

Desenvolvimento de uma aplicação web de mapeamento colaborativo para identificação de áreas de risco aplicada ao município de Nova Friburgo/RJ

Development of a collaborative mapping web application to identify risk areas applied to the municipality of Nova Friburgo/RJ

Marciano da Costa Lima¹; Fabiano Peixoto Freiman²; Silvana Philippi Camboim³

¹ Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, Brasil. E-mail: marcianodacostalima@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9570-055X>

² Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, Brasil. E-mail: fabianofreiman@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0960-2115>

³ Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, Brasil. E-mail: silvanacamboim@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3557-5341>

Resumo: Com a crescente utilização de aplicações de mapeamento colaborativo buscando alcançar diferentes objetivos, tem-se destacado o mapeamento com iniciativas humanitárias, ocasionado principalmente por devastações com causas naturais. Estas iniciativas buscam principalmente atender as necessidades de mapeamento que possam auxiliar na recuperação da região afetada. O mapeamento de fatores buscando a prevenção de desastres ainda são associados à administração pública, entretanto devido à falta de recursos para o mapeamento tradicional, muitos municípios brasileiros não possuem mapeadas áreas de riscos que possam ocasionar desastres. Assim, iniciativas de identificação de fatores que possam auxiliar na prevenção de desastres utilizando mapeamento colaborativo mostra-se como um grande potencial de aplicação na administração pública. Neste estudo visou-se desenvolver uma aplicação web de mapeamento colaborativo de pontos de alagamentos e deslizamentos no município de Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Com esta aplicação deseja-se que os próprios moradores da localidade possam realizar um trabalho de identificação e controle de locais com potenciais riscos, tendo como finalidade a identificação de locais instáveis juntamente com a administração pública, permitindo-a realizar ações que busquem a resolução dos problemas apontados pelos colaboradores da plataforma.

Palavras-chave: Mapeamento colaborativo; Web; Áreas de risco.

Abstract: With the increasing use of collaborative mapping applications seeking to achieve different objectives, mapping with humanitarian initiatives has been highlighted, caused by devastation by natural causes. These initiatives seek to meet mapping needs that can assist in the recovery of the affected region. The mapping of factors seeking to prevent disasters is still associated with public administration, however, due to the lack of resources for traditional mapping, many Brazilian municipalities do not have mapped areas of risk that can cause disasters. Thus, initiatives to identify factors that can assist in disaster prevention using collaborative mapping show up as an enormous potential for application in public administration. This study aimed to develop a web application for collaborative mapping of points of flooding and landslides in the municipality of Nova Friburgo, State of Rio de Janeiro, Brazil. With this application, it is intended that the residents of the locality can carry out a work of identification and control of places with potential risks, to identify unstable places together with the public administration, allowing them to carry out actions that seek to solve the problems pointed out by the platform's collaborators.

Keywords: Collaborative Mapping; Web; Risk areas.

1. Introdução

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) apresenta-se como uma importante ferramenta para a gestão de dados espaciais, relativos a diferentes áreas de atuação. Está amplamente difundido dentro do meio acadêmico e empresarial devido, principalmente, ao avanço computacional das últimas décadas. Transporte e logística, desastres ambientais, gestão ambiental e planejamento urbano são algumas atividades, dentre outras, que são auxiliadas pela criação de mapas através da utilização de um SIG. Entretanto, a aquisição de dados espaciais costuma ser uma atividade onerosa, o que dificulta a atualização destes mapas.

Com a popularização da Web 2.0, é crescente a produção de mapas colaborativos, principalmente por possibilitar a criação dos dados por parte dos usuários da plataforma, mesmo aqueles que não possuem conhecimento técnico (BRAVO; SLUTER, 2018). Segundo Haklay (2013) o mapeamento colaborativo pode ser visto como um ambiente para produzir informações geográficas relacionadas a diferentes temáticas (sociais e/ou ambientais) e como ferramenta para atualizar bases de dados nacionais e internacionais utilizando computadores pessoais, receptores GNSS e telefones celulares. A Informação Geográfica Voluntária (VGI - *Voluntary Geographic Information*) refere-se a um tipo especial de “*user-generated content*”, conforme Goodchild (2007), onde a ação voluntária do usuário não possui qualquer estímulo que não a própria motivação de colaborar. Ao observar tais conceitos, salienta-se que as plataformas de mapeamento colaborativo abrangem também as plataformas VGI (BRAVO; SLUTER, 2018).

Um exemplo importante de mapeamento colaborativo é o projeto Wikimapia (<<http://wikimapia.org>>), que tem por objetivo a criação de um banco de dados geográfico alimentado pelos usuários voluntários e gratuitamente disponibilizados a qualquer pessoa que possua acesso à internet. Nesse mesmo contexto, pode-se citar também o projeto OpenStreetMap (OSM) (<<http://openstreetmap.org>>), desenvolvida e aprimorada em um esforço internacional para construção de representações mais elaboradas da Superfície do planeta Terra. Com essa aplicação busca-se a criação de uma fonte de dados geográficos gratuita e abastecida de forma voluntária, visando principalmente o preenchimento de uma lacuna na disponibilidade de informações geográficas globais em meio digital. De acordo com Albuquerque, Herfort e Eckle (2016) o projeto OSM apresenta grande potencial em cenários de desastres naturais, principalmente após os resultados das campanhas de colaboração posteriores ao terremoto do Haiti em 2010.

A iniciativa Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) é uma equipe dedicada a ação humanitária e desenvolvimento comunitário através do mapeamento colaborativo em escala global. O objetivo principal é fornecer dados geográficos que possibilitem o gerenciamento de desastres naturais, a redução de riscos e a contribuição para a determinação de um desenvolvimento sustentável. No contexto de desastres naturais, Albuquerque, Herfort e Eckle (2016) menciona que o mapeamento colaborativo é essencial para a sua gestão, uma vez que recolhe informações e a estrutura em forma de mapas de base para apoiar os esforços de socorro, principalmente em países em desenvolvimento.

O Brasil está exposto a uma variedade de eventos naturais (como exemplo secas, enxurradas e deslizamentos de terra), em que a maioria das cidades não estão preparadas para enfrentá-los e que os riscos são multiplicados devido ao crescimento desordenado e a ocupação de áreas de risco. A exemplo, pode-se citar a ocorrência das fortes chuvas da região serrana do Rio de Janeiro no ano de 2011 (configurando o marco inicial das políticas de gestão e risco ambiental no país (BANCO MUNDIAL, 2012), deixando em torno de 918 mortos e mais de 30 mil pessoas desalojadas ou desabrigadas, gerando um prejuízo de R\$ 4,78 bilhões de acordo com as estimativas do Banco Mundial.

No Brasil, a Lei Federal Nº 12.608/2012 instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNDPC). Já o Decreto n. 10.692, de 3 de maio de 2021 instituiu o Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamentos de Grande Impacto, Inundações Bruscas ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos. Ainda de acordo com este Decreto, as áreas suscetíveis à ocorrência de desastres são áreas caracterizadas pela relevância dos elementos expostos a danos humanos, materiais e prejuízos econômicos e sociais. Estas Leis buscam, entre outras competências, a obrigatoriedade do mapeamento de áreas de riscos para as cidades brasileiras incluídas no cadastro.

Nova Friburgo foi umas das cidades mais atingidas pelas enxurradas de 2011, reportando 180 mil afetados, concentrando 60% da população atingida pelo desastre natural (BANCO MUNDIAL, 2012). Após 7 anos o município ainda apresenta marcas socioeconômicas provenientes do desastre natural de 2011, passando por problemas recorrentes em relação a deslizamentos e alagamentos, causados principalmente pela má gestão administrativa em relação as áreas de risco.

As aplicações de uso do VGI em mapeamento de desastres naturais foram observadas por Zook et al. (2010) como uma fonte de mapeamento rápido e com grande volume de informações, fornecendo rico material para prestação de assistência em situações de crise. Além disso, no contexto de desastres causados por inundações, essas aplicações já foram abordadas por diversos outros autores (HORITA et al., 2015; FAZELI et al., 2015, RESTREPO-ESTRADA et al., 2018). Entretanto,

conforme apontam Horita et al. (2013) e Oliveira et al. (2018), ainda são poucos as aplicações que buscam atender a fase pré-desastre.

Com o objetivo de contribuir nesta temática, este trabalho apresenta uma abordagem de mapeamento colaborativo direcionado às questões apresentadas observadas no município de Nova Friburgo. Nesse contexto, esta pesquisa visa a construção de uma aplicação web que permita aos moradores do município o mapeamento de áreas de riscos da região, fornecendo a estes um espaço que permita a obtenção de informações e possibilite relatar problemas e necessidades reais na região de interesse, bem como fornecer a administração pública uma ferramenta como alternativa de mapeamento que permita auxiliar na gestão de recursos buscando a mitigação dos problemas observados.

2. Metodologia

Devido ao objeto central da pesquisa, o mapeamento colaborativo, escolheu-se pelo desenvolvimento de um estudo de caso aplicado ao município de Nova Friburgo/RJ. Para a construção da plataforma, necessitou-se primeiramente identificar as demandas relacionadas a obtenção de informação da localidade e como disponibilizá-las sobre uma base cartográfica em um ambiente virtual.

Para a determinação da temática da aplicação, realizou-se um levantamento teórico sobre o município de estudo, observando que ele sofre frequentemente com deslizamentos e alagamentos ocasionados principalmente pela ocupação irregular do solo associada a geologia do local e falta de investimentos em infraestrutura urbana por parte da administração do município. Nesse contexto, observa-se que a comunidade carece de ferramentas de fácil aplicação para a obtenção de informação sobre as áreas suscetíveis a inundações e escorregamentos, instaurando-se a possibilidade de mapeamento de tais áreas e disponibilizando-as em uma plataforma que apresente uma interface simples e intuitiva aos usuários que possuem pouco ou nenhum conhecimento técnico sobre cartografia, adotando a utilização de símbolos pontuais para representar as possíveis localidades de ocorrências inseridas pelos usuários.

2.1. Visão de casos de uso

Na Figura 1 é apresentado o Diagrama de casos de uso, representando os atores: “Administrador”, “Colaborador” e “Usuário Comum”. Observa-se que o ator “Administrador” poderá exercer qualquer tipo de solicitação ao sistema, enquanto os demais realizarão atividades restritas, de acordo com a classe em que cada usuário for inserido.

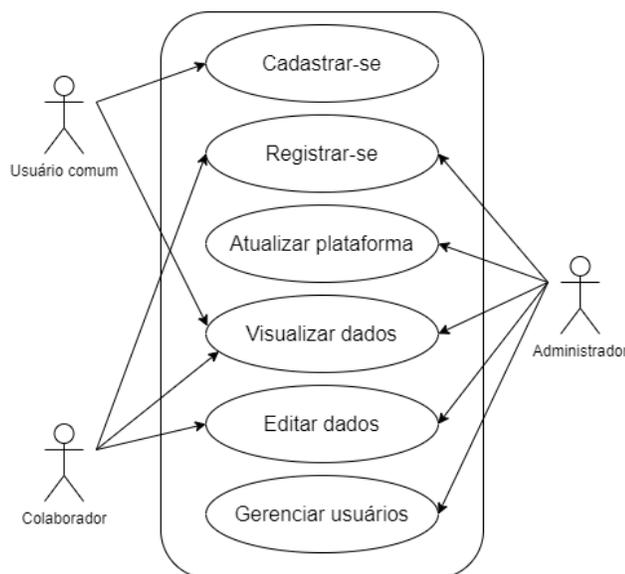


Figura 1 – Diagrama de casos de uso.

Fonte: Autor (2022).

Para uma melhor interpretação, a Tabela 1 descreve a caracterização de cada ator.

Tabela 1 – Descrição dos casos de uso.

Ator	Descrição
Administrador	Responsável pelo gerenciamento da plataforma (atualizações, inserção e eliminação de informações do banco de dados).
Colaborador	Usuários principais da aplicação. É permitido a visualização das informações inseridas pelo administrador do sistema e outros usuários, poderá inserir informações relativas a ocorrências de deslizamentos e alagamentos, descrevendo-as e determinando o local de ocorrência.
Usuário Comum	Permitido a visualização dos dados sobre a plataforma.

Fonte: Autor (2022).

Os atores “Administrador” e “Colaborado” possuem ações de validação na aplicação, para que assim possam ser registrados e realizarem ações conforme suas atribuições. Na validação do ator “Administrador”, o sistema solicita o Login e Senha ao ator, e os dados informados são validados e liberado o acesso para as ações identificadas na Figura 1. Na validação do ator “Colaborador”, o sistema também solicita o Login e Senha ao este ator, e com os dados validados é liberado o acesso as ações do ator “Colaborador”. A Tabela 2 apresenta uma descrição de cada ação relacionada aos atores no Diagrama de caso de uso apresentado na Figura 1.

Tabela 2 – Descrição das ações previstas no Diagrama de casos de uso.

Ação	Descrição
Cadastrar-se	Permite ao usuário comum realizar cadastro no sistema, podendo assim tornar-se um usuário Colaborador.
Registrar-se	Realiza o registro no sistema, para identificação do usuário Colaborador ou Administrador, atribuindo assim as devidas permissões de atividades no sistema.
Atualizar plataforma	O usuário Administrador pode realizar alterações na aplicação, como inserir informações de relevância para a plataforma, entre outras decisões de gerenciamento.
Visualizar dados	Acesso ao mapa e aos dados de contribuição realizados na aplicação.
Editar dados	Permite a edição de dados de contribuição realizados na aplicação.
Gerenciar usuários	Permite definir outros usuários cadastrados como administradores e realizar edições de cadastros de usuários.

Fonte: Autor (2022).

2.2. Construção da aplicação

Para a construção da aplicação web, optou-se pela utilização de um *framework*. A vantagem da utilização de *frameworks* em programação computacional é a disponibilidade de um acervo de ferramentas disponíveis que agilizam a realização de aplicações previstas pelo *framework*. Essas ferramentas pré-disponíveis podem ser aproveitadas no desenvolvimento de aplicações, diminuindo assim a quantidade de codificação necessária para a criação de determinadas funções a serem disponibilizadas na aplicação.

O Django é um *framework* escrito em Python, criado por Adrian Holovaty em 2005, bastante popular e voltado especialmente para a aplicações web com código claro e fácil. Entre as vantagens de sua utilização é a de possuir diferentes módulos desenvolvidos por diferentes colaboradores, que são disponibilizados gratuitamente para que eles façam parte de novas aplicações de forma rápida e segura. Utilizou-se para o desenvolvimento desta aplicação a versão 2.2 do *framework* Django. Este *framework* oferece uma interface administrativa padrão, montada de acordo com as classes Python definidas pelo usuário e seus respectivos atributos, que são declarados no banco de dados pelo Django.

Alguns conceitos importantes para a utilização deste framework são necessários, como, por exemplo, a estrutura padronizada que a maioria das aplicações web utilizam e que auxiliam no desenvolvimento de aplicações, minimizando

assim erros no acoplamento do banco de dados, interface e lógica de negócios. Tal estrutura é denominada de *Model-View-Controller* (MVC). De acordo com documentação oficial do Django (DJANGO, 2020), o padrão MVC, constitui-se como:

- a) *Model* (M): é responsável por realizar a interface entre o banco de dados e a aplicação. Nesta camada são desenvolvidas as regras de negócios que se aplicam ao banco de dados;
- b) *View* (V): É o que se pode ver no navegador web a partir de uma aplicação;
- c) *Controller* (C): É o que se pode ver no navegador web a partir de uma aplicação MVC. A camada *Controller* é responsável por realizar a ligação entre o *Model* e a *View*. Utiliza lógica para extrair as informações necessárias do banco de dados e passa-las para as *Views*.

O Django utiliza o padrão MVC para a construção de aplicações web, porém possui uma lógica de implementação própria. O *Model* são as classes Python declaradas no arquivo “Models.py”, as quais interagem diretamente com o banco de dados. A operação do Controller é realizada por dois arquivos, “Views.py”, onde declaram-se todas as funções Python e o arquivo de mapeamento de requisição nomeada de “urls.py”. A interação entre as funções Python e o banco de dados é apresentada por meio de templates. Devido a esta configuração, considera-se que o Django possui um modelo interno denominado de MTV (*Model-Template-Views*). Na Figura 2 pode-se observar a estrutura básica MTV de funcionamento do Django (DJANGO, 2020).

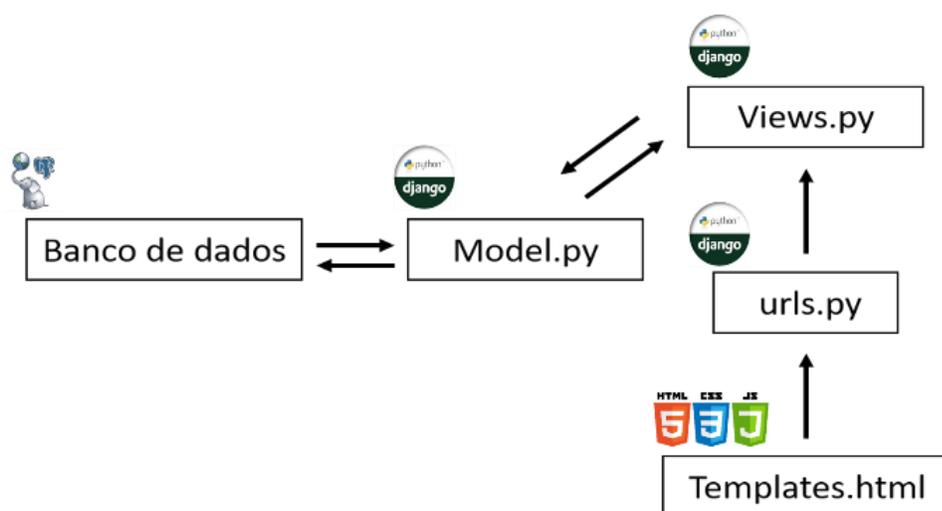


Figura 2 – Diagrama de funcionamento da estrutura MTV.

Fonte: Autor (2022).

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) escolhido para ser utilizado na aplicação foi o PostgreSQL em conjunto com sua extensão para dados geoespaciais PostGIS. Essa escolha busca atender a integração dos dados com o *framework* Django, pois este possui fácil integração com o SGBD escolhido, permitindo seu uso tanto como banco de dados gerenciador da aplicação desenvolvida, como para o armazenamento dos dados geoespaciais que serão contribuídos na aplicação. O SGBD PostgreSQL e sua extensão PostGIS são softwares *Open-source*, com ampla adesão pela comunidade de desenvolvimento de aplicações geoespaciais. Foram utilizados a versão 9.6 do PostgreSQL e a versão 2.3 do PostGIS nesta aplicação.

Para a visualização e utilização de dados geoespaciais dentro da aplicação a ser desenvolvida, adotou-se a utilização da biblioteca JavaScript Leaflet. O Leaflet (LEAFLET, 2020) é uma biblioteca *Open-source* para mapas iterativos desenvolvido pelo ucraniano Volodymyr Agafonkin em 2011. O Leaflet foi projetado com simplicidade, alta performance e usabilidade, possuindo uma grande quantidade de ferramentas para a criação de aplicações geoespaciais. A versão utilizada nesta aplicação da biblioteca Leaflet foi a 1.6. Esta biblioteca trabalha a partir de um mapa base, sobre o qual o desenvolvedor ou o próprio usuário da aplicação pode inserir novas camadas de arquivos georreferenciados. Suporta diferentes formatos de arquivos, como camadas *Web Mapping Service* (WMS), camadas GeoJSON, camadas vetoriais e rasters.

A aplicação web a ser desenvolvida visa o mapeamento de ocorrências de deslizamentos e alagamentos na cidade de Nova Friburgo. As ferramentas utilizadas para seu desenvolvimento, todas de software livre, foram: i) o *framework* Python Django; ii) Sistema Gerenciador de Banco de dados PostgreSQL e sua extensão espacial PostGIS; e iii) biblioteca de mapas Leaflet.

A partir da interface da aplicação o usuário poderá inserir novas ocorrências e visualizar aquelas inseridas anteriormente. O servidor web será responsável pela comunicação entre o banco de dados e requisições realizadas pelos usuários. Devido ao trabalho ser realizado em uma plataforma de teste, a aplicação web foi desenvolvida em um servidor local, dispensando o acesso à internet para sua compilação. Os dados foram armazenados em um banco de dados geográfico, utilizando-se o pgAdminIII. O desenvolvimento da aplicação foi realizado em ambiente Linux, com sistema operacional Ubuntu 18.04, utilizando a ferramenta de virtualização VirtualEnv, utilizada para a criação de um ambiente virtual isolado para o desenvolvimento deste projeto.

3. Resultados e discussão

Essa seção tem por finalidade a apresentação da plataforma desenvolvida para o mapeamento colaborativo de áreas de risco no município de Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Para o desenvolvimento da plataforma, foram criadas quatro funcionalidades distintas: i) Login de usuário; ii) cadastro de usuário; iii) formulário para inserção dos dados; e iv) consulta e visualização dos dados sobre o mapa digital. A arquitetura do sistema pode ser observada na Figura 3.

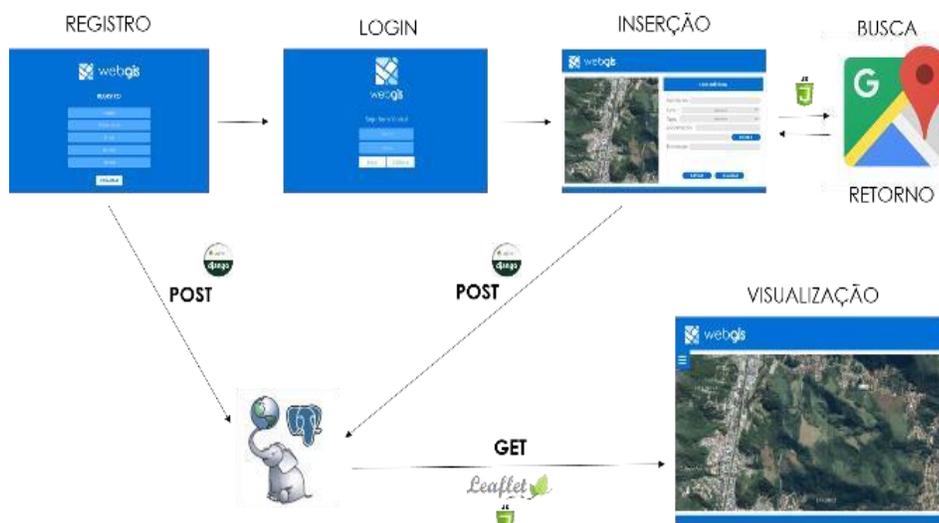


Figura 3 – Arquitetura da aplicação proposta.

Fonte: Autor (2022).

Para realizar uma colaboração, o usuário deverá realizar o login no sistema caso já possua cadastro, caso contrário, deverá se cadastrar na página “Registro”, dispondo as seguintes informações: nome; sobrenome; e-mail; nome de usuário; e senha. Após este cadastro, o usuário está apto à realização do login. Após o cadastro na página “Registro”, o usuário será automaticamente redirecionado para a página “Login”, na qual deverá ser inserido o nome de usuário e sua senha para que se possa acessar a página de inserção de dados da plataforma.

Ao realizar o acesso por usuário cadastrado via “Login”, o usuário poderá realizar a inserção de novas ocorrências de casos de alagamentos e escorregamentos no perímetro do município de estudo. A partir da interface apresentada, observa-se que o usuário poderá inserir os dados relacionados ao tipo de ocorrência. Devido a utilização de código de JavaScript e o API do Google, o usuário poderá inserir os dados a partir da movimentação do ícone de posição localizado sobre a base do mapa ou a partir da inserção do endereço no formulário de ocorrências e automaticamente é realizada a localização da ocorrência sobre o mapa. A página “Inserção”, utilizada para a inclusão de informações colaborativas pode ser observada na Figura 4.

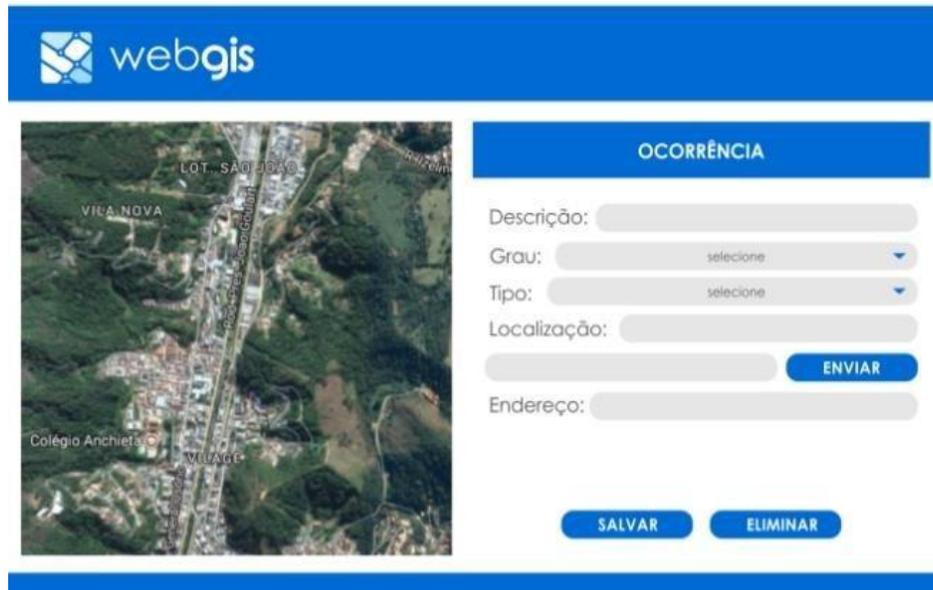


Figura 4 – Página de inserção de informação.
Fonte: Autor (2022).

Ao clicar sobre o botão “Salvar”, os dados informados serão adicionados ao banco de dados. Todas as informações inseridas podem ser visualizadas na página principal da aplicação. Para a visualização dos dados sobre a base do mapa, utilizou-se a biblioteca Leaflet. Além da inserção dos dados provenientes da colaboração dos usuários foram inseridos outros dados geográficos sobre a plataforma, obtidos no site da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, os quais podem ser visualizados por meio do painel responsável por habilitar e desabilitar as camadas do mapa. Os ícones para a representação das ocorrências foram desenvolvidos com o intuito de serem simples, de fácil separação e identificação.

Foram criadas quatro classes de símbolos: Sirenes de alerta, ocorrências de enchurradas, de deslizamentos e de alagamentos que podem ser observados na Figura 5. Estas classes e suas respectivas simbologias foram criadas como teste para a aplicação inicialmente buscando atender as principais necessidades observadas em noticiários referentes a riscos e vulnerabilidades urbanas, entretanto será possível a criação de novas classes e simbologias por parte do usuário Administrador na aplicação. Na Figura 6 é ilustrada a página principal da aplicação com exemplo de contribuições fictícias com base nas classes apresentadas, utilizadas para testes de visualização.



Figura 5 – Símbolos pictóricos para a representação das classes: (a) Sirenes de alerta (b) Alagamentos (c) Enchurrada (d) Deslizamentos.
Fonte: Autor (2022).

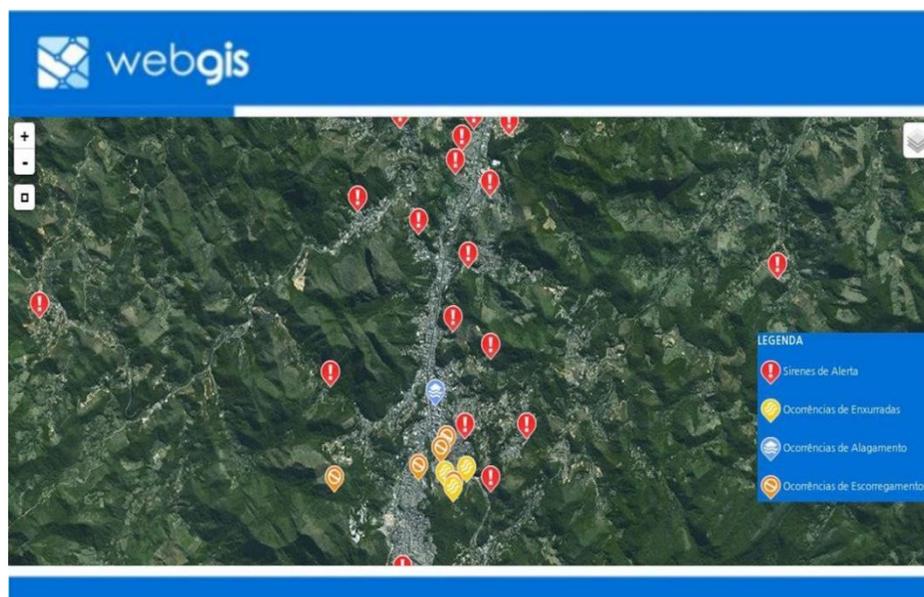


Figura 6 – Exemplificação de Dados inseridos na plataforma.
Fonte: Autor (2022).

Com a aplicação em fase inicial e a realização de um primeiro protótipo de testes, é possível a realização de pesquisas com usuários, buscando assim atender as necessidades destes em relação ao conteúdo da plataforma. A usabilidade da aplicação desenvolvida também pode ser melhorada com a aplicação de testes com usuários. Em plataformas colaborativas de VGI a usabilidade é apontada como fator a contribuir com a participação do usuário na colaboração de dados (PICANÇO JR., DELAZARI, 2016). Além disto, conforme apontam Lima et al. (2020), o desenvolvimento de aplicações geoespaciais com práticas de *User Centred Design* (UCD), isto é, com a participação do usuário nas fases de desenvolvimento da aplicação, pode favorecer a melhoria da aplicação, tornando-a mais atrativa a seus usuários-alvo.

4. Considerações finais

Observou-se com o desenvolvimento da aplicação que a elaboração de uma aplicação web de mapeamento colaborativo apresenta diversos desafios, entre técnicos e conceituais. Buscou-se aproveitar de ferramentas existentes, como as bibliotecas e frameworks citados, para contornar a complexidade técnica computacional, entretanto mesmo estas ferramentas apresentam certa necessidade de maior grau de conhecimento. A complexidade se dá, entre outras apresentadas, à necessidade de se relacionar diferentes linguagens computacionais para a realização de uma única aplicação, como exemplo o conhecimento das linguagens utilizadas neste trabalho e conhecimentos suficientes em banco de dados.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foi possível amadurecer ideias do contexto do mapeamento colaborativo, como questões relacionadas ao se buscar traduzir o conhecimento leigo para um aproveitamento técnico. Além disso, muitos dos passos relacionados à construção da plataforma foram sendo modificados de acordo com os obstáculos encontrados no decorrer do trabalho, encontrando soluções, e conseqüentemente aprendizados para a resolução dos problemas de forma eficaz.

Em relação ao mapeamento colaborativo, observa-se o potencial de sua utilização, principalmente como auxílio à gestão urbana, uma vez que seus próprios cidadãos poderão fomentar esta plataforma com dados atualizados. No contexto da interface da plataforma, os desafios observados em relação a sua melhor adequação em relação às necessidades do usuário podem ser aprofundadas com estudos de usabilidade da aplicação criada. Este tipo de análise não fez parte do escopo do presente trabalho, mas pode ser aprofundado em trabalhos futuros, com análises de estudo de caso da aplicação criada.

No estudo de caso em específico, o município de Nova Friburgo sofre todos os anos com pontos de alagamento e deslizamentos, aos quais não se apresentam um acompanhamento destes dados, relacionado aos locais e a quantidades de ocorrências, disponíveis à população. Mapeando-se tais pontos, e verificando suas ocorrências, a administração do

município poderá realizar estudos e operações onde há propensão a alagamentos e escorregamentos, permitindo assim um melhor planejamento para a resolução dos problemas causados por tais acontecimentos. E em posse destas informações, a população poderá monitorar e controlar estas soluções.

Marchezini et al. (2017) apontam as oportunidades de uso de VGI para o mapeamento de áreas de risco, com a participação da comunidade científica e integração da sociedade. Entretanto observou-se também uma lacuna na literatura quanto a criação de aplicações VGI com intuito de prevenção de desastres, conforme apontam Oliveira et al. (2018). Assim, com este trabalho espera-se que novas iniciativas possam surgir a fim de atender a demanda destas questões em municípios brasileiros com potenciais locais de risco. Deseja-se como continuação deste trabalho, analisar outros aspectos da plataforma, como o estudo de sua usabilidade, análise da adequação dos símbolos pictóricos utilizados, assim como a eficiência obtida por parte de sua utilização pela administração pública.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelas bolsas de pós-graduação no programa PPGCG da UFPR.

Referências

- ALBUQUERQUE, João Porto de; HERFORT, Benjamin; ECKLE, Melanie. The tasks of the crowd: A typology of tasks in geographic information crowdsourcing and a case study in humanitarian mapping. *Remote Sensing*, v. 8, n. 10, p. 859, 2016.
- BANCO MUNDIAL. *Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro* - Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. 2012
- BRAVO, João Vitor Meza; SLUTER, Claudia Robbi. O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas (*Collaborative Mapping: its emergence, characteristics and how does it work*). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 5, p. 1902-1916, 2018.
- DJANGO. *The web framework for perfectionists with deadlines*. Disponível em: <https://www.djangoproject.com/> . Acesso em: 20/09/2020.
- FAZELI, Hamid Reza et al. A study of volunteered geographic information (VGI) assessment methods for flood hazard mapping: A review. *Jurnal Teknologi*, v. 75, n. 10, 2015.
- GOODCHILD, M. F. (2007) "Citizens as sensors: the world of volunteered geography" *GeoJournal*, v. 69, p. 211-221.
- HAKLAY, M. (2013) "Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation". *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. Berlin: Springer. p. 105-122.
- HORITA, Flávio EA et al. Development of a spatial decision support system for flood risk management in Brazil that combines volunteered geographic information with wireless sensor networks. *Computers & Geosciences*, v. 80, p. 84-94, 2015.
- HORITA, Flávio Eduardo Aoki et al. The use of volunteered geographic information (VGI) and crowdsourcing in disaster management: a systematic literature review. *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*, Chicago, Illinois, August 15-17, 2013.
- LEAFLET. *Leaflet - an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps*. Disponível em: <http://leafletjs.com/> . Acesso em: 28/09/2020.
- LIMA, Marciano da Costa et al. Development of A Webgis for University Campus Using an Approach Based on User-Centred Design Techniques. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 27, 2021.
- MARCHEZINI, Victor et al. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 1, p. 107-128, 2017.
- OLIVEIRA, G. A.; BRITO, Patrícia Lustosa; SANTOS, S. M. Mapeamento de riscos hidrológicos utilizando Informações Geográficas Voluntárias: Estudo de caso no município de Riachão do Jacuípe-Bahia. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 01, p. 297-311, 2018.

PICANÇO JR, Péricles Luiz; DELAZARI, Luciene Stamato. Avaliação Da Usabilidade De Interfaces De Sistemas VGI Na Tarefa De Inserção De Feições. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 22, n. 3, p. 492-510, 2016.

RESTREPO-ESTRADA, Camilo et al. Geo-social media as a proxy for hydrometeorological data for streamflow estimation and to improve flood monitoring. *Computers & Geosciences*, v. 111, p. 148-158, 2018.

ZOOK, Matthew et al. Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: a case study of the Haitian earthquake. *World Medical & Health Policy*, v. 2, n. 2, p. 7-33, 2010.