

MONITORAMENTO DE SAFRAS VIA WEB: UM CASO DE SUCESSO EM PESQUISA MULTIDISCIPLINAR

CARLA GEOVANA DO NASCIMENTO MACÁRIO¹

RODRIGO DIAS ARRUDA SENRA²

CLAUDIA BAUZER MEDEIROS³

RUBENS AUGUSTO CAMARGO LAMPARELLI⁴

JURANDIR ZULLO JUNIOR⁴

JANSLE VIEIRA ROCHA⁵

EDMUNDO ROBERTO MAURO MADEIRA³

ELIANE MARTINS³

MARIA CECÍLIA CALANI BARANAUSKAS³

NEUCIMAR JERÔNIMO LEITE³

RICARDO DA SILVA TORRES³

RESUMO: Este trabalho descreve o projeto WebMaps em desenvolvimento na UNICAMP, um esforço multidisciplinar envolvendo ciências agrárias e de computação, cujo objetivo é desenvolver uma plataforma baseada em serviços Web para o planejamento agro-ambiental. Requer pesquisa de ponta voltada à especificação e à implementação de software que combina dados de satélite, dados provenientes de sensores terrestres e dados de produção agrícola. Visa fornecer subsídios para políticas públicas e tomada de decisões no planejamento agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento agrícola, sistema web, sensoriamento remoto.

MONITORING CROP ON THE WEB: A SUCCESS CASE IN MULTIDISCIPLINARY RESEARCH

ABSTRACT: This paper describes the WEBMAPS project, a multidisciplinary project under development at UNICAMP. Its goal is to develop a platform based on Web Services for agricultural planning. It requires state of the out research in specification and implementation of software that combines satellite maps with data from surface sensors and from agricultural production. It aims to provide a decision support platform for public policies in agricultural planning.

KEY-WORDS: agricultural planning, web systems, remote sensing

1. INTRODUÇÃO

O WebMAPS é um sistema baseado na WEB Semântica para Monitoramento Agrícola e Previsão de Safras, em desenvolvimento no Laboratório de Sistemas de Informação do Instituto de Computação da UNICAMP. Visa o processamento de dados científicos heterogêneos provenientes de diversas fontes, a partir da especificação de serviços Web que gerenciem estes dados. Seu objetivo final é o estabelecimento de uma plataforma base para a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas de planejamento agrícola. Nessa área a tomada de decisões se baseia em recursos heterogêneos distribuídos em diferentes organizações. Dados de culturas, dados climáticos e provenientes de diferentes

¹ Pesquisadora Embrapa Informática Agropecuária, Doutoranda IC–Unicamp, E-mail: carlamac@ic.unicamp.br

² Doutorando, IC–Unicamp, E-mail: rsenra@acm.org

³ Prof. Doutor, IC–Unicamp, E-mail: {cmbm, edmund, eliane, cecilia, neucimar, rtorres}@ic.unicamp.br

⁴ Pesquisador Doutor, CEPAGRI–Unicamp, E-mail: {rubens, jurandir}@cpa.unicamp.br

⁵ Prof. Doutor, FEAGRI–Unicamp, E-mail: jansle.rocha@agr.unicamp.br

tipos de sensores terrestres, mapas e, em especial, imagens de satélites, uma importante fonte de informação por apresentarem características de visão sinótica e imageamento temporal, são exemplos desses recursos. Para transformá-los em informação estratégica é necessário o seu processamento por uma ou mais ferramentas específicas, o que constitui uma atividade bastante trabalhosa. Apesar de iniciativas que estão surgindo nos EUA (Jakubauskas et al., 2001) e na Europa (Lemoine e Kidd, 2007), há ainda uma enorme carência de ferramentas e sistemas computacionais que agilizem essas atividades. A originalidade do WebMAPS reside no fato de abordar não apenas problemas do domínio-alvo, mas também resolvê-los usando pesquisa de ponta em tecnologia de informação.

O projeto, que teve início em 2003 apoiado por um edital Universal do CNPq, envolve pesquisadores de três unidades da UNICAMP - do Instituto de Computação, da Faculdade de Engenharia Agrícola e do CEPAGRI (Medeiros et al., 2005). Seus resultados incluem um protótipo de sistema acessível pela Web, publicações e formação de 11 mestres e 2 doutores. Este trabalho descreve, de maneira sucinta, os principais objetivos do WebMAPS, a metodologia de desenvolvimento adotada e os resultados e conclusões obtidos até o momento.

2. OBJETIVOS

O projeto WebMAPS pretende integrar, em rede, dados heterogêneos de diversas fontes e serviços Web para seu gerenciamento. Com isto, busca-se estabelecer uma plataforma base para a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas de planejamento agrícola, compartilhando os dados produzidos com os diferentes perfis de usuários. Exemplos desses dados são: séries temporais de dados de clima, de solo e de produção, imagens de satélites e mapas processados, dentre outros, que permitirão acompanhar a evolução de fenômenos e safras. Os usuários-alvo do sistema têm vários perfis: cientistas do domínio, agências governamentais, cooperativas e produtores agrícolas.

3. MOTIVAÇÃO

O sistema é motivado pela necessidade da tomada de decisões tanto no âmbito governamental (apoio a políticas agrícolas) quanto no de cooperativas agrícolas e agronegócios. O diferencial deste projeto em relação a iniciativas internacionais de natureza semelhante são: (1) ênfase em pesquisa multidisciplinar em Computação aplicada a Ciências Agrárias - na maioria das iniciativas, a pesquisa é centrada no último domínio e apenas utiliza recursos da Tecnologia da Informação; (2) adequação ao contexto geográfico brasileiro, com forte ênfase em dados obtidos via sensores; (3) utilização de novos resultados de pesquisa sobre a Web Semântica; (4) exploração, em tempo real, do conteúdo de imagens, e não apenas de dados textuais; (5) consideração de aspectos de interação humano-computador.

Esta variedade de objetivos e pontos de vista mostra a complexidade do problema, e ao mesmo tempo justifica a sua inserção em projetos de ampla envergadura. A colaboração entre grupos distintos por meio de dados geográficos (Maceachren e Brewer 2004) é uma das grandes motivações neste desenvolvimento. A metodologia integrada poderá ser estendida para abranger outros países, como por exemplo na parceria já estabelecida com a Alemanha ou com outros cientistas da América do Sul.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A especificação e o desenvolvimento do WebMAPS envolve pesquisa multidisciplinar. Do lado computacional, estão sendo estudados pontos em aberto nas áreas de grandes bancos de dados multimídia e algoritmos para manipulá-los, engenharia de software de grandes sistemas, processamento digital de imagens, redes de alto desempenho, e interfaces multimodais. Do lado de Ciências Agrárias, os estudos vêm envolvendo aspectos de

sensoriamento remoto, desenvolvimento de novas metodologias de previsão de safra, especificação de novos métodos e ferramentas de apoio a decisão no domínio agrícola, dentre outros. A própria diversidade de perfis de usuários vem exigindo pesquisa de pontas.

A metodologia básica adotada no projeto vem seguindo o ciclo estabelecido dentro da Engenharia de Software para desenvolvimento de sistemas, ou seja, análise de requisitos, especificação de módulos, especificação de casos teste, desenvolvimento, testes com usuários e retorno à especificação de requisitos. Todo o trabalho vem sendo acompanhado por reuniões mensais dos participantes, envolvendo inclusive usuários externos (por exemplo, especialistas de cooperativas agrícolas). O processo vem também seguindo passos preconizados pela Semiótica Organizacional, que dirigiu o levantamento de requisitos e todas as etapas subseqüentes (Schimiguel et al., 2004) e envolve metodologias de teste de desempenho (Torres Zenteno et al 2006), com ênfase em serviços Web (Bussler et al., 2002).

Outros resultados do trabalho envolvem cadeias produtivas (Bacarin et al., 2004; Kondo et al., 2007) e *workflows* (Fileto et al., 2003). A ênfase em aspectos de sensoriamento remoto também é inovadora, envolvendo séries de imagens de satélite (Lunetta et al., 2003). Essas imagens podem ser apresentadas em bandas individuais ou em índices de vegetação, como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que é calculado pela diferença de valores de reflectância das bandas Infravermelho (IV) e Vermelho (V) e normalizado pela soma dos valores de reflectância destas duas bandas. O índice permite avaliar as condições da biomassa de uma cultura constituindo-se numa ferramenta extremamente útil na geração de informações. A informação, traduzida na forma de curva espectral do NDVI, pode ser comparada com curvas de outros períodos no sentido de determinar o comportamento da biomassa. A diferença de deslocamento entre as curvas pode significar, um desenvolvimento bom ou ruim. Este perfil pode também ser comparado com perfis de temperatura, de chuva e com outros dados meteorológicos que possam explicar o fenômeno “ciclo da cultura”. A cultura que foi monitorada e serviu de base para a geração das curvas NDVI foi a cana-de-açúcar, plantada na região de Piracicaba/SP.

Para geração dos perfis de NDVI foram utilizadas imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) com resoluções: espacial de 250 metros, temporal diária, radiométrica 16 bits e espectral de 36 bandas. O sensor faz parte do programa *Earth Observing System* (EOS) da NASA (*National Aerospace and Space Administration*) e está colocados nos satélites Terra e Aqua.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Este projeto vem sendo desenvolvido há quatro anos na UNICAMP rendendo vários frutos. Atualmente encontra-se disponível uma versão do sistema que permite o cadastro de propriedades, talhões e culturas, além de algumas consultas. A figura 1 ilustra o resultado de uma consulta *on-line* ao sistema WebMAPS, na Web. Ela mostra a evolução, ao longo do tempo, dos valores NDVI de uma região selecionada pelo usuário. Este exemplo, cujos parâmetros foram as coordenadas da região e um intervalo de tempo (jan. 2001 a jan. 2003), usou como base um conjunto de 100 imagens MODIS das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Para o usuário, a curva indica para o usuário o comportamento da cultura (no caso, cana) naquela região ao longo daquele período. Este comportamento pode ser relacionado a coletas obtidas para fenômenos associados (chuva, temperatura) e à produtividade da cultura para a mesma região e período. Isto permite diferentes ações aos usuários, dependendo do perfil (agricultor, agência governamental, pesquisador):

- monitorar o comportamento da cultura na região, cotejando-o com outros períodos e outras regiões;
- fazer previsão de produção futura;

- estabelecer políticas de gerenciamento agrícola para a região; desenvolver novos modelos de avaliação de produção a partir de dados de sensoriamento remoto.

Já do ponto de vista da Computação, a cópia de tela corresponde à materialização, via código, de vários aspectos de pesquisa de ponta, ressaltando-se:

- integração de pesquisa em processamento de imagens de satélite e bancos de dados geográficos, para grandes volumes de dados heterogêneos;
- implementação de novos métodos de teste de software para a Web, com ênfase em distribuição, confiabilidade e tolerância a falhas;
- projeto de interface de software geográfico para a Web;
- aplicação de metodologias de engenharia de software e semiótica ao desenvolvimento e integração de software centrados em cooperação;
- uso de técnicas e padrões da Web semântica para a interoperabilidade.

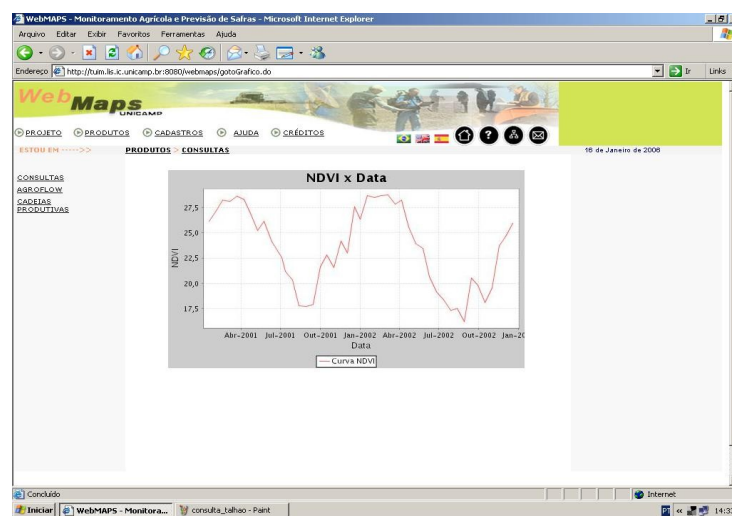


Figura 1 – Resultado de consulta no WebMAPS

Além do software (protótipo Web), houve várias publicações (10 artigos revistas internacionais, 25 artigos em congresso - 10 internacionais) e a formação de 11 mestres e 2 doutores em Computação e em Ciências Agrárias.

O projeto é apoiado por editais do CNPq (2003 a 2006 e 2006 a 2008) e, em 2007, por um financiamento Brasil – Alemanha, aprovado dentro de um acordo bilateral. Isto permitirá a utilização de software desenvolvido na Alemanha, com padrões usados em todo o mundo, para gerenciamento das imagens. Da mesma forma, os parceiros do lado europeu poderão usar os algoritmos e métodos sendo desenvolvidos no Brasil.

Além dos resultados de pesquisa e formação de recursos humanos, o projeto visa produzir tecnologia de informação para apoio a políticas agrícolas. Portanto, servirá, dentre outros, como base para agilizar a tomada de decisões ligadas a atividades como: planejamento agrícola, monitoramento e planejamento de operações agrícolas e gerenciamento de agronegócios Consolidará, também, o domínio da área de desenvolvimento de ferramentas para apoio à decisão voltadas a agricultura, o que resultará em maior independência tecnológica, com conseqüente aumento de competitividade das soluções desenvolvidas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências FAPESP, CNPq e CAPES pelo financiamento parcial do trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACARIN, E.; C. B. MEDEIROS; E. MADEIRA. A collaborative model for agricultural supply chains. In: COOPIS 2004, **Proceedings...**, v. LNCS 3290, p. 319-336, 2004.
- BUSSLER, C.; FENSEL, D.; MAEDCHE, A. A conceptual architecture for semantic web enabled web services. **ACM Sigmod Record**, v.31, n.4, p. 24--30, dez. 2002.
- FILETO, R.; LIU, L.; PU, C.; ASSAD, E.; MEDEIROS; C. B. POESIA: An ontological workflow approach for composing web services in agriculture. **VLDB Journal**, v. 12, n. 4, p.352--367, nov. 2003.
- JAKUBAUSKAS, M.E.; LEGATES, D.R.; KASTENS, J.H. Harmonic analysis of time-series AVHRR NDVI data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 67, n. 4, p. 461-470, abr. 2001.
- LEMOINE, G., KIDD, R. **Operational European Cereal Monitoring: Methodological Consideration**. Joint Research Centre, Space Applications Institute, Agriculture & Regional Information Systems, MARS – Project Paper. Ispra, Italy.– Disponível em <<http://conferences.esa.int/98c07/papers/P089.PDF>>. Acesso em 27/04/2007.
- KONDO, A. A.; MEDEIROS, C. M.; BACARIN, E.; MADEIRA, E. R. M. Traceability in food for supply chains. In: 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (WEBIST), **Proceedings...**, Barcelona, Spain, mar. 2007.
- LUNETTA, R.; JOHNSON, D.; LYON, J.; CROTWELL, J. Impacts of imagery temporal frequency on landcover change detection monitoring. **Remote Sensing and Environment**, v. 89, n. 4, p. 444-454, fev. 2003.
- MACEACHREN A. M; BREWER. I. Developing a conceptual framework for visually-enabled geocollaboration. **International Journal of Geographical Information Science**, v.18, n. 1, p. 1-34, 2004.
- MEDEIROS, C. B.; CROSTA, A. P.; LAMPARELLI, R.; ROCHA, J. ; SOUZA FILHO, C. R.; ZULLO, J. Remote sensing research at the State University of Campinas, Brazil. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Newsletter**, n. 135, p. 11-16, jul. 2005 (artigo convidado).
- SCHIMIGUEL, J., BARANAUSKAS, M. C.; MEDEIROS, C. B. Investigando aspectos de interação em aplicações sig na web voltadas ao domínio agrícola. In: VI SIMPÓSIO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS- IHC 2004. **Anais...**, Curitiba, PR, out. 2004.
- TORRES-ZENTENO, A.; MARTINS, E.; TORRES, R. S.; CUARESMA, M. J. E. Teste de desempenho em aplicações SIG Web. In: IX WORKSHOP IBEROAMERICANO DE INGENIERIA DE REQUISITOS Y AMBIENTES DE SOFTWARE - IDEAS, **Proceedings...**, La Plata, Argentina, abr. 2006 (in Portuguese).