



Sistema de Compartilhamento de Dados Geospaciais: SisGEO

Geospatial Data Sharing System: SisGEO

Autor1 1, Autor2, Autor3 e Autor4 **Preencher após aceite**

- 1 Instituição, Departamento, Cidade, País. E-mail. **Preencher após aceite**
ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> **Preencher após aceite**
- 2 Instituição, Departamento, Cidade, País. E-mail. **Preencher após aceite**
ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> **Preencher após aceite**
- 3 Instituição, Departamento, Cidade, País. E-mail. **Preencher após aceite**
ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> **Preencher após aceite**
- 4 Instituição, Departamento, Cidade, País. E-mail. **Preencher após aceite**
ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> **Preencher após aceite**

Recebido: mm.aaaa | Aceito: mm.aaaa

Resumo: O compartilhamento de dados geospaciais esbarrava, a décadas passadas, na ineficiente ou até mesmo inexistente, infraestrutura de tecnologia de informação. Com o desenvolvimento e popularização de novos componentes de *hardware* e *software* em computadores pessoais, aliado ao investimento na infraestrutura de comunicações, o tráfego de dados obteve um expressivo incremento. Diversos dados produzidos por instituições de governo, pesquisa e ensino são de difícil acesso à sociedade até os dias atuais e, tendo o foco na disponibilização destes, foi desenvolvido o Sistema de Compartilhamento de Dados Geospaciais (SisGEO), que possui o objetivo de compartilhar dados geospaciais produzidos pelo Grupo de Pesquisa em Geodinâmica de Bacias Hidrográficas (UNIFAL-MG). A plataforma SisGEO foi desenvolvida a partir do código-fonte da plataforma TerraBrasilis, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que gentilmente, colaborou em diversas etapas deste projeto. As tecnologias utilizadas nesta plataforma são baseadas em *softwares* livres e seguem as especificações do *Open Geospatial Consortium*. Foram realizadas modificações nas estruturas de dados e criação de algoritmos voltados à melhoria do desempenho, devido às diferenças na estruturação dos dados entre o SisGEO e TerraBrasilis. Passadas as fases de desenvolvimento e implantação foi possível dar funcionalidade a um WebGIS de fácil acesso à população e, com desempenho satisfatório, no atendimento ao maior número de usuários possível, tornando público, de forma gratuita, dados geospaciais que servirão à sociedade no suporte à tomada de decisões.

Palavras-chave: WebGIS. Dados geográficos. Dados públicos. Software livre.

Abstract: The sharing of geospatial data has been bumping into inefficient or even non-existent information technology infrastructure for decades. With the development and the popularization of new hardware and software components in personal computers, combined with the investment in communication infrastructure, data traffic has significantly increased. Several data produced by governmental, research and teaching institutions have been difficult to access by the society until the present day and, focusing on making them available, the Geospatial Data Sharing System (SisGEO) was developed, which aims to share geospatial data produced by the Geodynamics of Watersheds Research Group (UNIFAL-MG). The SisGEO platform was developed starting from the TerraBrasilis platform source code, developed by the National Institute for Space Research, which kindly collaborated in several stages of this project. The technologies used in this platform are based on open source software and follow the specifications of the *Open Geospatial Consortium*. Modifications in data structures and the creation of algorithms aimed at improving the performance were performed due to differences in data structure between SisGEO and TerraBrasilis. After the development and the implementation phases, it was possible to provide functionality to a WebGIS of easy access for the population and with a satisfactory performance by serving as many users as possible and by making public and free of charge geospatial data that will be useful for the society to support the decision-making.

Keywords: WebGIS. Geographical data. Public data. Open source software.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilização de dados geoespaciais gratuitos ao público é uma importante tarefa, pois pode tanto subsidiar ações de planejamento e gestão do território, sob diversos recortes espaciais, como também fomentar a geração de informações e ganho de conhecimento, em áreas geográficas de seu interesse.

Os *softwares* cuja finalidade estão direcionados ao armazenamento, exibição, manipulação e análise de dados geoespaciais são comumente conhecidos por *Geographic Information System* (GIS) (BURROUGH; McDONNELL, 1998). Já os WebGIS (*Web Geographic Information Systems*) são ferramentas que exibem mapas interativos por meio de navegadores *web* amplamente utilizados na disseminação de dados geográficos, que por sua vez, podem ser explorados e analisados por qualquer pessoa que tenha um computador com acesso à Internet (SOUZA et al., 2005).

O *Xerox PARC Map Viewer* (DAVIS, 1995), conhecido como o primeiro WebGIS (*hoje descontinuado*), teve o intuito de disponibilizar mapas interativos e funcionalidades como *zoom*, permitindo ao usuário aproximar ou afastar a visualização, selecionar camadas a serem visualizadas, além de poder ser acessado por um navegador *web* sem a necessidade de instalação de *software* adicional, ao contrário de aplicações *desktop* (FUU; SUN, 2010).

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) caracteriza-se por ser um consórcio constituído de agências governamentais, organizações de pesquisa e universidades com objetivo de padronizar informações geoespaciais, tornando-as interoperáveis, reutilizáveis e acessíveis (OGC, 2020). Dessa forma, para permitir maior interoperabilidade, ferramentas *open source* como *Open Street Maps* e *Leaflet* (AGAFONKIN, 2018) utilizam dos padrões internacionais estabelecidos pelo OGC, que indicam métodos de catalogação de metadados, armazenamento e transferência de dados entre diferentes servidores e permitem uma disseminação de informações para diferentes usuários e instituições.

O *Open Street Maps* é um projeto que disponibiliza gratuitamente dados geoespaciais por meio de um mapa que permite a utilização e modificação de seus dados. Suas imagens geoespaciais podem ser baixadas e servidas para utilização em qualquer projeto (COAST, 2015). O projeto também contém um WebGIS em que seus dados são exibidos, nele é possível realizar operações como *zoom*, alteração do tema e exportar regiões do mapa.

No Brasil, o desenvolvimento de plataformas de disponibilização de dados geoespaciais têm se tornado frequente junto a órgãos de Estado nas mais diferentes esferas governamentais, tais como, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais (SEMAD) dentre outros.

A aplicação *i3Geo* (Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento) é um sistema brasileiro, criado pelo MMA, sendo o precursor nacional na área de mapas interativos na *web*, que permite a disseminação de dados geoespaciais, de forma gratuita, baseando-se em tecnologias *open source* (I3GEO, 2011), sendo utilizada em diversos outros órgãos das esferas governamentais.

O TerraBrasilis é uma plataforma que caracteriza-se por ser um WebGIS, que permite a visualização e obtenção de dados geoespaciais de projetos ambientais desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio de ferramentas de softwares gratuitos. Esta plataforma de análise de dados espaciais utiliza conceitos de micro serviços e uma arquitetura de virtualização para ter melhor performance e simplicidade de implantação (ASSIS et al., 2019).

Ademais, a plataforma possui a ferramenta de *software GeoNetwork*, que contém funções avançadas de edição e busca de metadados (TICHELER, 2007). Ela permite que um usuário que não tenha qualquer conhecimento específico, tenha acesso aos metadados por um navegador de Internet. Outro módulo importante do TerraBrasilis é uma API (Interface de Programação de Aplicativos) construída para prover coleções de dados, seguindo o paradigma de Ciência de Dados, para que, posteriormente, os dados possam ser explorados em algoritmos de aprendizado de máquina.

Dados geoespaciais podem dar suporte à tomada de decisões de organizações públicas e privadas, bem como apoiar ações de planejamento e gestão de bacias hidrográficas, por meio dos comitês e agências de bacias, conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997 (BRASIL,

1997). Desta forma, o Grupo de Pesquisa em Geodinâmica de Bacias Hidrográficas (GeoHidro), da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), tem desenvolvido projetos no âmbito da bacia hidrográfica do rio Grande e, mais especificamente, na área de contribuição do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas e, devido à necessidade de disponibilizar os dados geoespaciais produzidos pelos projetos à sociedade, iniciou-se cooperação técnica com o curso de Ciência da Computação da UNIFAL-MG, bem como com o INPE, por meio da Divisão de Processamento de Imagens (PDI).

Neste contexto, enquadra-se a proposta de customização de uma ferramenta *web*, a partir do código fonte da plataforma TerraBrasilis (ASSIS et al., 2019), que fora denominada - Sistema de Compartilhamento de Dados Geoespaciais (SisGEO) - que caracteriza-se por ser uma ferramenta de *software* que tem como objetivo armazenar, visualizar e disponibilizar dados geoespaciais na *web*, produzidos pelos membros do GeoHidro e demais parceiros.

2. ARQUITETURA DO SISGEO

2.1. Desenvolvimento

O SisGEO é resultado de adaptações e implementações de novas funcionalidades no código fonte do *webmap* advindas da plataforma TerraBrasilis (ASSIS, 2019). Foram realizadas modificações na inclusão de novas funcionalidades no intuito de (i) alterar o estilo visual do sítio eletrônico para as cores, textos e logo do SisGEO; (ii) remover alguns componentes não utilizados no SisGEO, como por exemplo, a legenda de cores das camadas e funcionalidade de desenhar polígonos em tela; e (iii) implementar melhorias na barra lateral da interface gráfica e estilo visual da barra de rolagem; estilo *slider* de transparência; precisão do *slider* de transparência para 2 casas decimais depois da vírgula; fluidez geral, na rolagem vertical e ao expandir grupos de camadas, chamados de *visions*.

Na mesma aplicação (*webmap*) desenvolveu-se novas interfaces gráficas do utilizador *Graphical User Interface* (GUI). Uma GUI inicial que apresenta o SisGEO e outras três GUIs, uma para cada projeto: “Mapeamento do lago de Furnas”, “Bacia Hidrográfica de Furnas” e “Topografia de Furnas”. Os protótipos das GUI dessas telas foram elaborados por meio da ferramenta *Figma* (WALLACE; FIELD, 2019).

Quanto aos metadados, no TerraBrasilis estes são exibidos pelo *GeoNetwork*. Assim, o *webmap* do TerraBrasilis contém apenas as URLs para acessá-los. No caso do SisGEO, optou-se apenas pela exibição dos metadados, sem funções avançadas de edição e busca. Com isso não foi necessária a utilização do *GeoNetwork* e, ao invés disso, armazenam-se os dados no mesmo banco de dados das camadas. Em razão disso, foi necessário a alteração da estrutura do banco de dados e do módulo *business-api*, para suportar a nova estrutura de metadados, criando uma classe para representá-la no código.

Quando o usuário acessa o mapa do SisGEO, o *webmap* solicita ao módulo *business-api*, a lista de camadas que serão exibidas no mapa e propriedades delas como: identificador da camada; nome; id, nome, descrição e prefixo da URL da camada no *GeoServer* que pertencem a entidade chamada de *datasource*; *tool*, que é a ferramenta disponível para uma camada como: metadados, download, transparência; URL para *download*. Algumas dessas propriedades são as mesmas entre camadas diferentes, com isso muitos dados enviados do *business-api* ao *webmap* são duplicados. No TerraBrasilis isso não tem grande impacto na quantidade de dados enviados, uma vez que ele exibe 31 camadas no mapa. Já no SisGEO, em que o mapa exibe inicialmente 148 camadas, os dados duplicados têm impacto significativo no tamanho dos dados enviados entre *webmap* e *business-api*.

A propriedade *datasource*, da estrutura de dados das camadas, representa um agrupamento de camadas do *Geoserver*, com isso camadas do mesmo agrupamento continham dados duplicados, fazendo com que dados desnecessários fossem enviados do *business-api* para o *webmap*. Como o quantitativo de camadas é relativamente expressivo, em relação às camadas do TerraBrasilis e, com a perspectiva de aumento de camadas do SisGEO no futuro, identificou-se a necessidade de melhorar esse aspecto. Desta forma, alterou-se a maneira com que esses dados são requisitados pelo *webmap*, retornados pelo *business-api* e tratados pelo *webmap*. Como pode ser visto na Tabela 1, os *datasources* agora são requisitados na função *getAllDatasource*, enquanto as *visions*, são requisitadas pela função *getAllVision*. Assim, os *datasources* são requisitados apenas uma vez

e uma camada contém apenas o identificador do *datasource*, para que possa ser relacionada a ele no código.

Tabela 1 - Trecho de código com o algoritmo para fazer as requisições de *datasources* e *visions* separadamente

Linha	Trecho de código
1	let \$results = combineLatest([
2	this.visionService.getAllVision(this.mainVision),
3	this.datasourceService.getAllDatasource()
4]).pipe(
5	map(([\$visions, \$datasources] : [Array<Vision>, Array<Datasource>]) => ({
6	visions: \$visions,
7	datasources: \$datasources
8	}))
9);
10	...
11	baselayers.forEach((l:any)=> {
12	...
13	const layer = new Layer(l.id)
14	layer.addDatasource(this.datasources.find(d => d.id === l.datasourceId));
15	...
16	this.baselayers.push(layer);
17	});

Fonte: Autores (2020).

Outras propriedades da camada, que eram enviadas entre *business-api* e *webmap* são as *tools*. Cada *tool*, indica qual operação está disponível para a camada, como: download, metadados, transparência e *zoom*, sendo que cada camada pode ter mais de uma delas. Além disso cada *tool* tem propriedades como: id, nome, seletor e *target*, sendo que as duas últimas propriedades são relacionadas a lógica do código e não precisam ser enviadas entre *business-api* e *webmap*. Para que esses dados não sejam enviados de forma duplicada, mudou-se a implementação da *business-api* para que apenas os identificadores das *tools* sejam enviados juntamente com cada camada. Os dados completos de cada *tool* foram definidos em código e são acessados a partir do identificador.

Todas as funcionalidade do SisGEO foram verificadas por meio de testes manuais pela equipe de desenvolvimento, enquanto o código foi examinado por meio de inspeção visual, para avaliar se as alterações realizadas estão de acordo com padrões propostos pela tecnologia *Angular*, tal como o padrão de componentes, que especifica que um componente é uma unidade de código reutilizável, representando um elemento da interface gráfica, facilitando a manutenção do código (JAIN, 2014).

2.2. Implantação

As imagens geoespaciais são servidas pelo Geoserver, um *software* que permite edição e compartilhamento de dados geoespaciais (GEOSERVER, 2020). O *software Nginx* é um servidor *web*, integrado ao SisGEO que atua como servidor *proxy*, interceptando requisições feitas ao Geoserver, para simplificar e controlar o acesso de dados (SYSOEV, 2019).

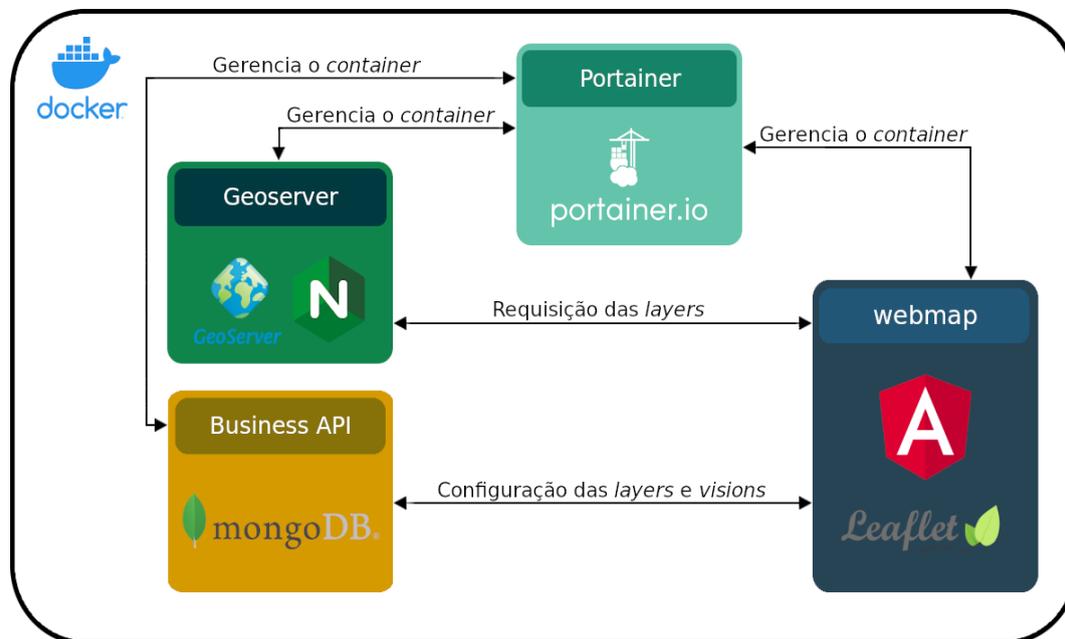
O módulo *webmap* é composto das tecnologias *Angular* e *Leaflet*. *Angular* é um *framework* com funcionalidades que auxiliam no desenvolvimento de aplicações *web* de página única (páginas *web* que ao receberem alguma ação do usuário não necessita que a página seja recarregada), reutilização de componentes visuais, realização de testes, entre outras. *Leaflet* permite a exibição dos dados geoespaciais por meio de navegadores *web* (AGAFONKIN, 2018).

Para dar suporte ao módulo *webmap*, no acesso ao banco de dados, baseou-se em outro módulo do TerraBrasilis, chamado *business-api*, que é uma dependência do *webmap*. O *business-api* responde às requisições, oriundas do módulo *webmap*, sobre informações de configurações armazenadas em banco de dados. Tanto *webmap* quanto *business-api*, possuem licença de código aberto GNU 3.0 (RICHARD STALLMAN, 2007), sendo permitidas modificação e utilização, desde que o *software* resultante da adaptação

esteja sob a mesma licença.

Para facilitar a implantação do SisGEO, tanto localmente quanto em ambiente de produção, utilizou-se a tecnologia *Docker*. Segundo Garcia (2019), *Docker* utiliza o conceito de *containers*, que são unidades de *software* que agrupam não apenas uma aplicação de *software* desejada, mas também *software* dependentes. A Figura 1 ilustra a interação entre *containers* das tecnologias utilizadas no SisGEO.

Figura 1 - Figura que representa a interação entre os *containers* das tecnologias utilizadas no SisGEO.



Fonte: Autores (2020).

Por exemplo, o *container*, do projeto *business-api*, tem além do código em si, necessário para sua execução, também contém o código da sua dependência *MongoDB* (MERRIMAN; HOROWITZ; RYAN, 2020), que é uma tecnologia de banco de dados NoSQL (não-relacional), baseada em documentos armazenados no formato JSON (*JavaScript Object Notation*). Utilizou-se um *container*, da tecnologia Portainer, proposta por Crosby, Alquist e Lapenna (2018), que permite o gerenciamento de outros *containers* sendo que o gerenciamento deles é feito via interface gráfica em um navegador web.

Quando o usuário acessa o mapa do SisGEO, o módulo *webmap* recebe essa solicitação e faz uma requisição ao *container* contendo o módulo *business-api* solicitando os dados para exibição em tela. Esses dados contêm informações de configurações como: a ordem que as camadas serão exibidas no mapa, em qual agrupamento cada camada pertence, as URLs (*Uniform Resource Locators*) para download do arquivo de cada camada e URLs das imagens geoespaciais.

As URLs indicam como requisitar camadas ao container com o módulo Geoserver. Na medida que o usuário solicita que uma camada seja exibida em tela, o *webmap* faz requisições ao Geoserver, que por sua vez, retorna a imagem da camada solicitada. O *webmap* ao receber uma camada, processa esses dados com ajuda do *Leaflet*, que interage com o navegador de Internet, para que as imagens sejam exibidas.

Inseriu-se no GeoServer as camadas desenvolvidas por Campos e Latuf (2017), bem como dados geoespaciais de projetos executados no Laboratório de Cartografia da UNIFAL-MG. As camadas são constituídas de: (i) mapeamentos do lago de Furnas referente aos anos de 1995 a 2019, (ii) postos pluviométricos, rios principais e limite da bacia hidrográfica de Furnas, (iii) e, por fim, (iv) 97 cartas topográficas da bacia de Furnas. Alguns desses dados estão no formato *Shapefile* (ESRI, 1998) e outros no formato *Geotiff* (RITTER; RUTH, 1995). No banco de dados inseriu-se as URLs das camadas presentes no Geoserver, acessadas pela aplicação *webmap* e URLs para *download* dos arquivos das camadas.

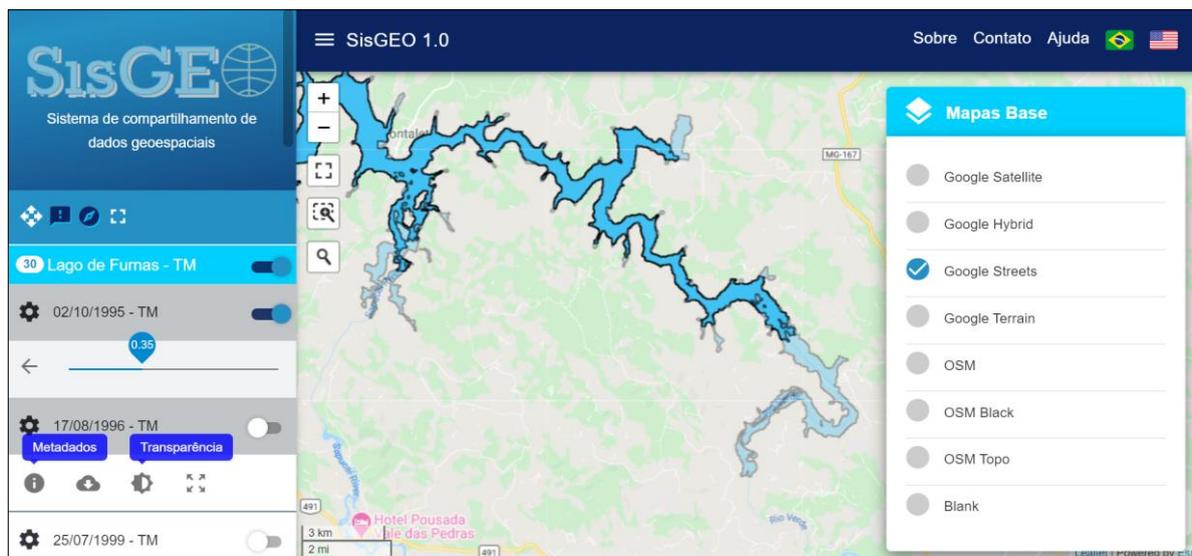
O SisGEO foi implantado em uma máquina virtual dedicada, no servidor do Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI), da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), que pode ser acessado pelo endereço sisgeo.unifal-mg.edu.br. O SisGEO, responde às requisições que utilizam o protocolo HTTPS (*Hyper Text*

Transfer Protocol Secure), por meio de certificado de segurança SSL (*Secure Socket Layer*), promovendo segurança na comunicação entre o usuário e o servidor do SisGEO.

2.3. Funcionalidades

No SisGEO as camadas são organizadas por temas de projetos, sendo que em cada camada é possível: alterar ordem de sobreposição das camadas no mapa; fazer *download* do arquivo da camada, para visualização e manipulação por meio de GIS desktops, promovendo interoperabilidade; visualizar uma tabela contendo os metadados da camada; *slider* que permite alterar a transparência da camada no mapa, que auxilia na comparação entre camadas (Figura 2); posicionar o mapa na camada desejada para facilitar sua localização no mapa; obter informações da camada no mapa, que são: quilômetros quadrados e *bounding box* que são os quatro vértices (latitude e longitude), que contornam o retângulo envolvente da camada.

Figura 2 - Captura de tela do SisGEO exibindo em evidência funções e temas.



Fonte: Autores (2020)

As funcionalidades gerais presentes em um mapa são: alterar o estilo do o mapa de fundo; busca por endereço; busca por coordenadas geográficas; visualizar latitude e longitude de qualquer ponto do mapa e *zoom*. Na Figura 2 é possível visualizar a lista de mapas de fundo disponíveis, tendo como opções: *OSM*, *OSM Terrain*, *OSM Topo*, que são estilos de mapas da fundação *OpenStreetMap* (COAST, 2015) e também *Google Satellite*, *Google Streets*, *Google Hybrid*, estilos de mapa do *Google* (GOOGLE MAPS, 2020).

Após implantação do SisGEO em ambiente de produção, notou-se a lentidão no carregamento inicial do mapa, ao realizar operações na camada como: ativar, desativar, alterar transparência e ao navegar pelo mapa quando muitas camadas estavam ativas ao mesmo tempo.

O problema de navegação lenta pelo mapa, quando muitas camadas eram ativadas simultaneamente ocorria, principalmente, com camadas das cartas topográficas (aproximadamente 80 *megabytes*), consideravelmente maiores que os arquivos das camadas do espelho d'água do lago de Furnas, que têm aproximadamente 2 *megabytes*. Para contornar esse problema, decidiu-se limitar o usuário de ativar mais de 3 camadas de cartas topográficas concomitantemente, sendo que no restante das *visions*, optou-se por limitar em até 10 camadas simultâneas. Implementou-se essa funcionalidade com a possibilidade de customização, sendo que é possível alterar esses limites por meio de comandos no banco de dados.

Mediante a testes de desempenho realizados na fase de carregamento inicial do mapa, visualizou-se que o fato de carregar todos os componentes visuais, de todas as camadas, estava degradando consideravelmente o desempenho do SisGEO. Para resolução deste problema, implementou-se a funcionalidade de carregamento sob demanda dos componentes visuais, a partir de solicitação do usuário. A Tabela 2 mostra parte da implementação dessa funcionalidade, onde contém a função *swapGroupLayer*, chamada quando o usuário solicita que uma *vision* seja expandida, listando suas camadas na GUI. O algoritmo

contém a lógica para que a lista de camadas seja exibida apenas se o usuário solicitar.

Tabela 2 - Trecho de código com o algoritmo da funcionalidade de carregamento sob demanda.

Linha	Trecho de código
1	swapGroupLayer(vision: Vision) {
2	if (!vision.loaded) {
3	vision.loaded = true;
4	this.cdRef.detectChanges();
5	this.addLayerCollapseEvents();
6	}
7	...
8	}

Fonte: Autores (2020).

Após essas alterações, a equipe de desenvolvimento notou melhorias expressivas e satisfatórias no desempenho do SisGEO, quando acessados por computadores de diferentes configurações e navegadores. O SisGEO pode ser acessado de qualquer dispositivo (móvel ou desktop) que possua acesso à Internet, pelo endereço <https://sisgeo.unifal-mg.edu.br/>.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de tecnologias e ferramentas de software livre foi possível disponibilizar à sociedade, dados geoespaciais e metadados da região da bacia hidrográfica do lago de Furnas, de forma gratuita, pela Internet. Esses dados podem ser acessados por qualquer cidadão que possua um computador que tenha acesso à Internet, por meio de um navegador web.

Com a estrutura de software implantada, torna-se possível a alimentação de dados geoespaciais de diversos outros projetos, ampliando a divulgação de resultados de pesquisas acadêmicas e aumentando a visibilidade dos mesmos. Porém, essa atividade é limitada às pessoas com conhecimento em banco de dados NoSQL e uso de tecnologias que fazem requisição HTTP (Protocolo de Transferência de Hipertexto), como Postman (ASTHANA, 2020).

Neste sentido, a cooperação interdisciplinar entre o GeoHidro e o curso de Ciência da Computação da UNIFAL-MG deverá ser mantida, visando não somente o incremento de dados geoespaciais no banco, além da implementação de novas funcionalidades no sistema, mas também almejando a formação de recursos humanos com alta competência técnica nas áreas de Cartografia e Computação.

Visando o continuar das atividades, esforços serão empenhados na implementação de uma interface gráfica web ou uma aplicação desktop, no intuito de facilitar a inserção de dados no SisGEO, bem como buscar por melhorias no servidor, relacionadas à capacidade de armazenamento e memória para processamento; a adição de funções de acesso a banco de dados geoespaciais remotos, via protocolos WMS (*Web Map Service*), WFS (*Web Feature Service*) e WCS (*Web Coverage Service*); desenvolvimento de rotina para que o usuário possa elaborar um documento cartográfico via *WebGIS*; inclusão de funcionalidades na mudança de cores e legendas das camadas; aprimorar a catalogação e edição de metadados e, por fim, integrar de forma mais fluída dados rasters, potencializando a disponibilização de recortes de imagens de satélite e veículos aéreos não-tripulados, bem como modelos digitais de elevação.

Agradecimentos

O item “agradecimentos” é opcional. Se apresentar a sigla das agências de fomento, escrever o nome das mesmas por extenso entre parênteses. Se tiver fomento (Mestrado, Doutorado, Pós-Doutorado, Pesquisador, Projeto, etc.), é obrigatória a inserção do número do processo. **Preencher somente após aceite para publicação.**

Contribuição dos Autores

O item “contribuição dos autores” é obrigatório. Deve explicitar de forma breve e verdadeira as contribuições de cada um dos autores participantes da submissão. Para preencher este campo, por favor, seguir a “**Taxonomia dos Papéis Contribuintes**”, disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1890/309> (quadro na última página), traduzido e adaptado de <https://casrai.org/credit/>. **Preencher somente após aceito para publicação.**

Conflitos de Interesse

Não há algum conflito de interesse.

Referências

- AGAFONKIN, V. **Leaflet**. Versão 1.3.1[S.I.], 18 jan. 2018. Disponível em: <<https://leafletjs.com/download.html>>. Acesso em 25 jul. 2020.
- ASSIS, L. F. F. G.; FERREIRA, K. R.; VINHAS, L.; MAURANO, L.; ALMEIDA, C.; CARVALHO, A.; RODRIGUES, J.; MACIEL, A.; CAMARGO, C. TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping. **International Journal of Geo-Information**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 26 de set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8110513>.
- ASTHANA, A.; SOBTKI, A.; KANE, A. **Postman: The Collaboration Platform for API Development**. Versão 7.24.0[S.I.], 31 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.postman.com/downloads/>>. Acesso em 28 jul. 2020.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Art. 1º.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford, Oxford University Press, 1998. 333p.
- CAMPOS, L. B.; LATUF, M. O. Base cartográfica digital da bacia hidrográfica do lago de Furnas. In: ARCHIMEDES PEREZ FILHO; RAUL REIS AMORIM. **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. 1ª Edição. Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. p. 5732-5736. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2275>.
- COAST, S. **The Book of OSM**. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- CROSBY, M.; ALQUIST, K.; LAPENNA, A.; **Portainer: Simple management UI for Docker**. Versão 1.19.2[S.I.], 15 set. 2018. Disponível em: <<https://github.com/portainer/portainer>>. Acesso em 20 jul. 2020.
- DAVIS, P. **The Xerox PARC map server: an interactive hypermedia map viewer**. Database (Weston) v. 18, n. 2, p 65-67, 1995.
- ESRI (1998) **ESRI shapefile technical description**. Disponível em: <<https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>> Acesso em: 25 jul. 2020.
- FUU, P.; SUN, J. **Web GIS: Principles and Applications**. Redlands, California: ESRI Press, 2010.
- GARCIA, W.; COIN, P. F.; **Docker - Containers não são VM's**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA, GESTÃO E EDUCAÇÃO. 2019, Porto Alegre. Faculdade Alcides Maya, 2019. v. 1, n. 2, p. 5-10, 5 nov. 2019.
- GEOSERVER. **GeoServer opensource**. Disponível em: <<http://geoserver.org/>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- GOOGLE MAPS. **Google**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>>. Acesso em: 09 out. 2020.
- I3GEO. **I3geo Documentação**. 2011. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/documentacao/>> Acesso em: 17 out. 2011.
- JAIN, N.; BHANSALI, A.; MEHTA, D. AngularJS: A modern MVC framework in JavaScript. **Journal of Global Research in Computer Science**, dez. 2014. 5(12), 17–23.
- LÓSCIO, B. F.; OLIVEIRA, H. R. d.; PONTES, J. C. d. S. Nosql no desenvolvimento de aplicações web colaborativas. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, 2011, Paraty. p.

1. **Anais..** Paraty: CESC (Comissão Especial de Sistemas Colaborativos), 2011.
- MERRIMAN, D.; HOROWITZ, E.; RYAN, K. **MongoDB**. Versão 4.2.3 [S.I.], 27 jan. 2020. Disponível em: <<https://docs.mongodb.com/manual/tutorial/>>. Acesso em 16 ago. 2020.
- OGC. Open Geospatial Consortium. **OGC Standards and Resources**. 2020. Disponível em: <<https://www.ogc.org/standards>>. Acesso em 07 out. 2020.
- PETER A. BURROUGH; RACHEAL A. MCDONNELL; CHRISTOPHER D. LLOYD. **Principles of Geographical Information Systems**. 3ª Edição. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- RICHARD STALLMAN. 2007. **The GNU Operating System and the Free Software Movement**. Disponível em: <<https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>>. Acesso em: 11 jul. 2020.
- RITTER, N.; RUTH, M. **GeoTIFF Format Specification GeoTIFF Revision 1.0**. 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Joseph_Messina/publication/274079939_GeoTIFF_format_specification_GeoTIFF_revision_10/links/55c8fe9f08aea2d9bdc922b3/GeoTIFF-format-specification-GeoTIFF-revision-10.pdf> Acesso em 25 jul. 2020.
- SCHIER'S, G. **Insomnia**. Versão 2020.3.3 [S.I.], 10 jul. 2020. Disponível em: <<https://insomnia.rest/download/>>. Acesso em 16 ago. 2020.
- SOUZA, V. C. O; OLIVEIRA, M. L. R.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R. Portal Vertical GeoSolos - Spring Web na divulgação dos resultados de pesquisa em regiões cafeeiras de Minas Gerais. XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2005, Goiânia. pp. 2389-2396. **Anais..** Goiânia: INPE (Ed.), 2005.
- SYSOEV, I. **Nginx**. Versão 1.15.3 [S.I.], 21 jan. 2019. Disponível em: <<http://nginx.org/en/download.html>>. Acesso em 11 ago. 2020.
- TICHELER, J.; HIELKEMA, J. U. Geonetwork opensource: Internationally Standardized Distributed Spatial Information Management. **OSGeo Journal**, v.2, p. 1, 2007.
- WALLACE, E.; FIELD, D. **Figma**. Versão 76.4.0 [S.I.], 28 out. 2019. Disponível em: <<https://www.figma.com/downloads/>>. Acesso em 22 ago. 2020.

Biografia do autor principal **Preencher após aceite**

Fotografia do primeiro autor

Este espaço se destina à inserção de uma bibliografia curta do primeiro autor do artigo. O texto não poderá exceder 100 palavras. O autor deve seguir o padrão descrito na sequência. Cite o nome da pessoa, bem como, o local e/ou o ano de nascimento. Em seguida, informe a formação acadêmica: detalhar nível, área, instituição e local. Descrever posteriormente a experiência profissional relevante, finalizando com a ocupação atual, incluindo a sua localidade. Ao final, podem ser mencionadas publicações prévias e interesses de pesquisa, bem como prêmios e honorarias, desde que não exceda o número máximo de 100 palavras.



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.