

LUCAS FOURAUX DORIGUETO

**UM FRAMEWORK PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE
GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE DESASTRES VOLTADO PARA
DESLIZAMENTO DE TERRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Jugurta Lisboa Filho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

D697f
2021

Dorigueto, Lucas Fouraux, 1996-
Um framework para desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de informações de desastres voltado para deslizamento de terra / Lucas Fouraux Dorigueto. – Viçosa, MG, 2021.

76 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Jugurta Lisboa Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Desastres - Processamento de dados. 2. Deslizamento (Geologia). 3. Sistemas de informação geográfica.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Informática. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

II. Título.

CDD 22. ed. 005.74

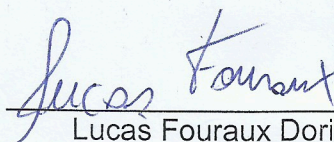
LUCAS FOURAUX DORIGUETO

**UM FRAMEWORK PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE
GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE DESASTRES
VOLTADO PARA DESLIZAMENTO DE TERRA**

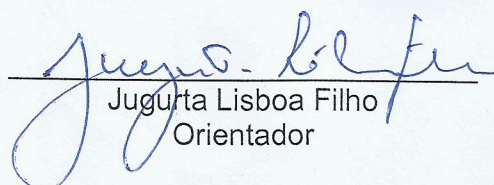
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de maio de 2020.

Assentimento:



Lucas Fouraux Dorigueto
Autor



Jurgita Lisboa Filho
Orientador

A Deus, minha família, orientadores e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar aonde cheguei, pela sabedoria nos momentos difíceis, por me mostrar o caminho na hora certa, agradeço por tudo o que passei e pelo que ainda está por vir.

A minha família por sempre me apoiar e sonhar junto comigo no caminho por uma educação melhor, meu pai, por sempre servir de modelo como ser humano, minha mãe por todo amor e carinho durante o percurso até aqui, e meus avós, que apesar das dificuldades sempre fizeram o seu melhor.

Aos meus amigos pelos conselhos, diversão, e parceria nos momentos difíceis. À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de novas amizades e obtenção de conhecimento, juntamente com a estrutura oferecida aos alunos.

A todos os meus professores, desde o primário até o mestrado, principalmente aos meus dois orientadores acadêmicos: Sergio Murilo Stempluc, meu amigo e orientador da graduação, que sempre me encorajou a seguir na vida acadêmica; e Jugurta Lisboa Filho, que me guiou durante o mestrado.

E por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que através da concessão da bolsa, me permitiu concentrar tempo e energia para a elaboração e finalização da pesquisa.

RESUMO

DORIGUETO, Lucas Fouraux, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2021. **Um framework para desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de informações de desastres voltado para deslizamento de terra.** Orientador: Jugurta Lisboa Filho.

Desastres naturais são responsáveis por ceifar vidas de 60.000 pessoas por ano, além de levarem cerca de 26 milhões de pessoas a pobreza. Apesar de serem inevitáveis, o impacto e perdas que um desastre natural consegue causar pode ser reduzido através do gerenciamento efetivo de desastres. Com a ascensão da WEB 2.0, foi possível a construção de sistemas colaborativos, isto é, sistemas em que pessoas podem contribuir a fim de alcançar um objetivo em comum, tais sistemas têm sido usados para ajudar na tomada de decisões e auxiliar na análise de emergências ou desastres, uma vez que, informação geográfica precisa e de fácil acesso é crucial para a tomada de decisões em situações emergenciais. Porém, um dos principais obstáculos em Sistemas de Gerenciamento de Informação de Desastres (SGID) é a falta de padronização dos dados, o que dificulta a interoperabilidade entre sistemas, além disso, poucos sistemas voltados para o gerenciamento de desastres utilizam algum padrão em sua arquitetura. Esta dissertação descreve o *LapsusVGI*, um framework voltado para o desenvolvimento de SGID específico para eventos relacionados a deslizamento de terra. O *LapsusVGI* utiliza dados espaciais obtidos de fontes oficiais integrados com dados obtidos de sistemas de coleta de Informação Geográfica Voluntária (VGI). Além disso, foi construído em conformidade com padrões internacionais voltados à interoperabilidade e gerenciamento de situações de emergência, com o intuito de auxiliar gestores na tomada de decisões, além de auxiliar a comunidade em momento de emergências. Para avaliar a funcionalidade do framework proposto, foi desenvolvido o *LapsusTerra*, um SGID para uso em eventos de risco ou rompimento de barragens, o qual foi utilizado em um estudo de caso sobre as barragens da cidade de Barão de Cocais, em Minas Gerais.

Palavras-Chave: Sistemas de Gerenciamento de Informação de Desastres. Deslizamento de Terra. Interoperabilidade. Informação Geográfica Voluntária.

ABSTRACT

DORIGUETO, Lucas Fouraux, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2021. **A framework for the development of disaster information management systems aimed at landslides.** Advisor: Jugurta Lisboa Filho.

Natural disasters are responsible for claiming the lives of 60,000 people a year, in addition to driving about 26 million people into poverty. Although unavoidable, the impact and losses that a natural disaster can cause can be reduced through effective disaster management. With the rise of WEB 2.0, it was possible to build collaborative systems, that is, systems in which people can contribute in order to achieve a common goal, such systems have been used to help in decision making and assist in the analysis of emergencies or disasters, since accurate and easily accessible geographic information is crucial for decision-making in emergency situations. However, one of the main obstacles in Disaster Information Management Systems (DIMS), is the lack of data standardization, which makes interoperability between systems more difficult, in addition, few systems focused on disaster management use any pattern in their architecture. This work presents *LapsusVGI*, a framework focused on the agile development of Landslide Information Management Systems, with a focus on VGI, which was built based on international standards aimed at interoperability and management of emergency situations, with in order to assist managers in making decisions, in addition to assisting the community in times of emergencies. To validate the proposed framework, *LapsusTerrae* was developed, a DIMS based on *LapsusVGI*, together with a case study on the dams in the city of Barão de Cocais.

Keywords: Disaster Information Management Systems. Landslide. Interoperability. Volunteered Geographic Information.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I

- Figura 1. Módulos e Componentes *LapsusVGI*.....21
Figura 2. Layout do Mapa de Rotas e Evacuação conforme diretrizes ISO 22327. ...23

Artigo II

- Figura 1. Diagrama de classes UML das notificações EMSI32
Figura 2. Formulário para coleta de VGI33
Figura 3. Layout do Mapa de Rotas e Evacuação conforme diretrizes ISO 22327 ...35
Figura 4. Parte do esquema conceitual *LapsusVGI*36
Figura 5. Fluxo das etapas dos registros do sistema38
Figura 6. Município e barragens de Barão de Cocais40
Figura 7. Linha do tempo das barragens de Barão de Cocais41
Figura 8. Exportação XML das notificações EMSI e dados importados na ferramenta QGIS43

Dissertação

- Figura 1. Principais entidades EMSI48
Figura 2. Relacionamentos e entidades relacionados à entidade “context”49
Figura 3. Relacionamentos e entidades relacionados às entidades “event” e “etype”50
Figura 4. Relacionamentos e entidades relacionados à entidade “event”51
Figura 5. Relacionamentos e entidades relacionados à entidade “event”52
Figura 6. Interface base para registros de colaborações e notificações EMSI.....53
Figura 7. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Informações Gerais).55
Figura 8. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Anexos).56
Figura 9. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Vítimas).57
Figura 10. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Evacuação)...57
Figura 11. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Informações Adicionais).....58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGORA	A Geospatial Open collaboRative Architecture for Building Resilience against Disasters and Extreme Events
EMSI	Message Structure for Exchange of Information (Estrutura de Mensagens para Troca de Informações)
GEOINFO	Simpósio Brasileiro de Geoinformática
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISCRAM	International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (Conferência Internacional Sobre Sistemas de Informação para Resposta e Gestão de Crises)
ISO	International Organization for Standardization
MVC	Model-View-Controller
OGC	Open Geospatial Consortium
OSM	OpenStreetMap
PAEBM	Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração
SE	Symbology Encoding
SGID	Sistema de Gerenciamento de Informação de Desastres
SMS	Short Message Service
SLD	Style Layer Descriptor
UML	Unified Modeling Language
USGS	United States Geological Survey
VGI	<i>Volunteered Geographic Information</i>
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivos.....	13
1.2	Organização da Dissertação	13
2	ARTIGOS CIENTÍFICOS	15
2.1	ARTIGO I: <i>LapsusVGI</i> : um framework para Sistemas de Gerenciamento de Informação sobre Deslizamento de Terra	16
2.1.1	Introdução.....	16
2.1.2	Trabalhos Relacionados	18
2.1.3	Padrões para Interoperabilidade e Gerenciamento de Emergências	18
2.1.4	Conclusões Framework LapsusVGI	19
2.1.5	Conclusões e Trabalhos Futuros	23
2.2	ARTIGO II: A Framework for Landslide Information Management Systems Development.....	26
2.2.1	Introduction.....	26
2.2.2	Related Work.....	28
2.2.3	Standards for Emergency and Interoperability Management.....	29
2.2.4	Framework LapsusVGI	30
2.2.5	Experiment: The DIMS-LapsusTerraes System	37
2.2.6	Case Study: Barão de Cocais-MG.....	38
2.2.7	Conclusion.....	43
3	RECURSOS ADICIONAIS <i>LAPSUSVGI</i>.....	47
3.1	Modelo Relacional Notificações EMSI	47
3.2	Exemplo de cadastro de notificações EMSI	53
4	CONCLUSÕES GERAIS	59
	REFERÊNCIAS.....	61
	APÊNDICE A – Resumo estendido	64
	Introdução	64
	O Sistema DIMS-LapsusTerraes	65
	Conclusões	67
	Agradecimentos	67

Referências.....	67
APÊNDICE B – Tutorial de Instalação do LapsusTerra VGI.....	69
Instalação Xampp	69
Configuração MySQL.....	70
Instalação Geoserver	71
ANEXO A – Habilitar camadas importantes OpenStreetMap.....	72
Exportar Dados da plataforma OSM	72
Instalando Python e plugins	73
Gerando Shapefiles e GeoJSON	74

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento de protocolos que permitem a interação entre usuários e banco de dados dos servidores através de sistemas Web, foi possível a criação de sites que podem ser mantidos com pouca moderação de seus donos, uma vez que a maior parte do conteúdo pode ser gerado pelos usuários. Quando este conteúdo possui algum componente de localização espacial, o mesmo é classificado como Informação Geográfica Voluntária (GOODCHILD, 2007).

Deste modo, foi possível a criação de software colaborativos (*groupware*), que segundo Ellis et al. (1991) são sistemas que através de um ambiente compartilhado, permite que seus usuários alcancem um determinado objetivo. Sistemas de software colaborativos têm sido usados para ajudar na tomada de decisões e auxiliar na análise de emergências ou de desastres. Por exemplo, o sistema de coleta de VGI Ushahidi (USHAHIDI, 2019) foi utilizado após o terremoto que ocorreu no Haiti no ano de 2010.

Segundo Ritchie e Roser (2019), somente desastres naturais matam em média 60.000 pessoas por ano, o que representa cerca de 0.1% das mortes globais. Além de causarem 520 bilhões de dólares em perdas, e de levarem 26 milhões de pessoas a pobreza por ano (BANCO MUNDIAL, 2016). No Brasil, 59.4% dos 5.570 municípios não possuem nenhum plano de gestão de risco para desastres.

Apesar de muitas vezes serem inevitáveis, segundo Baharin et al. (2009), o impacto e perdas que um desastre natural consegue causar pode ser reduzido através do gerenciamento efetivo de desastres e, de acordo Giardino et al. (2012), informação geográfica precisa e de fácil acesso é crucial para a tomada de decisões em operações humanitárias.

Além disso, o uso de sistemas colaborativos e Sistemas de Gerenciamento de Informações de Desastres (SGID) para auxiliar na análise de desastres e tomada de decisões pode ajudar governos e instituições a economizarem recursos financeiros, além de auxiliar na preservação de vidas humanas. Segundo Ryou e Choi (2006), SGID são sistemas usados para apoiar a integração de ações de diferentes órgãos e instituições quando há ocorrência de catástrofes.

Ainda, segundo com Ryoo e Choi (2006), um dos principais obstáculos em SGID é a falta de padronização nos dados. Porém, mesmo que a maioria dos sistemas colaborativos não apresentem a utilização de padrões em sua arquitetura, há diversos padrões voltados para situações de emergência. Segundo Lau et al. (2017), em 2017 havia 102 padrões relevantes para aumentar a resiliência de desastres, somente na área de tecnologia de informação.

Conforme um levantamento referente ao período de três anos realizado por Tavares et al. (2018), foram identificados apenas onze sistemas colaborativos voltados para o gerenciamento de ações de emergências, dentre eles: sistemas colaborativos que atuam com redes sociais, afim de auxiliar na comunicação durante o período de emergência (MARESH-FUEHRER; SMITH, 2016); sistemas que utilizam realidade aumentada para ajudar em situações de emergências (GILLIS et al., 2016); sistemas que visam diminuir o tempo de resposta a acidentes de trânsito através do uso de dispositivos IoT (*Internet of Things*) (CHEN; ENGLUND, 2018); e sistemas que são construídos com o intuito de fornecer e compartilhar dados sobre emergências, provindos de múltiplos sistemas e instituições (NEUBAUER et al., 2017).

Porém, apenas dois dos onze sistemas presentes no levantamento cobrem as três etapas em uma situação emergencial (pré, durante e pós evento), que são responsáveis por cobrir, respectivamente: o período de mitigação e preparação, isto é, momento voltado para o planejamento e preparação de uma possível emergência; momento voltado para a resposta do evento, ou seja, se refere etapas necessárias para salvar vidas, recursos materiais, redução de riscos; pós evento se refere às ações sociais e reconstrução do local afetado, com o intuito de restaurar a área ao mais próximo do seu estado anterior. Porém, nenhum dos dois sistemas identificados que cobrem todas as etapas adotam algum tipo de padrão em sua arquitetura (TAVARES et al., 2018). Além disso, durante o período da revisão bibliográfica, não foram encontrados sistemas que utilizassem todos os padrões de gerenciamento e desastres mencionados neste trabalho.

Devido à variedade de situações de emergência possíveis, este trabalho irá focar nas situações emergenciais voltadas para rompimento de barragens e deslizamento de terra, podendo ser de causa natural ou humana. A escolha deste tipo de ocorrência se deu por estes problemas serem recorrentes no Brasil. Segundo o IBGE (2018), 15% dos municípios já foram atingidos por deslizamento de terra (IBGE,

2018), além de que vários municípios contam com um histórico de rompimentos de barragens, como recentemente os ocorridos nos municípios mineiros de Mariana e Brumadinho.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é propor um framework para permitir o desenvolvimento de SGID, utilizando VGI como fonte complementar de dados. O framework deve seguir padrões internacionais voltados à interoperabilidade e gerenciamento de situações de emergências. O foco do SGID será em situações de deslizamentos de terra e rompimento de barragens, com o intuito de amparar gestores na tomada de decisão, além de auxiliar a comunidade em momentos de emergência.

Os objetivos específicos são:

1. Identificar os principais padrões voltados a interoperabilidade e gerenciamento de situações de emergências, principalmente os padrões voltados para situações de deslizamento de terra e rompimento de barragens;
2. A partir dos padrões identificados na etapa anterior, desenvolver um framework com foco em VGI para ser utilizado no desenvolvimento de Sistemas de Gerenciamento de Informação de Desastres;
3. A partir do framework obtido no passo anterior, desenvolver um Sistema de Gerenciamento de Informação de Deslizamento de Terra;
4. Aplicar um estudo de caso para verificar as funcionalidades, interoperabilidade, funcionamento do framework proposto e do sistema desenvolvido.

1.2 Organização da Dissertação

Essa dissertação foi elaborada como uma coletânea de artigos produzidos durante a pesquisa. Foram produzidos dois artigos, o primeiro foi publicado no Brazilian Symposium on Geoinformatics (GeoInfo'2020), uma conferência anual para explorar pesquisa em andamento, e o desenvolvimento de aplicações inovadoras na ciência da informação geográfica e áreas relacionadas (GEOINFO, 2020).

O segundo artigo foi aceito na International Conference on Information Systems for Crises Response and Management (ISCRAM'2021), uma conferência focada em sistemas de informação para gestão de crises e desastres, inclui apresentações sobre mídia social em situações de crise, sistemas de apoio a decisão, planejamento e análise de risco, sistemas inteligentes e sistemas de informação geográfica (ISCRAM, 2021).

O Capítulo 2 contém dois artigos resultantes da pesquisa. O primeiro artigo, intitulado "*LapsusVGI*: um framework para Sistemas de Gerenciamento de Informação sobre Deslizamento de Terra", publicado no GeoInfo'2020, teve como objetivo apresentar os principais conceitos do *LapsusVGI*, um framework para o desenvolvimento de sistemas gerenciadores de informações de deslizamento de terra.

O segundo artigo, intitulado "A Framework for Landslide Information Management Systems Development", aceito na ISCRAM'2021, apresenta de forma mais detalhada os conceitos do framework *LapsusVGI*, além do sistema *LapsusTerrae*, um sistema criado a partir do framework *LapsusVGI*, juntamente com um estudo de caso sobre as barragens que tiveram em situação de alto risco de rompimento, localizadas no município de Barão de Cocais-MG.

No Capítulo 3 são apresentados recursos importantes que estão presentes dentro da estrutura do *LapsusVGI*, porém, que não foram apresentados nos artigos devido à limitação do número de páginas e/ou palavras definidos por cada evento.

No Capítulo 4 são apresentadas as conclusões gerais do trabalho juntamente com a discussão sobre os resultados e objetivos alcançados, além de possíveis trabalhos futuros.

O Apêndice A contém um resumo estendido publicado na seção de demonstração de software do GeoInfo'2020. Este resumo apresenta brevemente algumas características do sistema *LapsusTerrae*, um sistema construído a partir do framework *LapsusVGI*, enquanto o Apêndice B contém instruções para realizar a instalação do sistema *LapsusTerrae*.

2 ARTIGOS CIENTÍFICOS

Este capítulo contém os artigos resultantes da pesquisa. O primeiro artigo com o título “LapsusVGI: um framework para Sistemas de Gerenciamento de Informação sobre Deslizamento de Terra”, foi publicado no 21º Brazilian Symposium on Geoinformatics (GeoInfo), que normalmente é realizado em São José dos Campos – SP, porém, devido a pandemia causada pelo COVID-19, excepcionalmente no ano de 2020, a conferência foi realizada online, durante os dias trinta de novembro e três de dezembro.

O Segundo artigo, intitulado “A Framework for Landslide Information Management Systems Development”, foi aceito na 18ª International Conference on Information Systems for Crises Response and Management (ISCRAM), porém, assim como no caso do GeoInfo, a conferência será online, entre os dias 23 e 27 de maio de 2021.

A primeira publicação apresenta os principais conceitos do *LapsusVGI*, um framework voltado para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de informações de deslizamento de terra. Enquanto o segundo aborda com maior profundidade o framework *LapsusVGI*, juntamente com o sistema *LapsusTerra*, além de apresentar um estudo de caso das barragens situadas em Barão de Cocais, para demonstrar a interoperabilidade e as funcionalidades do framework.

2.1 ARTIGO I: *LapsusVGI*: um framework para Sistemas de Gerenciamento de Informação sobre Deslizamento de Terra

Lucas F. Dorigueto, Carlos H. T. Brumatti, Jugurta Lisboa-Filho

In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA (GEOINFO), 21, 2020, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: MCTIC/INPE, 2020. p. 264-269.

RESUMO

Informação Geográfica Voluntária (VGI) tem grande potencial para contribuir com a coleta de dados em situações de emergência e de ajuda humanitária. VGI integrado à Sistemas de Gerenciamento de Informação de Desastres (DIMS) pode auxiliar o gestor na tomada de decisões. Porém, a não adoção de padrões dificulta o compartilhamento de dados e a usabilidade de DIMS, podendo ser mais crítico com a integração de VGI coletada sem o uso de padrões. Este trabalho apresenta um framework totalmente padronizado e interoperável, que integra dados oficiais e VGI para auxiliar na implementação de DIMS focado em deslizamento de terra e rompimento de barragens.

ABSTRACT

Voluntary Geographic Information (VGI) has great potential to contribute to data collection in emergency and humanitarian aid situations. VGI integrated with Disaster Information Management Systems (DIMS) can assist the manager in making decisions. However, failure to adopt standards makes data sharing and DIMS usability difficult, and may be more critical with the integration of VGI collected without the use of standards. This work presents a fully standardized and interoperable framework, which integrates official data and VGI to assist in the implementation of DIMS focused on landslides and dam break.

2.1.1 Introdução

Segundo Ellis, Gibbs e Rein (1991), sistemas de software colaborativos possibilitam que um grupo de pessoas alcancem um determinado objetivo, por meio de uma interface que permita aos usuários utilizarem um ambiente de software

compartilhado (groupware). Neste contexto, sistemas de Informação Geográfica Voluntária (VGI) são sistemas colaborativos nos quais os usuários colaboram com dados associados a uma localização espacial (Goodchild, 2007). Essa categoria de sistema tem sido utilizada para auxiliar na tomada de decisões em situações de emergências ou desastres. Por exemplo, o sistema Ushahidi, de coleta de VGI, foi utilizado após o terremoto ocorrido no Haiti em 2010 (Ushahidi, 2019).

Sistemas de Gerenciamento de Informações de Desastres (DIMS) são sistemas usados para apoiar a integração de ações de diferentes órgãos e instituições quando há ocorrência de catástrofes (Ryoo e Choi, 2006). Assim, VGI tem grande potencial para contribuir com a coleta de dados a serem utilizados em situações de emergência e de ajuda humanitária, podendo ser utilizada de forma complementar por gestores para auxiliar na tomada de decisões nas etapas do gerenciamento de ações de desastres.

De acordo com Ryoo e Choi (2006), interoperabilidade é um dos principais obstáculos dos DIMS devido à falta de padronização nos dados. Com base em um levantamento realizado por Tavares et al. (2018), num período de três anos foram identificados apenas onze sistemas colaborativos voltados para o gerenciamento de ações de emergências, sendo que somente dois sistemas cobriam todas as etapas de uma emergência (pré-evento, durante e pós-evento). Por sua vez, esses dois sistemas não seguem padrões internacionais em sua arquitetura, podendo não garantir a interoperabilidade a qualidade dos dados utilizados/gerados nestas plataformas.

O objetivo deste trabalho é propor um framework e projetar um DIMS com base em padrões internacionais voltados para o gerenciamento de situações de emergência, utilizando VGI como fonte de dados, com o intuito de auxiliar no gerenciamento de ações e análise de desastres para amparar gestores na tomada de decisões, permitindo que gestores e voluntários colaborem durante uma catástrofe, provendo interoperabilidade e qualidade das informações.

O framework proposto, chamado LapsusVGI, é voltado para eventos relacionados a deslizamentos de terra e rompimento de barragens, devido a tais eventos serem problemas recorrentes no Brasil. Segundo o IBGE (2018), 15% dos municípios brasileiros já foram atingidos por deslizamentos de terra, além disso, certas

áreas brasileiras contam com histórico de rompimento de barragens, por exemplo, o município de Brumadinho.

Na Seção 2 são apresentados alguns trabalhos relacionados. Na Seção 3 são relacionados os padrões internacionais utilizados neste trabalho. Na Seção 4 é apresentado o projeto do framework LapsusVGI, por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e os próximos passos do projeto.

2.1.2 Trabalhos Relacionados

Fathani e Karnawati (2018) descrevem um sistema de aviso precoce de deslizamento de terra de baixo custo, capaz de informar possíveis deslizamentos de terra horas antes da catástrofe ocorrer. Os sensores utilizados no sistema são capazes de informar, por exemplo, o declive do solo e a precipitação de chuva no local. O sistema é construído levando em conta estudos sociais, geotécnicos e geológicos do local.

Ushahidi é um exemplo de sistema VGI colaborativo, o qual tem sido utilizado para auxiliar em diversas situações. Além do terremoto no Haiti, foi utilizado no monitoramento de incidentes, como ofensas eleitorais e violência durante as eleições no Quênia, no ano de 2017, e também no desenvolvimento do SomaliaSpeaks, que permite que usuários expressem como os desastres têm afetado suas vidas (Ushahidi, 2019).

2.1.3 Padrões para Interoperabilidade e Gerenciamento de Emergências

O padrão ISO 22327 - Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system (ISO, 2018) define métodos e procedimentos para serem implementados em sistemas de aviso precoce voltados para comunidades vulneráveis à deslizamento de terra. Entre suas especificações está a utilização de rotas de fuga e elaboração de mapas utilizando símbolos definidos nos padrões ISO 7001 e ISO 7010, além da especificação dos elementos que uma interface deve apresentar aos seus usuários.

O padrão ISO 22351 - Message structure for exchange of Information, descreve a estrutura de mensagens para serem utilizadas entre organizações envolvidas em situações de emergência. Essa estrutura é chamada de Informações Compartilhadas de Gerenciamento de Emergência (EMSI) (ISO, 2015). Com a utilização de uma EMSI, é possível especificar detalhes do evento, além dos recursos disponíveis para a superação de desastres e tarefas que possam ser feitas para minimizar o impacto de emergências.

Os padrões do Open Geospatial Consortium (OGC) também podem ser utilizados em DIMS. Por exemplo, o padrão Web Map Service (WMS) fornece uma interface HTTP para que imagens georreferenciadas possam ser transferidas através de camadas em formatos como JPEG e PNG, para serem exibidas em aplicações Web. O padrão Web Feature Service (WFS) permite o compartilhamento de informações espaciais em nível de feição, permitindo o gerenciamento da informação através de operações de descrição e recuperação de feições espaciais (OGC, 2020).

Para auxiliar na customização visual de feições e camadas espaciais, OGC define o padrão Style Layer Descriptor (SLD), que é uma extensão do WMS que permite a representação de feições através de símbolos utilizando a linguagem Symbology Encoding (SE). Uma de suas funcionalidades é a definição de uma operação para acessar de forma padronizada os símbolos de legenda.

2.1.4 Conclusões Framework LapsusVGI

LapsusVGI (Lapsus, significa deslizar/escorregar em latim), é um framework em desenvolvimento, com o intuito de amparar gestores na tomada de decisões e auxiliar a comunidade em momentos de emergências. A seguir são descritas as principais especificações do LapsusVGI, que considera os requisitos de Ryoo e Choi (2006) e padrões internacionais voltados para interoperabilidade em situações de emergência.

Ryoo e Choi (2006) descrevem requisitos essenciais que todo DIMS deve possuir. Esses requisitos podem ser divididos em quatro grupos: coleta de dados; distribuição e compartilhamento de dados; processamento de dados; e apresentação de dados. Cada requisito possui inúmeras especificações.

Porém, nem todas as especificações dos requisitos foram incorporadas ao framework, dado que o foco são os deslizamentos de terra. Deste modo, somente foram selecionados requisitos que possam ser relacionados diretamente com esse tema e também com a integração com VGI. Segundo Ryou e Choi (2006) é prioritário incorporar componentes de maior importância em um primeiro momento, e adicionar o restante de forma incremental. Os demais requisitos podem ser acrescentados em trabalhos futuros.

No requisito de coleção de dados, é descrita a habilidade de reconhecer e tratar dados de desastres provindos de diferentes fontes, além da capacidade do sistema conseguir tratar dados em qualquer formato possível, ou adotar padrões dedicados ao armazenamento de informações de desastres. Deste modo, para satisfazer essas condições, foi estabelecido que a alimentação do LapsusVGI deve ser feita a partir de duas principais fontes de dados: VGI e dados oficiais.

VGI é incorporada ao framework de duas formas. Primeiro, da plataforma de mapeamento colaborativo OpenStreetMap (OSM) é extraído o mapa base da região do evento. Adicionalmente, a coleta de dados sobre as contribuições dos voluntários é feita por meio de formulários de sistemas Web ou aplicativos móveis, ambos com interface que permitem o registro, sobre o mapa base, da localização espacial da contribuição. Em relação aos dados oficiais são usados, por exemplo, mapas de áreas de risco de deslizamentos de terra, para que gestores e colaboradores possam estar cientes das áreas mais vulneráveis em situações de deslizamento de terra.

Na distribuição de dados, Ryou e Choi (2006) recomendam a utilização de protocolos de transmissão/recepção de dados conhecidos. Portanto, foi definido o uso do padrão ISO 22351 - Message structure for exchange of Information. Este padrão, além de ser multilingual, especifica atributos que uma notificação de desastre deve possuir, garantindo deste modo a qualidade da informação contida na aplicação, além de permitir a interoperabilidade entre qualquer organização que segue tal norma.

Para a apresentação dos dados foi selecionado o padrão ISO 22327 - Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system, que além de definir o modelo de interface gráfica de sistemas de aviso precoce de deslizamento de terra, esse padrão define a utilização de símbolos dos padrões ISO 7001 - Graphical symbols - Public information symbols e ISO 7010 - Graphical

Symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs, para representarem feições espaciais no mapa.

Segundo Ryoo e Choi (2006), uma das especificações do requisito de apresentação de dados, é a capacidade de um DIMS possuir um conjunto de métodos de recuperação de informação. Deste modo, foram selecionados os padrões WMS, WFS e SLD para auxiliar na recuperação de camadas e feições. Além disso, com tais padrões, é possível aumentar a interoperabilidade do sistema, uma vez que o mapa gerado pode ser replicado em outras aplicações que também seguem esses padrões.

Conforme mostrado na Figura 1, o framework LapsusVGI, está dividido em quatro módulos principais: fonte de dados; interface; armazenamento; e saída de dados.

Figura 1. Módulos e Componentes *LapsusVGI*.



Como citado anteriormente, o framework tem duas fontes de dados: VGI e dados oficiais. Então, nesse módulo, as contribuições VGI devem seguir as especificações de atributos que são definidas na norma ISO 22351. Além disso, devido as especificações da norma ISO 22327, durante a construção do mapa base, é ideal manter somente camadas necessárias durante períodos de emergência.

Para o módulo de interface, que é responsável pela experiência visual do usuário, as normas ISO 7001 e ISO 7010 estabelecem cores e símbolos que devem

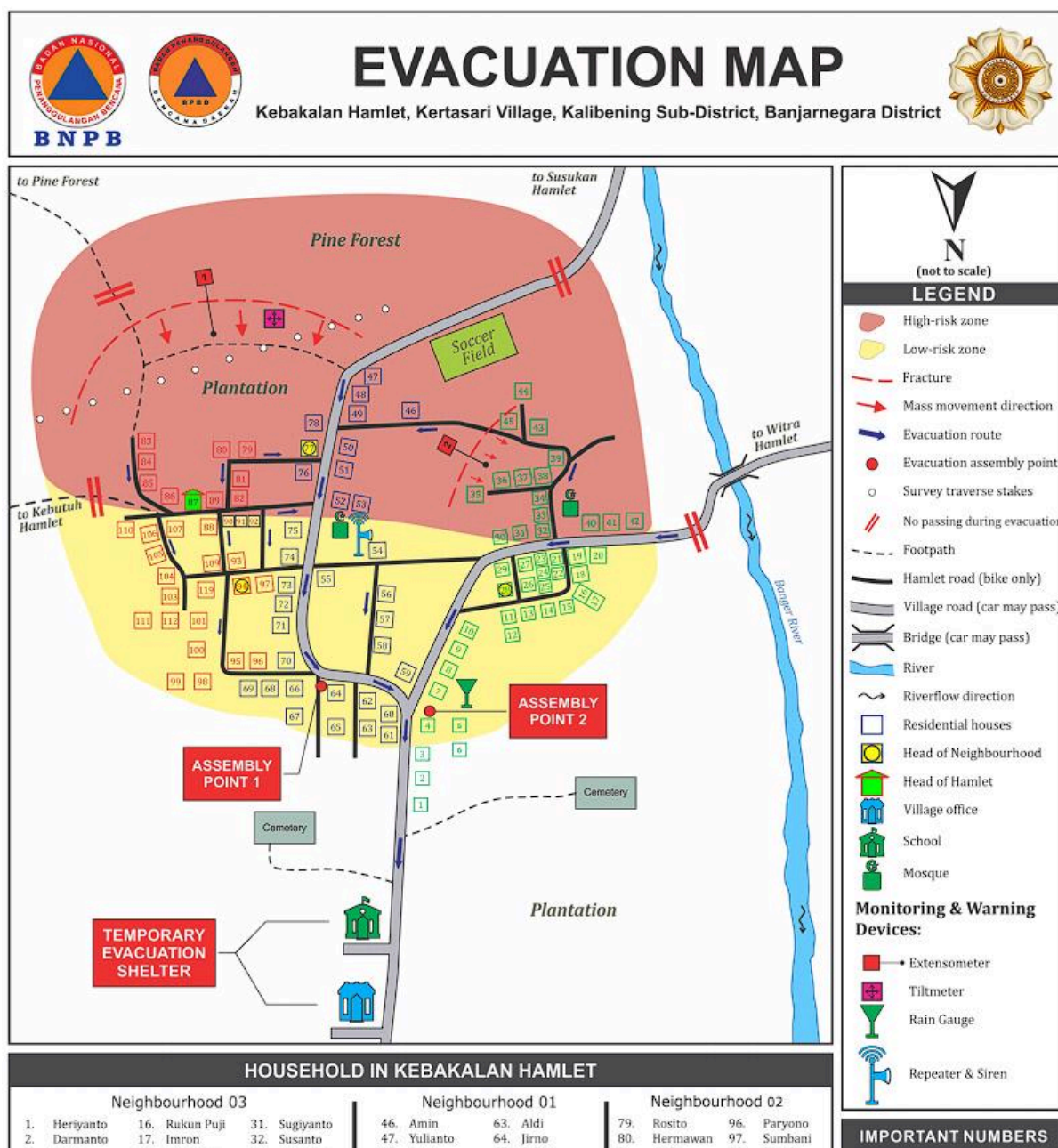
ser utilizados na exibição das feições no mapa, enquanto o padrão SLD da OGC descreve como essa exibição deve ser realizada, para que as feições possam ser exportadas segundo as normas WFS e WMS, enquanto a ISO 22327 descreve o layout do mapa a ser exibido.

Na Figura 2 é mostrado um exemplo de mapa que segue as diretrizes da ISO 22327. Na parte superior da interface é exibido um título que indica a região que é retratada no mapa, na parte central da figura são exibidas as feições julgadas necessárias, no lado direito pode ser vista uma legenda contendo pontos de interesse e símbolos que podem ser reconhecidos facilmente pelo usuário, além de informações de contato que possam ser relevantes durante a emergência, por exemplo, autoridades e hospitais. Na parte inferior é exibido o nome dos chefes de família de cada moradia, juntamente com a referência para suas respectivas residências no mapa.

Devido à necessidade da manipulação de feições espaciais, o módulo de armazenamento é implementado com o uso de um SGBD espacial (MySQL). Para esta etapa foi elaborado um esquema conceitual de dados que engloba o esquema de dados definido pela ISO 22351.

O módulo de saída de dados é responsável pelas exportações e segue padrões da ISO e da OGC. O padrão ISO 22351 especifica o esquema XML de exportação, com os atributos e seus respectivos formatos durante a etapa de exportação. Os padrões WFS e WMS são usados para disponibilizar, por meio de serviços Web, os dados armazenados no framework para outras plataformas, garantindo maior interoperabilidade, uma vez que todos os dados podem ser recuperados via URL.

Figura 2. Layout do Mapa de Rotas e Evacuação conforme diretrizes ISO 22327.



Fonte: Fathani, Karnawati e Wilopo (2016)

2.1.5 Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o projeto do LapsusVGI, um framework para implementação de DIMS focado em deslizamento de terra e rompimento de barragens. Esse projeto visa a implementação de um sistema padronizado e

interoperável com outros sistemas, com base em padrões ISO e do OGC. Apesar do LapsusVGI ter sido projetado com o foco em deslizamentos de terra, o sistema pode ser adaptado para outros tipos de desastres.

Um DIMS-LapsusTerraes está sendo implementado no Departamento de Informática (DPI) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e trabalhos futuros incluem os seguintes desafios: ampliar o framework para trabalhar com o restante das especificações dos requisitos mencionados por Ryo e Choi (2006); ampliar as possibilidades de uso de VGI; além de adicionar funcionalidade para atender a gestão de recursos durante o desastre natural, por exemplo, gerenciamento de cadeia de suprimentos e a utilização de sensores físicos para auxiliar na predição de possíveis catástrofes.

Agradecimento

Projeto parcialmente financiado pela Fapemig e CAPES.

Referências

- Ellis, C. A., Gibbs, S. A. e Rein, G. (1991). Groupware: Some issues and experiences. *Communications of ACM*, 34: 39-58. DOI: <https://doi.org/10.1145/99977.99987>
- Fathani, T. F., Karnawati, D. (2018). TXT-tool 2.062-1.1 A Landslide Monitoring and Early Warning System. In: Sassa K. et al. (eds) *Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools*. Pages: 297-308.
- Fathani, T. F., Karnawati, D., Wilopo, W. (2016). An integrated methodology to develop a standard for landslide early warning systems. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences*. Pages: 2123-2135.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4): 211-221.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019). MUNIC 2017: 45,6 dos municípios do país foram afetados por secas nos últimos 4 anos. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos>.

- ISO - International Organization for Standardization (2007). ISO 7001:2007. Graphical symbols - Public information symbols.
- ISO - International Organization for Standardization (2011). ISO 7010:2011. Graphical symbols - Safety colours and safety signs -Registered safety signs.
- ISO - International Organization for Standardization (2018). ISO 22327:2018. Security and resilience - Emergency management - Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system.
- ISO - International Organization for Standardization (2015). ISO/TR 22351:2015. Societal security - Emergency management - Message structure for exchange of information.
- OGC - Open Geospatial Consortium. Web Map Service (2020). Disponível em: <https://www.ogc.org/standards/wms>.
- Ryoo, J., Choi, Y. B. A comparison and classification framework for disaster information management systems. International Journal of Emergency Management, 3: 264-279
- Tavares, J. F. et al. (2018). Systematic review on the use of groupware technologies in emergency management. In proc. of the Third IFIP TC 5 DCITDRR Int. Conf. on Information Technology in Disaster Risk Reduction, pages 22-35.
- Ushahidi (2019). Ushahidi, <https://www.ushahidi.com>, December

2.2 ARTIGO II: A Framework for Landslide Information Management Systems Development

Lucas F. Dorigueto, Carlos H. T. Brumatti, Erick L. Figueiredo, Jugurta Lisboa-Filho

In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT (ISCRAM), 18, 2021, Blacksburg, Virginia, USA.

ABSTRACT

Volunteered Geographic Information (VGI) integrated with Disaster Information Management Systems (DIMS) has great potential to assist managers and the community in times of emergency. However, there is a lack of use of standards of interoperability and emergency, which can impair interoperability and the quality of the information contained in these systems. This work presents a fully interoperable framework aimed at the construction of DIMS, which integrates official data and VGI through International Organization for Standardization (ISO) and Open Geospatial Consortium (OGC) standards, allowing managers and the community to work with official data and VGI to assist managers in decision making. To show the viability of the framework, a case study using data from the risk situation of dams located in the municipality of Barão de Cocais in Brazil was carried out.

Keywords: Disaster Information Management Systems, Landslide, Interoperability, Volunteered Geographic Information.

2.2.1 Introduction

According to Löscher et al. (2016), "disasters are emergencies with a high potential for negative impact, causing widespread losses as victims and material damage so that the affected community, region or country cannot respond and recover effectively on its own". According to Ritchie and Roser (2019), natural disasters kill 60,000 people a year on average, which represents around 0.1% of global deaths. Apart from causing 520 billion dollars loss and have arrested 26 million people a year to poverty (World Bank, 2016). In Brazil, 59.4% out of 5,570 Towns do not have any

kind of risk management plan for disasters, and 15% have already been affected by landslides (IBGE, 2018).

According to Baharin et al. (2009), the impact and losses that a natural disaster can cause can be reduced by disaster effective management. For Giardino et al. (2012), wide and easy access to geographic information is crucial for decision-making in humanitarian operations. Therefore, the use of resources that can reduce life losses and material damage is indispensable, aside from supporting managers in taking decisions and assisting the community in emergency moments. Web systems that collect User-Generated Content (UGC), in special Volunteered Geographical Information (VGI), have a great potential to contribute to emergency times (Ostermann and Spinsanti, 2011).

Other resources that can be used as support in emergencies are the Disaster Information Management Systems (DIMS) that, according to Ryoo and Choi (2006), are systems used to support the integration of actions from different bodies and institutions whenever there is a disaster. Therefore, the use of standards is necessary since interoperability is one of the important requirements in these systems. Besides this, according to Ostermann and Spinsanti (2011), decisions based on incorrect data can take to several consequences, such as non-preservation of lives. In this way, the use of standards in collaborative systems is important once standards and rules can help in obtaining quality data and systems, apart from facilitating the interoperability between collaboratives that follow these rules.

According to a survey conducted by Tavares et al. (2018), in three years eleven collaborative systems aimed at emergency action management were identified, but only two systems covered the three steps of an emergency (pre-event, during the event, and post-event). However, these two have not followed international standards in their architecture, being not able to guarantee the interoperability and quality of data used on these platforms.

This paper aims to propose a framework to assist in building DIMS in an agile way so that managers and the community do not waste time during emergencies, such framework is based on international standards aimed at emergency and interoperability situations, aside from the requirements specified by Ryoo and Choi (2006), allowing that managers and community being able to work with official data

and VGI aiming to assist managers in taking decisions, apart from helping the community in emergency times.

The article is organized in the following way: Section 2 describes some related papers.; Section 3 presents the international standards used in this project, which are aimed at interoperability and emergencies. Section 4 describes the main characteristics of the LapsusVGI framework and its integration with the standards described in Section 3; Section 5 presents the Lapsus Terrae SGID, which is an implementation of LapsusVGI framework, together with a case study of Barão de Corais Town; and finally, Section 6 has the conclusions of the paper and possible future works.

2.2.2 Related Work

AGORA is an open geospatial collaborative architecture to build resiliency against disasters and extreme events, being divided into five components: Agora-OSM – OpenStreetMap; Agora-VOS - Volunteer As Sensor; Agora-SM - Sensor Management; Agora-IDM - Information Fusion and Management; e Agora-DS - Decision Support. AGORA adopts an approach that involves citizens, specialists, researchers, and government agencies, allowing managers and community to work with VGI data, as crowdsourcing and social networks, aside from sensors, both static and mobile, aiming to support the decision taking in risk management (AGORA, 2020).

The framework described in this paper is different from the ones previously mentioned because it is not only a collaborative VGI system, although collecting VGI, a DIMS focus specifically on disaster management. On the other hand, despite the AGORA project incorporates VGI, physical sensors, and patterns of interoperability among systems, like WMS, it focuses on events like floods, while the LapsusVGI focuses on landslides. Another characteristic that differs the AGORA from the LapsusVGI project is the integration of LapsusVGI with a specific standard for disaster and emergencies, published by standardization agencies.

2.2.3 Standards for Emergency and Interoperability Management

This section describes the main patterns published by standard-setting institutions that are specific for use in emergencies and mentions some standards warranting interoperability of data and geospatial services.

The ISO 22327 standard - Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system (ISO, 2018) defines methods and procedures to be implemented in previous warning systems focusing on communities that are vulnerable to landslides. On this rule, a previous warning system for landslides is specified, which is composed of seven other subsystems, among them, the definition of the disaster assistance team, apart from the preparation of the local authorities. However, due to this paper's scope, only components that could directly act VGI were selected, in this way, the development of route maps and evacuation subsystem was incorporated.

Other ISO 22327 specification is the definition of color and symbol for specified spatial features, on the other hand, in ISO 7001 standard, Graphical symbols – Public information symbols, and in ISO 7010 – Graphical symbols – Safety colors and safety signs – Registered safety signs. The ISO 7001 is a symbology standard applicable to public information symbols that can be used at any location or sector with open access (ISO, 2007). On the other side, the ISO 7010 standard describes safety signs aiming to prevent accidents, fire protection, and emergency evacuation, which is especially applicable to people's safety issues (ISO, 2011).

On the other hand, the ISO 22351 standard - Message structure for the exchange of information (ISO, 2015), describes the structure of the message for being used among organizations involved in emergencies, aiming to facilitate the interoperability among information systems; this structure is called Emergency Management Shared Information (EMSI). Besides defining the attributes that each disaster notification must-have, it specifies a module that must be able to export such information in XML. This module must follow a model, which can be consulted into the ISO. Another characteristic of ISO 22351 is the specification of the use of codes instead of descriptive texts for filling most of the fields, which makes it possible to translate each code according to each culture or language, assuring the interoperability among several systems from distinct countries.

The adoption of standards defined by the OGC is fundamental for DIMS development. For example, the Web Map Service (WMS) specifies a service performance that produces special data dynamically. The OGC specifies several standards related to the access and processing of geospatial data, such as operations to recover maps under JPEG and PNG format which can be displayed on WEB applications. The Web Feature Service (WFS) standard allows every content to be handled at a venue level, specifying operations of content discovering, consultation, locking operations, and transactions. The Style Layer Descriptor (SLD) standard is an extension of the WMS standard for allowing the spatial venues coloring and symbolization using the Symbology Encoding (SE) language, aside from defining operations to the standardized access to legend symbols on the map (OGC, 2020).

2.2.4 Framework LapsusVGI

In software engineering, a framework is an artifact that reuses solutions present in several software projects providing generic functionality, that is, an unfinished software that requires customization through programming (Cwalina, 2020).

LapsusVGI (Lapsus, means slide/slip in Latin) is a framework directed to events related to landslide, it was developed aiming to assist managers in decision-making and the community in emergencies. The building of this framework had the Ryoo and Choi (2006) requirements gathering as the basis and international standards directed to emergencies and interoperability, which were presented in the previous section.

Ryoo and Choi (2006), apart from proposing a framework to classify DIMS, also identified the essential requirements that every DIMS must-have. Such requirements can be divided into four categories: data collecting; data distribution; data processing for an effective presentation; and data processing for effective handling; however, each requirement can have several sub-requirements.

According to Ryoo and Choi (2006), is desirable to incorporate the components of greatest importance at the first moment and add the rest of them incrementally. Thus, at the LapsusVGI framework, not all the requirements were incorporated due to the time limit for the system development and for the fact that this paper explores most of the integration of DIMS with VGI. In this way, only the requirements directly related to VGI were selected. The other requirements can be incorporated in future studies.

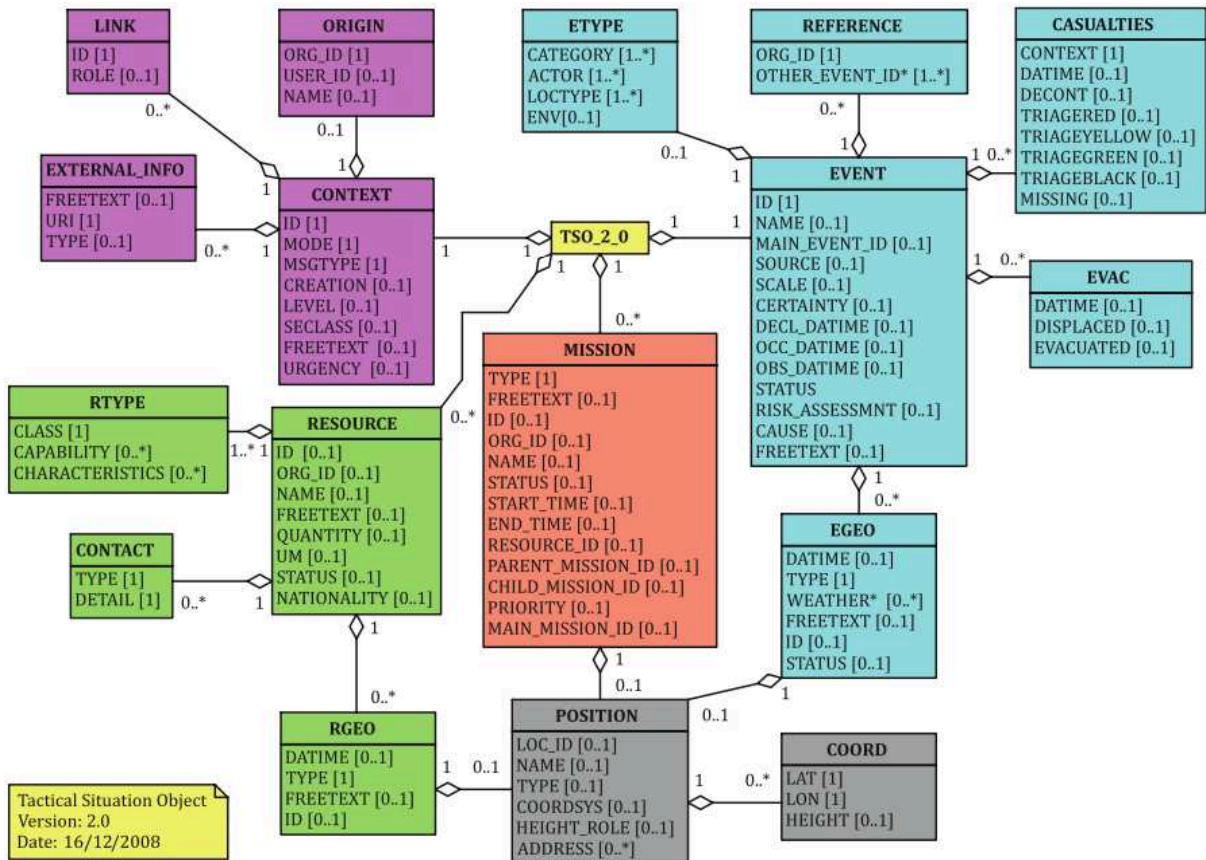
On data distribution, Ryoo and Choi (2006) recommend the use of data transmission/reception protocols that are known; therefore, the ISO 22351 - Message structure for the exchange of information was chosen. In this standard, the attributes that each EMSI notification can have are specified. Figure 1 shows a Unified Modeling Language (UML) class diagram, which has all the categories and attributes that an official emergency notification can have. An EMSI can be divided into four main elements: Context; Event; Resource; and Mission. However, for emergency notification, only Context and Events are mandatory, while Mission and Resource are optional.

For the first phase of this project, it was defined that an emergency notification will use only the Context and Event, which are responsible for the EMSI identification and description, respectively, once that such elements, besides being mandatory on an EMSI, can also suffer more influence from VGI, according to previous examples on this article. The elements Mission and Resource are responsible for information registering about the necessary resources and missions to obtain or eliminate damage in emergencies, as to provide resources available on supply chains in emergencies. These elements will be incorporated into the LapsusVGI framework, on a later project phase.

As can be seen from Figure 1, the Event element has a relation to several secondary categories. The Etype category describes the type of event, while the Casualties category keeps the information about the victims, on both injured and disappeared, besides this, the Event category has a relation with the Evac category, which regards the evacuees. The Egeo category contains information about the incident location such as the type of location and the weather at the moment of the notification, it's also possible to observe that the Egeo category has a relation to the Position category, which is responsible for saving information about the spatial component – the spatial location together with its coordinates system.

The Context category is also related to the complementary categories. The Origin category is responsible for saving information about the one in charge of EMSI development, containing data about the organization and user from where has been originated. The External info category is responsible for presenting the attachments inside the system.

Figure 1. UML class diagram of EMSI notifications.



Source: ISO 22351 Standard (ISO 22351).

The EMSI will only be available for managers' manipulation because it contains data that can be confidential and carried as official among institutions. Apart from its complexity for ordinary users, and EMSI notification has a great number of attributes to be filled, which can demotivate the VGI collaborators' contribution. Thus, according to what can be seen in Figure 2, a short form, based on EMSI, was created. It contains a few attributes, that are easy and fast for being filled by the collaborators, however, it can work as a guide for managers at the moment of the incident and afterward on the formalization of data through the EMSI, besides working as a guideline for the community in emergency moments.

The field "Event Type" presented in Figure 2, is related to the type of events that can occur in landslide situations, such values were taken from government agencies, United States Geological Survey (USGS) (2020), besides this, the firm also counts on fields which are referred to the occurrence moment, event description, apart from allowing the user to provide as many attachments as necessary. Finally, the form has other two EMSI attributes, the first of them informs if the mentioned event has any

damage risk to humans or materials, indicating to the managers that may be necessary to make evacuations. Besides this, there is another attribute that informs if there were victims or missing during such event, working as an indication for managers due to the necessity of activating the rescue team.

At the collecting data requisite, Ryoo and Choi (2006) highlight as important, the ability to recognize and process disaster data derived from different sources, apart from the system capacity to process data at any possible format, or adopt standards directed to disaster information storing. Therefore, it was identified that the data capture can happen from four different sources, being possible to contemplate data from official agencies and VGI.

VGI is used in two ways, the first is through data extracting coming from VGI platforms like the OpenStreetMap (OSM), to work as a cartographic basis of the LapsusVGI framework. For example, the features extracting such as routes, buildings, and water resources to be used as the basis in applications that use the LapsusVGI. The second way of using the VGI would be to collect data and information about events related to landslides, through the voluntary contribution of users who have access to the Internet and availability to contribute to the system.

Figure 2. Form for VGI collecting

The image shows a web form titled "VGI Collaboration". The form contains the following fields and controls:

- Event Type:** A dropdown menu with "Landslide" selected.
- Moment of occurrence:** A date input field with the placeholder "dd/mm/aaaa --:--" and a calendar icon.
- Risk of Damage to People or Materials:** A toggle switch that is currently turned off.
- Injured or Missing Persons:** A toggle switch that is currently turned off.
- Attachments (Images, Videos, Audios):** A button with a plus sign (+) to add attachments.
- Description:** A large text area for entering details about the event.
- Buttons:** At the bottom right, there are three buttons: "Close" (grey), "Reset Fields" (red), and "Save" (blue).

Official data can also use both ways, the framework supports the use of shapefiles that contain landslides risk areas, such files can be found in government platforms. For example, the Geological Service of Brazil - CPRM provides maps of landslide risk areas in Towns, around all over the country. Besides this, managers can

collaborate on registering EMSI incidents using official data to describe events related to landslides, according to what was previously detailed.

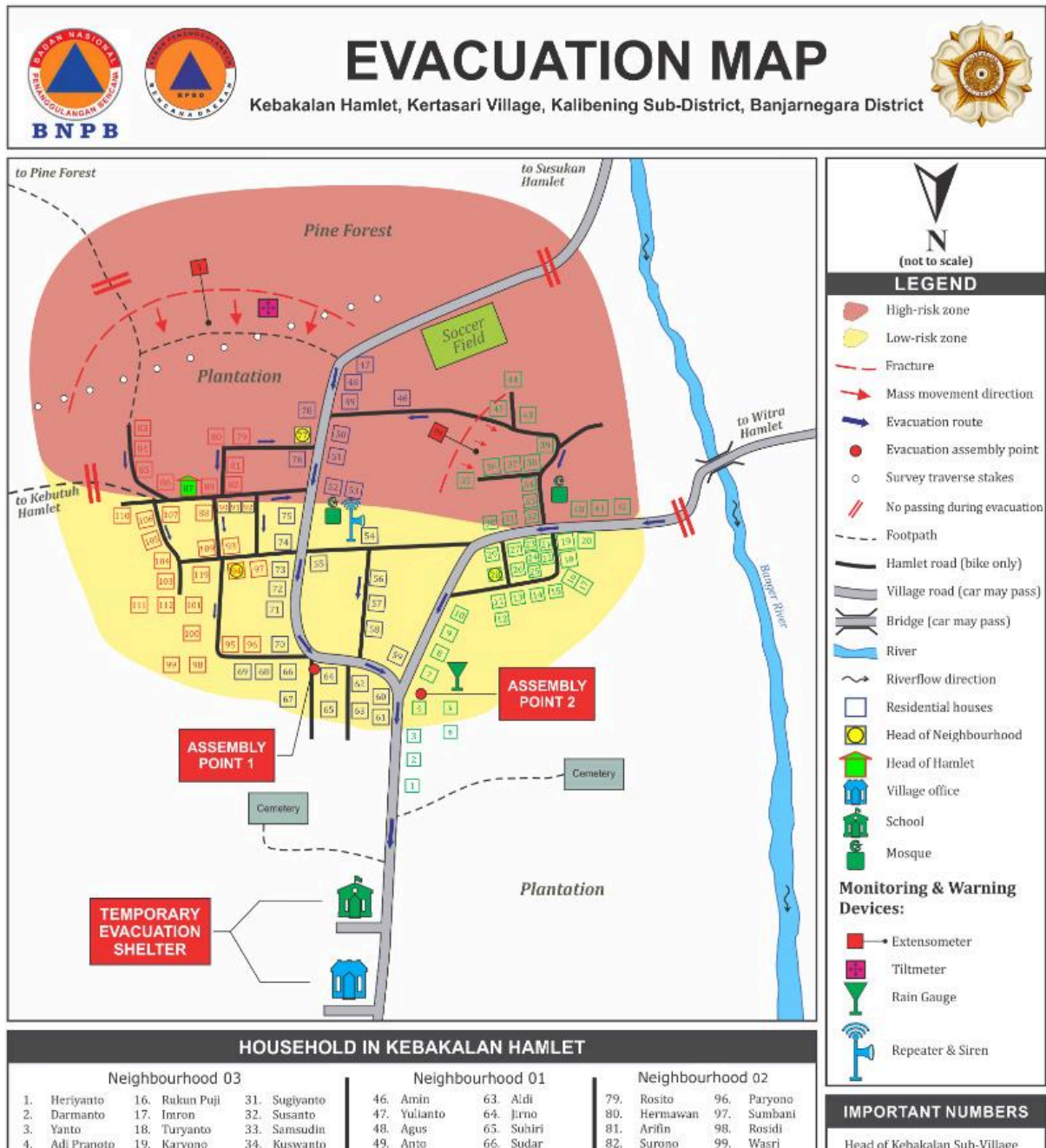
Another requisite specified by Ryoo and Choi (2006) is the standardization for data presenting. To fulfill this requirement the standard ISO 22327 - Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system was selected, however, according to what was previously mentioned, this standard defines the main elements that must be in maps of landslides early warnings systems. Figure 3 illustrates a map that follows the ISO 22327 guidelines. At the top, there is a component that shows the title and a descriptive text referring to the presented location. At the right corner of the image, there is a subtitle containing symbols presented on the map. The bottom of the image can be divided into two parts, the first is located to the left, where is shown the name of the head of the household for each domicile, while to the right, there is the contact information that can be useful for people who need support in emergency times and, finally, at the central part there is a map containing information which may be necessary during a landslide event, for example, temporary shelters, schools, and the village guardian.

LapsusVGI was implemented to present a layout similar to Figure 3, however, since the VGI is the focus of the system, the component of the left bottom, in other words, information about the head of households weren't included, once such information is private and not being available for free access, for any member of the population. Besides this, for any structures from LapsusVGI to ISO 22327, was created a filter in the levels, at the moment of OSM data extraction, to show the community only elements that help in the locomotor system, or instructions that help in the community assistance, like hospitals, fire department, and shelters.

At the fourth requisite, Ryoo and Choi (2006) highlight methods for information recovery. To understand this requisite, three more OGC standards were incorporated into the LapsusVGI architecture: WMS, WFS, and SLD. In this way, it was specified at the framework that, after the stylization of the elements according to the ISO 7001 and ISO 7010 rules, using the rules described in the standard SLD, the data are available in three levels from the standards WMS and WFS. The first level is the only level that doesn't represent official data, in other words, that refers to VGI data, being the responsible level for providing the contributions made by the collaborators. The other two are levels of the system's official data, which refers to the risk area maps obtained

from government agencies, and the other level refers to the EMSI managed by the system managers. The only spatial data that are not available by the system are the data from the OSM platform, once such data can also be obtained through WMS and WFS from other sources.

Figure 3. The layout of Route and Evacuation Map



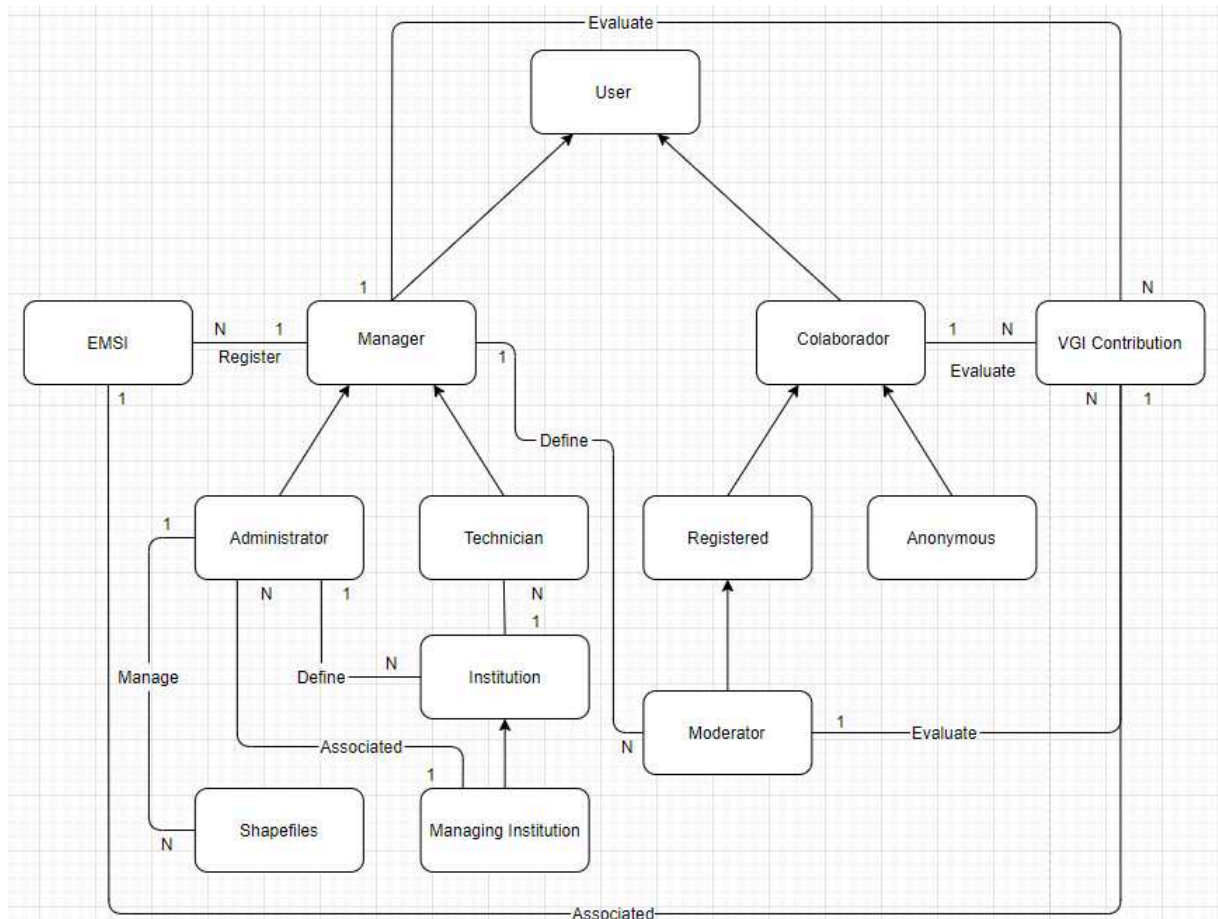
Source: Fathani, Karnawati e Wilopo (2016)

Figure 4 illustrates a UML class diagram containing the categories and associations present in the LapsusVGI, representing the power that each type of user

has in the application, taking into consideration that the system has three types of collaborators and two types of managers. In Figure 4, the EMSI agency refers to a simplified version of the UML class presented in Figure 2.

The types of collaborators are registered, anonymous, and moderator. Any collaborator can contribute to the system; however, the anonymous collaborator is the only one who can contribute without logging in to the system. The moderating collaborator can accept or deny the contribution, once that when a collaborator contributes to the system, for safety issues (e. g.: vandalism risk), this one is not immediately available for the community. According to what is shown in the diagram, only the manager or the moderating collaborator can accept or deny a contribution to be seen by the community.

Figure 4. Part of *LapsusVGI* conceptual scheme.



The *LapsusVGI* framework specifies that the system can be managed at an agency level. The system can have an administrating institution and other several institutions, but one of them would be responsible for the whole system, while the others could only collaborate on the system management. For example, if the

institution Civil Defense is the administrator, its managers can determine which other institutions (e. g.: Fire department and Civil police) can take part in the landslides' management. In other words, normal institutions only can have technical managers, while the administrating institutions can be associated with administrating managers. Both types of managers can evaluate collaborators, determine new moderators to the system, besides being able to register new EMSI messages to be sent as official data. Finally, any type of system user can extract data from it through the data exporting option. However, this option is not represented in the model, due to the non-necessity of saving information about who exported data.

According to what was previously mentioned, the system supports data exporting using the OGC and ISO standards. The exporting through OGC allows that the data to be exported through WFS and WMS, following the collaboration and symbolization rules from the SLD standard. In this way, the data can be exported through requirements sent to the server. The exporting through ISO follows the specifications of ISO 22351. On this standard is determined that the data must be exported through eXtensible Markup Language (XML), is specified the attributes and how they must be formatted to be sent, for each category.

2.2.5 Experiment: The DIMS-LapsusTerra System

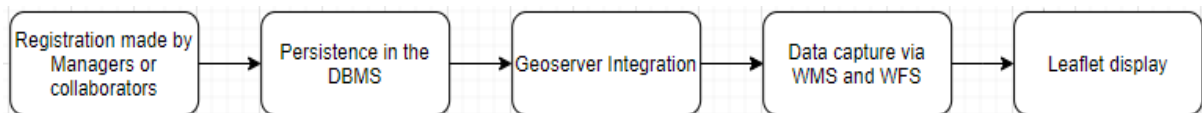
The DIMS-LapsusTerra System is an implementation of the LapsusVGI framework, which aims to assist managers on action management as a response to disasters like landslides and dam failures. Its function is to assist the community in emergency times, using VGI and adopting standards that ensure interoperability and good practice on emergency management. The system interface was built using technologies like HTML, Bootstrap, and Javascript, besides the library Leaflet, which allows the viewing and extracting of OSM features.

At the backend, it was used the PHP language, together with the MySQL DBMS, that has structures to the geospatial data management. Besides this, it was used the Model-View-Controller (MVC) architecture to ensure maintainability and portability, allowing that afterward the system can be adapted to mobile platforms, like Android and IOS, without the necessity of changing the project backend structure. The

Geoserver software was used to make spatial features under WMS and WFS format available, besides allowing the collaboration and symbolization through SLD standard.

Figure 5 presents a flux that represents part of the steps of the registers done in the system, from the initial one until the moment that they are available for viewing in the system. The first step represents any of the registers that can be persisted in the system: the volunteers' contributions (VGI); the EMSI notifications that were registered by the managers; and the risk areas maps managed by the administrators. Afterward, the values are persisted at the DBMS according to their types: the EMSI notifications are converted on a format specified by the ISO 22351 to be able to be exported through XML afterward; the VGI contributions are stored containing the attributes presented in Figure 2; the shapefiles can be added or removed through the interface of the system management.

Figure 5. The flux of the register steps of the system.



In the third step, it is done a connection between the Geoserver and the application database. At this moment, the data, besides being colored and symbolized using the SE language specified on SLD standard, together with the symbols specified on ISO 7701 and ISO 7010 standards, occurs other configuration at the Geoserver, aiming to separate the data into three levels, one for each type of data that is treated in the system: EMSI; VGI contributions; and shapefile. This separation is done to make it easier to differentiate such data at the moment that other servers import them, according to their respective level. Afterward, on the two last steps, the DIMS-LapsusTerraes itself, imports such data using WMS and WFS aiming to be shown for users through the library Leaflet. It is important to note that this importation process through WMS and WFS can be required for any user or institution, it is enough just to follow the importation guidelines specified on the respective standards.

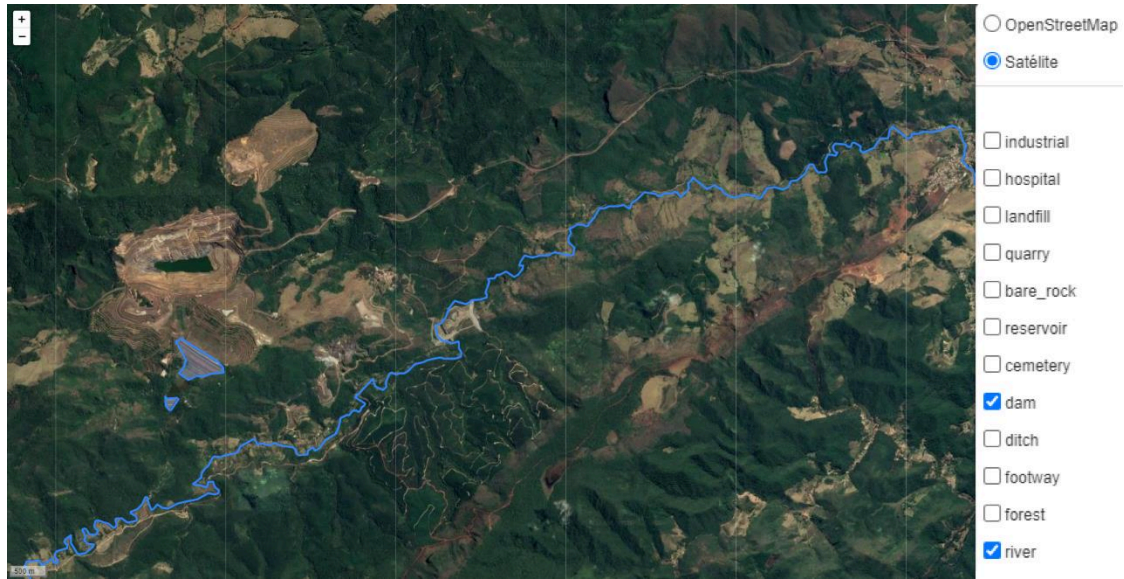
2.2.6 Case Study: Barão de Cocais-MG

In Brazil, 15% of the towns have already been reached by landslides (IBGE, 2018), apart from the count on the history of dam failures, as in Mariana and Brumadinho cases, in the state of Minas Gerais. Another case that has been constantly

monitored by the ore industry Vale S.A., is one of the Barão de Cocais towns, which is also in Minas Gerais state, which is constantly threatened by a barrier rupture. In this town (Figure 6), there is the mine of Gongo Soco together with its slope, which is around 1500 meters far from the Superior South barrier, which is represented by the biggest polygon highlighted in Figure 6. The Superior South barrier stores 6 billion liters of mine residues, apart from already presenting problems, there is a risk that a slope, which is located in the mine, falls and it can provoke a shock wave that may affect its stability. Besides this, there is another barrier which is called Inferior South, represented by the smallest polygon highlighted in Figure 6, that besides having a smaller rupture risk, it can be destroyed if there is a rupture in the Superior South barrier. Figure 7 presents a timeline containing the main events related to Barão de Cocais barriers, since 2019. These events were obtained from a collection of data done through Internet research, newspaper sources, and the Vale S.A. website.

The barriers can be classified into three emergency levels. According to the classification of the Emergency Action Plan of Mine Barriers (PAEBM - Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração), as smaller the level, consequently smaller is the risk of the barrier rupture, the level 3 is attributed to situations where the barrier rupture is happening or there is the risk of imminent rupture. According to what can be observed in Figure 7, on February 8th, 2019; in a preventive way, emergency level 2 was attributed to the Superior South barrier. According to Vale (2019), around 500 people from the communities of Socorro, Tabuleiro, and Piteiras, all of them in Barão de Cocais town, were evacuated from their houses. After an analysis done by an independent audit, informing about the critical condition of the barrier stability, the situation of the Superior South barrier was increased to level 3. Afterward, a judicial block around R\$ 2,9 billion was done, to ensure the eventual damage redress, that can be caused by the barriers rupture.

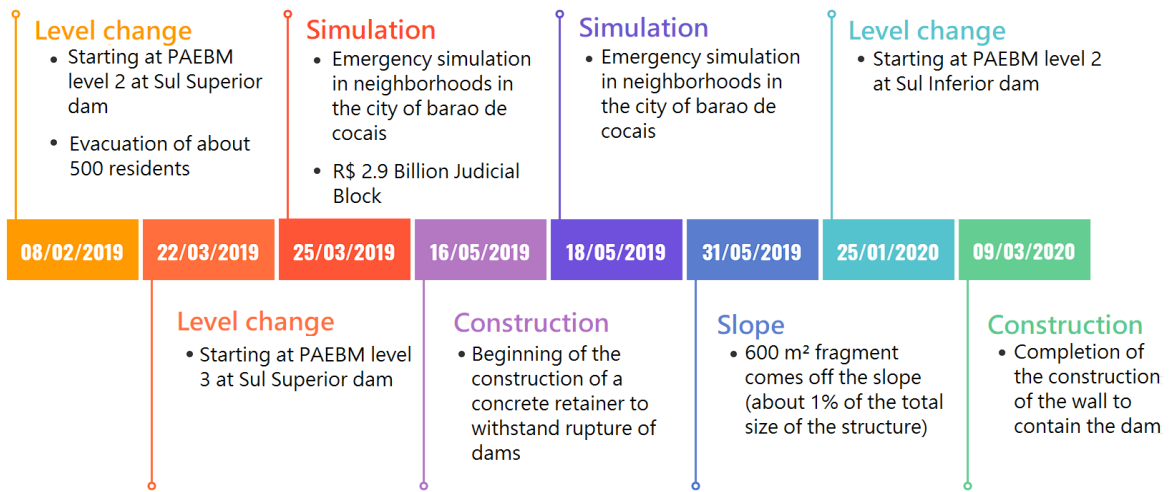
Figure 6. Barão de Cocais town and its barriers.



Two simulations of emergencies were done in Barão dos Cocais between March 25th and May 18th, 2019, besides this, from May 16th on, the construction of a concrete wall was started, aiming to hold the barriers residues. On May 31st, 2019, a fragment with 600 m², around 1% of the structure seize in all, tumbled down the slope. According to Vale (2020), there was an erosion inside the water tank of the Inferior South barrier, due to the heavy rain in the region, which increased to level 2 of emergency in this barrier, and on Mach 3rd, 2020, it was informed that construction of the wall for containing residues was concluded, until the moment of this paper written, no relevant information from Vale was found neither in News websites.

In this way, to assist in the viability verification of the DIMS-LapsusTerra system, a case study was elaborated based on the information mentioned in the previous paragraphs, aiming to demonstrate the system interoperability. Apart from the information previously mentioned, it was found that alarms and signs were installed in places that can be affected by the barrier rupture, aiming to alert and assist the population in case of evacuation necessity. However, due to the non-availability of the exact location of such elements, these alarms and signs couldn't be used in this case study. Firstly, the location of the barriers and the Gongo Soco mine was registered as VGI contributions, besides the emergency simulations that happened in the neighborhoods of Barão de Cocais. Apart from this, the construction of the wall together with its estimated location to contain the barrier residues was registered. Each contribution was elaborated according to the fields presented in Figure 2.

Figure 7. Barão de Cocais barriers timeline.



Afterward, EMSI notifications were registered, informing the emergency level changes in each barrier, besides this, due to the ISO 22351 specifications, information about the barriers' states was registered, apart from risk information for living beings, constructions, and environment. Information about the event's urgency and status was registered, for example, if the event has already been started, in other words, if the barrier rupture has already happened, and if the rupture risk has been increasing, declining, or if it is stable. Aside from this, the notifications were registered as the accidental cause instead of natural one, due to the barrier construction has been provoked by an anthropic action, the resources were registered as level 4. In other words, the event will be treated with resources coming from the affected company (Vale S.A), with the support of organizations from all over the country, once that the federal government will intervene with necessary resources in case of occurring the barriers rupture.

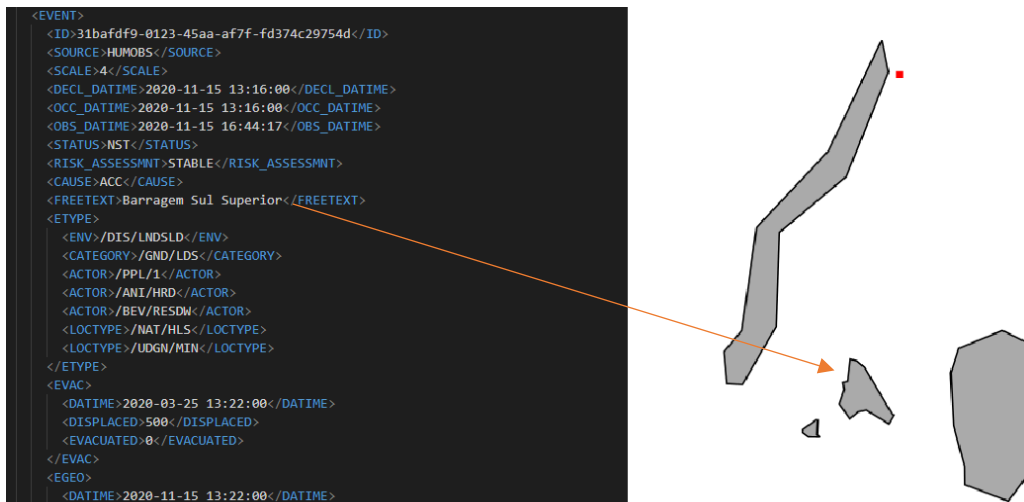
The ISO 22351 standard also determines the specification of the place's physical characteristics, in the example of the barriers, the location was identified as a mine and mountainous place. Another aspect that was informed on the EMSI notifications are the agencies in danger, for example, people, animals, and houses constructions, besides this, there is a text field aiming to save a description of the event which supports until 500 characters. Attachments containing photos of the barriers and the Barão de Cocais town were also used, apart from a description for each provided attachment with information about the event victims, however, as the barrier rupture, fortunately, did not happen, and once that the agencies in danger have already been informed on this same notification, the field of victims was not filled. Besides this,

according to what was informed on the timeline, there was an evacuation at the moment that the Superior South barrier emergency degree increased, in this way, the number of people that were evacuated during such period was informed. It is important to remember that after the register of contributions and EMSI notifications in the system, this information is available to be exported under XML format or through the levels WMS and WFS.

Finally, to verify the interoperability of the system data, the registers mentioned above were exported through mechanisms that were informed in previous sections of this paper. Firstly, the EMSI notifications were exported through XML, according to what can be seen on the left part of Figure 8, the attributes are transported through tags, however, most of its attributes cannot be comprehended, once that for specifications from ISO 22351, these attributes are transported through codes. For ensuring the multilingual characteristic, in other words, to allow that the message can be comprehended in distinct regions. The other verification of interoperability was done through exporting using WMS and WFS. For this, according to what can be verified on the right side of Figure 8, the software QGIS was used, which allows the WMS and WFS levels importation, it was noticed that all the contributions together with their attributes could be successfully exported to the QGIS.

In this way, it is possible to exchange information about landslides and VGI contributions among any organizations that use the previously mentioned standards like EMSI, WMS, and WFS. It is important to highlight that to adequately the DIMS-LapsusTerra structure to the ISO 22327 standard, the OSM level filter was done using the OSM2Diagram tool (Sperandio et al., 2018). After the extraction of the important levels according to the ISO 22327, these levels can be manipulated to be shown using a small guide, according to what can be seen in Figure 6. Once that such levels were imported from the OSM, these same levels were not exported through the DIMS-LapsusTerra, because the LapsusVGI aiming is not to duplicate the information provided by OSM, but yes, to provide interoperability and quality about the information related to landslides.

Figura 8. XML exporting of EMSI notifications and imported data by QGIS software.



2.2.7 Conclusion

This paper describes the LapsusVGI framework, which aims to work as a basis for the planning of the DIMS directed to landslides and to enable the interoperability of data among institutions. The working of DIMS-LapsusTerraes can be resumed into two steps, data feeding and providing in an interoperable way. On data feeding, there are four main data sources: basis map exported from VGI sources as OSM; VGI contributions; EMSI notifications, with attributes specified on ISO 22351 standard; and risk areas maps on shapefile format. The data providing in an interoperable form can occur in two ways, the first is through the XML format specified on ISO 22351 standard, another way is the provision of EMSI notifications, VGI contributions, and risk areas maps under the WMS and WFS formats.

With the results achieved on the case study, it was found that the system is interoperable with systems that follow certain standards of interoperability and emergency, besides being possible to use the official data, while making the most of the VGI potential. This project shows that is viable to promote the use of official information together with VGI, aiming to assist managers in decision-making and also the community in emergency times. Future works include the following challenges: to expand the framework to work with the other specifications mentioned by Ryoo and Choi (2006); to adapt the framework for the resources range management, to assist on disasters holding; to expand the use of VGI, as the user of sensors for helping on predicting the possible catastrophes.

Acknowledgments

This study was financed in part by CAPES – BRASIL – Finance Code 001 and by Fapemig.

References

- AGORA (2020) A Geospatial Open collaborative Architecture for Building Resilience against Disasters and Extreme Events. <http://www.agora.icmc.usp.br/site/language/pt/>
- Baharin, S. S. K., Shibghatullah, A. S. and Othman, Z. (2009) Disaster management in malaysia: An application framework of integrated routing application for emergency response management system, Proceeding of the first International Conference of Soft Computing and Pattern Recognition, Malacca.
- Cwalina, K., Barton, J. and Abrams, B. Framework Design Guidelines: Conventions, Idioms, and Patterns for Reusable .NET Libraries, 3rd Edition, Addison-Wesley, 2020.
- Fathani, T. F., Karnawati, D. Wilopo, W. (2016). An Integrated methodology to develop a standard for landslide early warning systems, Natural Hazards Earth Syst. Sci., 16, 2123-2135, <https://doi.org/10.5194/nhess-16-2123-2016>
- Giardino, M. et al. (2012) GIS and geomatics for disaster management and emergency relief: a proactive response to natural hazards, Applied Geomatics, 4, 33-46. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-011-0071-z>.
- Goodchild, M. F. (2007) Citizens as sensors: the world of volunteered geography, GeoJournal, 69, 211-221. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. MUNIC 2017: 48,6 dos municípios do país foram afetados por secas nos últimos 4 anos. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos>

- ISO (2007) ISO 7001:2007 Graphical symbols — Public information symbols. International Organization for Standardization (ISO). <https://www.iso.org/standard/41081.html>
- ISO (2011) ISO 7010:2011 Graphical symbols — Safety colors and safety signs — Registered safety signs. International Organization for Standardization (ISO). <https://www.iso.org/standard/54432.html>
- ISO (2018) ISO 22327:2018 Security and resilience — Emergency management — Guidelines for implementation of a community-based landslide early warning system. International Organization for Standardization (ISO). <https://www.iso.org/standard/50064.html>
- ISO (2015) ISO/TR 22351:2015 Societal security — Emergency management — Message structure for exchange of information. International Organization for Standardization (ISO). <https://www.iso.org/standard/57384.html>
- Lösher, M. et al. ResiStand Handbook. http://www.resistand.eu/sites/default/files/resistand/public/contentfiles/deliverables/ResiStand_D1.1_Project_Handbook_v02_final.pdf
- OGC (2020) Web Map Service. <https://www.ogc.org/standards/wms>
- Ostermann, F. O. and Spinsanti, L. (2011) A conceptual workflow for automatically assessing the quality of volunteered geographic information for crisis management, Proceedings of the AGILE International Conference on Geographic Information Science, 14, 1-6.
- Ritche, H. and Roser, M. (2019) Natural Disasters. <https://ourworldindata.org/natural-disasters>.
- Ryoo, J. and Choi, Y. B. (2006) A comparison and classification framework for disaster information management systems, International Journal of Emergency Management, 3, 264-279. <http://dx.doi.org/10.1504/IJEM.2006.011296>
- Sperandio, V. G. et al. (2018) Creating Municipal Databases from OpenStreetMap: The Conceptual Schema, Proceedings of Simpósio Brasileiro de Geoinformática (GEOINFO), 1-11.

- United States Geological Service (2020) Landslide Preparedness. https://www.usgs.gov/natural-hazards/landslide-hazards/science/landslide-preparedness?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
- Tavares, J. F. et al. (2018) A systematic review on the use of groupware technologies in emergency management, Proceedings of the Third IFIP TC 5 DCITDRR - International Conference on Information Technology in Disaster Risk Reduction, Poznan, Poland , 22-25. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-32169-7>
- Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2020). <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Produtos-por-Estado---Setorizacao-de-Risco-Geologico-5390.html>
- World Bank (2019). Natural Disaster Force 26 Million People into Poverty and Cost 520bn in Losses Every Year, New World Bank Analysis Finds. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/11/14/natural-disasters-force-26-million-people-into-poverty-and-cost-520bn-in-losses-every-year-new-world-bank-analysis-finds>.

3 RECURSOS ADICIONAIS *LAPSUSVGI*

Este capítulo contém informações importantes sobre o framework *LapsusVGI* que não foram apresentados nos artigos devido as limitações do número de páginas e quantidade de palavras definidas por cada evento. Primeiramente é apresentado o diagrama entidade relacionamento, elaborado a partir do diagrama de classes UML da EMSI apresentado na Figura 1 do Artigo 2, seguido de uma breve explicação sobre o papel das principais entidades provindas deste diagrama, além dos principais relacionamentos de entidades EMSI com entidades do *LapsusVGI*.

Em seguida, na seção 3.2 é exemplificado o processo de cadastramento de notificações EMSI, apresentando algumas características da interface de usuário, formulário de cadastramento de notificações EMSI, e uma breve explanação dos principais recursos que podem ser utilizados pelos gestores, para efetuar a representação de informações sobre deslizamento de terra, dentro de qualquer sistema que tenha como base o framework *LapsusVGI*.

O código fonte da aplicação e mais informações sobre o projeto, podem ser encontrados na página oficial através do link <http://www.dpi.ufv.br/projetos/lapsusVGI/>.

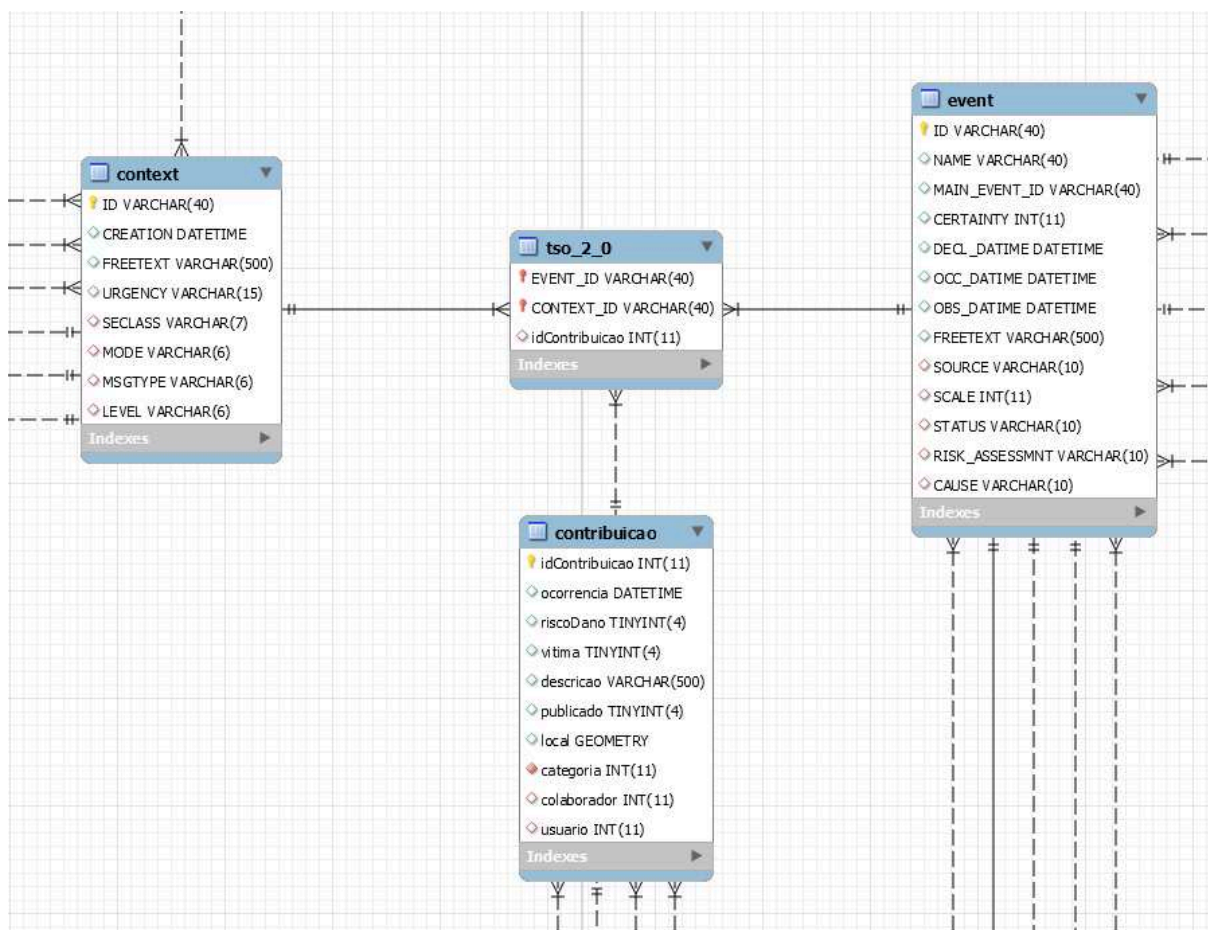
3.1 Modelo Relacional Notificações EMSI

Para a implementação do sistema, foi efetuada a normalização do diagrama de classes UML da EMSI apresentado na Figura 1 do Artigo 2. Esta seção apresenta o resultado após a finalização deste processo, contendo os principais relacionamentos, entidades e atributos retirados da EMSI, além de mencionar outros relacionamentos com entidades do *LapsusVGI* para o melhor funcionamento do sistema, e uma breve explicação do papel de algumas entidades no *LapsusVGI*.

Devido à grande quantidade de entidades geradas após a normalização do diagrama UML da EMSI, o mesmo está descrito em partes nesta seção, vale ressaltar que os nomes dos atributos e entidades apresentadas a seguir foram baseados no

modelo da EMSI descrito na ISO 22351 (2015). A Figura 1 apresenta as principais entidades da EMSI.

Figura 1. Principais entidades EMSI.

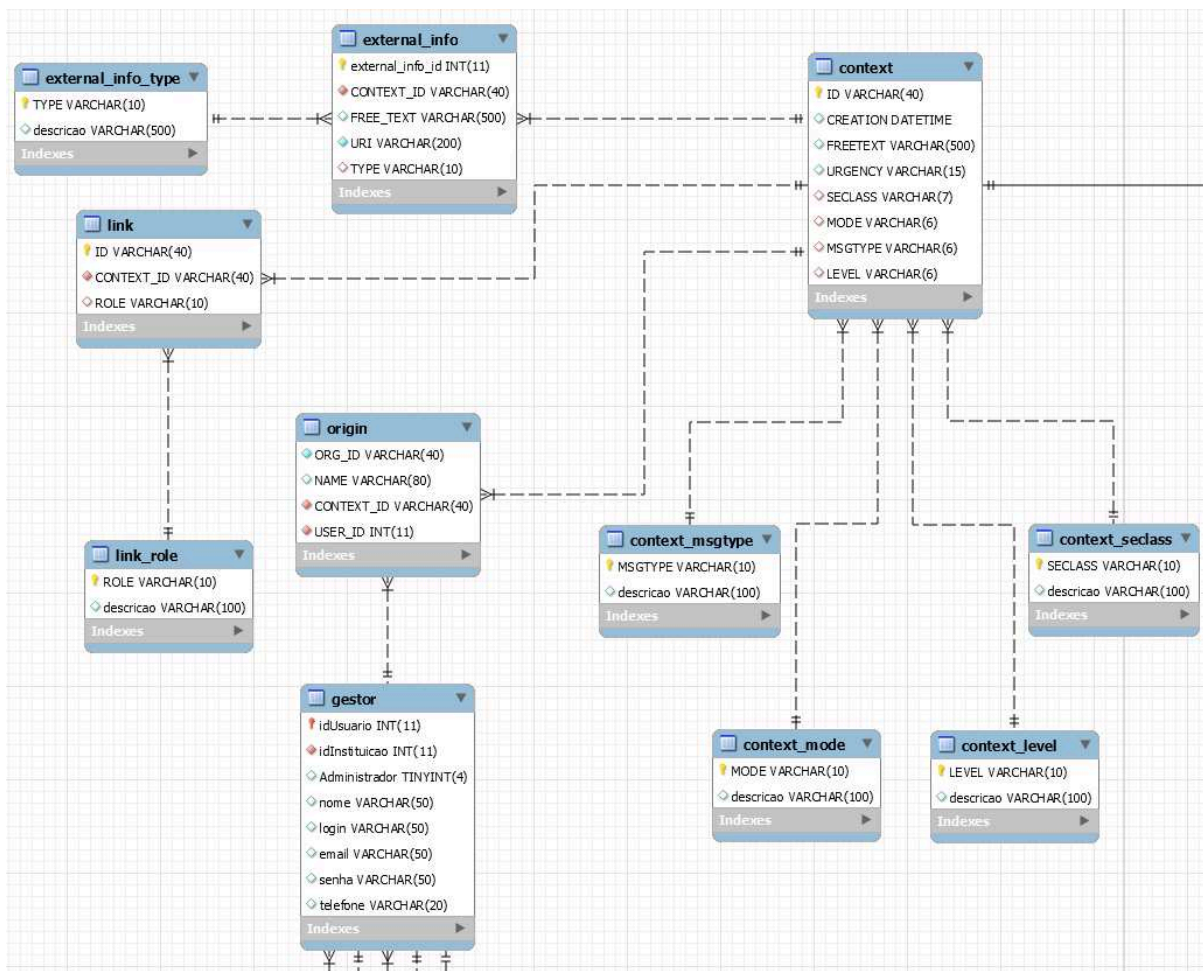


A entidade “tso_2_0” representa a EMSI, conforme pode ser observado na Figura 1, a EMSI pode estar associada a uma contribuição VGI, além disso, a entidade da EMSI deve estar associada às entidades “context” e “event”, que segundo a ISO (2015), são responsáveis pela identificação da EMSI e descrição do evento, respectivamente. As demais classes principais mencionadas no diagrama UML da EMSI (“Mission” e “Resource”), ainda não foram mapeadas, uma vez que não foram implementados em um primeiro momento, conforme mencionado anteriormente nos artigos apresentados nas seções anteriores.

A Figura 2 mostra a entidade “context” juntamente com os seus relacionamentos. A entidade “context_msgtype” descreve o tipo da mensagem EMSI que está sendo enviada (ex.: se é uma mensagem de erro, alerta, atualização ou cancelamento). Já a entidade “context_mode” serve para informar em que contexto a

notificação EMSI se encaixa (ex.: informa se a notificação está relacionada a um evento real, ou se apenas é uma notificação de teste).

Figura 2. Entidades e relacionamentos referentes à entidade “context”.



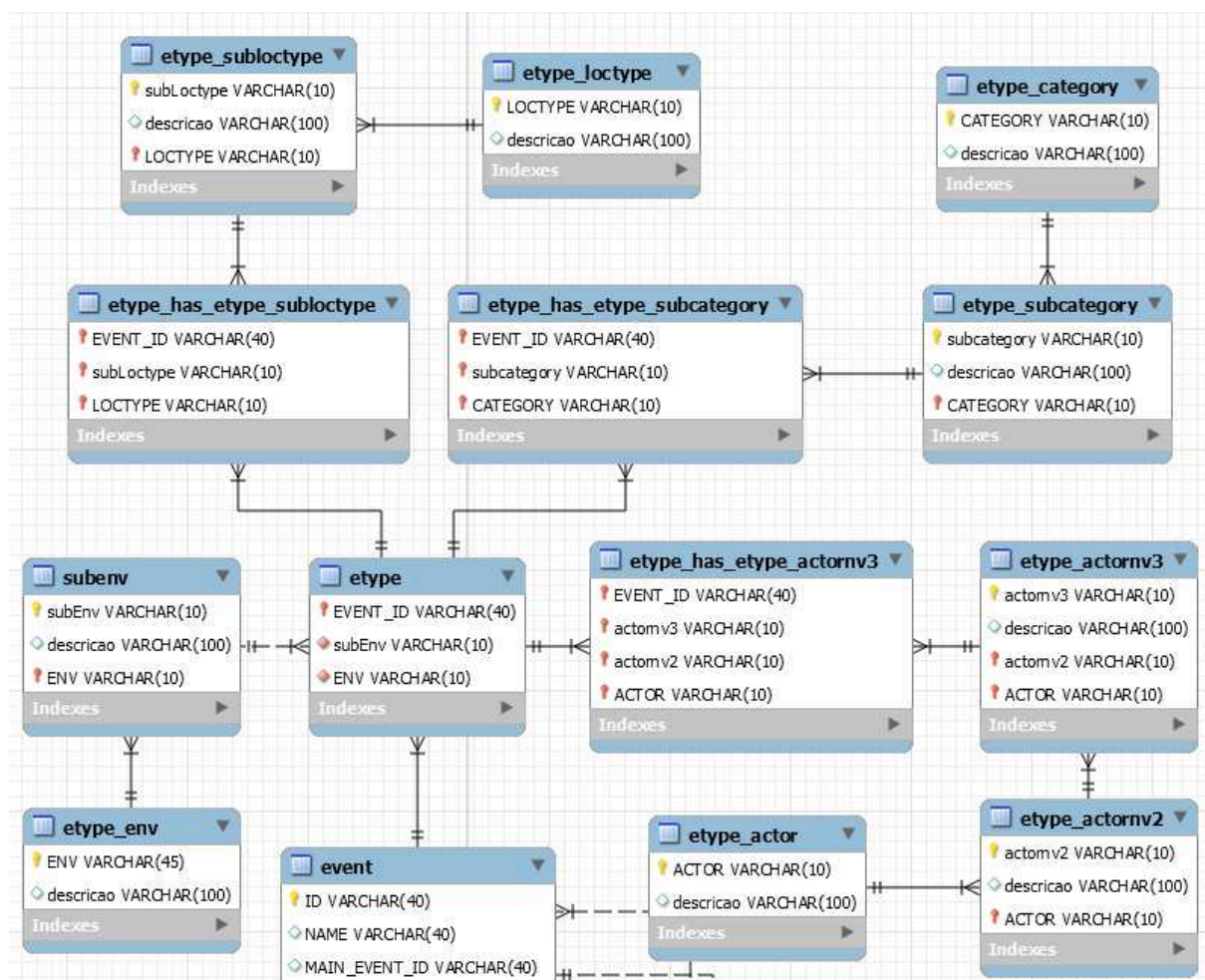
As entidades “context_level” e “context_seclass” se comprometem a informar respectivamente, o nível da mensagem (ex.: estratégico, operacional ou tático) e o nível de segurança da mensagem (ex.: se é confidencial, secreta ou não classificada). A entidade “external_info” é responsável por guardar informações referente aos anexos relacionados a uma notificação EMSI, enquanto a entidade “external_info_type” informa o tipo do anexo contido na notificação.

A entidade “origin” é responsável por guardar informações referente à origem da notificação EMSI, uma de suas especificações é vincular o usuário responsável por cadastrar a notificação EMSI. Deste modo, foi necessário vincular a entidade “origin” com a entidade “gestor”. Por fim, a entidade “link” é responsável por guardar qualquer relacionamento que uma notificação EMSI possua com outra notificação EMSI,

enquanto a entidade “link_role” é responsável por definir qual o tipo de relacionamento há entre elas, por exemplo, se o propósito da notificação atual é adicionar informação a uma notificação EMSI ou substituí-la.

A Figura 3 apresenta o relacionamento da entidade “event” com a entidade “etype”, cujo propósito é descrever o tipo do evento a ser persistido a partir da notificação EMSI. De acordo com o diagrama UML apresentado na Figura 1 do Artigo 2, a entidade “etype” possui quatro campos: “category”, “actor”, “loctype” e “env”. Porém, devido ao processo de normalização do banco de dados, esses campos foram desmembrados em um número maior de entidades, uma vez que, além de serem campos multivalorados, também representam uma hierarquia de entidades, o processo final após a normalização pode ser conferido na Figura 3.

Figura 3. Relacionamentos e entidades relacionados às entidades “event” e “etype”.

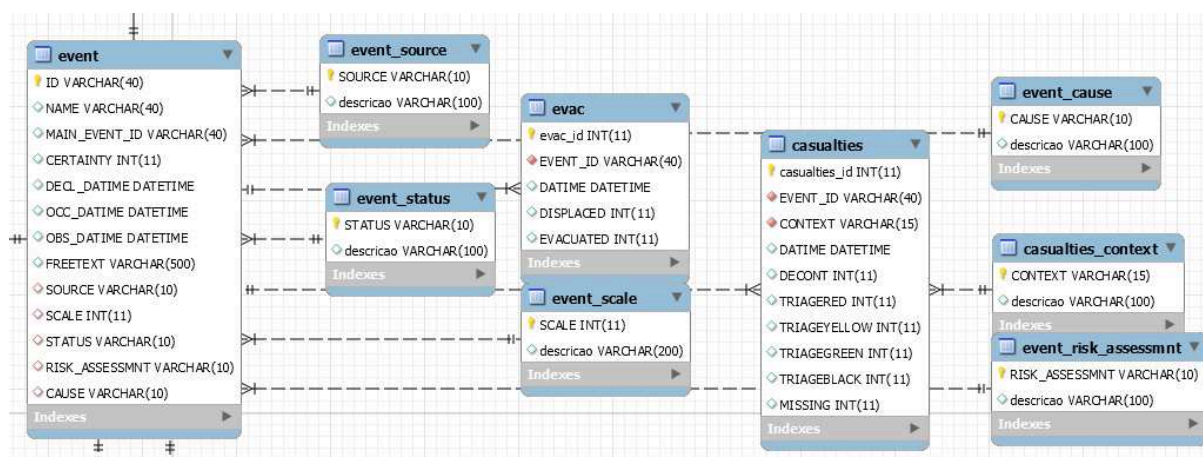


Segundo a ISO 22351 (2015), o campo “category” é responsável por apresentar o contexto que levou à ocorrência do evento (ex.: se tal evento ocorreu devido a

alagamentos ou explosões). Já o campo “actor” descreve os objetos que estão em perigo devido à ocorrência do evento (ex.: pessoas, casas ou animais). O campo “Loctype” descreve o tipo do ambiente em que o evento está ocorrendo (ex.: se é um local subterrâneo ou uma área urbana), enquanto o campo “env” é responsável por descrever o tipo da catástrofe (ex.: se é um deslizamento de terra ou incêndio).

Na Figura 4 é possível verificar os atributos contidos dentro da entidade “event”, além de sete entidades que possuem relacionamento direto com “event”. Entre elas há a entidade “evac”, que é responsável por prover informações sobre as evacuações ocorridas por causa do desastre em questão, já a entidade “casualties” informa o número de vítimas atingidas pelo desastre, podendo conter informações como número de pessoas desaparecidas, além de informar a quantidade de pessoas feridas e nível do ferimento (ex.: o número de pessoas com ferimentos leves ou graves).

Figura 4. Relacionamentos e entidades relacionados à entidade “event”.

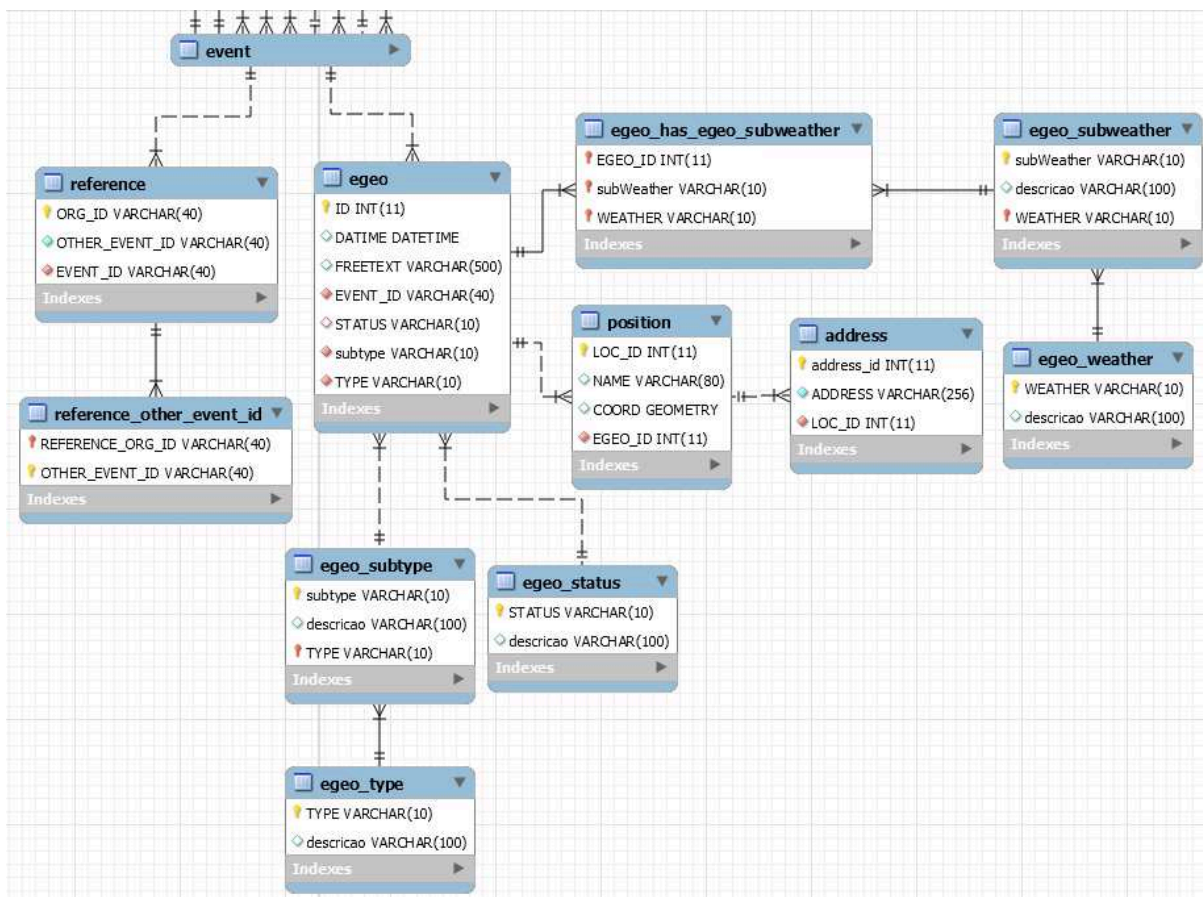


A entidade “event” também possui relacionamento com as entidades “event_source”, “event_status”, “event_scale” e “event_cause”, que respectivamente são responsáveis por: armazenar a origem da detecção do evento (ex.: se o evento foi percebido por observação humana ou identificado a partir de sensores); representar o status do evento (ex.: em progresso, não iniciado, completo); informar o nível de severidade do evento; e descrever se a causa do evento foi natural ou acidental. Por fim, a entidade “event_risk_assessment” é responsável por representar o estado do evento, podendo representar os seguintes valores: aumentando; diminuindo; ou estável.

Conforme mostra a Figura 5, a entidade “event” possui relacionamento com a entidade “reference”, que é responsável por referenciar outras entidades do tipo

“event”, além disso, a entidade “event” possui relacionamento com a entidade “egeo”, que é responsável por armazenar informações referente à localização espacial do evento, (ISO 22351, 2015).

Figura 5. Relacionamentos e entidades relacionados à entidade “event”.



As entidades “egeo_type” e “egeo_wheater” representam uma hierarquia de entidades, por este motivo, conforme pode ser observado na Figura 5, houve o desmembramento de tais entidades em mais de uma entidade. Tais entidades são responsáveis por descrever o tipo da área espacial (ex.: área esfumada ou área em combustão) e de prover informações sobre o clima no momento da ocorrência do evento, respectivamente. A entidade “address” armazena o endereço do local em formato de string, enquanto a entidade “position” é responsável por armazenar as coordenadas espaciais, deste modo, foi utilizado um campo do SGBD MySQL do tipo Geometry, que é utilizado especificamente para o armazenamento de dados espaciais.

3.2 Exemplo de cadastro de notificações EMSI

Nesta seção são apresentados alguns recursos do sistema, como o processo de cadastro de notificações EMSI e apenas uma breve explicação de seu formulário, uma vez que informações mais detalhadas de uma notificação EMSI podem ser encontradas na seção anterior. A Figura 6 apresenta a tela principal para qualquer usuário que deseja fazer algum cadastro no sistema, seja ela VGI para colaboradores ou notificações EMSI para gestores.

Figura 6. Interface base para registros de colaborações e notificações EMSI.



Ao lado esquerdo superior da Figura 6, há um destaque na cor vermelha em forma retangular, que contém símbolos que representam as feições espaciais que podem ser cadastradas no sistema, estas feições são: linha, polígono e ponto, respectivamente. Ao lado direito superior há um pequeno menu para a escolha do mapa base a ser utilizado no sistema (ex.: imagens de satélite ou mapa base a partir de feições do OpenStreetMap), vale ressaltar que no momento da escrita dessa dissertação, o sistema não aceita sobreposição de mapas, ou seja, somente é possível visualizar um tipo de mapa base por vez.

Após o usuário selecionar a área desejada no mapa, aparecerá um formulário para o preenchimento das informações em relação ao desastre, caso o usuário seja um colaborador, será apresentado o formulário da Figura 2 do Artigo 2 para preenchimento de informações referente a uma colaboração VGI. Caso o usuário seja um gestor, será exibido o formulário que será apresentado a seguir, informações mais detalhadas do formulário VGI podem ser consultadas nos capítulos anteriores.

Devido à grande extensão do formulário de notificações EMSI, o mesmo não pode ser apresentado em somente uma figura, deste modo, foram utilizadas cinco figuras para a sua representação. Além disso, vale ressaltar que todas as informações contidas nas imagens a seguir são fictícias, e foram utilizadas somente para efetuar a explanação que segue.

Para melhor visualização do formulário, o mesmo foi dividido em 5 partes, informações gerais, anexos, vítimas, evacuação e informações adicionais. Além disso, foi programado um pequeno menu no lado esquerdo superior do formulário, para que o gestor possa ter uma melhor navegação durante o preenchimento do formulário.

A Figura 7 ilustra a primeira parte do formulário, intitulada informações gerais, nesta parte, é possível especificar o tipo do evento que está ocorrendo, se é um deslizamento de terra, ou apenas um evento que pode ser um sinal de prelúdio de deslizamento de terra (ex.: movimentação de estruturas ou o afastamento do solo de fundações).

Ainda na Figura 7 é possível especificar o momento da identificação e da ocorrência do evento, além da probabilidade de ocorrência, caso ainda não tenha ocorrido. O campo associado à label status serve para informar o status do evento, se o mesmo já foi iniciado, está em progresso, ou se já está terminado. O campo vinculado à label risco informa se o risco de ocorrer o desastre está estável, aumentando ou diminuindo. Já o campo associado à label causa informa se a causa do incidente é de origem natural ou causada pelo homem.

O último campo presente na Figura 7 se refere a descrição do evento, há também mais dois valores referentes ao tipo de local do incidente e as entidades em perigo, porém, diferentemente dos campos apresentados anteriormente, estes campos são multivalorados. Deste modo, foi adicionado um botão com o símbolo “+” ao lado direito de cada label, com o intuito de indicar ao usuário, que uma nova instância do elemento pode ser adicionada ao pressioná-lo.

Figura 7. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Informações Gerais).

The image shows a web form titled "Informações Gerais" for registering EMSI notifications. On the left is a vertical sidebar with menu items: "Informações Gerais", "Anexos", "Vítimas", "Evacuação", and "Informações Adicionais". The main form area contains the following fields and controls:

- Tipo Evento:** A dropdown menu with "Deslizamento de Terra" selected.
- Momento da Identificação:** A date and time input field showing "17/06/2021 23:26" with a calendar icon.
- Momento da Ocorrência:** A date input field showing "dd/mm/aaaa --:--" with a calendar icon.
- Probabilidade Ocorrência:** A horizontal slider bar set to "80%".
- Urgência:** Radio buttons for "Urgente" (selected) and "Não Urgente".
- Status:** A dropdown menu with "Evento Não Iniciado" selected.
- Risco:** A dropdown menu with "Aumentando" selected.
- Causa:** A dropdown menu with "Natural" selected.
- Recursos:** A dropdown menu with "Nível 1 - O Evento É Tratado Com Recursos Implantados Na Fase de Pré-planejamento" selected.
- Tipo de Local do Incidente:** A plus sign (+) button to expand the section.
- Local:** Two dropdown menus: "Estradas" and "Trilha", with a minus sign (-) button to collapse.
- Entidades em Perigo:** A plus sign (+) button to expand the section.
- Entidade:** Three dropdown menus: "Animais", "Animal Contaminado", and "...", with a minus sign (-) button to collapse.
- Descrição:** A large text area for entering details.

A Figura 8 apresenta a parte de anexos do formulário para cadastrar notificações EMSI. Para cada anexo é possível fazer um upload de algum arquivo, podendo ser fotos, áudio ou vídeos, além de ser possível vincular uma descrição para o anexo da notificação. Neste caso, é possível adicionar quantos anexos o gestor achar necessário, bastando apenas pressionar o botão com o símbolo "+" ao lado de cada label anexo, enquanto que, para remover um anexo, basta pressionar o botão com o símbolo "-", localizado na extremidade direita de cada anexo.

Figura 8. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Anexos).

Anexos

Anexos: +

Anexo:
Escolher arquivo estrada.jpg

Descrição:
Foto da estrada com rachaduras

Anexo:
Escolher arquivo estrada_2.jpg

Descrição:
Outra foto da estrada

A Figura 9 representa o cadastro de vítimas disponível dentro do sistema no momento do cadastro de uma notificação EMSI, no campo associado com a primeira label do formulário, chamado de situação, é possível informar a situação das vítimas, por exemplo, se já foram tratadas, ou se precisa de tratamento urgente. Além disso, é possível informar a quantidade óbitos, de pessoas desaparecidas, com ferimentos leves, ou que possuem urgência ou extrema urgência no atendimento.

Na Figura 10 é possível observar as informações sobre evacuações que podem ser vinculadas a uma notificação EMSI, nela é possível registrar a data e hora da evacuação, além do número de pessoas que estão sendo evacuadas, ou que já foram evacuadas. Assim como outros elementos apresentados anteriormente, é possível cadastrar vários registros de evacuação em relação a uma notificação EMSI, bastando apenas pressionar o botão com o símbolo “+” ao lado direito da label intitulada pessoas evacuadas.

Figura 9. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Vítimas).

Vítimas

Vítimas: +

-

Situação:

Data e Hora:

Vítimas em Estado de Extrema Urgência:

Vítimas em Estado de Urgência:

Vítimas Feridas:

Óbitos:

Desaparecidos:

Figura 10. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Evacuação).

Evacuação

Pessoas Evacuadas: +

-

Data e Hora da Evacuação:

Número de Pessoas já evacuadas:


Número de Pessoas que estão sendo evacuadas no momentos:

A Figura 11 se refere a última parte do formulário de cadastro de notificações EMSI, na qual é possível verificar a existência do campo descrição, responsável por armazenar informações referente a área espacial selecionada pelo gestor. Além disso, também é possível especificar informações sobre o tipo da área selecionada, além de ser possível descrever o clima do local através do campo associado à label tempo. O campo contribuição é o único que não provem de nenhum atributo especificado na EMSI, este campo permite o gestor vincular uma notificação EMSI à alguma contribuição VGI cadastrada anteriormente no sistema.



Figura 11. Parte do formulário para cadastros de notificações EMSI (Informações Adicionais).


Informações Adicionais




Data e Hora:




11/05/2021 23:37 

Tipo da Área Seleccionada:


Área Perigosa/Poluída  Área Biológica Contaminada 

Tempo 


Condições Húmidas  Chuvisco  




Condições Tempestivas  Sem Problemas em Relação a Tempest:  

Descrição:

Pequena Descrição 

Contribuição:

1: 

4 CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho descreve a arquitetura do framework LapsusVGI, que tem como objetivo auxiliar no desenvolvimento de SGID, possibilitando a interoperabilidade de dados entre instituições, além de mostrar a viabilidade da utilização de dados oficiais juntamente com VGI para auxiliar gestores na tomada de decisões. O framework possui quatro fontes de dados: duas provindas de VGI, que são o mapa base a partir do OSM e contribuições VGI; e duas fontes de dados oficiais compostas pelo mapa da área de risco e notificações EMSI.

Apesar do framework construído ter o foco em deslizamento de terra, o mesmo pode ser adaptado ou utilizado em outros tipos de catástrofes, uma vez que dos sete padrões utilizados, somente um possui foco maior em deslizamento de terra, enquanto o restante possui foco em situações de emergência e interoperabilidade. Além disso, as especificações adotadas para as situações específicas de deslizamento de terra podem ser incorporadas para outros tipos de desastres.

Todos os objetivos especificados na Seção 1.1 foram alcançados, uma vez que foi possível criar um sistema que utiliza dados oficiais enriquecidos com VGI, além de seguir padrões internacionais voltados para situações de emergências e interoperabilidade. Com o estudo de caso, foi possível testar as funcionalidades do sistema por meio do cadastro das notificações de desastres, juntamente com as contribuições VGI, além de alcançar interoperabilidade, com a exportação XML e a exportação HTTP usando padrões WMS e WFS.

Como trabalhos futuros sugere-se estender o framework para trabalhar com todos os recursos especificados na ISO 22351, ou seja, adição do gerenciamento de recursos disponíveis, como, o gerenciamento de alimentos e residências para pessoas afetadas por um deslizamento de terra, além das missões necessárias para mitigar danos causados por desastres naturais. Por exemplo, missões que especificam a construção de muros para a contenção de rejeitos de barragem, ou a construção de pontes para cobrir regiões que possuem difícil acesso devido ao deslizamento de terra.

Outra funcionalidade a ser agregada ao framework é a ampliação do uso de VGI, por exemplo, a utilização de mais fontes de VGI, permitindo a contribuição através de *short message service* (SMS), ou a extração de fontes de dados ricas em VGI, como as redes sociais twitter e facebook, ou até mesmo a utilização de sensores para auxiliar na predição de possíveis catástrofes, além de adaptar a capacidade do framework de trabalhar com dados temporais.

Como mencionado anteriormente, o framework pode ser facilmente adaptado para auxiliar em outros tipos de catástrofes, porém, nada impede que sejam adicionadas nas extensões deste framework funcionalidades específicas para cada tipo de desastre, por exemplo, uma extensão do LapsusVGI integrado com dispositivos de IoT voltado para queimadas, abordando características como a umidade do ar, a fim de descobrir a possibilidade de incêndios naturais no local.

Devido à crescente adoção da população por smartphones e uma alta probabilidade de uma pessoa estar com um celular disponível durante uma catástrofe, outra funcionalidade interessante é a criação de uma plataforma mobile simples e intuitiva para permitir que os colaboradores atuem durante a ocorrência de um desastre. Além disso, é desejável que tal plataforma tenha integração com outros aplicativos mobile populares como Whatsapp, Instagram, Facebook e Telegram para facilitar no momento da contribuição.

Atualmente o framework descrito nesta dissertação somente atende às etapas de pré-evento e durante o evento, deste modo, é interessante como trabalhos futuros desenvolver mecanismos que possam aperfeiçoar ou adicionar processos permitir um maior suporte para gestores e comunidade nas etapas atendidas atualmente, além de adicionar mecanismos para auxiliar os usuários na etapa de pós evento, a última etapa de um desastre.

REFERÊNCIAS

- BAHARIN, S. S. K.; SHIBGHATULLAH, A. S.; OTHMAN, Z. Disaster management in Malaysia: An application framework of integrated routing application for emergency response management system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOFT COMPUTING AND PATTERN RECOGNITION, 1., 2009, Malacca. **Proceedings...** Malacca: IEEE, 2009. p. 716-719.
- BANCO MUNDIAL. **Natural Disaster Force 26 Million People into Poverty and Cost 520bn in Losses Every Year, New World Bank Analysis Finds**. 2016. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/11/14/natural-disasters-force-26-million-people-into-poverty-and-cost-520bn-in-losses-every-year-new-world-bank-analysis-finds>>. Acesso em: 23 Dez 2019.
- CHEN, L.; ENGLUND, C. Every second counts: integrating edge computing and service oriented architecture for automatic emergency management. **Journal of Advanced Transportation**, Hindawi, v. 2018, 2018.
- ELLIS, C. A.; GIBBS, S. J.; REIN, G. Groupware: Some issues and experiences. **Communications of ACM**, v. 34, p. 39-58, 1991.
- GeoInfo. **GeoInfo**. 2020. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2020/>>. Acesso em: 01 Mar 2021.
- GIARDINO, M.; PEROTTI, L.; LANFRANCO, M.; PERRONE, G. GIS and geomatics for disaster management and emergency relief: a proactive response to natural hazards. **Applied Geomatics**, v. 4, p. 33–46, 2012.
- GILLIS, J.; CALYAM, P.; APPERSON, O.; AHMAD, S. Panacea's cloud: Augmented reality for mass casualty disaster incident triage and co-ordination. In: IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC). 13., 2016, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: IEEE, 2016. p. 264–265.
- GOODCHILD, M. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, v. 69, p. 211-221, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **MUNIC 2017: 48,6 dos municípios do país foram afetados por secas nos últimos 4 anos**.

2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos>>. Acesso em: 27 Dez 2019.

ISCRAM. **ISCRAM 2021 – Blacksburg, VA**. 2021. Disponível em: <<https://www.drrm.fralinlifesci.vt.edu/is cram2021/about.php>>. Acesso em: 01 Mar 2021.

ISO/TC292. **ISO 22351:2015 Social security – Emergency management – Message structure for exchange information**. Geneva, Switzerland, 2015.

LAU, Y. Y.; VAN DER TAS, D.; VAN ZETTEN, J.; IEDTKE, C.; LINDNER, R.; FYKSE, E. M.; WALTHER, G.; MÜLLER, L.; LINDE-FRECH, I.; KARPPINEN, A.; ALVAREZ, S. G.; GLORIOSO, G.; QUINTERO, F. A. Analysis of standards and standardization experiences relevant to disaster resilience. 2017. Disponível em: <http://resistand.eu/sites/default/files/resistand/public/content-files/deliverables/ResiStand_D2%202_AnalysisOfStandards_v02y1l28042017_FINAL.pdf>. Acesso em: 05 Mar 2020.

MARESH-FUEHRER, M. M.; SMITH, R. Social media mapping innovations for crisis prevention, response, and evaluation. **Computers in Human Behavior**, v. 54, p. 620–629, 2016.

NEUBAUER, G.; PREINERSTORFER, A.; LICHTENEGGER, G.; HUMER, H.; LINKE, H.; ZUBA, G.; DELPRATO, U.; TUSA, G.; KNEZIĆ, S.; BAUČIĆ, M.; DALAFF, C.; GURCZIK, G.; AMMAR, B.; MAGZOUB, A. Common information space as enabler for collaboration in disaster management: Demonstration of the validity of the episecc cis concept. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES FOR DISASTER MANAGEMENT (ICT-DM). 4., 2017, Münters. **Proceedings...** Münters: IEEE, 2017. p. 1–8.

RITCHIE, H.; ROSER, M. **Natural Disasters**. 2019. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/natural-disasters>>. Acesso em: 23 Dez 2019.

RYOO, J.; CHOI, Y. B. A comparison and classification framework for disaster information management systems. **International Journal of Emergency Management**, Inderscience Publishers, v. 3, p. 264–279, 2006.

TAVARES, J. F.; GONÇALVES, L. S.; GONÇALVES, P. A. G. M.; BORGES, M. R. S. A systematic review on the use of groupware technologies in emergency management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY IN DISASTER RISK REDUCTION. 3., 2018, Bulgaria. **Proceedings...** Springer, Cham, 2018. p. 22–35.

USHAHIDI. **Ushahidi**. 2019. Disponível em: <http://ushahidi.com>. Acesso em: 24 Dez 2019.

APÊNDICE A – Resumo estendido

DIMS-*LapsusTerra*e: Sistema de Gerenciamento de Informação de Desastres de Deslizamento de Terra

Lucas F. Dorigueto, Carlos H. T. Brumatti, Erick L. Figueiredo, Jugurta Lisboa-Filho

ABSTRACT

The article presents DIMS-*LapsusTerra*e, an implementation of the *LapsusVGI* framework, a platform that integrates Voluntary Geographic Information (VGI) with ISO and OGC standards, providing an architecture to be used in the implementation of Disaster Information Management Systems (DIMS) aimed at landslides.

Introdução

Segundo o Banco Mundial (2016), desastres naturais são responsáveis por 520 bilhões de dólares em perdas, além de levar 26 milhões de pessoas a pobreza por ano. No Brasil, 59.4% dos 5.570 municípios não possuem nenhum plano de gestão de risco para desastres, e 15% já foram atingidos por deslizamento de terra (IBGE, 2018).

Sistemas de Gerenciamento de Informação de Desastres (DIMS) auxiliam os gestores em diferentes situações de emergência. Segundo Ryou e Choi (2006), um dos principais obstáculos em DIMS é a falta de padronização nos dados, o que dificulta a interoperabilidade entre sistemas. Conforme um levantamento referente ao período de três anos realizado por Tavares et. al. (2018), foram identificados apenas dois sistemas que cobrem as três etapas em uma situação emergencial (pré, durante e pós evento), porém, nenhum dos dois sistemas adotam algum tipo de padrão em sua arquitetura, deste modo, há a necessidade da construção e aperfeiçoamento de sistemas que possam auxiliar no gerenciamento e diminuição dos danos causado por desastres.

Sistema de Informação Geográfica Voluntária (VGI) são sistemas colaborativos nos quais os usuários colaboram com dados que estão associados a uma localização espacial (Goodchild, 2007). Sistemas VGI também têm sido utilizados para auxiliar na

tomada de decisões em situações de emergência, como o sistema de coleta de VGI Ushahidi, que foi utilizado após o terremoto que ocorreu no Haiti em 2010 (Ushahidi, 2019) e em diferentes ações humanitárias em alguns países africanos. Este trabalho apresenta um DIMS para desastres relacionados a deslizamento de terra, que se baseia no framework LapsusVGI (Dorigueto et al., 2020), uma plataforma que adota diferentes padrões ISO e OGC para garantir a interoperabilidade dos dados e também coleta VGI.

O Sistema DIMS-LapsusTerra

O Sistema DIMS-LapsusTerra é uma implementação do framework LapsusVGI cujo objetivo é prover suporte aos gestores na tomada de decisões e auxiliar a comunidade em momentos de emergências, possibilitando coleta de VGI.

Para a construção do sistema, utilizou-se a arquitetura Model-View-Controller (MVC), que provê boa manutenibilidade e portabilidade, permitindo que posteriormente o sistema possa ser portado para plataformas mobile sem alterações na estrutura do projeto. Para a construção das interfaces responsáveis pela interação com o usuário, foram utilizadas tecnologias como HTML, Bootstrap e JQuery, além da biblioteca Leaflet, que permite a visualização e extração das feições provindas do sistema mundial de mapeamento voluntário OpenStreetMap (OSM).

No back-end, o sistema foi desenvolvido na linguagem PHP, em conjunto com o SGBD MySQL, que possui estruturas voltadas para o gerenciamento de feições espaciais. Para possibilitar a disponibilização das futuras colaborações no sistema, o DIMS está integrado ao sistema GeoServer, para que os dados possam ser fornecidos a partir dos padrões Web Map Service (WMS) e Web Feature Service (WFS), deste modo, as colaborações podem ser utilizadas em outras plataformas que utilizem tais padrões, por exemplo, o QGIS.

A Figura 1 apresenta um esquema ER contendo entidades e relacionamentos presentes na aplicação. Vale ressaltar que somente colaboradores podem fazer contribuições VGI, já que os gestores foram associados às Informações Compartilhadas de Gerenciamento de Emergência (EMSI), que são mensagens para serem utilizadas entre organizações envolvidas em situações de emergência.

Conclusões

Este artigo apresenta o software DIMS-LapsusTerra, uma implementação do framework LapsusVGI, plataforma VGI baseada em padrões ISO e OGC que fornece uma arquitetura para ser utilizada em DIMS voltado a deslizamentos de terra. Vale ressaltar que toda a tecnologia utilizada na construção da plataforma é gratuita e de fácil acesso, o que permite facilidade para qualquer entidade que queira efetuar modificações futuras.

Esta plataforma está sendo desenvolvida com o intuito de ser disponibilizada como software livre, deste modo, a aplicação pode ser encontrada juntamente com seu código fonte no endereço: <http://www.dpi.ufv.br/projetos/lapsusVGI>.

Agradecimentos

Projeto parcialmente financiado pela CAPES e Fapemig.

Referências

- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4): 211-221.
- Banco Mundial (2019). Natural Disaster Force 26 Million People into Poverty and Cost 520bn in Losses Every Year, New World Bank Analysis Finds. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/11/14/natural-disasters-force-26-million-people-into-poverty-and-cost-520bn-in-losses-every-year-new-world-bank-analysis-finds>.
- Dorigueto, L. F. et al. LapsusVGI: um framework para sistemas de gerenciamento de informação sobre deslizamento de terra. Submetido ao *GeolInfo* 2020.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019). MUNIC 2017: 45,6 dos municípios do país foram afetados por secas nos últimos 4 anos. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos>.

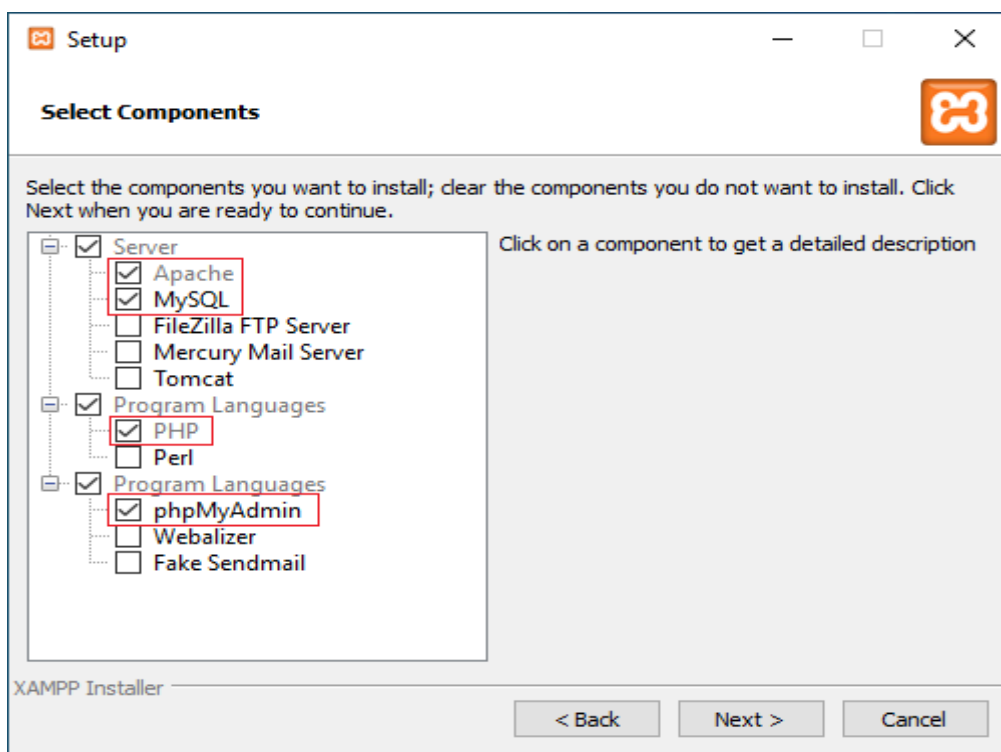
- Ryoo, J., Choi, Y. B. A comparison and classification framework for disaster information management systems. *International Journal of Emergency Management*, 3: 264-279
- Tavares, J. F. et al. (2018). Systematic review on the use of groupware technologies in emergency management. In *proc. of the Third IFIP TC 5 DCITDRR Int. Conf. on Information Technology in Disaster Risk Reduction*, pages 22-35.
- Ushahidi (2019). Ushahidi, <https://www.usahidi.com>, December.

APÊNDICE B – Tutorial de Instalação do LapsusTerra VGI

Faça o download do projeto através do link disponibilizado em:
<http://www.dpi.ufv.br/projetos/LapsusVGI/>.

Instalação Xampp

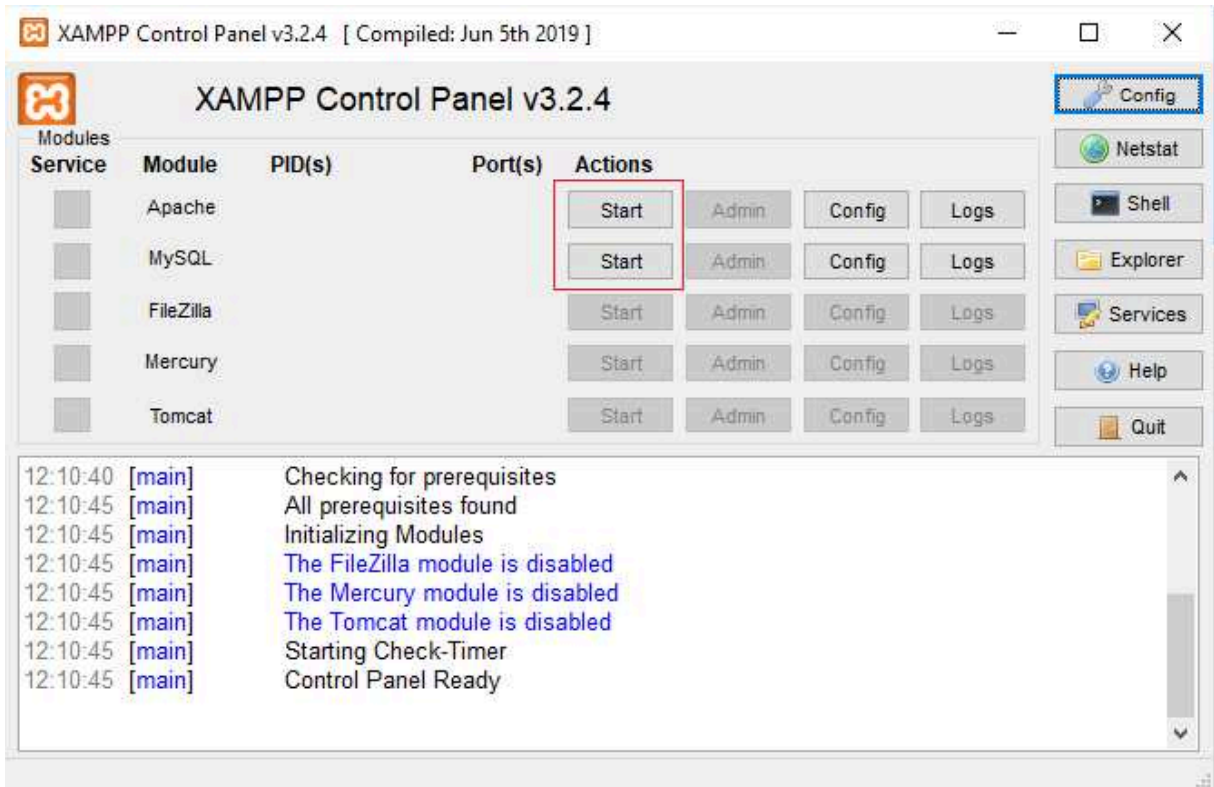
Abra o instalador do Xampp e clique em next uma vez e deixe selecionado as seguintes aplicações.



Aperte *next* mais seis vezes.

Copie o arquivo .htaccess e a pasta LapsusVGI para C:\xampp\htdocs.

Inicie a aplicação através do painel de controle do xampp, clicando nos botões destacado na imagem abaixo.



Configuração MySQL

Configure o banco de dados da aplicação, abrindo o navegador e digitando a url: localhost/phpmyadmin.

Clique em novo, digite LapsusVGI no input “Nome da base de dados” e clique em criar.



Clique em SQL, cole todo o conteúdo presente no arquivo C:\xampp\htdocs\LapsusVGI\database e clique em executar.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the SQL tab selected. The left sidebar shows a database structure with 'lapsusvigi' selected. The main area contains a SQL query with 11 lines of JOINs. Below the query are buttons for 'Limpar', 'Formato', and 'Obter consulta auto-salva'. There is a checkbox for 'Unir parâmetros' and a text input for 'Marcar esta query SQL:'. At the bottom, there are options for 'Delimitador' (set to semicolon), 'Mostrar de novo aqui este comando', 'Reter a caixa da consulta (query)', 'Rollback quando terminado', and 'Ativa a verificação de chaves estrangeiras' (checked). The 'Executar' button is highlighted with a red box.

```

1832 LEFT JOIN SUBENV_SB_EV ON SB_EV.SUBENV = ET.SUBENV AND SB_EV.ENV = ET.ENV
1833 LEFT JOIN ETYPE_ENV_ET_EV ON ET_EV.ENV = ET.ENV
1834 LEFT JOIN ETYPE_HAS_ETYPE_SUBCATEGORY_ET_H_SB ON ET_H_SB.EVENT_ID = EVT.ID
1835 LEFT JOIN ETYPE_SUBCATEGORY_ET_SC ON ET_SC.CATEGORY = ET_H_SB.CATEGORY AND ET_SC.subcategory = ET_H_SB.s
1836 LEFT JOIN ETYPE_CATEGORY_ET_C ON ET_C.CATEGORY = ET_H_SB.CATEGORY
1837 LEFT JOIN ETYPE_HAS_ETYPE_SUBLOCTYPE_ET_H_SL ON ET_H_SL.EVENT_ID = EVT.ID
1838 LEFT JOIN ETYPE_SUBLOCTYPE_ET_SL ON ET_H_SL.LOCTYPE = ET_SL.LOCTYPE AND ET_H_SL.subLoctype = ET_SL.sublc
1839 LEFT JOIN ETYPE_LOCTYPE_ET_L ON ET_L.LOCTYPE = ET_H_SL.LOCTYPE
1840 LEFT JOIN ETYPE_HAS_ETYPE_ACTORW3_ET_HA ON ET_HA.EVENT_ID = EVT.ID
1841 LEFT JOIN ETYPE_ACTORW3_ET_A3 ON ET_A3.actorw3 = ET_HA.actorw3 AND ET_A3.actorw2 = ET_HA.actorw2 AN
1842 LEFT JOIN ETYPE_ACTORW2_ET_A2 ON ET_A2.actorw2 = ET_HA.actorw2 AND ET_A2.ACTOR = ET_HA.ACTOR
1843 LEFT JOIN ETYPE_ACTOR_ET_A1 ON ET_A1.ACTOR = ET_HA.ACTOR

```

Instalação Geoserver

Após a extração do arquivo, mova a pasta Geoserver para o caminho: C:\.

Inicie o Geoserver através do arquivo startup localizado no diretório C:\Geoserver\geoserver-2.18.0-bin\bin.

ANEXO A – Habilitar camadas importantes OpenStreetMap

Este anexo contém um tutorial adaptado para habilitar o filtro de camadas do OpenStreetMap através da instalação do OSM2Diagram, a ferramenta e o tutorial original podem ser encontrados no link <http://www.dpi.ufv.br/projetos/OSM2diagram/>, é importante ressaltar que a versão do OSM2Diagram utilizada neste trabalho possui algumas alterações em relação à aplicação original, para que o resultado fique de acordo com as normas apresentadas anteriormente, além disso, este passo não é obrigatório, uma vez que as outras funcionalidade do sistema irão funcionar normalmente caso este procedimento seja ignorado.

Exportar Dados da plataforma OSM

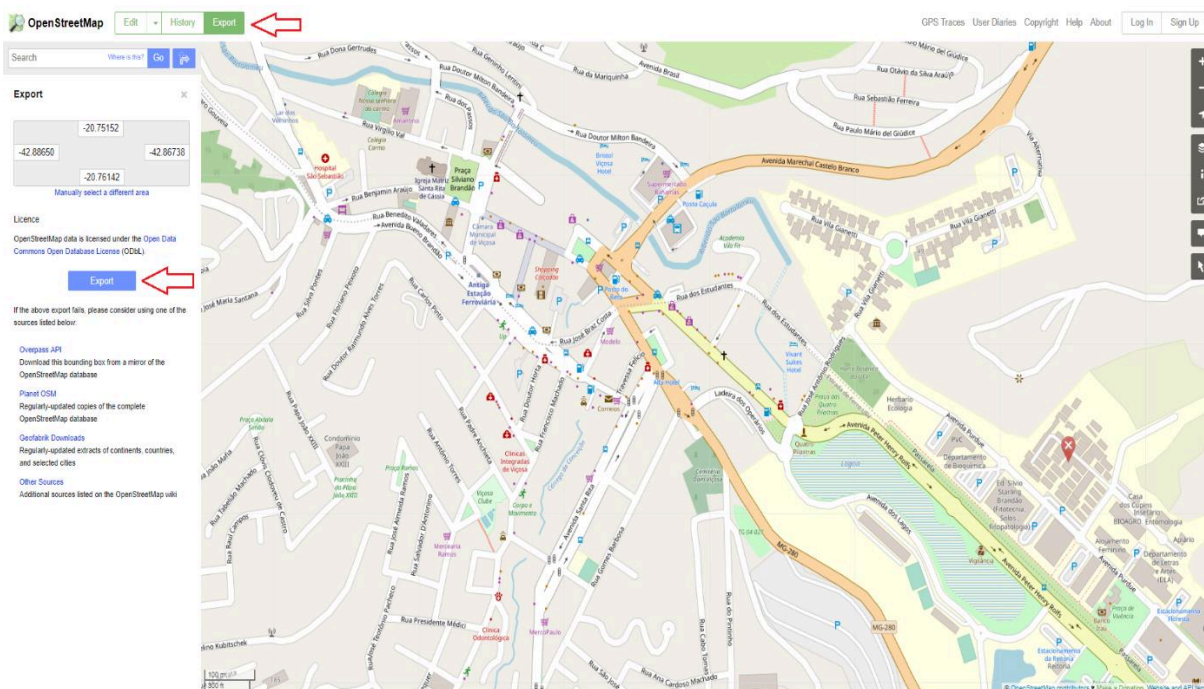
Acesse o site da plataforma OpenStreetMap.

Escolha a opção Export localizada na barra superior do site.

Selecione a área que deseja exportar.

Clique no botão Export localizado na barra lateral esquerda.

O arquivo chamado 'map.osm' sera baixado contendo os dados da área escolhida.

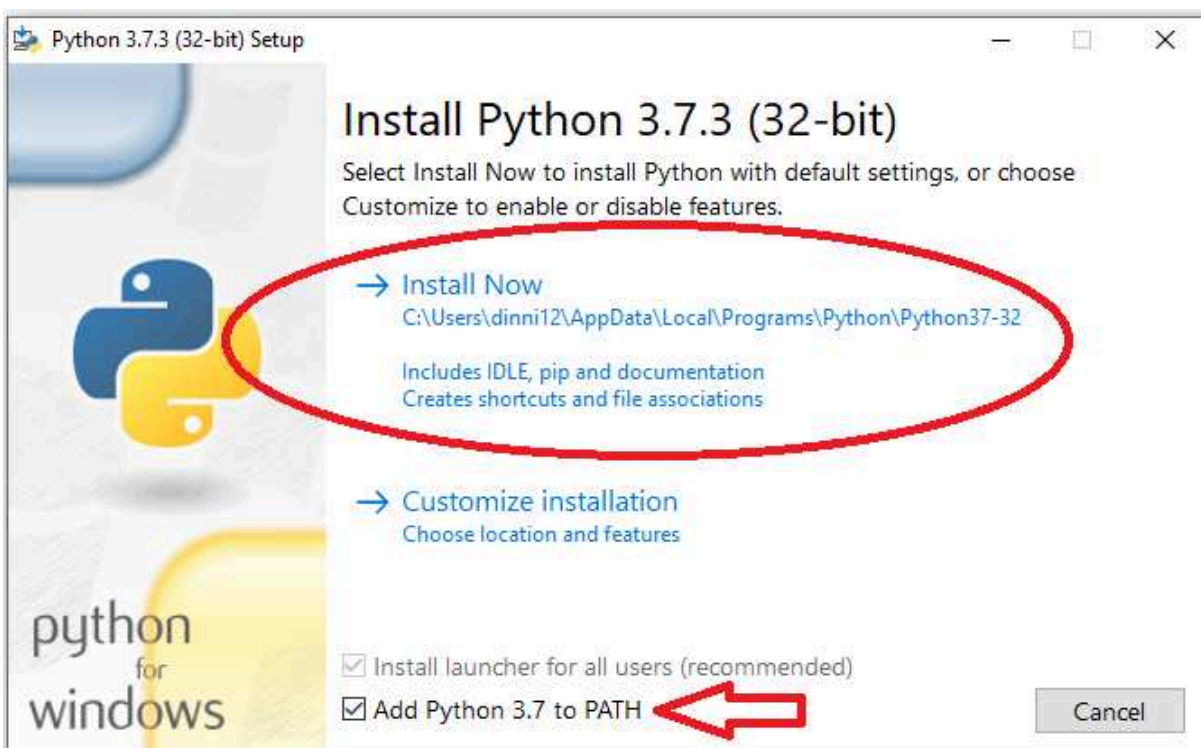


Instalando Python e plugins

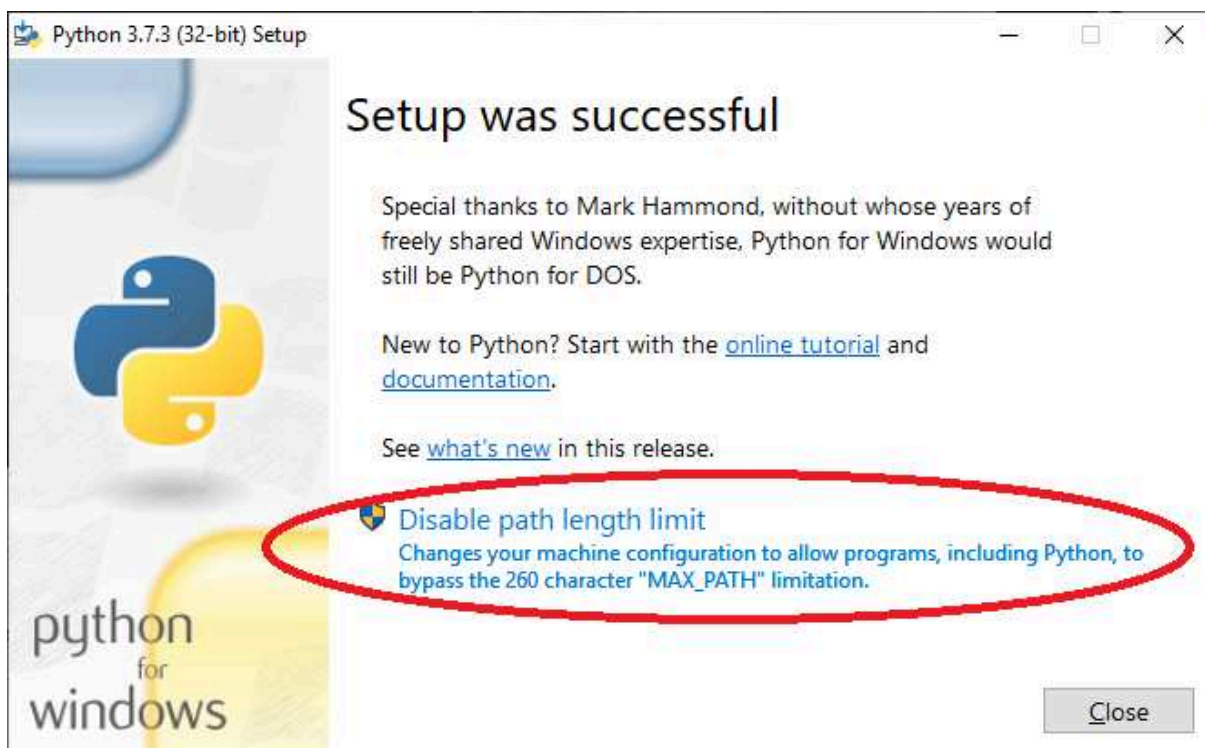
Mova a pasta OSM2Diagram para o diretório C:

Faça a instalação do python-3.7.3.exe

Marque a opção "Add Python 3.7 to PATH" e clique em "Install Now"



Ao final da instalação clique na mensagem "Disable path length limit"



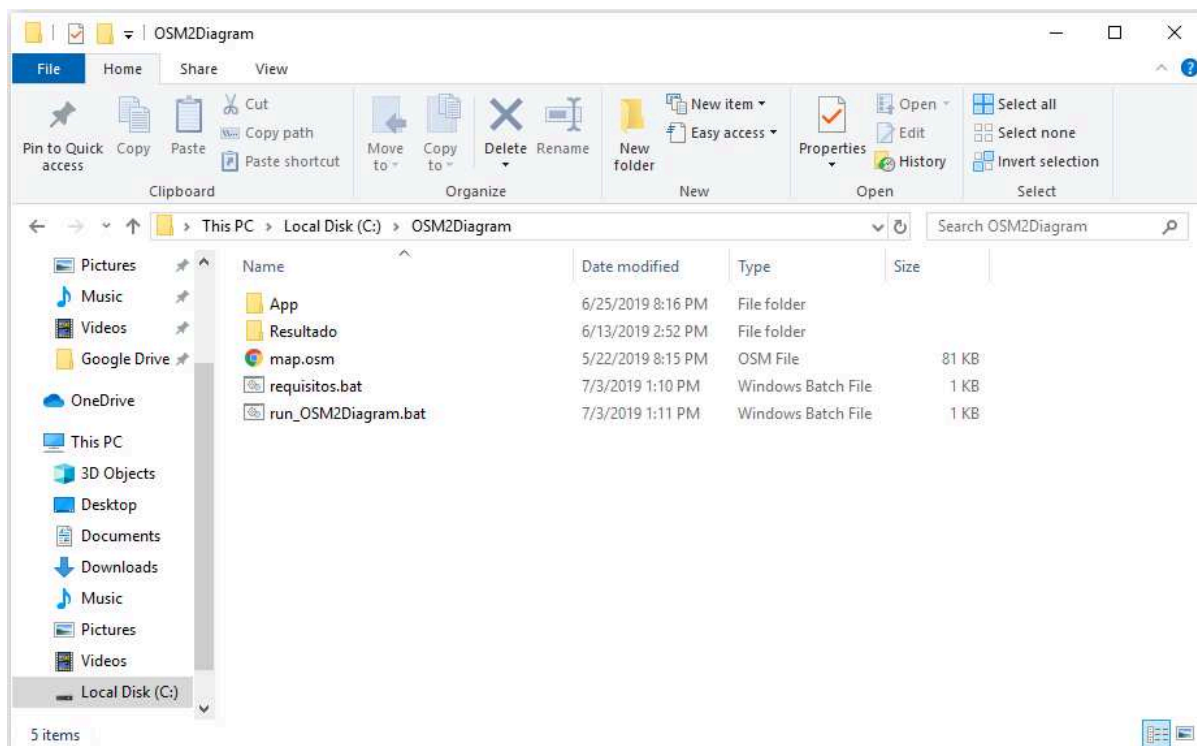
Faça a instalação dos arquivos restantes (GDAL.msi, sigmoda.ttf, graphviz-2.38.msi)

Entre no diretório C:\OSM2Diagram e execute o arquivo 'requisitos.bat' para instalar as dependências do Python

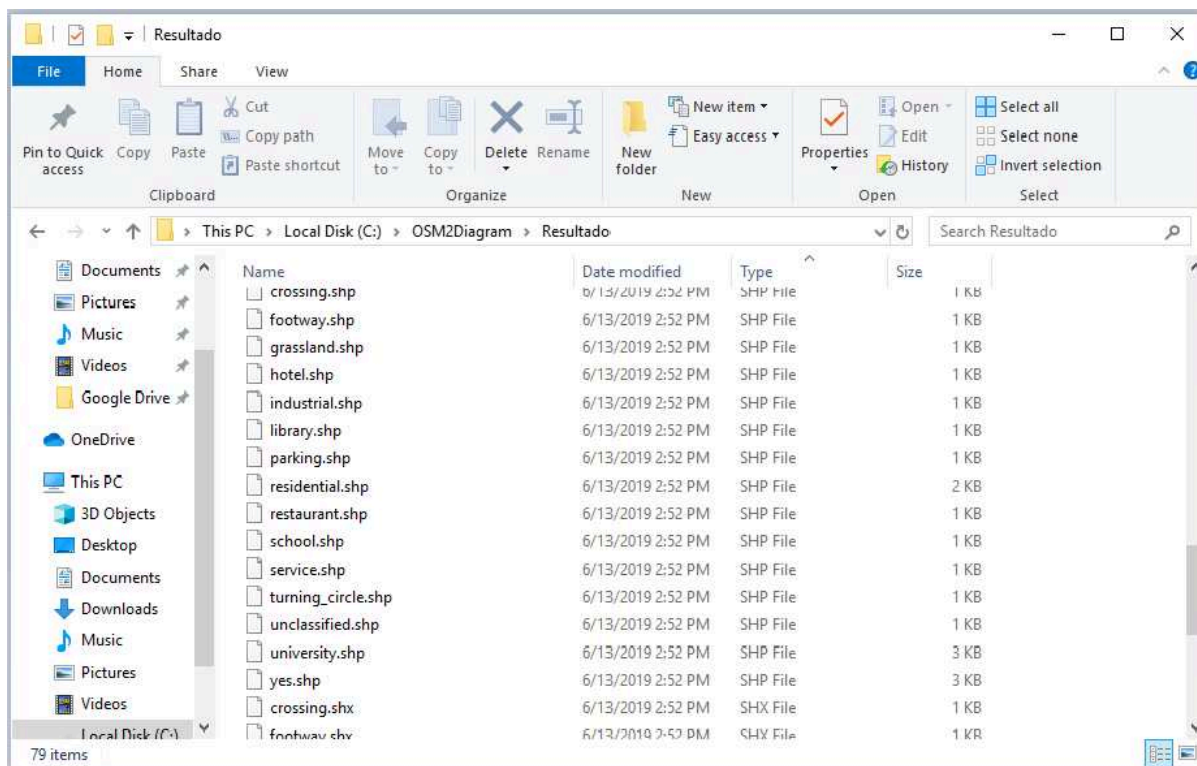
Gerando Shapefiles e GeoJSON

Copie o arquivo 'map.osm' para dentro da pasta 'OSM2Diagram'

Execute o arquivo 'run_OSM2Diagram.bat'



Após a execução, os arquivos ShapeFile, GeoJson e o esquema conceitual ('schema.png') estarão na pasta Resultado



OBS: Sempre que for executar a Etapa 3, antes excluir o conteúdo da pasta Resultado.

Copiar os arquivos da pasta Resultado para o diretório C:\xampp\htdocs\LapsusVGI\code\view\js\geojson.