A.; Pelletier, B.; Cambouris, A. N.; Dutilleul, P. (2012). Multiscale spatial variability of CO₂ emissions and correlations with physicochemical soil properties. *Geoderma*, v.170, n.1, p.251-260.
- Apra, M. C. (2012). Environmental and biological monitoring in the estimation of absorbed doses of pesticides. *Toxicology letters*. v.210, n.1, p.110-118.
- Bolinder, M. A.; Fortin, J. G.; Anctil, F.; Andr n, O.; K tterer, T.; Jong, R.; Parent, L. E. (2013). Spatial and temporal variability of soil biological activity in the Province of Qu bec, Canada (45-58°N, 1960-2009) – calculations based on climate records. *Climatic Change*, v.117, n.1, p.739-755.
- Duhan, D.; Pandey, A.; Gahalaut, K. P. S.; Pandey, R. P. (2013). Spatial and temporal variability in maximum, minimum and mean air temperatures at Madhya Pradesh in central India. *Comptes Rendus Geoscience*, v.345, n.1, p.3-21.

- Kosugi, Y.; Mitani, T.; Itoh, M.; Noguchi, S.; Tani, M.; Matsuo, N.; Takanashi, S.; Ohkubo, S.; Nik, A. R. (2007). Spatial and temporal variation in soil respiration in a Southeast Asian tropical rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.147, n.1, p.35-47.
- Krüger, E. L.; Rossi, F. A. (2011). Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. *Building and Environment*, v.46, n.1, p.690-697.
- Li, D.; Zhao, C. (2009). *Computer and computing Technologies in agriculture*, v.3, New York, Springer, 2117p.
- Li, Y.; Fu, X.; Liu, X.; Shen, J.; Luo, Q.; Xiao, R.; Li, Y.; Tong, C.; Wu, J. (2013). Spatial variability and distribution of N₂O emissions from a tea field during the dry season in subtropical central China. *Geoderma*, v.194, n.1, p.1-12.
- Liu, Y.; Lv, J.; Zhang, B.; BI, J. (2013). Spatial multi-scale variability of soil nutrients in relation to environmental factors a typical agricultural region, Eastern China. *Science of the Total Environment*, v.451, n.1, p. 108-119.
- López-Moreno, J. I.; Pomeroy, J. W.; Revuelto, J.; Vicente-Serrano, S. M. (2013). Response of snow process to climate change: spatial variability in a small basin in the Spanish Pyrenees. *Hydrological Processes*, v.27, n.1, p.2637-2650.
- Pullen, N. H.; Patterson, M. W. (2010). *Geospatial technologies in environmental management*, London, Springer, 212p.
- Raziei, T.; Pereira, L. S. (2013). Spatial variability analysis of reference evapotranspiration in Iran utilizing fine resolution gridded datasets. *Agricultural Water Management*, v.126, n.1, p.104-118.
- Ribeiro, N. L.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N.; Ribeiro, M. N.; Silva, R. C. B.; Souza, C. M. S. (2008). Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. *Engenharia Agrícola*, v. 28, n.1, p. 614-623.
- Sang, Y. F. (2012). Spatial and temporal variability of daily temperature in the Yangtze River Delta, China. *Atmospheric Research*, v.112, n.1, p.12-24.
- Sang, Y. F.; Wang, Z.; Liu, C. (2013). Spatial and temporal variability of daily temperature during 1961-2010 in the Yangtze River Basin, China. *Quaternary International*, v.304, n.1, p.33-42.
- Santos, J. S.; Silva, V. P. R.; Araújo, L. E.; Lima, E. R. V.; Costa, A. D. L. (2011). Análise das condições de conforto térmico em ambiente urbano: estudo de caso em campus universitário. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.02, n.1, p.336-353.
- Sartori, A. A. C.; Silva, A. F.; Ramos, C. R.; Zimback, C. R. L. (2010). Variabilidade temporal e mapeamento dos dados climáticos de Botucatu – SP. *Irriga*, v. 15, n.2, p. 131-139.
- Silva Júnior, J. A.; Costa, A. C. L.; Pezzuti, J. C. B.; Costa, R. L.; Galbraith, D. (2012). Análise da distribuição espacial do conforto térmico na cidade de Belém, PA no período menos chuvoso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 02, n.1, p. 218-232.
- Zhang, M.; Li, M.; Wang, W.; Liu, C.; Gao, H. (2013). Temporal and spatial variability of soil moisture based on WSN. *Mathematical and Computer Modeling*, v.58, n.1, p.826-833.