



## **Desenvolvimento de interfaces de Sistemas de Informações Geográficas através de Tecnologias Livres**

**Vania Elisabete Schneider<sup>1</sup>, Adriano Gomes da Silva<sup>2</sup>, Mayara Cechinatto<sup>3</sup>, Miguel Ângelo Pontalti Giordani<sup>4</sup>, Odacir Deonísio Gracioli<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br, agsilva11@ucs.br, mcechinatto@ucs.br, mapgiordani@ucs.br, odgracio@ucs.br)

### **Resumo**

Este trabalho tem em vistas apresentar o desenvolvimento do lado cliente de um Sistema de Informações Geográficas, cuja finalidade é manipular dados geográficos através da inserção, remoção, alteração e exibição de pontos, como ferramenta de auxílio na tomada de decisões relacionadas a diversas áreas, entre elas se destaca a ambiental. A implementação da aplicação cliente se deu utilizando a linguagem de programação Javascript, com o auxílio de bibliotecas gratuitas, a linguagem de marcação HTML e a linguagem de definição de estilos CSS. Sua interface se divide em: área de inserção de dados, ao topo, o mapa, ao centro e uma tabela jqGrid na parte inferior, para auxiliar na consulta dos dados exibidos no mapa, os quais são armazenados no navegador do usuário. Por fim, este trabalho pretende servir de suporte para o posterior desenvolvimento do lado servidor da aplicação, o que engloba a implementação dos modelos a serem aplicados sobre os dados do webmapa e o banco de dados.

Palavras Chave: Sistema de informações geográficas, Gestão Ambiental, Tecnologias Livres.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

## **Geographic Information System interface development by using free technologies**

### **Abstract**

*This work seeks to present the development of a Geographic Information System, which objective is to manipulate geographic data through insertion, removal, alteration and exhibition of points, as an auxiliary tool for decision make in several areas, among them the environmental area is highlighted. The client application implementation was made utilizing Javascript programming language, with the aid of free code libraries, the HTML markup language and the CSS style definition language. It's interface is divided in: data insertion area, at the top, the map, at the center and an jqGrid table, in the bottom, to help in the map displayed data consultation, which is stored in the user browser. Lastly, this work seeks to be used as support for the posterior development of the application server side, which includes the implementation of a model to be applied to the webmapa and the database.*

*Key words: Geographic Information System, Environmental management, Free Technologies.*

*Theme Area: Environmental Technologies*



## 1 Introdução

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) tem por objetivo analisar, armazenar e manipular dados em que as características atreladas ao seu estudo envolvam uma localização geográfica (CÂMARA, 1996; VILLACRESES et al., 2017). Um SIG comporta desempenhar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA, 1996). Tais dados são representados por pontos, linhas e áreas nos quais são associados atributos e características de cada representação (LEITE et al., 2012). Pela possibilidade de aplicação a diversas tarefas e resolução de diferentes problemas, é considerado um sistema de uso geral (GEERTMAN e STILLWELL, 2004).

Como ferramenta de gestão, um SIG permite a tomada de decisões de maneira mais efetiva, facilitando a visualização de critérios sociais, culturais, econômicos e ambientais de uma região, tendo entre suas capacidades mais importantes a agregação espacial de dados para modelagem, a escolha de terreno e a análise de adequação da terra (VILLACRESES et al., 2017; ARABSHEIBANI, SADAT e ABEDINI, 2016). Suárez-Vega e Santos-Peñate (2013) utilizam um SIG como um sistema de apoio à decisão na alocação de novas filiais de uma empresa em expansão, visando resolver o problema de redes competitivas em localização. Em Miller e Shaw (2015) são abordadas questões que abrangem a otimização de rotas. Já Nóbrega et al. (2013) aplica a análise multicritérios acoplada a um SIG para apoiar as decisões em transportes, integrando informações, procedimentos e regras de decisão de forma coordenada e organizada, com vistas a avaliar propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários.

Este trabalho tem em vistas apresentar o desenvolvimento do lado cliente de um SIG, cuja finalidade é manipular pontos geográficos através da inserção, remoção, alteração e exibição de pontos, limites e resultados de modelos aplicados a determinados pontos, como ferramenta de auxílio na tomada de decisões relacionadas a diversas áreas, entre elas se destaca a ambiental. Yue e Wang (2006) utilizaram um SIG como ferramenta de auxílio para determinar com precisão locais para a alocação de fontes de energia renovável conforme a utilização do solo, buscando a melhor implementação destes recursos. Arabsheibani, Sadat e Abedini (2016) utilizaram uma abordagem híbrida de critérios múltiplos em conjunto com um SIG para a avaliação da sustentabilidade do solo para a implantação de parques industriais. Na aplicação modelos em SIGs, Duran-Fernandez e Santos (2014) implementaram e aplicaram um modelo com a finalidade de calcular o menor caminho entre duas localizações pertencentes a rede nacional de estradas do México. Randall e Baetz (2015) utilizaram um modelo aplicado a um SIG para mensurar o uso do solo na expansão de bairros suburbanos, no Canadá. Gigović et al. (2017) aplicou um modelo que combina um SIG com métodos de análise para selecionar locais adequados para implantar parques eólicos na Sérvia. Entre outros trabalhos que aplicam ou combinam modelos a SIGs (17, 18, 19, 20).

A necessidade do desenvolvimento de um SIG genérico o suficiente para atuar como uma ferramenta de gestão ambiental, que abrangesse a manipulação de dados e aplicação de modelos voltados a resolução de problemas pertinentes aos SIGs, com a utilização de software livre, surgiu, neste contexto, com base nas possíveis aplicações de um SIG e na ausência de ferramentas online que possuam tal caráter genérico. A apresentação ao usuário foi desenvolvida com o intuito de interatividade e pontualidade na exibição das informações pertinentes ao mesmo em relação ao sistema, bem como a manipulação destas, com vistas a ser utilizado na resolução de problemas determinados pelo usuário, conforme sua necessidade, desde que sejam utilizados os modelos disponíveis no sistema ou a ele sejam acoplados novos modelos, devidamente desenvolvidos e testados.



## 2 Metodologia

Dentre as possíveis abordagens para um SIG, utilizou-se neste trabalho a abordagem *toolbox*, que trata um SIG como sendo um conjunto de ferramentas e algoritmos para manipulação de dados geográficos (CÂMARA, 1996). O desenvolvimento incremental é definido, na engenharia de software, como uma prática onde as atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas como uma série de versões onde cada uma adiciona novas funcionalidades a versão anterior (Sommerville, 2011). Em conjunto com o desenvolvimento incremental, para a engenharia do sistema, o padrão cliente-servidor pode ser caracterizado como a organização em conjuntos de serviços e servidores associados a clientes que utilizam os serviços (Sommerville, 2011). Tais foram as abordagens empregadas no desenvolvimento do sistema, em seu lado cliente, onde este possui o processamento da informação, sua exibição e manipulação através da interface e do *webmapa*, armazenando-as localmente para serem enviadas ao servidor posteriormente.

A implementação da aplicação cliente se deu utilizando a linguagem de programação Javascript, a linguagem de marcação HTML e a linguagem de definição de estilos CSS, com o auxílio das seguintes bibliotecas gratuitas para a linguagem Javascript: JQuery, Openlayers, Papaparse, Bootstrap, Alpaca Forms e jqGrid. A biblioteca JQuery serve de base para algumas operações que possuem mais complexidade quando implementadas apenas através de Javascript, como é o caso do envio e requisição de dados de um servidor. Para o *webmapa*, a biblioteca Openlayers foi utilizada, a qual permite a exibição de dados vetoriais, incluindo pontos, provenientes de quaisquer fontes. A biblioteca Papaparse disponibiliza funcionalidades que auxiliam na leitura de arquivos no formato JSON e CSV, permitindo assim a utilização de arquivos em ambos os formatos para a exibição de dados no *webmapa*. Para a modelagem da interface de usuário, em conjunto com HTML e CSS, foi utilizado o Bootstrap, framework que tem em vistas oferecer soluções para a implementação de aplicações que necessitem de responsividade em sua exibição, ou seja, se adequem visualmente a diversas plataformas de acesso, permitindo que a informação exibida seja acessível independente de qual plataforma será utilizada para acessar o sistema. No âmbito da criação de formulários dinâmicos, foi utilizada a biblioteca Alpaca Forms. Ela remove a necessidade de implementação de um formulário estático para cada uma das operações disponíveis sobre o mapa, pois faz uso da leitura de configurações para a montagem dos formulários. Junto ao *webmapa*, na interface de usuário, os dados projetados sobre ele são carregados em uma tabela, pela biblioteca jqGrid, para facilitar a visualização e seleção de pontos pelo usuário. Ao selecionar um registro na tabela, o ponto ao qual aquele registro faz referência é centralizado no mapa.

O armazenamento dos dados inseridos no SIG é realizado localmente, através do método *localStorage*, disponível nas versões mais recentes dos navegadores que estão de acordo com os padrões do HTML5 (W3C, 2017). Entretanto, esta forma de armazenamento de dados é volátil, pois sua implementação ocorre apenas em lado Cliente, o que gera a necessidade de um banco de dados em lado servidor para comunicar-se com a aplicação de modo a fornecer consistência e disponibilidade dos dados entre diversas plataformas Cliente.

## 3 Resultados

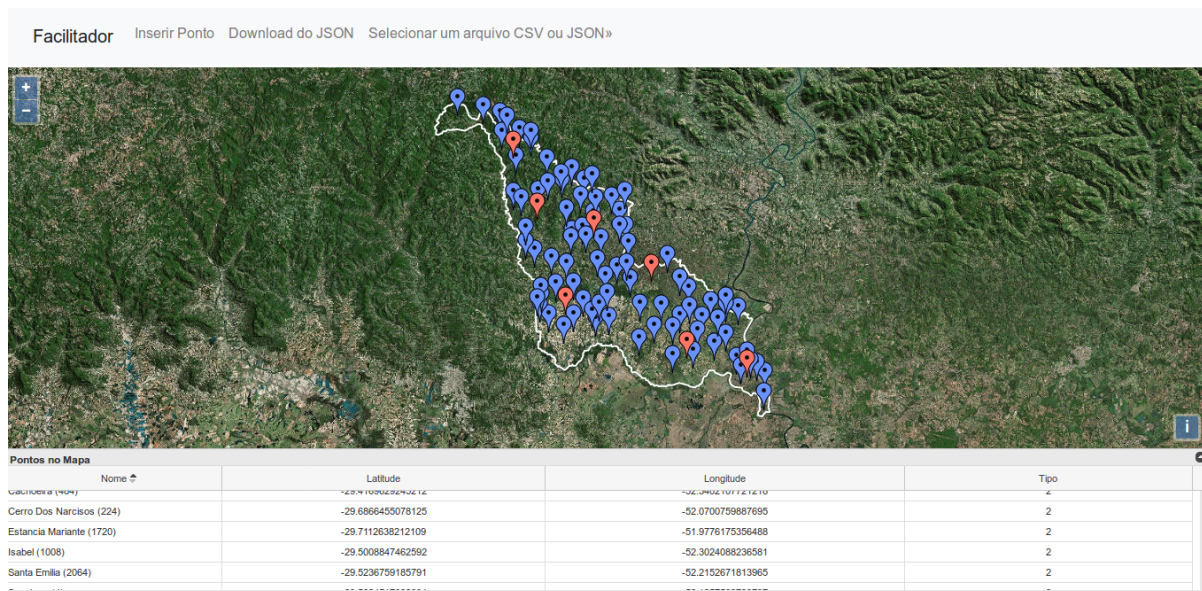
A interface está subdividida em uma área de inserção de dados, ao topo, o mapa, ao centro e uma tabela jqGrid na parte inferior, para auxiliar na consulta dos dados exibidos no mapa, como disposto na Figura 1. Ao selecionar um registro na tabela, o ponto ao qual aquele registro faz referência é centralizado no mapa. É possível inserir limites para uma determinada área e pontos de diferentes tipos, a serem identificados, bem como a exibição dos resultados dos modelos aplicados no SIG, a exemplo das Figuras 2 e 3, respectivamente. A





inserção pode ser feita manualmente ou através de arquivos em formato JSON, de acordo com o formato GeoJSON (Butler et al., 2008), e CSV, com a única restrição de que, na nomenclatura do arquivo, exista a identificação se é um arquivo de pontos, limites ou linhas. O mapa permite, sobre os pontos, operações relativas à inserção, consulta, atualização e remoção.

Figura 1 - Tela principal do SIG



Fonte: o autor.

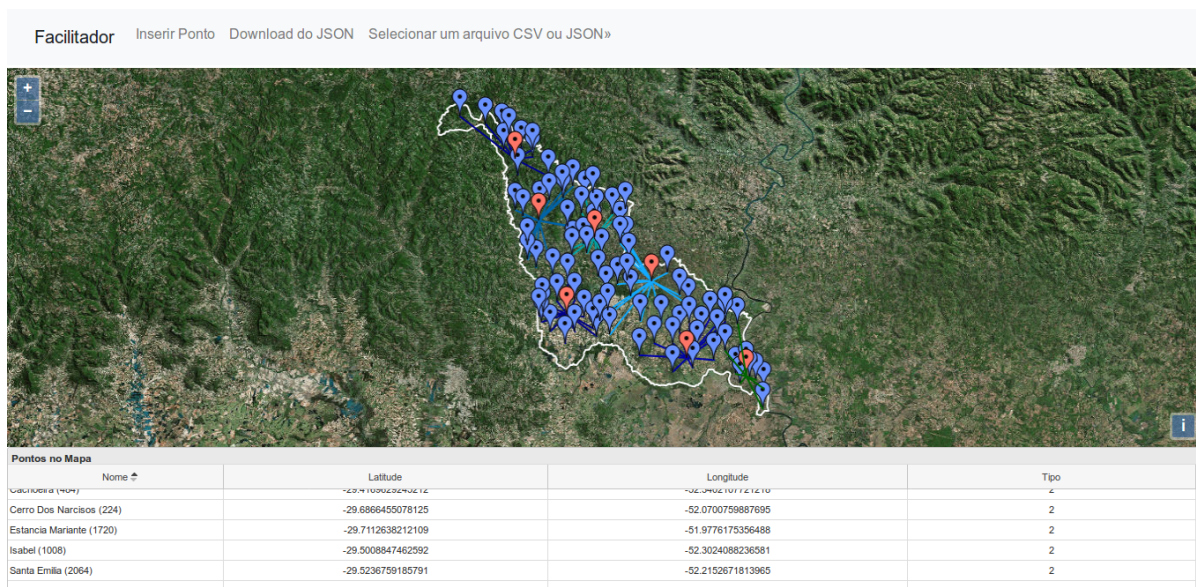
Figura 2 - Inserção de Ponto

Nome	Latitude	Longitude	Tipo
Cerro Dos Narcisos (224)	-29.6866455078125	-52.0700759887695	2
Estancia Mariante (1720)	-29.7112638212109	-51.9776175356488	2
Isabel (1008)	-29.5008847462592	-52.3024088236581	2
Santa Emília (2064)	-29.5236759185791	-52.2152671813965	2

Fonte: o autor.



Figura 3 - Exibição de resultados em formato de linha



Fonte: o autor.

A importação dinâmica de dados e sua exibição no webmapa fornecem a possibilidade de utilização do SIG como um facilitador em questões pertinentes a análise geográfica relacionada a visualização de resultados de modelos aplicados sobre dados, permitindo que ele seja utilizado como ferramenta de apoio à decisão na gestão ambiental (YUE E WANG, 2006; SILVA NETO, 2014; ARABSHEIBANI, SADAT E ABEDINI, 2016; GIGOVIC ET AL., 2017).

#### 4 Conclusão

As diversas funcionalidades e utilizações de um SIG corroboram sua aplicabilidade como um sistema de auxílio à decisão na gestão ambiental. Estas, geram a necessidade de uma ferramenta genérica o suficiente para permitir que sejam extraídas as funcionalidades explicitadas de modo prático. A implementação do sistema cliente descrito neste trabalho teve em vistas esta abordagem genérica.

O uso da metodologia de desenvolvimento incremental permite um retorno constante sobre os requisitos do sistema e que alterações no projeto de implementação sejam realizadas, diminuindo a necessidade de evolução prematura do software enquanto o sistema estiver em produção, ou seja, disponível ao público. A necessidade de evolução se dá quando uma nova funcionalidade para o sistema é proposta. Isso requer que seja alocado tempo para sua implementação, ao ser aprovada. Esta metodologia, aplicada ao desenvolvimento da aplicação, gerou um sistema conciso, apto a receber novas funcionalidades mesmo após sua implantação e a exportação de suas funcionalidades para outras ferramentas, se necessário. Uma possível extensão de sua utilização é no desenvolvimento do lado servidor do SIG abordado.

Em lado servidor serão implementados futuramente modelos matemáticos adequados à resolução de problemas que se apliquem a SIGs e possam ser executados sobre os dados espaciais carregados no SIG cliente. Além da implementação dos modelos, caso seja necessária a persistência de informações aplicadas ao SIG, recomenda-se o desenvolvimento de um banco de dados, em lado servidor, que compreenda dados relacionais, a exemplo, o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL e seu módulo PostGis, voltado para o armazenamento e consulta de objetos espaciais (POSTGIS, 2017). Após o processamento, a





exibição dos resultados em lado cliente como objetos aplicáveis ao mapa ou relatórios é crucial para facilitar no auxílio à tomada de decisão interativa (O'BRIEN E MARAKAS, 2013).

Este trabalho pretende servir de suporte para a implementação dos modelos a serem aplicados sobre os dados do webmapa e, se necessário, ao desenvolvimento do banco de dados, ambos relacionados ao lado servidor, fornecendo ao sistema desenvolvido funcionalidades genéricas além das já implementadas, lhe atribuindo ainda mais valor para ser utilizado no meio acadêmico como ferramenta de auxílio à tomada de decisão em diversos âmbitos, dentre eles o da gestão ambiental.

## Referências

ARABSHEIBANI, Reza; SADAT, Yousef Kanani; ABEDINI, Abbas. Land suitability assessment for locating industrial parks: a hybrid multi criteria decision-making approach using Geographical Information System. **Geographical Research**, [s.l.], v. 54, n. 4, p.446-460, 18 jan. 2016. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1745-5871.12176>.

Butler, H., Daly, M., Doyle, A., Gillies, S., Schaub, T., and C. Schmidt, "The GeoJSON Format Specification", June 2008.

CÂMARA, G. et al. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. 193 p. 1996. (Disponível on-line em : <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>).

DURAN-FERNANDEZ, Roberto; SANTOS, Georgina. A GIS model of the National Road Network in Mexico. **Research In Transportation Economics**, [s.l.], v. 46, p.36-54, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.004>.

GEERTMAN, Stan; STILLWELL, John. Planning support systems: an inventory of current practice. **Computers, Environment And Urban Systems**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.291-310, jul. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715\(03\)00024-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715(03)00024-3).

GIGOVIĆ, Ljubomir et al. Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 103, p.501-521, abr. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.057>.

LEITE, Marcos Esdras et al. Sig Aplicado a Roteirização do Transporte Público Exclusivo para Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, S.i, v. 14, n. 8, p.129-142, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/17083/9470>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

MADANI, Ahmed; NIYAZI, Burhan. Groundwater potential mapping using remote sensing techniques and weights of evidence GIS model: a case study from Wadi Yalamlam basin, Makkah Province, Western Saudi Arabia. **Environmental Earth Sciences**, [s.l.], v. 74, n. 6, p.5129-5142, 2 jun. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-015-4524-2>.

MILLER, Harvey J.; SHAW, Shih-lung. Geographic Information Systems for Transportation in the 21st Century. **Geography Compass**, [s.l.], v. 9, n. 4, p.180-189, abr. 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/gec3.12204>.



NEH, Akenji Victorine et al. DRASTIC-GIS model for assessing vulnerability to pollution of the phreatic aquiferous formations in Douala–Cameroon. **Journal Of African Earth Sciences**, [s.l.], v. 102, p.180-190, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.11.001>.

NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque et al. Inteligência geográfica para avaliação de propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários. **Transportes**, [s.l.], v. 24, n. 4, p.75-84, 1 dez. 2016. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v24i4.1077>.

O'BRIEN, James A.; MARAKAS, George M.. **Administração de Sistemas de Informação**. 15. ed. São Paulo: Bookman, 2013. Tradução de: Rodrigo Dubal.

POSTGIS. **About PostGIS**. Disponível em: <<http://postgis.net/>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

RANDALL, Todd A.; BAETZ, Brian W. A GIS-based land-use diversity index model to measure the degree of suburban sprawl. **Area**, [s.l.], v. 47, n. 4, p.360-375, 25 mar. 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/area.12182>.

SACCHELLI, Sandro; MEO, Isabella de; PALETTO, Alessandro. Bioenergy production and forest multifunctionality: A trade-off analysis using multiscale GIS model in a case study in Italy. **Applied Energy**, [s.l.], v. 104, p.10-20, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.038>.

SILVA NETO, João Cândido André da. Zoneamento Ambiental como subsídio para o ordenamento do território da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra, Serra Da Bodoquena – MS. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 32, p.119-142, 8 jun. 2014. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v32i0.33263>.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

TÜRKÖZ, Murat; TOSUN, Hasan. A GIS model for preliminary hazard assessment of swelling clays, a case study in Harran plain (SE Turkey). **Environmental Earth Sciences**, [s.l.], v. 63, n. 6, p.1343-1353, 3 nov. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-010-0805-y>.

VILLACRESES, Geovanna et al. Wind farms suitability location using geographical information system (GIS), based on multi-criteria decision making (MCDM) methods: The case of continental Ecuador. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 109, p.275-286, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.041>.

YUE, Cheng-dar; WANG, Shi-sian. GIS-based evaluation of multifarious local renewable energy sources: a case study of the Chigu area of southwestern Taiwan. **Energy Policy**, [s.l.], v. 34, n. 6, p.730-742, abr. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2004.07.003>.

W3C. **HTML5**: A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/html5/>>. Acesso em: 24 nov. 2017.