

## PROTÓTIPO DE WEBGIS PARA GESTÃO DE CAMPOS EXPERIMENTAIS

Alex Paulo Alves de Oliveira<sup>1, 2</sup>, Marcos Aurélio Santos da Silva<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Computação, Professor, IFS, Aracaju-SE, [alex.oliveira@ifs.edu.br](mailto:alex.oliveira@ifs.edu.br)

<sup>2</sup>Mestre em Computação, Analista, EMBRAPA, Aracaju-SE, [alex.oliveira@embrapa.br](mailto:alex.oliveira@embrapa.br)

<sup>3</sup>Mestre em Computação Aplicada, Pesquisador, EMBRAPA, Aracaju-SE, [marcos.santos-silva@embrapa.br](mailto:marcos.santos-silva@embrapa.br)

<sup>4</sup>Professor convidado, Universidade Tiradentes, Aracaju-SE.

**RESUMO:** A gestão eficiente de campos experimentais da Embrapa é uma demanda crescente. Cada campo experimental é dividido em talhões que são usados, ao longo do tempo, para diferentes propósitos (pesquisa, transferência e gestão). O conhecimento sobre o histórico do uso dos talhões é importante para determinar seu uso futuro, pois, determinados usos inviabilizam certas pesquisas. Nesse contexto, a gestão georreferenciada dos talhões é necessária, assim como a manutenção do respectivo histórico de uso, para resguardar o conhecimento que assegurará a otimização do uso. Foi desenvolvido um *WebGIS* com este fim, construído utilizando o *framework* público *WebIntegrator*, e a biblioteca pública *OpenLayers*. Considerando a impossibilidade de prever o tamanho e a posição das áreas que serão solicitadas, os mapas referentes aos históricos destas áreas precisam ser gerados dinamicamente. Assim, foi necessário escrever uma *biblioteca* que gerasse automaticamente os códigos para renderização dos mapas. A referida *biblioteca* foi construída através de *Funções* gravadas no *PostgreSQL* (*SGBD* adotado). O *WebGIS* de gestão de campos experimentais evita a reserva de áreas inadequadas, facilita a gestão do uso dos talhões gerenciando suas solicitações, mantém o histórico de uso dos talhões e otimiza o uso espacial e técnico dos mesmos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *WebGIS*, Georreferenciamento, *OpenLayers*

**INTRODUÇÃO:** A Embrapa possui uma grande diversidade de pesquisas. Cada pesquisa exige características diferentes do terreno onde será desenvolvida. Nesse contexto, para reservar uma área é necessário conhecer o terreno, principalmente se essa área já foi utilizada para outras pesquisas. Segundo a (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995, 7) o conhecimento do histórico do terreno é imprescindível. Assim, para evitar que o uso de um terreno prejudique pesquisas futuras é estratégico registrar tudo que acontece com ele. E manter esse registro associado a um *mapa georreferenciado*, pois, no esquema de alocação de terra adotado pela Embrapa, o formato do terreno reservado pode variar drasticamente ao longo do tempo. Numa breve busca não foram encontradas, na iniciativa privada, nem em outras unidades da Embrapa, soluções que atendessem a essas necessidades. O objetivo neste trabalho foi desenvolver um *WebGIS* que fosse capaz de gerenciar os campos experimentais da Embrapa Tabuleiros Costeiros, atendendo aos requisitos elencados pela equipe: 1) Prover uma gestão visual que permita interatividade entre os mapas dos campos experimentais, observando as reservas já registradas, e o banco de dados associado; 2) Permitir o desenho de novas reservas no mapa, utilizando o *mouse*; 3) Evitar que consigam solicitar uma área que já está reservada; 4) Permitir investigar o histórico de todas as reservas já realizadas que possuem qualquer intersecção com novas reservas solicitadas; 5) Criar automaticamente os mapas que detalham as intersecções entre reservas pretéritas e reservas solicitadas; 6) Permitir a procura por áreas disponíveis para novas reservas, fazendo filtro pelas características físicas e químicas dos talhões, e pelo histórico de uso da terra em reservas já encerradas; 7) Fornecer interfaces de gerenciamento diferentes para pesquisadores, técnicos agrícolas, gestores de campo e chefes da Embrapa.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Existe um grupo que estabelece os padrões para as informações geoespaciais, o *OGC - Open Geospatial Consortium* (1994). Neste trabalho, os referidos padrões foram respeitados. Os mapas carregados como *plano de fundo* para os mapas usados neste trabalho são disponibilizados gratuitamente através do *OPENSTREETMAP* (2017). A Embrapa Tabuleiros Costeiros (unidade da Embrapa que tem sede em Aracaju/SE) possui cinco campos experimentais no mesmo estado, circunscritos nos municípios de Itaporanga D'Ajuda, Neópolis, Umbaúba, Frei Paulo e

Nossa Senhora das Dores. O *WebGis* desenvolvido conta com os *mapas (shapes)* que delimitam o perímetro destes campos experimentais. Esses *mapas* foram criados pelo LabGeo (Laboratório de Geotecnologias) da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Cada campo experimental foi dividido em talhões. Cada talhão representa uma seção de terra de um campo experimental, com objetivos predeterminados. Esses objetivos definem a categoria do talhão: 1) Pesquisa; 2) Transferência de Tecnologia; e 3) Manutenção de Animais. Cada categoria de talhão admite apenas um leque de finalidades predefinidas. As finalidades existentes neste *WebGis* são: 1) Integração Lavoura e Pecuária; 2) Integração Pecuária e Floresta; 3) Integração Lavoura e Floresta; 4) Integração Lavoura, Pecuária e Floresta; 5) Lavoura Perene ou Consórcio de Lavouras Perenes; 6) Lavoura Anual ou Consórcio de Lavouras Anuais; 7) Consórcio de Lavouras Perenes com Lavouras Anuais; 8) Floresta; 9) Pecuária; 10) B. A. G. de Lavouras Perenes; 11) B. A. G. de Lavouras Semi-perenes/Anuais; 12) Manutenção (Alimentação de Animais com Lavoura Anual); 13) Manutenção (Alimentação de Animais com Lavoura Perene); 14) Manutenção (Alimentação de Animais com Pastagem). Cada talhão é dividido em módulos de 400 m<sup>2</sup> (vinte metros de largura por vinte metros de comprimento). Esse sistema também conta com os *mapas* (fornecidos pelo LabGeo) que representam cada talhão e seus respectivos módulos. Esse *WebGIS* também internalizou todo o processo de gestão de campos experimentais definido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros. O objetivo foi assegurar que o pesquisador dispusesse de todas as informações necessárias para escolher o melhor terreno para sua pesquisa. O *SGBD* registra as seguintes características para cada talhão: 1) Percentual de Argila considerando a profundidade até 20 cm; 2) Percentual de Argila considerando a profundidade entre 20 e 40 cm; 3) Tipo de Solo; 4) Se existem módulos irrigados; 5) Se existe viabilidade para irrigar módulos não irrigados; 6) Percentual de Declividade. Além disso, para cada reserva, à depender da finalidade, o *SGBD* registra informações como: 1) Tipo da Lavoura; 2) Transgenia da Lavoura; 3) Tipo do Plantio da Lavoura; 4) Data do Plantio da Lavoura; 5) Cultivar da Lavoura; 6) Tipo da Pastagem; 7) Data do Plantio da Pastagem; 8) Tipo do Plantio da Pastagem; 9) Cultivar da Pastagem; 10) Tipo da Floresta; 11) Data do Plantio da Floresta; 12) Tipo do Plantio da Floresta; 13) Cultivar/Clone da Floresta; 14) Tipo do Rebanho; 15) Raça do tipo de Rebanho; 16) Preparo do Solo; 17) Data do Preparo do Solo; 18) Experimento visa comparar diferentes preparos de solo; 19) Prática Conservacionista; 20) Corretivos foram aplicados?; 21) A aplicação de corretivos foi uniforme em toda a área?; 22) A aplicação visa comparar diferentes dosagens de corretivo?; 23) Foi feita a adubação de base?; 24) A adubação de base foi uniforme em toda a área?; 25) A adubação de base visa comparar diferentes fertilizantes?; 26) A adubação de base visa comparar diferentes dosagens de fertilizantes?; 27) Foi feita a adubação de cobertura?; 28) A adubação de cobertura foi uniforme em toda a área?; 29) A adubação de cobertura visa comparar diferentes fertilizantes?; 30) A adubação de cobertura visa comparar diferentes dosagens de fertilizantes?; 31) Algum herbicida foi aplicado? Qual?; 32) A aplicação de herbicida foi uniforme em toda a área experimental?; 33) A aplicação de herbicidas visa comparar diferentes herbicidas?; 34) A aplicação de herbicidas visa comparar diferentes dosagens de herbicidas?; 35) Algum inseticida foi aplicado? Qual?; 36) A aplicação de inseticida foi uniforme em toda a área experimental?; 37) A aplicação de inseticidas visa comparar diferentes inseticidas?; 38) A aplicação de inseticidas visa comparar diferentes dosagens de inseticidas?; 39) Algum fungicida foi aplicado? Qual?; 40) A aplicação de fungicida foi uniforme em toda a área experimental?; 41) A aplicação de fungicidas visa comparar diferentes fungicidas?; 42) A aplicação de fungicidas visa comparar diferentes dosagens de fungicidas?; 43) Algum patógeno foi encontrado no solo? Qual?; 44) Alguma praga foi encontrada na pastagem? Qual?; 45) Aconteceram problemas de encharcamento no solo?; 46) O encharcamento aconteceu em toda a área experimental?; 47) A área hospeda parasitas que causaram doenças nos animais?; 48) Tipo de produtividade dos experimentos; 49) Data de coleta dos experimentos; 50) Quantidade coletada; 51) Unidade de mensuração associada à quantidade coletada; 52) Número de acessos por espécie no BAG; 53) Número de hectares efetivamente utilizados pelo BAG. Por fim, para cada talhão, os gestores dos campos experimentais ficarão responsáveis pela manutenção das seguintes informações: 1) Análise física do solo entre 0 e 20 cm; 2) Data da análise física do solo entre 0 e 20 cm; 3) Análise física do solo entre 20 e 40 cm; 4) Data da análise física do solo entre 20 e 40 cm; 5) Lista de ervas daninhas do talhão; 6) Data de levantamento das ervas daninhas. Todas essas informações foram definidas como necessárias em reuniões com gestores de campo, técnicos do laboratório de geoprocessamento e pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Essas reuniões, geralmente, eram mensais, e duraram cerca de quatorze meses. O *SGBD* que aloca todas essas informações está devidamente normalizado. A implementação foi feita utilizando um *framework* de desenvolvimento *web* (o *WebIntegrator*). Algumas regras de negócio foram implementadas em *JavaScript* (quase sempre utilizando o

*OpenLayers*), e a maioria delas foi implementada dentro do *SGBD* (como *Funções*). Durante o desenvolvimento deste *software*, todos os testes foram realizados pelo próprio desenvolvedor. Foram criados *scripts* para inserir dados e testar a corretude das regras de negócio implementadas no *SGBD*. Outros dados foram inseridos para validar o comportamento dos mapas (apresentação, marcação e corretude de informação). Um dos primeiros desafios encontrados foi criar um algoritmo para identificar as intersecções espaciais entre as reservas pretéritas ( já encerradas ) e as reservas que estão sendo criadas ( solicitadas ), dentro de um lapso temporal determinado. Essa identificação era imprescindível, pois, somente à partir dela seria possível saber quais históricos precisariam ser exibidos. A intersecção mencionada se caracteriza quando pelo menos um módulo de uma reserva pretérita estiver sendo utilizado na reserva postulada. Nesse contexto, a abordagem adotada foi assegurar que cada módulo fosse identificado univocamente por um código. Considerando que cada reserva é formada por vários módulos, sempre que uma nova reserva for solicitada, todos os códigos dos seus módulos deverão ser comparados com todos os códigos de todas as reservas que já foram encerradas, dentro do período de tempo estipulado pelo solicitante. Se pelo menos um módulo coincidir, a reserva pretérita estará coincidindo espacialmente com a reserva solicitada. E, neste caso, o histórico da reserva pretérita deverá ser exibido para o solicitante. Esse histórico trará todas as informações mencionadas nesta seção, além do mapa gerado automaticamente para explicitar a intersecção espacial. Quando uma nova reserva for solicitada, ela deve passar pelo crivo do gestor do campo, que avaliará a viabilidade espacial da solicitação, considerando o impacto que essa aprovação pode ter, em função da posição e do tamanho do terreno. Caso o gestor do campo aprove, a solicitação ainda precisa passar pelo crivo da chefia, que avaliará a importância da pesquisa em detrimento de outras que poderão deixar de ser feitas, caso o terreno solicitado seja alocado. Considerando que todas essas permissões tenham sido concedidas, o pesquisador (sozinho, ou em parceria com um gestor de histórico – técnico agrícola designado para este fim) começará a construir o histórico alusivo à pesquisa que será desenvolvida. Esse histórico deve passar pelo crivo dos chefes da empresa, antes que a reserva seja marcada como encerrada. Esse *WebGIS* foi construído utilizando os seguintes softwares: A) *WebIntegrator* 5.0.17 - *RAD* gratuita para desenvolvimento de Aplicações *web*; B) *PostgreSQL* 9.1.20 – *SGBD* gratuito; C) *PostGIS* 2.3.2 – Extensão espacial habilitada no *PostgreSQL*; D) *phpPgAdmin* 5.0.2 – interface *web* gratuita para gerenciamento do *PostgreSQL*; E) *PowerArchitect* 1.0.8 – Software de modelagem de dados com versão gratuita; F) *OpenLayers* versão 3 – biblioteca gratuita para programação de mapas na *web*. Segundo (GRATIER, 2015) o *OpenLayers* é uma biblioteca *JavaScript* construída para ser executada do lado do cliente renderizando mapas. Na visão de (FÁRKAS, 2016) o *OpenLayers* 3 é a biblioteca mais robusta já concebida para gerenciar o lado cliente em um sistema *WebGIS*. Neste trabalho, foi possível perceber que a referida biblioteca é bem completa, e respondia aos desafios priorizados. A parte mais complexa deste trabalho foi a geração automatizada dos mapas de intersecção entre as reservas já encerradas e as novas reservas (que estão sendo solicitadas). O autor (LANGLEY; PEREZ, 2016) fornece detalhes preciosos da biblioteca *OpenLayers*, para quem almeja gerar código dinamicamente.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na tela designada para criar uma nova reserva (vista na Figura 1) é possível encontrar um botão com o rótulo “Exibir Detalhes”, no canto superior esquerdo. Esse botão abre uma grade com todas as informações técnicas relacionadas a cada talhão do campo experimental. A reserva de determinada área consiste na seleção de módulos no próprio mapa do campo experimental. Esse seleção é feita por meio do *mouse*, que deve ser utilizado para desenhar um retângulo no mapa. Os módulos englobados pelo retângulo desenhado serão destacados com a cor amarela, e representarão a reserva de terra a ser solicitada, conforme visto no talhão 11 na Figura 1. Também é possível visualizar, na mesma Figura, que a grade que delimita os módulos do talhão 12 esta vermelha, enquanto a grade que delimita os módulos do talhão 11 esta preta. A grade vermelha identifica os módulos que não atendem aos filtros. A grade preta identifica os módulos que atendem aos filtros selecionados. O sistema assegura a impossibilidade de selecionar uma área que não atende a tais filtros. O sistema também não permite que um módulo de uma área já reservada (marcado com a cor verde) seja selecionado para uma nova reserva. Também é possível definir o lapso temporal a ser considerado para procurar as intersecções espaciais, que varia entre um e dez anos. Depois que esse lapso temporal é definido, o sistema apresentará “botões azuis” que exibem, e escondem, todas as informações descritas neste documento, e os respectivos mapas de intersecção, conforme pode ser visto Figura 1. Nesta figura é possível perceber que duas intersecções foram identificadas: a intersecção referente à reserva pretérita número 2, que está “escondida” dentro do botão com o rótulo

“Reserva nº 2 solicitada por...”. E a intersecção referente à reserva pretérita número 3, que esta aparente.

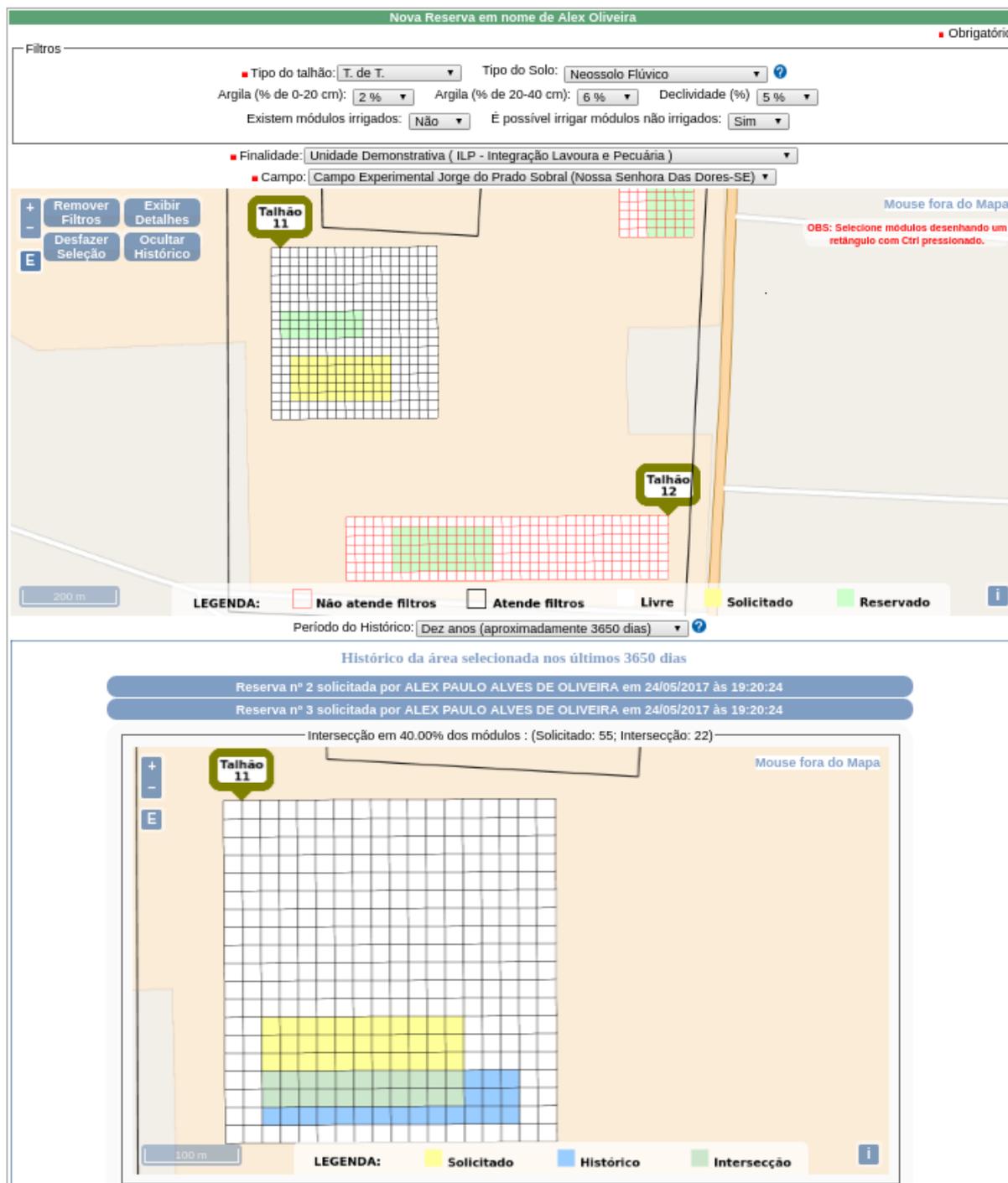


Figura 1 – Solicitação de reserva no talhão 11, e mapas de intersecção gerados.

Os mapas de intersecção, gerados automaticamente, exibem os módulos solicitados na cor amarela, os módulos da reserva pretérita (feita no passado, já encerrada) na cor azul, e os módulos que representam a intersecção (que pertencem tanto à reserva solicitada quanto à pretérita) na cor verde. Ademais, o sistema faz a contagem dos módulos e informa que percentual deles pertencem à intersecção. Também é possível, tanto no mapa de solicitação quanto nos mapas de intersecção, dar *zoom*, arrastar o mapa de um lado para o outro, e até navegar para outros países ou continentes, pois, o mapa de fundo é carregado pelo *OpenLayers* dos servidores do *OPENSTREETMAP*.

Adubações de Base						
Fertilizante	Origem	Dosagem	Data	Uniforme?	Compara fertilizantes?	Compara dosagens?
Húmus	Mineral	500 Kg/Ha	24/05/2017	Sim	Não	Não
Esterco Aviário	Mineral	1000 Kg/Ha	24/05/2017	Sim	Não	Não

Adubações de Cobertura						
Fertilizante	Origem	Dosagem	Data	Uniforme?	Compara fertilizantes?	Compara dosagens?
Não foi Informado						

Corretivos						
Corretivo	Origem	Dosagem	Data	Uniforme?	Compara corretivos?	Compara dosagens?
Gesso	Mineral	300 Kg/Ha	24/05/2017	Não	Sim	Não
Calcário Dolomítico	Mineral	435 Kg/Ha	24/05/2017	Sim	Não	Não
Calcário Magnesiano	Mineral	675 Kg/Ha	24/05/2017	Não	Não	Sim

Inseticidas						
Herbicida	Origem	Dosagem	Data	Uniforme?	Compara inseticidas?	Compara dosagens?
Lancer 750 SP (1 Kg)	Mineral	317 Kg/Ha	24/05/2017	Não	Sim	Não
Mospilan (100 g)	Mineral	432 Kg/Ha	24/05/2017	Sim	Não	Não
Dipel WP (500 g)	Mineral	115 Kg/Ha	24/05/2017	Não	Não	Sim

Figura 2–Parte dos dados carregados do histórico da intersecção referente à reserva nº 3.

Como já fora detalhado, na seção MATERIAL E MÉTODOS, para cada campo experimental, seis informações diferentes são armazenadas. Além disso, para cada tipo de talhão, seis informações diferentes também são armazenadas. Por fim, existem cinquenta e três tipos de informações diferentes que estão associadas às finalidades das reservas. Desta forma, a Figura 2 mostra apenas uma pequena parte das informações referentes ao histórico da intersecção ocorrida com a reserva nº 3.

**CONCLUSÕES:** O *WebGIS* de gestão de campos experimentais evita a reserva de áreas inadequadas, facilita a gestão do uso dos talhões gerenciando suas solicitações, mantém o histórico de uso dos talhões e otimiza o uso espacial e técnico dos mesmo.

## REFERÊNCIAS:

- Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. [S.l.]: SBCPD, 1995. 42 p.
- CASANOVA, M. A. et al. **Bancos de Dados Geográficos**. [S.l.]: MundoGEO, 2005. 506 p.
- OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. **Portal do OGC**. 1994. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org>>. Acesso em: 24 de Maio de 2017.
- OPENSTREETMAP. **Portal do OpenStreetMap**. 2010. Disponível em: <<http://www.opentreetmap.org>>. Acesso em: 24 de Maio de 2017.
- WebIntegrator 5.0.17**. 2014. Disponível em: <<https://softwarepublico.gov.br/social/webintegrator>>. Acesso em: 24 de Maio de 2017.
- GRATIER, T. S. P. H. E. **Open Layers 3 Beginner's Guide**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2015. 512 p. ISBN 978-1-78216-236-0.
- FÁRKAS, G. **Mastering Open Layers 3**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2016. 308 p. ISBN 978-1785281006.
- LANGLEY, P. J.; PEREZ, A. S. **Open Layers 3.x Cookbook - Second Edition**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2016. 304 p. ISBN 9781785287756.