

UMA INFRAESTRUTURA PARA SISTEMAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO VIA WEB

ANTONIO MAURO SARAIVA¹; JOSÉ PAULO MOLIN²; EDSON MURAKAMI³; FABIANA SOARES SANTANA⁴

¹ Professor Titular, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – amsaraiv@usp.br.

² Professor Associado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – jpmolin@esalq.usp.br.

³ Professor Doutor, Universidade do Estado de Santa Catarina – dcc2em@joinville.udesc.br.

⁴ Doutoranda, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – fabiana.santana@usp.br.

Escrito para apresentação no
XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
2 a 6 de agosto de 2009 - Juazeiro-BA/Petrolina-PE

RESUMO: A Agricultura de Precisão, AP, manipula grande quantidade de dados e de variáveis, vindos de diversas fontes e em formatos diferentes, dificultando a construção de sistemas de informação capazes de atender a todos as suas necessidades. Com o objetivo de obter uma solução adequada para AP, foi desenvolvida uma infraestrutura para a integração de serviços disponibilizados na Internet usando a tecnologia de *web services*. Ela permite executar algoritmos através de um portal na Internet e se encarrega de resolver problemas de compatibilidade e direcionar o processamento das necessidades do usuário. Com o objetivo de ilustrar a aplicação da infraestrutura e oferecer benefícios imediatos aos usuários de AP, um conjunto de serviços agrícolas e geoespaciais foi disponibilizado, entre eles a filtragem de erros em dados de monitores de produtividade. Além dos benefícios técnicos, esta infraestrutura pode estimular a cooperação entre os pesquisadores da área, pois permite que resultados de pesquisa, incluindo algoritmos, metodologias e dados, possam ser disponibilizados para acesso livre ou restrito, ou ser compostos para formar processamentos mais complexos, permitindo a rápida evolução da pesquisa associada, como ocorre em outras áreas do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, Filtragem de dados, *Web*, *SOA*, *Web services*.

AN INFRASTRUCTURE FOR PRECISION AGRICULTURE VIA WEB

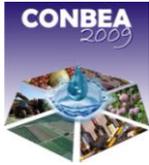
ABSTRACT: Precision Agriculture, PA, handles a huge amount of data and variables originated from several sources and in different formats, making difficult to design information systems able to deal with all PA requirements. To obtain an adequate solution to PA, an infrastructure to integrate services was developed, using web services technology. It allows the execution of algorithms on the Internet and may solve compatibility problems and address the processing of user needs. In order to illustrate the infrastructure application and to offer benefits to PA users, a set of agricultural and geospatial services was delivered, such as data filtering for data obtained from productivity monitors. Besides technical advantages, this infrastructure may encourage the cooperation among PA researchers, because it may put available research results, such as algorithms, methods and data, for free or controlled access, or to be composed to achieve more complex processing, so as to empower the fast evolution of the associate research, as happens in other research areas.

KEYWORDS: Precision agriculture, Data filtering, Web, SOA, Web services.

¹ Livre Docente, Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Coordenador do Laboratório de Automação Agrícola (Poli-USP). amsaraiv@usp.br

² Livre Docente, Professor Associado da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

^{3,4} Doutor, Pesquisador colaborador do Laboratório de Automação Agrícola (Poli-USP).



INTRODUÇÃO: A necessidade de manipular grande quantidade de dados e de variáveis faz com sejam necessários sistemas de informações adequados para a Agricultura de Precisão, AP. Estes sistemas devem caracterizar e entender a variabilidade espaço-temporal da AP e oferecer bases mais sólidas para auxiliar a tomada de decisão no gerenciamento agrícola. Os sistemas de informação para AP ainda não atendem às suas necessidades, constituindo o chamado gargalo na tecnologia de apoio a AP (COX, 2002; SARAIVA, 1998). Os sistemas existentes apresentam limitações quanto à possibilidade de integração de diferentes fontes de dados e módulos de software. A importação de dados disponíveis *on line* (e.g: dados de clima, mercado e solos) pode enriquecer a análise e a tomada de decisão. A integração com algoritmos e outros sistemas de informação pode incorporar conhecimento como resultado da pesquisa local. Entretanto, os sistemas de informação existentes estão implementados de forma a não privilegiar as necessidades de integração. A tendência da computação atual é utilizar sistemas baseados em Internet (PASLEY, 2005) e sistemas baseados em orientação a serviços, com tecnologias para facilitar a troca de dados e a integração de processamento via rede. Com estes sistemas, que representam a sua nova e futura forma de uso, a Internet deixa de ser apenas um local para se procurar informações e passa a ser um meio de conexão de programas, de maneira transparente para o usuário. O uso da Internet para a execução de programas é exemplificado pelas ferramentas de edição de textos, planilhas e agenda de diversos portais, como o Google [<http://www.google.com/>].

Este trabalho apresenta um sistema para disponibilizar na Internet ferramentas de apoio à AP. O sistema foi desenvolvido com base em paradigmas atuais de computação distribuída, possibilitando a agregação simplificada de serviços, como novos algoritmos e fontes de dados para AP, que podem complementar os programas existentes. O sistema constituiu-se de uma infraestrutura, desenvolvida de forma colaborativa e na qual é possível disponibilizar e integrar, via *web*, resultados obtidos por pesquisadores interessados em divulgar seus achados. Não há restrições sobre quais resultados podem ser disponibilizados e entre eles estão metodologias, algoritmos, resultados de processamento e dados.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o projeto do sistema foi adotado o modelo de arquitetura orientada a serviços (*service-oriented architecture*, SOA) (OASIS, 2007) e, para a sua implementação, a tecnologia de serviços *web* (*web services*). Nesse modelo, um serviço pode ser um algoritmo ou uma fonte de dados, disponibilizados de uma forma acessível por outros programas via Internet. Para cada *web service*, é necessário saber o que ele faz, a forma como ele pode ser acessado e o endereço *web* (URL, *uniform resource locator*) para acessá-lo. Essas informações devem ser divulgação em repositórios na *web* semelhantes às “páginas amarelas”. Os repositórios utilizam uma linguagem de descrição padronizada (*web services description language*, WSDL) para permitir o acesso universal a um *web service*. Portanto, qualquer sistema pode se conectar a um destes serviços e utilizá-lo via Internet, desde que ele também esteja apto a se comunicar utilizando os mesmo padrões definidos para os *web services*.

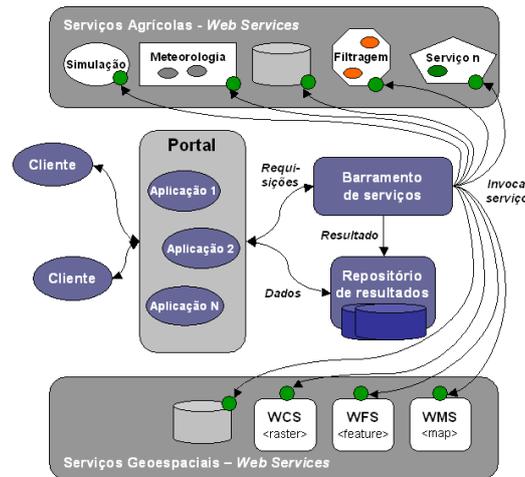


FIGURA 1. Arquitetura de referência adotada (MURAKAMI, 2006)

A Figura 1 apresenta a arquitetura de referência adotada para o desenvolvimento do sistema, cuja base é formada por um conjunto de *web services* de interesse para a AP, serviços agrícolas e serviços geoespaciais (de manipulação de dados georreferenciados). Para o acesso aos serviços, a arquitetura propõe um portal, que encaminha as solicitações de dados e processamento, feitas por seus usuários. Um portal é uma aplicação *web* que fornece personalização, autenticação única, agregação de conteúdo e hospedagem da camada de apresentação de um sistema de informação. O envio de requisições e o encaminhamento das respostas são gerenciados por um barramento de serviços (*service bus*) e um repositório de resultados armazena os dados obtidos no uso dos serviços. A proposta foi implementada utilizando a plataforma *Java Enterprise Edition* (MURAKAMI et al., 2007). O desenvolvimento da interface foi feito usando a ferramenta de portal *JetSpeed* [<http://portals.apache.org/jetspeed-1/>].

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A infraestrutura foi desenvolvida e está disponível para acesso via Internet. Também foi disponibilizado um *web service* que implementa um algoritmo de filtragem de erros em dados oriundos de monitores de produtividade, proposto por Molin e Menegatti (2002). Este algoritmo permite identificar e eliminar pontos que apresentam erros grosseiros de posicionamento (*outliers*) e de leitura da umidade e da produtividade, e pontos gravados durante o intervalo de enchimento, entre outros. Para utilizar a filtragem de dados, o usuário deve enviar o arquivo obtido do monitor de produtividade e vai recebê-lo de volta após a aplicação do algoritmo. Como diferentes fabricantes de monitores de produtividade podem apresentar os dados de formas diferentes (exemplo: invertendo a ordem ou alterando o caractere separador de dados), a interface do portal, na Figura 2, também permite especificar esses parâmetros. Entre os *web services* disponíveis, estão também a conversão de coordenadas (coordenadas geográficas e UTM) e a geração de mapas, para visualizar no navegador (*browser*) o mapa obtido, antes e depois da filtragem dos dados. As Figuras 3a e 3b mostram os mapas gerados a partir de dados coletados por um equipamento RDS Ceres 2, em uma área de milho com 22,0 ha, com 12022 pontos coletados. A Figura 3a mostra o mapa gerado com os dados brutos e a Figura 3b mostra o resultado após a aplicação da filtragem de dados. Outros *web services* podem ser adicionados facilmente para uso isolado ou de forma orquestrada, para realizar processamentos mais complexos. Os serviços podem ser providos por diversos grupos de pesquisa, uma vez que a Internet possibilita a integração de serviços disponibilizados em qualquer lugar.

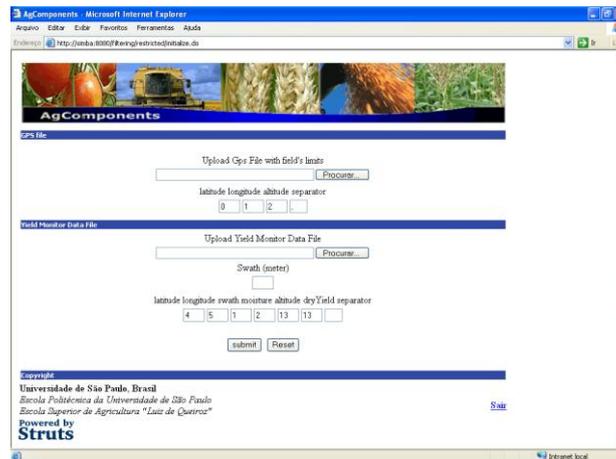


FIGURA 2. Interface do portal para configuração dos parâmetros dos arquivos de produtividade.

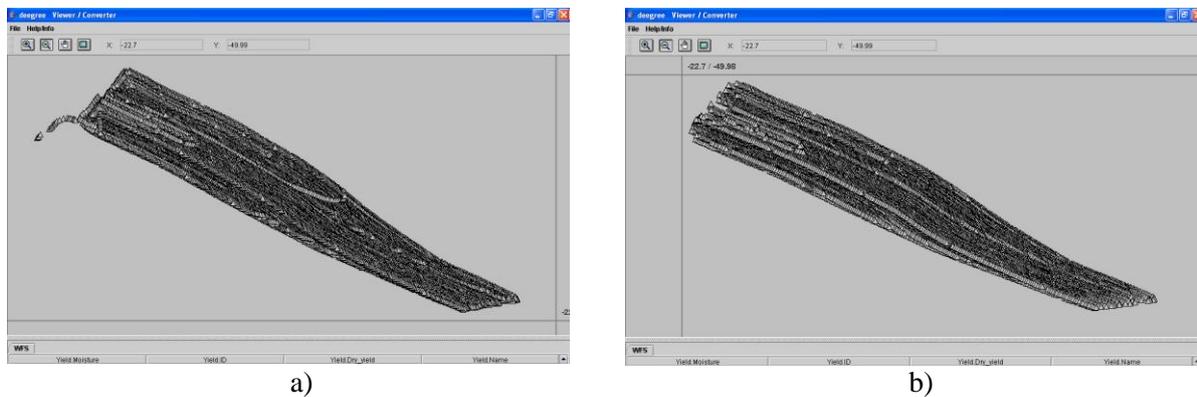


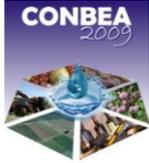
FIGURA 3 – Mapa de produtividade: a) original, sem filtragem; b) após filtragem.

A infraestrutura pode ser usada como uma plataforma de colaboração para diversos pesquisadores, que podem disponibilizar resultados ou utilizar resultados disponibilizados por seus pares. O acesso pode ser restrito ou livre, dependendo do objetivo da pesquisa. Por exemplo, iniciativas de caráter educativo podem ter acesso livre, enquanto pesquisas em desenvolvimento podem ter acesso controlado. Os créditos de cada serviço (ou método ou resultado) disponibilizado fazem parte das informações do próprio serviço. Prover um ponto de entrada único para conjuntos de recursos desenvolvidos ou mantidos por autores e instituições diferentes é uma forma de colaboração bastante utilizada, e com sucesso, em outras áreas, como nos portais GBIF [<http://www.gbif.org/>] e SpeciesLink [<http://splink.cria.org.br/>] para biodiversidade ou em projetos de estudo de DNA [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml].

A infraestrutura permite ainda que o acesso seja estendido para dispositivos móveis, como celulares e *palmtops*, simplificando o acesso no campo, em áreas cobertas pela rede de telefonia. Além disso, para algoritmos que exigem maiores recursos de processamento, é possível integrar serviços oferecidos por um cluster de computadores, melhorando o seu desempenho.

CONCLUSÕES: A infraestrutura apresentada mostra a viabilidade da adoção do paradigma de orientação a serviços para desenvolver e disponibilizar serviços (*web services*) para AP na Internet. Sua capacidade de integração permite que sejam utilizados dados oriundos de diferentes fontes, módulos de software desenvolvidos por diferentes autores e dados em diferentes formatos, reduzindo de forma concreta as limitações nos sistemas de informação para AP.

A infraestrutura provê também uma forma de ampliar o acesso ao conhecimento, gerado em pesquisas locais e até então com alcance limitado, e desenvolver colaborativamente os sistemas para tomada de decisão em AP. O *web service* de filtragem de dados, por exemplo, é de interesse geral para AP e, a



partir do momento em que foi disponibilizado na infraestrutura, pode ser utilizado pela comunidade de forma fácil, gratuita e com resultados promissores, exigindo apenas uma conexão com a Internet. É importante destacar ainda o papel que esta infraestrutura pode ter para estimular a colaboração e a participação de outros pesquisadores interessados em tornar mais visíveis e acessíveis os seus resultados. Como consequência desta colaboração, pode-se viabilizar o rápido desenvolvimento da própria AP, como ocorre em outras áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- COX, S. Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. *Comput. Electron. Agric.*, v.36, p. 93-111. 2002.
- MOLIN, J.P.; MENEGATTI, L.A.A. Methodology for identification, characterization and removal of errors on yield maps. In: 2002 ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING/CIGR XVTH WORLD CONGRESS, 2002, Chicago. Proceedings. Illinois. 2002.
- MURAKAMI, E. Uma infra-estrutura de desenvolvimento de sistemas de informação orientados a serviços distribuídos para agricultura de precisão. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil. 2006.
- MURAKAMI, E., SARAIVA, A.M., RIBEIRO, L.C.M., CUGNASCA, C.E., HIRAKAWA, A.R., CORREA, P.L.P.. An infrastructure for the development of distributed service-oriented information systems for precision agriculture, *Comput. Electron. Agric.*, v.58, p. 37-48. 2007.
- OASIS, Comitê de Especificação 1. Modelo de Referência para Arquitetura Orientada a Serviço 1.0. Disponível em <http://www.pcs.usp.br/~pcs5002/oasis/soarm--csbr.pdf>. Acesso em 20/08/2007.
- PASLEY, J. How BPEL and SOA are changing Web Services development. *IEEE Internet Computing*, v.9, n.3, p.60-67. 2005.
- SARAIVA, A.M. Um Modelo de Objetos para Sistemas Abertos de Informações de Campo para Agricultura de Precisão – MOSAICo. 1998. 235p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.