

## Sistemas de Geoinformação: Tendências em Tecnologias para o Acesso e Interação de Tomadores de Decisão

Carlos Alberto de Carvalho<sup>1</sup>, Maria Cecília Calani Baranauskas<sup>2</sup>, Evaristo Eduardo de Miranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Monitoramento por Satélite - Av. Soldado Passarinho, 303  
Fazenda Chapadão – 13070-115 – Campinas– SP – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Caixa Postal 6176 –13.084-971– Campinas– SP – Brasil  
{calberto,mir}@cnpm.embrapa.br, cecilia@ic.unicamp.br

**Abstract.** *This article presents a set of geographical data access technologies and interaction devices used in user interface and geographic information systems and its use in the redesign of a existing prototype of a WebGIS directed to support decision making in the infrastructure of sugar cane agroenergy.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta um conjunto de tecnologias de acesso a dados geográficos e de dispositivos de interação utilizados em interface de usuário e sistemas de informações geográficas (SIG) e sua aplicabilidade no redesign de um protótipo existente de uma aplicação WebGIS voltada para o suporte a tomada de decisão na infraestrutura da agroenergia da cana-de-açúcar.*

### 1. Introdução

Existe um projeto conjunto da Embrapa Monitoramento por Satélite e do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/PR) que trata sobre o monitoramento da infraestrutura crítica da agroenergia, no setor do etanol da cana-de-açúcar. A energia proveniente de derivados da cana-de-açúcar, como etanol e cogeração de energia elétrica, já supera aquela produzida pelas hidrelétricas na matriz energética brasileira. Em 2009, as hidrelétricas contribuíram na matriz com 15,3% e os derivados da cana-de-açúcar com 18,1% [EPE 2010]. A agroenergia da cana-de-açúcar tem uma forte componente de territorialidade e dinâmica temporal, pois as áreas de plantio estão em crescente expansão [MAPA 2010]. Além disso, o etanol depende de uma série de infraestruturas de transporte e de armazenamento para ser levado desde as usinas de cana-de-açúcar até os postos de combustíveis. Dessa forma, a informação espacial é um elemento importante no suporte à tomada de decisão em diversas questões da agroenergia.

Como uma forma de visualização dessa informação espacial foi desenvolvido um protótipo inicial de WebGIS com as seguintes características: a) uma interface de usuário para ser utilizada em navegador web em *desktop*; b) disponibilização de funções de geoprocessamento como geração de entornos (*buffers*), relatórios e cálculos de relações espaciais (usinas a uma dada distância de rodovias); c) a disponibilização dos dados geográficos utiliza os padrões específicos do servidor de mapas [Carvalho &

Miranda 2009], sem a capacidade de compartilhar ou inserir planos de informação geográfica de outras bases de dados.

Os tomadores de decisão na infraestrutura crítica da agroenergia são especialistas nas áreas de cana-de-açúcar, produção de etanol, segurança de infraestruturas, agricultura, economia e planejamento, e não necessariamente especialistas em geoprocessamento. Eles utilizam conhecimentos prévios em suas respectivas áreas de atuação em conjunto com as informações geográficas disponibilizadas neste protótipo inicial para suas análises e planejamentos. Porém, eles apresentaram dificuldades em utilizar o WebGIS e suas ferramentas disponíveis (cálculos de distâncias, entornos e relatórios), comuns para um usuário especialista em geoprocessamento.

O objetivo deste artigo é apresentar um *redesign* de um protótipo inicial de WebGIS, a partir do levantamento de tecnologias de acesso a dados geográficos e de dispositivos de interação utilizados em interface de usuário e sistemas de informações geográficas (SIG), para facilitar a sua utilização por um usuário tomador de decisão que não é necessariamente especialista em geoprocessamento.

## **2. Tecnologias para Acesso e Interação**

A partir de uma revisão da literatura sobre interfaces de usuário e sistemas de informações geográficas, foi levantado um conjunto de tecnologias de acesso a informações geográficas e dispositivos de interação. Entre as tecnologias de acesso estão: a integração de bases de dados espaciais utilizando padrões abertos de interconexão OGC, a democratização da informação geográfica proporcionada por *geomashups* [Boulos et. al. 2008] e os globos virtuais como o Google Earth [Schöning et. al. 2008]. Entre os dispositivos de interação estão as telas grandes utilizadas para geocolaboração [MacEachren et. al. 2003], os monitores 3D e as tecnologias hápticas [Faeth et. al. 2008], as telas *multi-touch* [Buxton 2007] e os mapas em dispositivos móveis [Sankar and Bouchard 2009].

Outras tecnologias e dispositivos apresentam um futuro promissor, mas dependem de *hardware* específico e da queda dos custos para se tornarem opções viáveis, tais como imersão na geoinformação através de mundos virtuais [Boulos and Burden 2007], estereoscopia 3D [Boulos and Robinson 2009], dispositivos de *feedback* [Faeth et. al. 2008], múltiplas interações [Schöning et. al. 2009] e holografia com toque [Iwamoto et. al. 2008].

## **3. Redesign do protótipo**

Para efetuar o *redesign* do protótipo inicial, estas tecnologias e dispositivos foram avaliados para definir sua viabilidade de implementação, baseada nos critérios: a) diferentes formas de interação que estimulem a percepção sobre a informação geográfica; b) a capacidade de conexão com diferentes bases de dados espaciais; c) custo; d) disponibilidade de equipamentos. A Tabela 1 mostra a viabilidade de aplicação ao protótipo inicial:

**Tabela 1. aplicabilidade ao protótipo**

<b>Tecnologias/Dispositivo</b>	<b>Características principais</b>	<b>Aplicabilidade ao protótipo</b>
<i>Feedback</i> e Visualização 3D [Faeth et. al. 2008]	Imersão do usuário na informação geográfica através da utilização de hardwares específicos.	Não foi considerada por que, apesar de custos em queda do hardware, tomada isoladamente é uma tecnologia mais voltada para o especialista em SIG.
<b>Globos Virtuais (Google Earth)</b> [Schöning et. al. 2008]	<b>Possibilidade de importar a informação geográfica do mapa plano para o formato KML</b>	<b>É aplicável pelo seu baixo custo e pelo grande número de usuários que conhecem e operam esta aplicação.</b>
Interfaces <i>multitouch</i> [Buxton 2007]	Múltiplos cliques em uma tela, permitindo interação mais natural.	Apesar do crescente uso de equipamentos que suportam <i>multitouch</i> , ainda existe o desafio para as aplicações de SIG diferenciarem cliques de pessoas diferentes.
Múltiplas interações [Schöning et. al. 2009]	<i>Hardware</i> específico para utilizar pés e mãos na navegação da geoinformação	Ainda são propostas em desenvolvimento.
Estereoscopia [Boulos and Robinson 2009]	Imersão do usuário na visualização 3D.	É uma área mais consolidada para os especialistas em SIG e depende de óculos e monitores especiais.
Holografia tátil [Iwamoto et. al. 2008]	Imersão do usuário na manipulação de elementos, adicionando componentes de percepção tátil.	Uma tecnologia promissora para o futuro, mas ainda em estágio de pesquisas e desenvolvimento.
<b>Visualização</b> [Rhyne and MacEachren 2004]	<b>Formas diversas de visualizar a mesma geoinformação, através de mapas, gráficos e tabelas.</b>	<b>É aplicável por ser consolidada no campo da geoinformação e seu baixo custo, permitindo percepções diferenciadas sobre a informação geográfica.</b>
<b>Web 2.0 e mashups</b> [Boulos et. al. 2008]	<b>Utilização de padrões abertos de interconexão de geoinformação (OGC WMS/WFS) e construção de <i>geo-mashups</i></b>	<b>É aplicável pelo seu baixo custo, capacidade de utilizar mais de uma interface de usuário (Por exemplo: Google Earth e OpenLayers), capacidade de conexão com bases de dados remotas e gratuitas.</b>
<b>Geocolaboração</b> [MacEachren et. al. 2003]	<b>Uso de telas grandes para trabalho colaborativo.</b>	<b>É aplicável, pois pode utilizar lousas digitais <i>singletouch</i> no lugar de telas grandes <i>multitouch</i>.</b>
Mundos virtuais [Boulos and Burden 2007]	Imersão total do usuário em um mundo 3D de informação geográfica.	Tecnologia promissora para abordar a imersão na informação geográfica, mas ainda está em estágio de propostas e desenvolvimento.
Mobilidade [Sankar and Bouchard 2009]	Uso de dispositivos móveis com capacidade de navegar em mapas e perceber sua própria localização geográfica através de GPS embutidos.	É aplicável pelo custo em queda de dispositivos móveis com suporte a GPS, mas ainda enfrenta dificuldades de acomodar a informação geográfica em telas pequenas.

Um dispositivo disponível no projeto da infraestrutura crítica da agroenergia é uma lousa digital interativa *Hitachi Starboard FX-duo-77*, operada por uma caneta apontadora e por toque, onde um *datashow* projeta a tela do computador sobre uma lousa com sensores que são utilizados para movimentar o ponteiro do mouse. Este dispositivo foi utilizado como uma tela grande para o *redesign* do protótipo.

Após a seleção das tecnologias e dispositivos aplicáveis, um segundo protótipo foi construído. O servidor de mapas foi adaptado para gerar conexões WMS/WFS do padrão OGC a partir dos dados espaciais e gerar os planos de informação geográfica (rodovias, ferrovias, usinas), o que permitiu a utilização de uma interface de usuário para WebGIS conhecida como *OpenLayers* para implementar a versão dos mapas em 2D. Estes planos de informação também foram exportados para o globo virtual utilizando um conjunto de scripts na linguagem PHP que convertem o formato gerado na conexão WMS/WFS para o formato KML.

O segundo protótipo foi construído para ser utilizado tanto na tela grande da lousa digital quanto no *desktop*, utilizando as versões de mapas em 2D da interface *OpenLayers* quanto o globo virtual *Google Earth*.

A figura 1 ilustra este *redesign*:

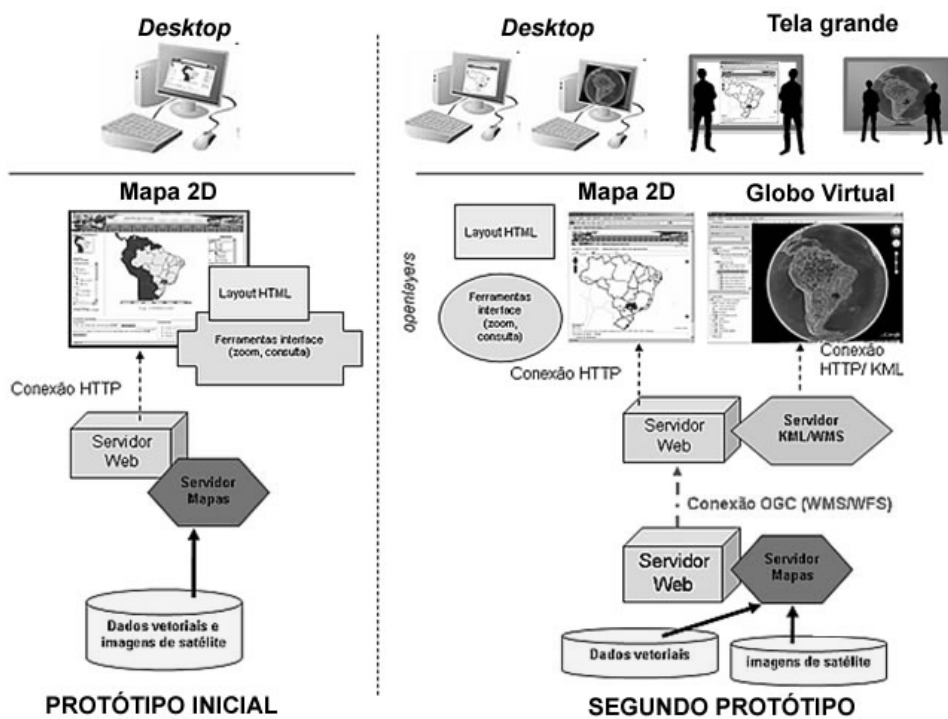


Figura 1. *Redesign* do protótipo

Este segundo protótipo foi submetido a um teste com sete usuários tomadores de decisão da infraestrutura da agroenergia. Em um cenário simplificado e fictício, a produção de etanol de uma região A deveria ser levada por ferrovia ou rodovia até um depósito na cidade B, mas as rodovias X e Y estavam impedidas. O usuário deveria escolher uma rota alternativa. Esta tarefa foi executada em 4 combinações de tecnologias e dispositivos (*desktop* e mapa plano, *desktop* e globo virtual, tela grande e mapa plano, tela grande e globo virtual). O objetivo foi observar se estas diferentes combinações facilitaram a percepção sobre os elementos do mapa e globo virtual, dando suporte à tomada de decisão.

Os testes foram filmados e os comentários dos usuários gravados. Em uma análise preliminar desse material são destacados alguns itens: a) todos os usuários conseguiram cumprir a tarefa nas 4 combinações; b) todos os usuários tiveram dificuldades de interagir com a tela grande. Ainda assim, a maioria dos usuários relatou que apesar da dificuldade, esta forma de interação é interessante e estimula a análise da informação geográfica; c) entre as dificuldades encontradas na interação com a tela grande estão a execução do equivalente do “duplo clique”, que é um “duplo toque” com a caneta apontadora ou com o dedo. O uso do dedo ocorreu para ações mais precisas, como selecionar uma *checkbox*. Porém, como a imagem é projetada sobre a tela grande, ao utilizar o dedo para apontar, o braço causa sombra sobre a tela, ocultando parte do mapa. Com o uso da caneta apontadora este efeito é minimizado e aumenta o alcance sobre a tela grande; d) Nas combinações *desktop*/mapa plano e *desktop*/globo virtual não foram encontradas dificuldades de interação, concentrando-se as dúvidas e sugestões dos usuários nas simbologias, legendas e inclusão de planos de informação.

#### **4. Conclusão**

Este trabalho apresentou uma proposta de efetuar o *redesign* de um protótipo de WebGIS de apoio a tomada de decisão para usuários que não são necessariamente especialistas em geoprocessamento, a partir de um levantamento de um conjunto de tecnologias de acesso e de dispositivos de interação. Os resultados preliminares dos testes com os usuários sugerem que a disponibilização de combinações diferentes de tecnologias e dispositivos facilitou a execução de uma tarefa de tomada de decisão. As dificuldades de utilização da tela grande justificam-se devido a ser uma forma de interação nova para os usuários e por não ter sido feito um treinamento inicial de manipulação desse dispositivo. O material gravado dos testes necessita ainda de uma análise mais detalhada para resgatar as sugestões dos usuários a respeito de simbologias, tipos de ferramentas de zoom e legendas a serem utilizadas nos mapas e a inclusão de novos planos de informação.

#### **6. Agradecimentos**

O trabalho descrito neste artigo foi financiado pela Embrapa, dentro de seu programa de pós-graduação e o seu desenvolvimento foi realizado com o apoio da Embrapa Monitoramento por Satélite, do Escritório de Análise e Monitoramento de Imagens de Satélite da Secretaria de Acompanhamento e Estudos Institucionais do GSI-PR e do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas.

#### **Referências**

- Boulos, M., Robinson, L. (2009). “Web GIS in practice VII: stereoscopic 3-D solutions for online maps and virtual globes”. *International Journal of Health Geographics*, 2009. <http://www.ij-healthgeographics.com/content/8/1/59>, fev. 2010.
- Boulos, M.; Scotch, M.; Cheung, K.; Burden, D. (2008). “Web GIS in practice VI: a demo playlist of geo-mashups for public health neogeographers”. *International Journal of Health Geographics*, <http://www.ij-healthgeographics.com/content/7/1/38>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

- Boulos, M. and Burden, D. (2007). “Web GIS in practice V: 3-D interactive and real-time mapping in Second Life”. *International Journal of Health Geographics*, <http://www.ij-healthgeographics.com/content/6/1/51>, fev. 2010.
- Buxton, B. (2007). “Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved”. Microsoft Research, <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>, mar. 2010.
- Carvalho, C. A. and Miranda, E. E. de. (2009). “Um sistema de gestão de informações geográficas em WebGIS para o controle do monitoramento por satélite das obras do PAC”. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 43 p.
- EPE. (2010). “Balanço Energético Nacional 2010 - Resultados Preliminares - ano base 2009”. Empresa de Pesquisa Energética - Ministério de Minas e Energia. [https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados\\_Pre\\_BEN\\_2010.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2010.pdf), jul. 2010.
- Faeth, A., Oren, M., and Harding, C. (2008). “Combining 3-D geovisualization with force feedback driven user interaction”, In: *Proceedings of the 16th ACM SIGSPATIAL international Conference on Advances in Geographic information Systems* (Irvine, California, November 05 - 07, 2008). GIS '08. ACM, New York, NY, 1-9.
- Iwamoto T, Tatzono M, Hoshi T, Shinoda H. (2008). Airborne Ultrasound Tactile Display. *ACM SIGGRAPH 2008: New Tech Demos, Proceedings of the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques: 11-15 August 2008; Los Angeles, California*.
- MacEachren, A. M., Brewer, I., Cai, G., & Chen, J. (2003). “Visually-Enabled Geocollaboration to Support Data Exploration and Decision-Making”. *International Cartographic Conference*, Durban, South Africa, pp. 394-401.
- MAPA. (2010). “Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia”. 2. ed. rev. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.
- Rhyne, T. M., MacEachren, A. (2004). “Visualizing geospatial data”. In *ACM SIGGRAPH 2004 Course Notes* (Los Angeles, CA, August 08 - 12, 2004). SIGGRAPH '04. ACM, New York, NY, 31.
- Sankar, K. and Bouchard, S. A. (2009). “Chapter 9: Web 2.0 and Mobility. Enterprise Web 2.0”, Cisco Press, <http://www.networkworld.com/subnets/cisco/062609-ch9-web2-mobility.html>, mar. 2010.
- Schöning, J., Daiber, F., Krüger, A., and Rohs, M. (2009). “Using hands and feet to navigate and manipulate spatial data”. In: *Proceedings of the 27th international Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (Boston, MA, USA, April 04 - 09, 2009). CHI EA '09. ACM, New York, NY, 4663-4668.
- Schöning, J., Hecht, B., Raubal, M., Krüger, A., Marsh, M., and Rohs, M. (2008). “Improving interaction with virtual globes through spatial thinking: helping users ask 'why?'”. In *Proceedings of the 13th international Conference on intelligent User interfaces* (Gran Canaria, Spain, January 13 - 16, 2008). IUI '08. ACM, New York, NY, 129-138.