

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Fluminense

Programa de Pós-graduação em Sistemas Aplicados à Engenharia
e Gestão

Integração entre o Sistema APRS e a Plataforma de Gestão
Humanitária Sahana Eden

Whanderley Souza Freitas

2018

Instituto Federação de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Programa de Pós-graduação em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão

Integração entre o Sistema APRS e a Plataforma de Gestão Humanitária Sahana Eden

WHANDERLEY SOUZA FREITAS

Renato Gomes Sobral Barcellos

(Orientador)

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão. Área de Concentração em Sistemas Computacionais.

Whanderley Souza Freitas

2018

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

F866i Freitas, Whanderley Souza
Integração entre o sistema APRS e a plataforma de gestão humanitária
Sahana Eden / Whanderley Souza Freitas - 2018.
62 f.: il. color.

Orientador: Renato Gomes Sobral Barcellos
Coorientador: Rogério Atem de Carvalho

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Campos dos
Goytacazes, RJ, 2018.
Referências: f. 60 a 62.

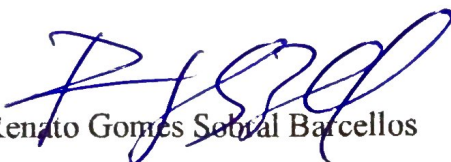
1. Gestão de desastres. 2. Sahana Eden. 3. APRS. 4. Informação. 5.
Geolocalização. I. Gomes Sobral Barcellos, Renato , orient. II. Atem de
Carvalho, Rogério , coorient. III. Título.

Instituto Federação de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Programa de
Pós-graduação em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão

WHANDERLEY SOUZA FREITAS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-graduação em
Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Área de Concentração em Sistemas
Computacionais.

PROJETO APRESENTADO EM 23/05/2017



Renato Gomes Sobral Barcellos

Dr. em Geociências UFF

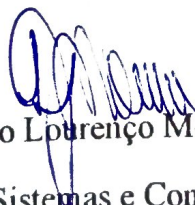
(Orientador)



Rogério Atem de Carvalho

Dr. em Engenharia de Produção UENF

(Coorientador)



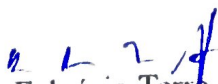
Luiz Gustavo Lourenço Moura

Dr. em Engenharia de Sistemas e Computação UFRJ



Milton Erthal Junior

Dr. em Produção Vegetal UENF



Breno Fabrício Terra Azevedo

Dr. em Informática na Educação UFRGS

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia ser concluída sem o inestimável apoio de várias pessoas, que ao longo do processo ajudaram direta ou indiretamente.

Início agradecendo a DEUS, por ter me guiado e colocado pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria este trabalho não seria possível!

Não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Renato Gomes Sobral Barcellos, por toda a paciência e empenho com que me orientou neste trabalho.

Gostaria agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente aos meus pais e avós que me guiam pela vida desde meu nascimento até os dias de hoje.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus colegas do Mestrado em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Aos amigos de trabalho da DGTI pelo apoio, paciência, atenção e força que prestaram. Para não correr o risco de não lembrar-me de alguém não vou identificar ninguém, aqueles a quem este agradecimento se dirige sabê-lo-ão, desde já os meus agradecimentos.

Não poderia de deixar de agradecer a minha noiva e minha futura sogra, pelo apoio e paciência em meus momentos de ausência, pois sem o apoio destas este trabalho não seria possível ou no mínimo seria uma jornada muito mais difícil.

A nova fonte de poder não é o
dinheiro nas mãos de poucos, mas
informação nas mãos de muitos.

John Naisbitt

RESUMO

O auxílio às vítimas de desastres e o gerenciamento de serviços essenciais como buscas, envio de suplementos e atendimento médico, são ações que demandam de coordenação logística, técnica e de pessoal. Estas ações devem ser implementadas objetivando a otimização dos custos, garantindo um maior alcance territorial e assistência de forma mais rápida. Faz-se necessário a utilização de ferramentas que auxiliem na coordenação dos recursos, tanto humanos quanto materiais, visando a mitigação dos prejuízos e principalmente a preservação de vidas. Esta coordenação dos recursos demanda um sistema de gestão que integre as diversas informações da catástrofe, como a localização dos recursos em áreas estratégicas e quais tarefas estão sendo realizadas, por quem e em qual local. Visando conferir maior efetividade na gestão de desastres este estudo tem como objetivo explicar o processo de integração do sistema APRS (Automatic Packet Reporting System) à uma plataforma de ajuda humanitária, bem como demonstrar sua aplicabilidade e eficiência na realidade brasileira a partir dos dados de uma cidade. Para este fim, foi escolhida a plataforma de ajuda humanitária Sahana Eden, desenvolvida pelo Sri Lanka durante o evento da Tsunami em 2004. A integração da plataforma ao sistema APRS, tem o intuito de automatizar a entrada de dados referentes a geolocalização de unidades móveis e dados oriundo de sensores, agilizando a tomada de decisão a partir da geração de dados mais confiáveis e do controle das ações de resgate durante o evento catastrófico. A integração do APRS ao Sahana Eden mostrou-se um excelente recurso no que diz respeito a diminuição de prejuízos em meio a catástrofes, uma vez que permite que a disponibilidade de dados seja maior, mais precisa e de forma contínua.

Palavras Chaves: Gestão de desastres, Sahana Eden, APRS, Informação, Geolocalização.

ABSTRACT

Assistance to disaster victims and the management of essential services such as searches, supplements and medical care, are actions that require logistic coordination, technical and personnel. These actions should be implemented to optimize costs, ensuring a greater territorial reach and assistance in a faster way. It is necessary the use of tools to assist in the coordination of resources, both human and materials, aiming to mitigate damages and especially the preservation of lives. This co-requires a management system that integrates the such as the location of resources in strategic areas and what tasks are being by whom and in which place. Aiming to make disaster management more effective. This study aims to explain the process of integration of the APRS system (Automatic Packet Reporting System) to a humanitarian aid platform, as well as demonstrating its applicability and efficiency in the Brazilian reality from the data of a city. For this To this end, the Sahana Eden humanitarian aid platform, developed by Sri Lanka during the Tsunami event in 2004. The integration of the platform into the APRS system has the to automate the entry of data referring to geolocation of mobile units and data sensors, streamlining decision-making through the generation of more reliable data and control of rescue actions during the catastrophic event. The integration of the APRS Sahana Eden has proved to be an excellent resource for mitigating catastrophes, since it allows data availability to be larger, more accurate and continuously;

Keywords: Disaster management; Sahana Eden; APRS; Information; Geolocation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama expressando a iteração dos termos pesquisados na base scopus . . .	10
Figura 2 – Exemplo de fluxo de informações uma vez a plataforma em produção. (NURI S.T., 2016)	15
Figura 3 – Exemplo de uma lista de organizações cadastradas no Sahana Eden.	16
Figura 4 – Exemplo de uma lista de voluntários cadastrados no Sahana Eden.	17
Figura 5 – Exemplo de uma lista de ativos.	18
Figura 6 – Exemplo de mapa exibindo alguns registros.	18
Figura 7 – Infraestrutura do APRS(Alterado de (HANSSSEN, 2015)).	19
Figura 8 – Estrutura dos servidores APRS (BIERI, 2016).	20
Figura 9 – Esquema da tabela 'asset_asset' do Sahana Eden	24
Figura 10 – Esquema da tabela 'sit_trackable'	25
Figura 11 – Esquema da tabela 'sit_presence'	26
Figura 12 – Esquema do fluxo de dados para inserção de registro de localizações de veículos	27
Figura 13 – Tela de cadastro de localização	27
Figura 14 – Esquema do fluxo de dados para inserção de registro de localizações de veículos via APRS	28
Figura 15 – Exemplo de registros de localização na plataforma Sahana Eden.	31
Figura 16 – Exemplo de veículo sendo mostrado no mapa.	32
Figura 17 – Representação da tabela 'sensor_sensor_station'	34
Figura 18 – Representação da tabela 'sensor_sensor_station_registry'	35
Figura 19 – Representação da tabela 'sensor_sensor_property'	36
Figura 20 – Exemplo de estação de sensores sendo representada no mapa	40
Figura 21 – Exemplo de popup com informações dos sensores.	41
Figura 22 – Pontos de interesse mostrados no mapa do Sahana Eden	44
Figura 23 – Detalhe de um ponto de interesse mostrado no mapa do Sahana Eden	45
Figura 24 – Exemplo de registro de incidente no mapa.	46
Figura 25 – Exemplo de unidades móveis próximo ao local de um registro de incidente no mapa.	46
Figura 26 – Mapa com relevos.	47
Figura 27 – Mapa com relevos, estações de sensores e dados históricos.	48
Figura 28 – Proposta de estrutura de comunicação e gestão com a inserção do APRS. Fonte: Própria	49
Figura 29 – Mapa de pontos de interesse. Fonte: aprs.fi	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipologia de eventos geradores de desastres e suas consequências à sociedade em 2013 (Quantitativo Humano) (CENAD, 2014).	6
Tabela 2 – Configuração de veículos para exibição no mapa.	31

Lista de quadros

Quadro 1 – Descrição de trabalhos relevantes	10
Quadro 2 – Configuração de sensores para exibição no mapa.	39

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS	2
SUMÁRIO	4
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 Análise Bibliométrica	9
2.2 Gestão de desastres	11
2.3 Hyogo framework	12
2.4 Sendai Framework	13
2.5 Sahana Eden	14
2.5.1 Registros das organizações envolvidas	16
2.5.2 Gestão dos recursos humanos	16
2.5.3 Inventário	17
2.5.4 Ativos	17
2.5.5 Mapa	18
2.6 APRS	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Rastreamento de unidades móveis	21
3.2 Rastreamento de sensores	22
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	23
4.1 Integração com o sistema APRS	23
4.1.1 Rastreamento de unidades móveis	23
4.1.2 Estrutura do banco de dados	23
4.1.3 Aquisição de dados do sistema APRS	27
4.2 Rastreamento de sensores	31
4.2.1 Estrutura do banco de dados	32
4.2.2 Aquisição de dados do sistema APRS	36
4.3 Instalação em produção e inserção de dados	41
4.4 Estudo de caso	44
4.4.1 Rastreamento de unidades móveis	45

4.4.2	Rastreamento de estações de sensores	47
4.5	Contribuições Geradas	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	Referências	53

1 INTRODUÇÃO

Os fenômenos naturais potencialmente destrutivos como chuvas torrenciais, terremotos e furacões acontecem invariavelmente, podendo tornar-se um desastre natural de acordo com os impactos causados à sociedade. [Tobin \(1997\)](#) diferencia riscos naturais e desastres. Segundo este autor um risco natural representa o risco potencial de interação entre os seres humanos que estão constantemente expostos às forças da natureza, enquanto desastres caracterizam-se por eventos atuais, que podem ou não causar mortes, entretanto usualmente acarretam impactos econômicos de proporções significativas.

[Wahlstrom e Guha-Sapir \(2015\)](#) e [Wahlstrom \(2015\)](#) apontam que no período de 1995 à 2015 aproximadamente 51 milhões de pessoas foram afetadas de alguma forma por catástrofes climáticas no Brasil, o que coloca o país como o único país das Américas a constar na lista dos dez países mais afetados por tais incidentes. Como pode ser visto na Tabela 1 no ano de 2013 o Brasil teve mais de 18 milhões de pessoas afetadas por desastres naturais ([CENAD, 2014](#)).

Tabela 1 – Tipologia de eventos geradores de desastres e suas consequências à sociedade em 2013 (Quantitativo Humano) ([CENAD, 2014](#)).

	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Outros	Afetados
Alagamentos	4	279	4.306	44.330	48.260	0	180.641	277.820
Chuvas intensas	30	468	3.607	25.585	103.278	5	1.604.303	1.757.668
Deslizamentos	41	133	88	6.721	6.843	0	219.530	233.356
Enxurradas	38	787	2.324	17.266	118.074	92	778.694	931.608
Erosão	1	86	466	2.826	3.964	0	343.906	351.249
Estiagem	9	5.020	68.047	2.040	10.009	2	11.194.527	11.953.305
Geadas	0	0	0	0	0	0	0	0
Granizo	1	95	8	5.551	9.967	0	160.315	176.936
Incêndios florestais	0	0	139	113	145	0	2.970	3.367
Inundações	36	1.461	13.283	59.023	208.274	6	1.083.402	1.389.454
Vendaval	4	166	33	4.553	6.552	0	107.432	123.735
Outros	19	78	67.395	7.601	1.039	0	1.282.603	1.358.735
TOTAL	183	8.573	159.696	175.609	516.405	105	16.958.323	18.557.233

Os desastres naturais são pouco explorados no conjunto de pesquisas sobre meio ambiente no Brasil, resultando na dificuldade de acesso à informações atualizadas e consistentes sobre aspectos como, as formas de organização social, as percepções do risco das populações atingidas, a capacidade de auto-organização e o aprendizado dos atores sociais, entre outras informações são indispensáveis para formulação e implementação de medidas de confrontação de desastres ([MATTEDI; BUTZKE; others, 2001](#)).

As informações necessárias para resposta às crises humanitárias devem ser oportunas e

detalhadas, ao passo que as circunstâncias destas crises tornam difícil a coleta dos dados (THIEREN, 2005). As plataformas de ajuda humanitária contribuem disponibilizando os dados para que os atores envolvidos possam atuar na mobilização de recursos para os locais onde são realmente necessários.

Em situações de catástrofes a tomada de decisão é crítica, pois existe um fluxo de informação dinâmico numa situação em que a maior parte dos dados relevantes são heterogêneos, não podendo ser previstos (CORDEIRO; CAMPOS; BORGES, 2015).

A precisão e a velocidade das informações que chegam aos atores responsáveis pela tomada de decisão é crucial para obtenção de êxito no gerenciamento de catástrofes. Diante disso recursos que tornam a entrada de dados automática, são uma boa alternativa quando integrados à uma plataforma de ajuda humanitária, pois os dados seriam coletados de forma mais rápida, minimizando possíveis erros humanos. Dentre as informações necessárias para tomar decisões corretas em cenários catastróficos, estão a localização dos atores envolvidos, localização de recursos, transportes, equipes de resgate e etc. Dado esta necessidade surge o desafio da implementação de um sistema de transmissão de dados que seja confiável em cenário caótico.

O sistema APRS é uma alternativa para suportar a troca rápida e confiável de informações. O conceito, introduzido em 1992 por Bob Bruninga, define um protocolo de comunicação de pacotes para disseminar dados para todos em uma rede em tempo real. Sua característica mais importante é a combinação de rádio por pacotes com a rede de satélites GPS (Global Positioning System), permitindo aos radioamadores exibirem automaticamente as posições das estações de rádio e outros objetos nos mapas em um computador. Outros recursos não diretamente relacionados ao relatório de posição são disponíveis, como relatórios de estação meteorológica, localização de direção e mensagens(WADE, 2000).

O sistema APRS pode ser utilizado para fazer o aporte automático de dados, como posição de veículos, agentes e condições climáticas, tornando mais ágil e precisa a tomada de decisão, o que na prática pode evitar perda de vidas humanas. A aquisição de dados pode ser feita diretamente dos servidores que compõe o sistema APRS ou de sites de terceiros, como o caso do site <http://aprs.fi>, que disponibiliza dados do APRS.

Após a aquisição dos dados surge um outro problema que é a organização e disponibilização destes dados de forma concisa e clara para os atores necessários. Neste contexto sistemas de informações pode dar uma contribuição.

Dentre os sistemas de apoio a desastre como: Tomnod e Ushahidi,tem-se o Sahana Eden que é estruturado em um sistema de código aberto criado em 2004, após o tsunami que atingiu o Sri Lanka. Concebido como uma plataforma de gestão humanitária tem como característica ser altamente flexível e adaptável às realidades locais, regionais ou nacionais de acordo com suas necessidades e cenários.(KOHLI et al., 2011).

A gestão humanitária e de desastres no Brasil configura uma área do conhecimento, em

que as tecnologias aplicadas são extremamente importantes para o aumento da resiliência das cidades frente as adversidades decorrentes dos desastres de qualquer natureza. Neste contexto, a integração do sistema aprs que apresenta características importantes como público, consolidado mundialmente, baixo custo, configurável, versátil, aliado à plataforma de gestão humanitária Sahana Eden, que por sua vez apresenta características semelhantes como open source, configurável, dentre outras, despontam como tecnologias de fácil aquisição e treinamento cujo suporte é amplo e mundial.

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade constante de aprimoramento das ferramentas designadas à gestão de desastres, uma vez que estes eventos acarretam perdas materiais e humanas. A integração com o sistema APRS uma vez aplicada permitirá um maior aporte de dados, oferecendo uma melhor consciência situacional permitindo assim, uma tomada de decisão de forma mais correta.

A presente dissertação tem por objetivo geral adicionar uma funcionalidade que ofereça a opção da entrada de dados na plataforma Sahana Eden através da integração com a tecnologia APRS. Além disso, será importante obter como objetivos específicos: Dominar o uso da Plataforma e as tecnologias na qual esta foi construída, fazer a integração do sistema APRS com a Plataforma tanto para o rastreamento de unidades móveis quanto das estações de sensores e, bem como, analisar a interação entre dados reais, previamente cadastrados, e dados oriundos do sistema APRS.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Análise Bibliométrica

A fim de realizar um levantamento bibliométrico acerca das publicações correlatas a este trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de conhecimento Scopus (www.scopus.com). Para tanto foram utilizadas os seguintes termos:

- "Automatic Position Reporting System" e sua abreviação "APRS"
- "Sahana Eden"
- "disasters management"

O comando utilizado para pesquisar o termo "Automatic Position Reporting System" e sua abreviação "APRS" é demonstrado a seguir:

```
1 (TITLE-ABS-KEY ( "Automatic Position Reporting System" ) OR TITLE-ABS-KEY ( aprs ) )
```

O comando supracitado retornou 630 resultados. Vale ressaltar que muitos dos resultados retornados se tratam de falsos positivos uma vez que o termo 'APRS' também é utilizado em outras áreas, principalmente medicina na qual abarca 433 dos resultados retornados.

Em seguida foi realizada uma pesquisa a fim de levantar publicações referentes a plataforma Sahana Eden, conforme abaixo:

```
1 TITLE-ABS-KEY ( "Sahana Eden" )
```

Esta pesquisa permitiu a constatação de que a literatura presente na base scopus apresenta poucos trabalhos relacionado a plataforma Sahana Eden publicados. A pesquisa retornou apenas dois resultados que são brevemente apresentados a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição de trabalhos relevantes

Título	Descrição
Five years of extra credit in a studio-based course: An effort to incentivize socially useful behavior	Este trabalho não é voltado de fato para o Sahana Eden, apenas citando-o como exemplo de software livre
Ushahidi and Sahana Eden open-source platforms to assist disaster relief: Geospatial components and capabilities	O trabalho busca investigar a utilização do sahana eden e um outro software open-source, chamado Ushahidi para gerentes de desastres rastrear pessoas afetadas por desastres.

Logo após uma pesquisa com o intuito de consolidar uma base teórica acerca da gestão de desastres, tal pesquisa foi realizada na base scopus, conforme a seguir:

1 TITLE-ABS-KEY ("disasters management")

Esta pesquisa apresentou um número maior de publicações retornando 12008 resultados distribuídos em diversas áreas.

Após esta primeira fase novas pesquisas foram feitas mesclando os termos, como pode ser visto na Figura 2.1.

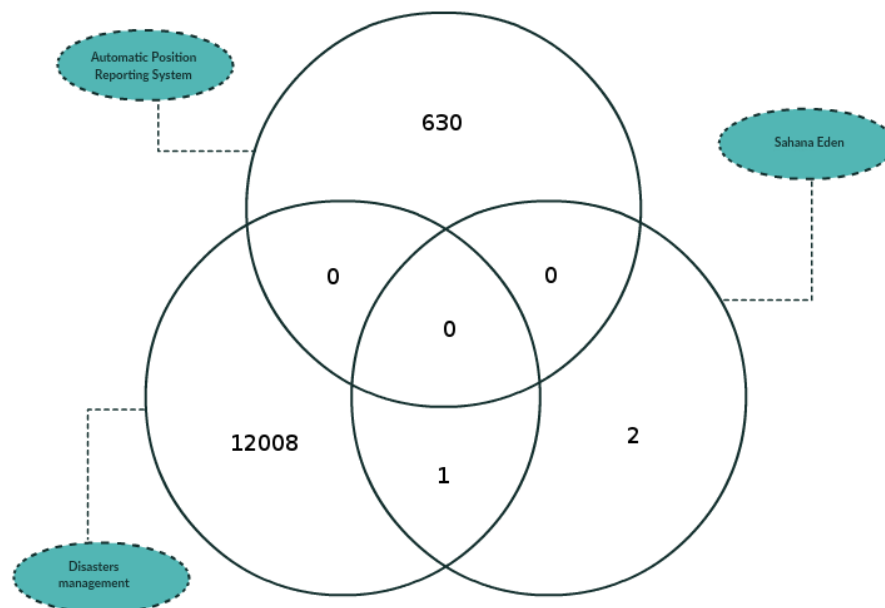


Figura 1 – Diagrama expressando a iteração dos termos pesquisados na base scopus

Todos os resultados obtidos foram pesquisados no dia 04/02/2018. Como pode ser visto as intersecções dos assuntos alvos deste trabalho não possuem publicações. Isto deve-se ao fato de que o georreferenciamento via APRS não ser uma feature presente na plataforma de ajuda humanitária Sahana Eden o que evidencia a relevância dos resultados que espera-se deste trabalho.

Diante disso o arcabouço teórico para desenvolvimento deste trabalho, sobre tudo no que diz respeito ao Sahana Eden será derivado de outras fontes tais como: Documentação oficial, sites e estudo do próprio código fonte da aplicação.

2.2 Gestão de desastres

Para o entendimento deste conceito é necessário antes definirmos o que é desastre. [Perdikaris \(2014\)](#) define desastre como um estado no qual, uma população, grupo populacional, ou um indivíduo é incapaz de lidar com os efeitos adversos de um evento extremo sem ajuda externa. O impacto de um evento extremo pode incluir danos físicos significativos ou destruição, perda de vidas, ou mudança drástica para o meio ambiente. É um fenômeno que pode causar danos à vida, à propriedade e destruir a vida econômica, social e cultural dos povos.

Outra definição para desastre seria a seguinte: "Uma séria perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade que envolva perdas e impactos generalizados de natureza humana, material, econômica ou ambiental, que ultrapassa a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de lidar com os seus próprios recursos"(UNISDR, 2009).

Cada desastre traz consigo um risco em potencial. O risco de desastres compreende diferentes tipos de perdas potenciais que são muitas vezes difíceis de quantificar. Contudo, com o conhecimento dos riscos prevaletentes e dos padrões de desenvolvimento populacional e socioeconômico, os riscos de catástrofes podem ser avaliados e mapeados (UNISDR, 2009).

A gestão de desastres tem se especializado para cada vez mais, tratar do risco de desastres deixando de ser apenas medidas reativas, para tratar de meios preventivos como pode ser visto na definição de [UNISDR \(2015a\)](#): "O gerenciamento de riscos de desastres é a aplicação de políticas, processos e ações de redução de risco de desastres para prevenir novos riscos, reduzir o risco de desastres existente e gerenciar riscos residuais, contribuindo para o fortalecimento da resiliência".

Para ser eficaz, a gestão de desastres precisa ser implementada como uma atividade abrangente e contínua, e não como uma reação periódica a circunstâncias de desastres individuais. Consequentemente, os representantes nacionais encarregados das responsabilidades em matéria de gestão de catástrofes têm de lidar com uma vasta gama de questões políticas, de organização, operacionais e outras ([PINKOWSKI, 2008](#)).

Com a necessidade de cria-se esforços sistemáticos para a redução de riscos de desastres,

a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres criou em 2005 o plano de ações de Hyogo. Este plano intitulado 2005–2015: “Construindo a Resiliência das Nações e Comunidades”, foi concebido de permitir um planejamento, implementação e avaliação mais sistemática da redução do risco de desastres (DJALANTE et al., 2012).

2.3 *Hyogo framework*

Foi realizado no período 18 a 22 de janeiro de 2005 na província de Hyogo no Japão a “The World Conference on Disaster Reduction”. A Conferência foi realizada com o intuito de fazer um balanço dos progressos alcançados na redução do risco de desastres desde a conferência de Yokohama de 1994 e fazer planos para a próxima década. Quatro documentos foram produzidos, que são os principais resultados da Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres. Os documentos representam o empenho da comunidade internacional para lidar com a redução de desastres e para engajar-se em um plano de ação determinado e orientado a resultados para a próxima década (UNISDR, 2005).

Dentre os resultados da conferência destaca-se a criação do Hyogo framework ISDR (2005) faz uma revisão dos aprendizados e desafios enfrentados desde a conferência de Yokohama de 1994. O documento define metas, prioridades, como implementar e acompanhar medidas que visam a redução dos riscos decorrentes de desastres, bem como medidas para mitigar prejuízos durante os desastres, no período de 2005 a 2015.

O Hyogo Framework trabalha com a ideia de se criar sociedades resilientes. Tal termo é mencionado em (ISDR, 2004), na qual o define resiliência como sendo a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade potencialmente exposta a riscos de se adaptar, resistindo ou mudando para alcançar e manter um nível aceitável de funcionamento e estrutura. Isso é determinado pelo grau em que o sistema social é capaz de se organizar para aumentar sua capacidade de aprender com desastres passados para uma melhor proteção futura e para melhorar as medidas de redução de riscos.

Moscatelli et al. (2016) destaca que as principais prioridades do plano de ação de Hyogo são:

- Garantir que a redução dos riscos de desastres seja uma prioridade nacional e local, com sólida base institucional de aplicação.
- Identificar, avaliar e monitorar os riscos de desastres e melhorar o alerta precoce.
- Usar conhecimento, inovações e educação para criar uma cultura de segurança e resiliência em todos os níveis.
- Reduzir os fatores de risco subjacentes.

- Fortalecer a preparação para desastres para uma resposta eficaz em todos os níveis.

[ISDR \(2005\)](#) destaca que existem atividades atreladas a cada um dos cinco prioridades, onde atores presentes nos mais diversos níveis de organização, devem implementá-las. Nota-se que a implementação e implantação de um sistema de informação como o Sahana Eden gera impactos em vários dos itens supracitados.

2.4 *Sendai Framework*

Com o avanço das pesquisas na área de redução de riscos de desastres, ficou notório que muitas vezes não é o perigo que determina um desastre, mas a vulnerabilidade, exposição e capacidade da população de antecipar, responder e recuperar de seus efeitos ou seja o poder de resiliência ([AITSI-SELMi et al., 2015](#)).

Em março de 2015, em Sendai no Japão, foi renovado o compromisso com a redução do risco de desastres. Foi firmado um novo framework, chamado Sendai Framework para redução do risco de desastres. Em teoria este framework foi baseado em lições aprendidas com a implementação do framework de Hyogo, durante a última década. O framework abrange um conjunto de metas e prioridades no intuito de conferir uma maior resiliência à áreas afetadas por pequenos e grandes desastres ([POTERIE; BAUDOIN, 2015](#)).

Assim como o protocolo de Hyogo, Sendai propõe ações prioritárias para a redução do risco de desastres. Com a experiência adquirida a implementação do protocolo de Hyogo foi possível definir prioridades de ações que devem ser implementadas através de organizações que vão desde o nível local ao global ([UNISDR, 2015b](#)). Estas quatro prioridades são:

- Entendendo o risco de desastre.
- Fortalecer a governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres.
- Investir na redução do risco de desastres para resiliência.
- Melhorar a preparação para desastres para uma resposta eficaz e “Construir Melhorar” na recuperação, reabilitação e reconstrução.

Assim como no Hyogo framework, [UNISDR \(2015b\)](#) define para o plano de ação de sendai várias atividades, para atingir o objetivo de cada uma das quatro prioridades, além de definir em qual nível esta atividade será executada.

2.5 *Sahana Eden*

Com o intuito de encontrar o software a ser utilizado neste trabalho foi realizado na base 'scopus'. Dentre as principais características do software, este deveria possibilitar a gestão de pontos georreferenciados e ser um software de código aberto, de forma a possibilitar sua adequação as mais diversas necessidades. A pesquisa é exibida abaixo.

```
1 ( TITLE-ABS-KEY ( "disasters management" ) AND ( TITLE-ABS-KEY ( 'free AND software ' ) OR TITLE-ABS-KEY ( 'open AND source ' ) ) )
```

A pesquisa retornou 143 resultados, onde é possível identificar algumas opções de software que podem auxiliar. 'Ushahidi' (<http://www.ushahidi.com/>) e 'Tomnod' (<http://www.tomnod.com>) são exemplos de ferramentas que possibilitam que voluntários relatem aos situações de emergências, ajudando no mapeamento de respostas a crises (LEIDIG; TEEUW, 2015).

Todavia via o software 'Sahana Eden' destaca-se no contexto de auxílio em momentos de crise. Além de ser um software de código aberto e possibilitar o mapeamento de eventos, este conta ainda com diversas outras funcionalidades como: Registro de organização, registro de vítimas, registro de abrigo, dentre outras(LI et al., 2013). Por este motivo o 'Sahana Eden' foi o software escolhido para este trabalho.

A palavra "Sahana"significa "alívio"ou "ajuda compassiva"em Sinhala, uma das línguas do Sri Lanka. A Sahana Software foi inicialmente criada pela comunidade de tecnologia da informação no Sri Lanka para ajudar o país a se recuperar após o terremoto e tsunami de 2004. A comunidade Sahana cresceu gradualmente a fim de cooperar com os profissionais de emergência, universitários e voluntários no processo de desenvolvimento de software (NGO, 2013).

A plataforma de ajuda humanitária Sahana Eden foi utilizada, mais recentemente, durante o terremoto do Haiti em 2010 e o furacão Sandy, e atualmente, é utilizada por diversas organizações como como a Cruz Vermelha Internacional, Associação Portuguesa dos Bombeiros Voluntários (APBV), o Escritório de Gerenciamento de Emergências da Cidade de Nova York e a Ásia Centro de Preparação para Desastres, dentre outros (TEMNIKOVA¹; BIYIKLI; BOON, 2013) (KOHLLI et al., 2011).

O objetivo principal do Sahana Eden é fornecer aos gestores de desastres ferramentas para minimizar o impacto negativo de desastres, através do rastreamento das necessidades das pessoas afetadas e da coordenação de agências de emergência. Além disso, a plataforma pode permitir que gestores de desastres e profissionais de campo deem respostas às emergências, permite também, inclusive, o compartilhamento das informações necessárias para reduzir o sofrimento humano desde de a preparação à fase pós catástrofes (NGO, 2013).

Desastres de natureza diferentes apresentam características diferentes, além disso cada nação responde de um modo diferente a desastres. Assim o Sahana Eden foi idealizado sobre conceitos que permite que ele seja facilmente adaptado para atender as necessidades das mais variadas situações de desastres (PRUSTALIS; SILVA, 2010).

A partir do momento que é configurado para uma determinada situação e colocado em produção ele pode seguir os mais variados fluxos de informações até que os mesmos estejam disponibilizados na plataforma.(Figura 2)

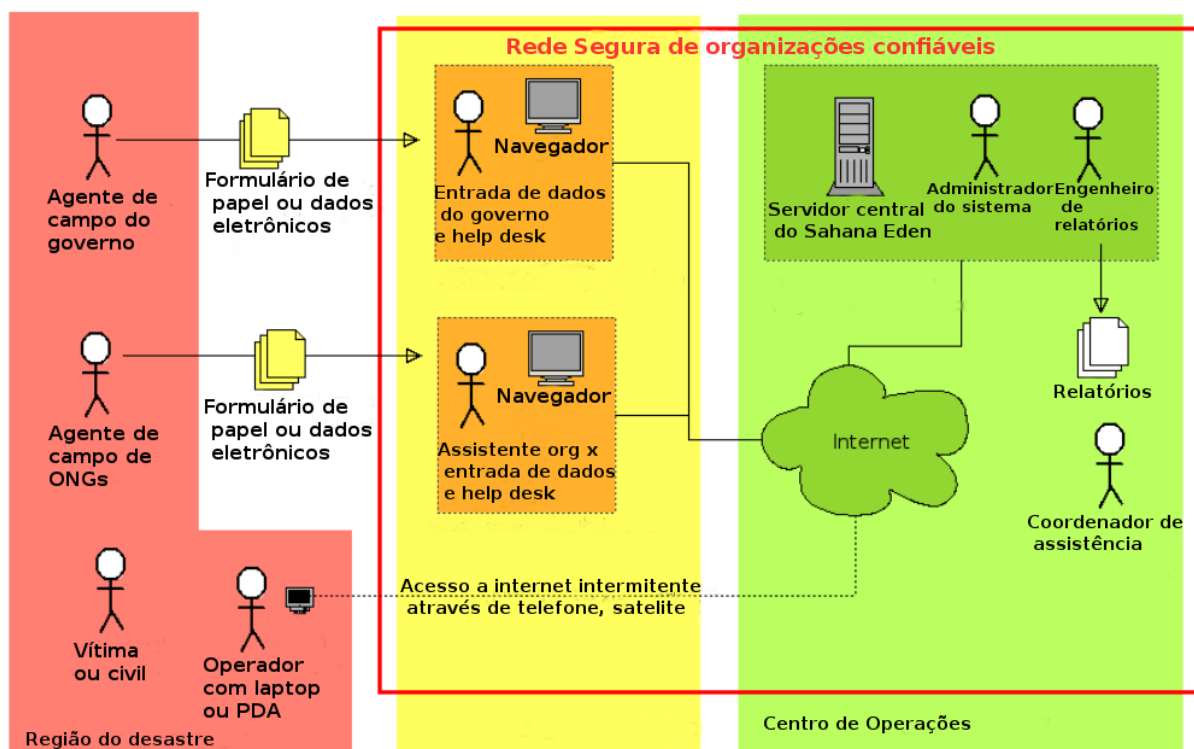


Figura 2 – Exemplo de fluxo de informações uma vez a plataforma em produção. (NURI S.T., 2016)

Apesar da plataforma Sahana Eden ser flexível quanto a configuração e expansão das funcionalidades, Cordeiro, Campos e Borges (2015) defendem que sistemas baseados em modelos de banco de dados relacional não são adequados para lidar com informações de estrutura imprevista, pois a rigidez de seu esquema aumenta as dificuldades na tarefa de integrar os dados, o que geralmente resulta na perda de semântica.

Como apresentado na seção 2.1, há poucos trabalhos publicados acerca do Sahana Eden. Diante disto as informações a seguir foram retiradas do (KOHLI et al., 2011), que é um guia oficial criado pela Sahana Foundation.

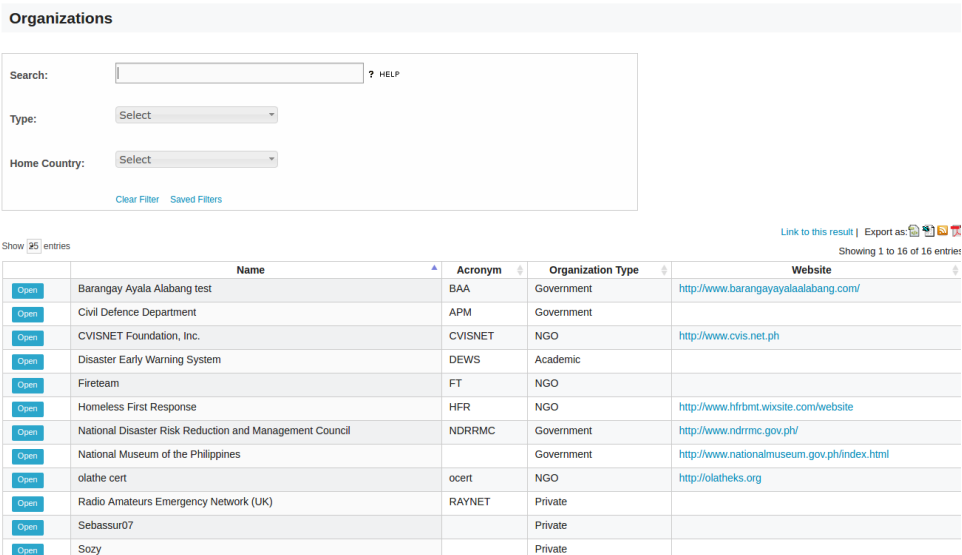
O Sahana Eden é desenvolvido utilizando a linguagem python e o framework web2py, contando com vários módulos que podem ser utilizados e adaptados para satisfazer as necessidades de cada situação na qual será empregado. As sub-sessões a seguir fazem um resumo de alguns dos principais módulos que compõem o software e que de alguma forma envolvidos ou

são afetados pelas modificações criadas durante este trabalho.

2.5.1 Registros das organizações envolvidas

Durante um desastres diversas organizações se envolvem na gestão de toda situação, seja no registro de ocorrência, entrega de mantimentos ou apoiando as pessoas que necessitam. O Sahana Eden é capaz de registrar e acompanhar as organizações que estão ativas em diferentes contextos, proporcionando o acompanhamento e cooperação entre as diferentes organizações envolvidas na gestão do desastre.

O sistema permite que as organizações registrem seus escritórios, armazéns e bases de campo, que podem ser mapeados, bem como links para outros módulos, como Recursos Humanos, Ativos e Inventário. A Figura 3 mostra um exemplo de uma lista de organizações cadastradas no Sahana Eden.



The screenshot displays the 'Organizations' module interface. At the top, there is a search bar with a 'Search:' label and a 'HELP' icon. Below the search bar are three dropdown menus for 'Type:' and 'Home Country:', both currently set to 'Select'. There are also 'Clear Filter' and 'Saved Filters' links. Below the search area, there is a table with 16 entries. The table has columns for 'Name', 'Acronym', 'Organization Type', and 'Website'. Each row has an 'Open' button in the first column. The table shows various organizations including 'Barangay Ayala Alabang test', 'Civil Defence Department', 'CVISNET Foundation, Inc.', 'Disaster Early Warning System', 'Fireteam', 'Homeless First Response', 'National Disaster Risk Reduction and Management Council', 'National Museum of the Philippines', 'olathe cert', 'Radio Amateurs Emergency Network (UK)', 'Sebassur07', and 'Sozy'.

	Name	Acronym	Organization Type	Website
Open	Barangay Ayala Alabang test	BAA	Government	http://www.barangayayalaalabang.com/
Open	Civil Defence Department	APM	Government	
Open	CVISNET Foundation, Inc.	CVISNET	NGO	http://www.cvis.net.ph
Open	Disaster Early Warning System	DEWS	Academic	
Open	Fireteam	FT	NGO	
Open	Homeless First Response	HFR	NGO	http://www.hfrbmt.wixsite.com/website
Open	National Disaster Risk Reduction and Management Council	NDRRMC	Government	http://www.ndrrmc.gov.ph/
Open	National Museum of the Philippines		Government	http://www.nationalmuseum.gov.ph/index.html
Open	olathe cert	ocert	NGO	http://olatheks.org
Open	Radio Amateurs Emergency Network (UK)	RAYNET	Private	
Open	Sebassur07		Private	
Open	Sozy		Private	

Figura 3 – Exemplo de uma lista de organizações cadastradas no Sahana Eden.

2.5.2 Gestão dos recursos humanos

Durante a gestão de desastres há varias pessoas envolvidas, sejam voluntários, funcionários que trabalham nas diferentes organizações, desempenhando papeis diferentes simultaneamente. O Sistema Sahana Eden possui o módulo de recursos humanos que pode auxiliar na gestão das pessoas envolvidas. Ele rastreia as pessoas que estão, quais habilidades elas têm e ajuda a garantir que todos estão efetivamente envolvidos com o trabalho que precisa ser feito. Sahana Eden também pode ser usado para fornecer uma lista de contatos para garantindo que as





peças certas possam ser contatadas no momento certo. A figura 4 mostra um exemplo de uma lista com o cadastro de voluntários.

Volunteers

Search:

Organization:

[More Options](#) [Clear Filter](#) [Saved Filters](#)

[Link to this result](#) | Export as:    

Show entries Showing 1 to 5 of 5 entries

	Person	Sex	Volunteer Role	Organization	Mobile Phone	Email	Program	Home Address	Trainings	Certificates
Open	Allison Cline	female	Law Enforcement	Civil Defence Department (APM)	-	ieowhfo@hotmail.com	-	-	-	RN - Registered Nurse
Open	arjan	female	-	Civil Defence Department (APM)	-	admin@gmail.com	-	-	-	-
Open	Joe smith	male	Operations	olathe cert (ocert)	-	jsmith@example.com	-	-	-	-
Open	Kabi		-	Disaster Early Warning System (DEWS)	-	epkabi@gmail.com	-	-	-	-
Open	Ram	male	Health_Inspector	Disaster Early Warning System (DEWS)	-	kannan09mca@gmail.com	-	-	-	-

Showing 1 to 5 of 5 entries

Figura 4 – Exemplo de uma lista de voluntários cadastrados no Sahana Eden.

2.5.3 Inventário

As organizações atuam fornecendo itens básicos de vida para as pessoas afetadas por desastres naturais, bem como, dando às comunidades ferramentas que necessitam para restaurar seus meios de subsistência. O Sahana Eden pode ser usado para gerenciar inventários de itens e combinar pedidos com depósitos dentre outras facilidades. Operacionalmente, o Sahana Eden pode ser usado para registrar e automatizar transações de envio e recebimento de remessas. Sahana Eden suportar vários catálogos de itens, e também, fornece itens alternativos para garantir um uso mais eficaz dos suprimentos.

2.5.4 Ativos

Durante um desastre vários ativos são utilizados como veículos, itens de socorro, equipamentos de rádio e etc. O Sahana Eden é capaz de gerenciar ativos, além de rastrear onde este encontram-se, pra quem foram designados, bem como em que condições eles estão. Isso garante um uso eficaz e eficiente dos ativos disponíveis. Um exemplo de uma lista de ativos é mostrado na figura 5.

Assets

Search: ? HELP

Category:

[More Options](#) [Clear Filter](#) [Saved Filters](#)

Link to this result | Export as:

Show 25 entries Showing 1 to 7 of 7 entries

	Category ▲	Item	Asset Number	Assigned To	Organization	Facility	Country	State / Province	County / District	City / Town / Village	Village / Suburb	Condition	Comments
Open	Standard > EQUIP	Heater	232334	-	TFRC (TFRC)	Corporate office (Office)	India	-	-	-	-	Unknown	-
Open	Standard > EQUIP	Ambulance & Equipment	1	-	Disaster Early Warning System (DEWS)	Warehouse (Warehouse)	India	-	-	-	-	Unknown	-
Open	Standard > EQUIP	Fire Pump	2	-	Disaster Early Warning System (DEWS)	Warehouse (Warehouse)	India	-	-	-	-	Unknown	-
Open	Standard > EQUIP	Wrench		-	Barangay Ayala Alabang test (BAA)	Barangay Ayala Alabang DRRMC (Office)	Philippines	Tabon Cave Complex	-	-	-	Unknown	jodjomatiojsamot
Open	Standard > EQUIP	Boat	1234	-	Civil Defence Department (APM)	APM Kota Bharu (Office)	Malaysia	-	-	-	-	Unknown	-
Open	Standard > EQUIP	Ambulance & Equipment	1	-	Disaster Early Warning System (DEWS)	Warehouse (Warehouse)	India	-	-	-	-	Unknown	-
Open	Standard > EQUIP	Boat	3	-	Disaster Early Warning	Warehouse (Warehouse)	India	-	-	-	-	Unknown	-

Figura 5 – Exemplo de uma lista de ativos.

2.5.5 Mapa

O Sahana Eden possui uma funcionalidade de mapeamento que permite que todos os dados baseados em geolocalização sejam visualizados em um mapa. Essas informações também podem ser pesquisadas usando uma seleção de limites com base no mapa. Os mapas ajudam a fornecer uma consciência situacional, como pode ser visto na figura 6, que é essencial quando se planeja preparar-se para uma catástrofe.

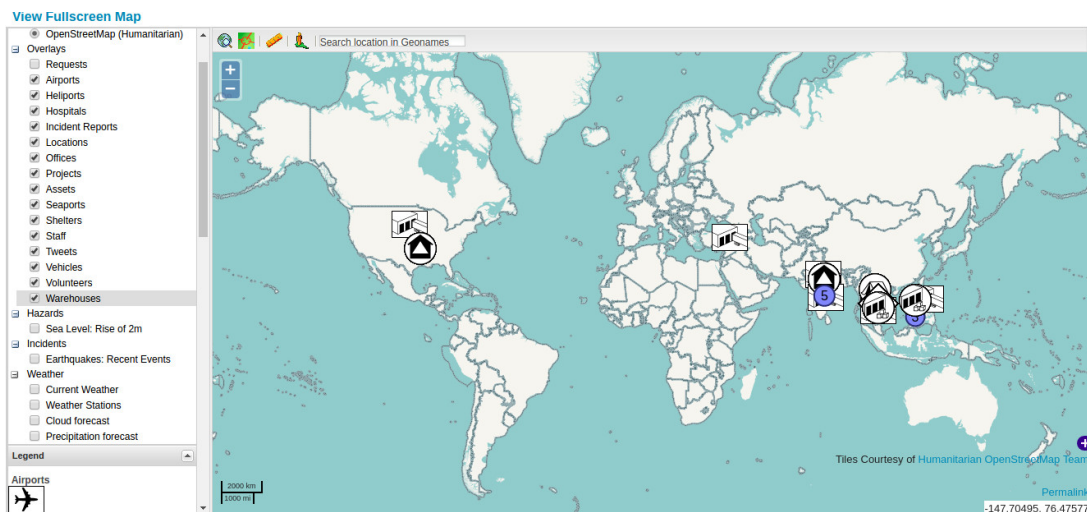


Figura 6 – Exemplo de mapa exibindo alguns registros.

2.6 APRS

APRS é a abreviatura de Automatic Position Reporting System, que foi proposto por Bob Bruninga em 1992 na TAPR / ARRL Digital Communications Conference. O APRS é um protocolo de comunicação para a disseminação de dados em broadcast em uma rede em tempo real. Ele utiliza o sistema de posicionamento global (GPS), permitindo aos radioamadores exibir automaticamente as posições das estações de rádio e outros objetos. Outros recursos não diretamente relacionados ao envio do geoposicionamento são suportados, como relatórios de estações meteorológica, por exemplo(GROUP et al., 2000).

A tecnologia APRS pode ser utilizada para os mais diferentes fins. Chaiyasoonthorn, Hongyim e Mitatha (2015), por exemplo propõe a utilização do sistema APRS para transmitir dados de radiação e posição de robôs autônomos em áreas com contaminadas. O estudo relata sucesso na comunicação a uma distância de 20 quilômetros entre o robô e um I-gate com uma antena de recepção localizada em uma torre de rádio com 60 metros de altura.

Outro relato da literatura feito por Pereira e Júnior (2006), mostra a tecnologia APRS sendo empregada na monitoração de uma viatura utilizada na entrega de medicamentos no tratamento supervisionado da tuberculose. Os autores consideram ainda viável o emprego do sistema APRS para o rastreamento de ambulâncias, de UTI's móveis, de equipes de tratamento supervisionado e de outras formas de transporte relacionadas à assistência na área de saúde.

Já Tonder (2005) propõe uma pilha de protocolo melhorada com o intuito de melhorar a performance do APRS, substituindo a camada de controle de acesso de mídia (MAC).

Na figura 7 está demonstrada a arquitetura básica e interação entre os componentes da infraestrutura do APRS. Os pacotes de dados são transmitidos por pontos móveis. Para estender a rede os pacotes podem ser retransmitidos por repetidores digitais. Internet gateways, também conhecidos como igates, são responsáveis por coletar os pacotes de dados e publicarem eles na internet. A cobertura de repetidores ou gateways depende da topografia, altura da antena, etc. Um alcance de 50 km não é incomum (HANSSEN, 2015).

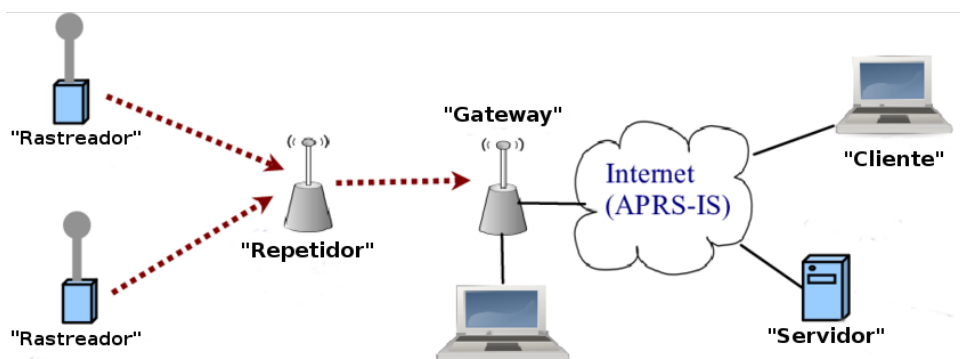


Figura 7 – Infraestrutura do APRS(Alterado de (HANSSEN, 2015)).

Ainda observando a figura 7 nota-se a presença do componente denominado 'serviço de Internet APRS' ou mais comumente chamado de APRS-IS que nada mais é do que uma rede mundial de servidores interligados. Gateways(Igates) ou qualquer aplicativo pode se conectar ao serviço APRS-IS para transmitir ou receber dados.

A figura 8 mostra a organização a nível mundial dos servidores da rede APRS. A rede possui alguns servidores principais onde passa todo o fluxo da rede. Logo depois encontra-se os servidores de segundo nível e os servidores regionais.

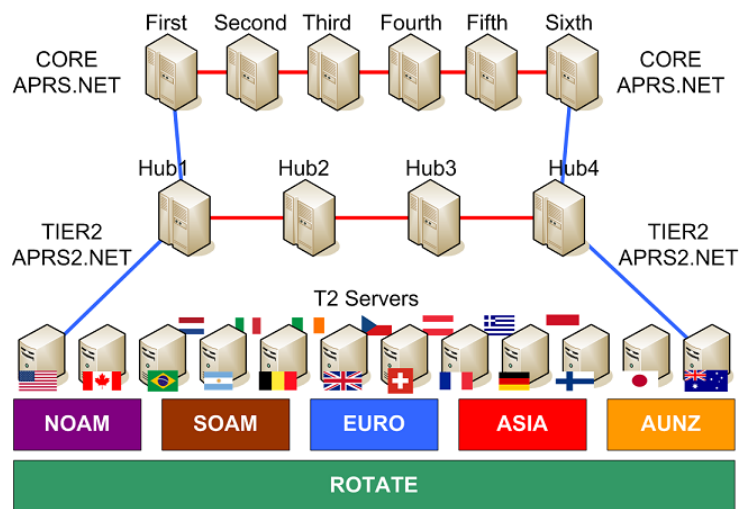


Figura 8 – Estrutura dos servidores APRS (BIERI, 2016).

Atualmente um balanceador de cargas foi implementado a fim de distribuir a carga de maneira mais eficiente entre os servidores que estejam online no momento, de modo que quando deseja-se consumir os dados do sistema APRS, pode-se conectar a um servidor regional ou ao balanceador.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo descreve a metodologia adotada para a integração do APRS a plataforma de ajuda humanitária Sahana Eden, para rastreamento de unidades móveis e aquisição de dados de estações de sensores.

Com o intuito de confirmar a viabilidade, bem como os benefícios da integração do APRS com a plataforma Sahana Eden, serão utilizados dados reais para efeito de teste. No entanto até que o sistema esteja apto a ser utilizado em produção em situações reais de catástrofes há uma série de passos a serem implementados até chegar ao objetivo final, estes passos estão listados abaixo.

- Instalação do sistema Sahana Eden em modo de desenvolvimento.
- Estudo do sistema dos conceitos técnicos do sistema Sahana Eden, bem como das tecnologias a este correlatos.
- Estudo e implementação de ferramentas que viabilizem a leitura de dados dos servidores do sistema APRS.
- Integração dos dados extraídos dos servidores do APRS à plataforma Sahana Eden, para rastreamento de veículos.
- Integração dos dados extraídos dos servidores do APRS à plataforma Sahana Eden, para rastreamento de sensores.
- Instalação do sistema em produção.
- Inserção de dados reais, para analisar como estes relacionam-se com os dados oriundos do sistema APRS.

3.1 Rastreamento de unidades móveis

Diante de catástrofes, é de total importância que o tomador de decisão tenha a sua disposição informações que o permita tomar decisões de maneira mais eficientes e corretas possíveis.

Está ciente da posição de cada unidade móvel disponível em momentos de desastres, é de total importância. Ter este tipo de informação atrelados as outras informações já existentes na plataforma Sahana Eden, diminuiria de forma significativa o tempo de reação as adversidades.

Para exibir a localização de das unidades móveis disponíveis foi realizada a integração da plataforma Sahana Eden e a tecnologia APRS. Para tanto foi necessário estudar a estrutura do banco de dados referente as tabelas necessárias para o cadastro de unidades móveis.

A aquisição de dados dos servidores APRS, foi feita através de um serviço que funciona paralelamente à plataforma Sahana Eden. Onde este serviço acessa o banco de dados da aplicação para recolher os callsigns das unidades móveis cadastradas para que através destes callsigns filtrar os dados provenientes do servidor APRS e inseri-los na base de dados do Sahana Eden quando o mesmo pertence a uma unidade móvel cadastrada.

3.2 Rastreamento de sensores

Em meio a catástrofes ou mesmo como forma de prevenção, é de suma importância que o tomador de decisão tenha a sua disposição informações que o permita tomar decisões de maneira mais eficientes e corretas possíveis.

Velocidade do vento, temperatura, chuva e etc, estão dentre as informações mais importantes para a gestão de desastres. Ter este tipo de informação atrelados as outras informações já existente na plataforma Sahana Eden, ampliaria de forma significativa o poder de reação as adversidades.

A plataforma Sahana Eden funciona totalmente de forma configurável e modularizada, permitindo habilitar e desabilitar módulos, conforme a necessidade. Diante disto criou-se um novo módulo que possibilita a gestão de sensores na plataforma. Além de criar todo arcabouço para o cadastro e leitura de sensores, também produziu-se a integração com o sistema APRS, para que aquisição de dados dos sensores fossem feita de forma automática.

Para o cadastro das estações de sensores foi necessário a criação da estrutura de banco de dados que dá suporte a isto. O módulo para gestão de sensores adicionou três tabelas à estrutura de banco de dados do Sahana Eden.

A aquisição de dados dos servidores APRS, foi feita da mesma forma da descrita para o rastreamento de veículos. Ou seja tem-se um serviço que funciona paralelamente à plataforma Sahana Eden. Onde este serviço acessa o banco de dados da aplicação para recolher os callsigns das estações de sensores cadastrados para que através destes callsigns filtrar os dados provenientes do servidor APRS.

Foi adicionado ao serviço de acesso aos servidores APRS uma estrutura de controle para identificar se o dado pacote originou-se de uma estação meteorológica. Uma vez que o pacote possua o atributo 'weather', os dados do pacote APRS são persistidos no banco de dados.

Finalizada a criação da funcionalidade de rastreamento dos sensores o sistema foi colocado em produção e criado um script para que fosse feito a inserção de dados reais provenientes do planos de contingência do município de Santa Maria Madalena do estado do Rio de Janeiro.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Serão apresentadas as opções que foram conferidos a plataforma Sahana Eden a partir da implementação de novas funcionalidades. Essa exposição dar-se-á com a explicitação da interação entre os dados reais inseridos, conforme mostrado na seção 4.3, bem como os dados oriundos do sistema APRS.

Logo depois serão apresentadas algumas contribuições geradas à comunidade, que a princípio não faziam parte do escopo principal deste trabalho, mas que foram geradas no decorrer do processo de desenvolvimento deste trabalho.

4.1 Integração com o sistema APRS

4.1.1 Rastreamento de unidades móveis

Esta seção irá expor o processo desenvolvido para a integração do sistema APRS à plataforma Sahana Eden para possibilitar o rastreamento de unidades móveis. A seção se subdividirá em duas subseções, uma relacionada a exploração e entendimento da estrutura do banco de dados correlato ao georreferenciamento de unidades móveis, e outra relacionada a aquisição de dados do sistema APRS.

4.1.2 Estrutura do banco de dados

Para utilização dos dados do APRS para rastreamento de veículos, torna-se necessário entender como está organizada a estrutura do banco de dados do Sahana Eden.

Como pode ser visto a tabela de veículos(`vehicle_vehicle`) possui uma referência para tabela `'asset_asset'`, o que pode ser entendido como se veículo fosse uma especialização de assets, ou seja os veículos são um tipo de recurso dentre os inúmeros tipos que são gerenciados na plataforma Sahana Eden. Além disso a tabela de veículos também tem um relacionamento com a tabela `'vehicle_vehicle_type'`, que é o cadastro com a informação do tipo de veículo.

Este é o ponto inicial para entendermos a estrutura das tabelas do banco de dados interessantes no que diz respeito ao cadastro e georreferenciamento de veículos. Na Figura 9 a representação da tabela `'asset_asset'` e seus relacionamentos.

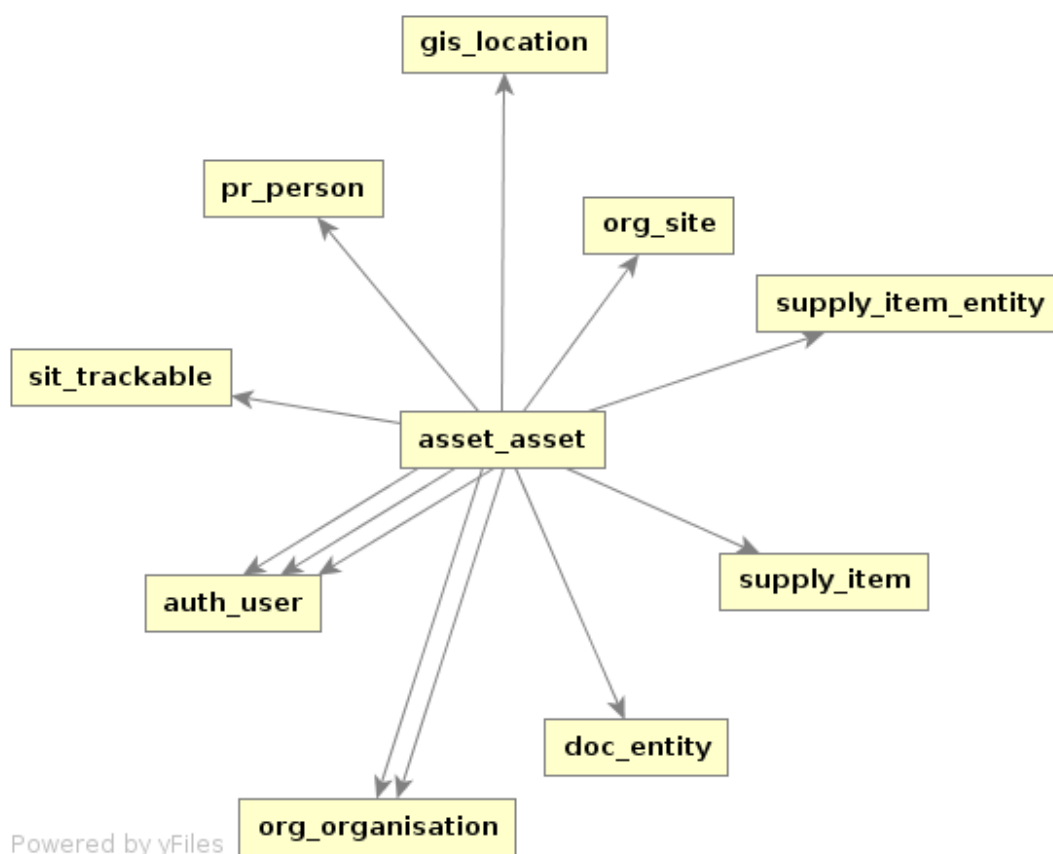


Figura 9 – Esquema da tabela 'asset_asset' do Sahana Eden

Nesta figura pode-se ver a tabela 'asset_asset' com seus inúmeros relacionamentos. Dentre os seus relacionamentos dois são relevantes para a questão do georreferenciamento, são eles: 'gis_location' e 'sit_trackable'. A tabela 'gis_location' pertence ao módulo 'GIS', módulo que tem dentre as suas tratativas o manejo de informações referentes a localização, bem como a manipulação de mapas. A tabela 'gis_location', é a tabela responsável por uma determinada posição, sendo utilizada em inúmeras situações pelo sistema. Possui os atributos de latitude e longitude, que são utilizados para o posicionamento de um determinado recurso no mapa, por exemplo.

Uma vez entendido a função da tabela 'gis_location', pode-se notar na Figura 9 que a tabela 'asset_asset' faz uma referência direta a tabela 'gis_location', o que nos permite afirmar que essa relação seria do tipo 1 para 1 (um recurso tem uma localização) ou no máximo muitos para 1 (muitos recursos tem referência para a mesma localização), vale ressaltar este último caso seria possível de acordo com a modelagem do banco, porém não acontece na prática. De qualquer forma é possível notar que essa abordagem de modelagem não contempla a realidade na qual é necessário fazer o rastreamento do recurso através de dados históricos de localização.

Todavia a plataforma Sahana Eden dispõe de recursos para o rastreamento dos seus recursos, permitindo o cadastro de várias localizações através do tempo. Isto leva análise da tabela

'sit_trackable', que por sua vez permite que um determinado recurso seja rastreável. Na Figura 10 tem-se uma visão detalhada acerca da tabela 'sit_trackable'.

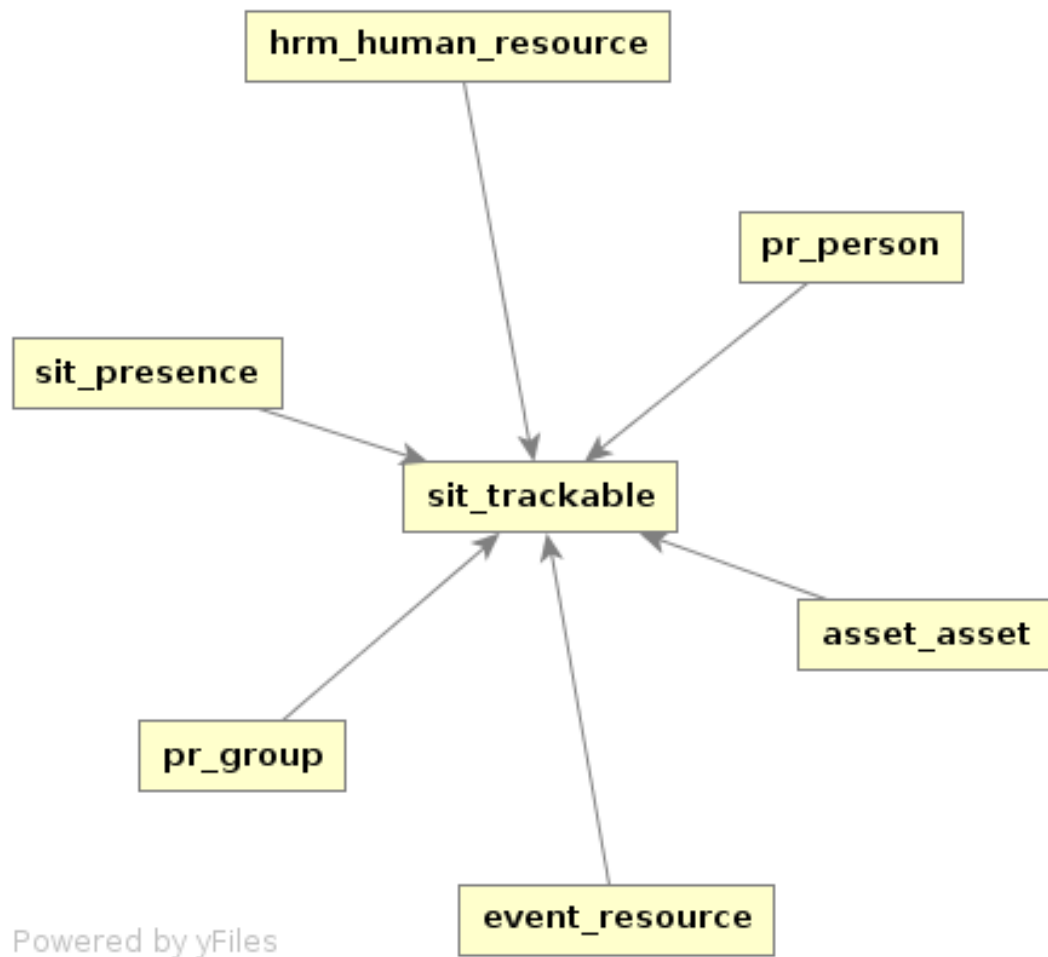


Figura 10 – Esquema da tabela 'sit_trackable'

Na imagem é possível notar a tabela 'sit_trackable' e outras tabelas que mantêm referência a ela. Como dito anteriormente tabela 'sit_trackable' permite que um determinado recurso seja rastreável, para além disto outros tipos de elementos tem referência para ela, ou seja são rastreáveis. Porém dentre as tabelas que mantêm relacionamento com 'sit_trackable', existe a tabela 'sit_presence' que não é um elemento rastreável propriamente, mas sim a tabela que registra uma ocorrência para registrar a localização do elemento em um determinado momento. Esta relação entre 'sit_presence' e o elemento na qual ele registra uma localização é feita através da tabela 'sit_trackable'.

Seguindo adiante tem-se a Figura 11 mostra o esquema de organização da tabela 'sit_presence' e suas conexões.

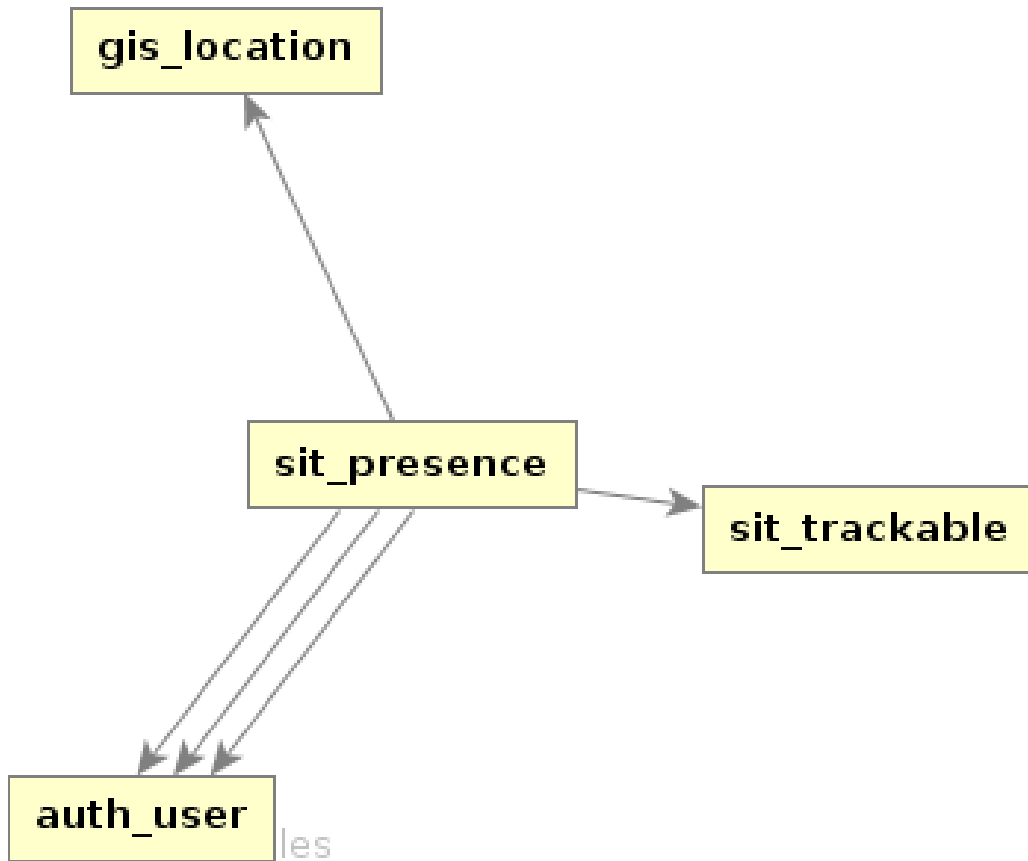


Figura 11 – Esquema da tabela 'sit_presence'

Como pode ser visto na imagem a tabela 'sit_presence' tem referência para a tabela 'sit_trackable', que é a via por onde se registra a localização de diversos elementos. Uma outra relação na qual a tabela 'sit_presence' mantém é com a tabela 'gis_location', que como dito anteriormente é a tabela que guarda as informações de latitude e longitude, ou seja a localização de fato de um elemento.

Com o estudo da tabela 'sit_presence' encerra-se o estudo acerca da modelagem do banco de dados para entender qual o caminho necessário para inserção de dados para gerar dados na qual seja possível expressar a posição de uma unidade móvel através do tempo.

4.1.3 Aquisição de dados do sistema APRS

Uma vez dominado a estrutura do banco de dados, no que diz respeito as tabelas utilizadas para o registro do histórico de localização dos diversos tipos de veículos, chega-se a segunda tarefa para alcançar o objetivo final, que são os meios para aquisição de dados oriundos do sistema APRS.

Essa subseção tem como objetivo elucidar como deu-se o processo de criação do mecanismo utilizado para recolher os dados dos servidores do APRS e persistir tais dados na base do sistema Sahana Eden.

Antes de analisar como se dá por padrão o fluxo de dados para o registro de localização de unidades móveis. A Figura 12 ilustra o cenário padrão de entrada de dados.

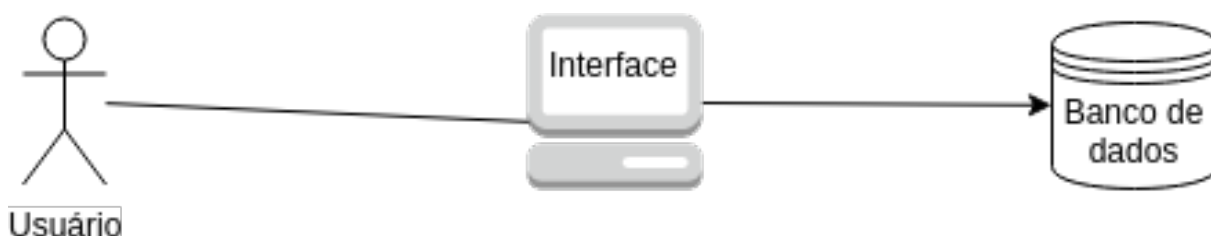


Figura 12 – Esquema do fluxo de dados para inserção de registro de localizações de veículos

Como pode ser visto na imagem tem-se um usuário que pode ser um coordenador, um agente de campo ou até mesmo civis, dependendo de como for configurado a plataforma Sahana Eden. O usuário faz a inserção dos dados de localização através da interface da plataforma, conforme mostrado na Figura 13.

A imagem mostra a interface de usuário para o cadastro de localização. No topo, há uma barra de navegação com os seguintes itens: 'Detalhes do Ativo', 'Vehicle Details', 'contatos', 'GPS Data' (destacado em azul) e 'registro'. O título principal da seção é 'INCLUIR REGISTRO'. O formulário contém os seguintes campos e elementos:

- data/hora: Clear
- Latitude:
- Longitude:
- Use deg, min, sec
- Place on Map (botão com ícone de localização)
- Endereço:
- Speed:
- Accuracy:
- armazenar (botão azul)
- Cancelar (botão vermelho)

Figura 13 – Tela de cadastro de localização

A imagem ilustra a tela de cadastro de localização para um determinado veículo. Como pode ser visto o usuário cadastra informações como: data/hora, latitude e longitude, o que permite criar um histórico de localizações.

A necessidade da inserção deste tipo de dados de forma manual, além de ser um processo custoso, pode tornar os dados cadastrados pouco precisos, pois o usuário pode inseri-los de forma equivocada. Diante disso foi criada a funcionalidade de rastreamento das unidades móveis através do sistema APRS, visando a entrada automática de dados. O primeiro passo no sentido da integração foi criar no cadastro de veículos um campo para inserção dos callsign. O callsign identifica de forma única um elemento APRS.

O sistema APRS possui várias ferramentas para acesso e visualização de dados. Dentre as várias ferramentas existentes, uma comumente utilizada para este fim é o site 'www.aprs.fi', que funciona como um concentrador de dados da rede APRS, além de exibir os dados em um mapa.

Com o intuito de obter os dados do sistema APRS, criou-se uma biblioteca python que acessa a API do site 'aprs.fi', e coleta os dados de interesse. Porém como o site é um sistema privado e que tem em seus termos de uso a não garantia de disponibilidade, optou-se por acessar diretamente os servidores que compõe a rede APRS.

O objetivo da integração é disponibilizar uma forma alternativa de entrada de dados, tornando a entrada de localização de unidades móveis uma atividade livre de interferências humanas, mais rápida e precisa. Na figura 14 é representado o esquema de como se dá o fluxo de dados, uma vez adotado a integração com o sistema APRS.

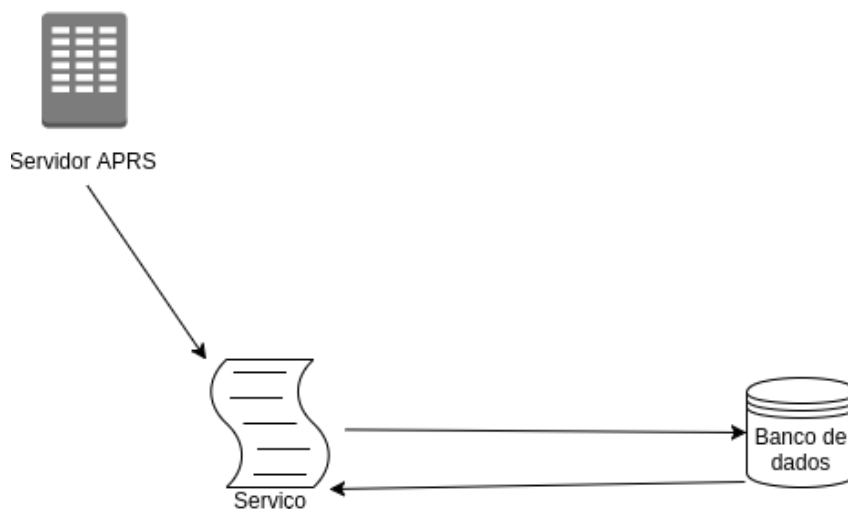


Figura 14 – Esquema do fluxo de dados para inserção de registro de localizações de veículos via APRS

Como demonstrado na Figura 12 foi criado um serviço que roda em paralelo com a plataforma Sahana Eden. Este serviço funciona acessando o banco de dados da aplicação para recolher os callsign cadastrados nos veículos e através destes callsigns filtrar os dados provenientes do servidor APRS.

O sistema APRS disponibiliza seus dados através de vários servidores dividido em vários níveis. Neste trabalho foi utilizado o servidor brasileiro com endereço 'brazil.aprs2.net' que utiliza a porta 14579. Uma vez que o serviço é iniciado, ele começa a monitorar o tráfego de dados no servidor APRS. A entrada de dado é referente a algum veículo cadastrado, fato que é verificado através do callsign, ele insere os dados de latitude e longitude no banco de dados.

O serviço de acesso ao servidor APRS foi escrito em python, utilizando a biblioteca 'aprslib', disponível no endereço "https://github.com/rossengeorgiev/aprs-python/tree/master/aprslib". No trecho de Código 4.1 exibe os comandos para conexão com o servidor APRS.

```
1 AIS = aprslib.IS("callsign", "senha", host="brazil.aprs2.net", port="14579")
2 aprs_names = [field.aprs_id for field in
3 list(db(s3db.vehicle_vehicle.aprs_id != None).select(s3db.vehicle_vehicle.
4 aprs_id))
5 AIS.connect()
6 AIS.consumer(callback, raw=False)
```

Código 4.1 – Acesso ao servidor APRS

Na primeira linha é instanciada a classe 'IS' que é abstração do servidor APRS. Como primeiro argumento tem-se o callsign do usuário, que é um identificador único do usuário. Logo depois, tem-se a senha do usuário, o endereço do servidor e a porta, respectivamente. Como dito anteriormente foi usado um servidor nacional já que os veículos de interesse estão todos em território nacional.

Logo depois tem-se uma query que retorna os códigos de identificação dos veículos. Esses códigos serão usados posteriormente para filtrar o fluxo de dados proveniente do servidor APRS.

Em seguida conecta-se de fato no servidor. Por último através do método 'consumer' indica-se que todo os pacotes recebidos deve ser enviado como parâmetro ao método 'callback'. O argumento 'raw', por sua vez, quando verdadeiro indica que o pacote deve ser passado de forma bruta à função 'callback', caso contrário será passado o resultado do método 'parse'.

A seguir no Código 4.2, é demonstrado a função callback, que tem como incumbência receber os pacotes oriundos do servidor APRS e verificar se este é originário de um dos veículos de interesse.

```

1 def callback(packet):
2     print packet
3     parsed_packet = aprslib.parse(packet)
4     if parsed_packet['from'] in aprs_names:
5         create_gis_location(parsed_packet)

```

Código 4.2 – Função de callback

Este método tem uma implementação relativamente simples. A princípio ele apenas se mostra como um feedback, imprime na tela o pacote que recebeu como parâmetro. Adiante faz-se o parse do pacote bruto, o que transforma os dados em um dicionário. Este dicionário é atribuído a variável 'parsed_packet'.

Na linha seguinte é verificado se o callsign do pacote recebido pertence a um dos cadastrados. Caso o pacote seja oriundo de algum dos veículos cadastrados, ele é enviado a função 'create_gis_location', que é apresentada no Código 4.3.

```

1 def create_gis_location(packet):
2     track_id = db(s3db.vehicle_vehicle.aprs_id == packet['from']).select(
3         join=db.sit_trackable.on((s3db.vehicle_vehicle.asset_id == s3db.
4         asset_asset.id)
5         & (s3db.asset_asset.track_id == s3db.sit_trackable.id))).first().
6         sit_trackable.id
7     location_id = s3db.gis_location.insert(lat=packet['latitude'], lon=
8         packet['longitude'])
9     print packet
10    prsence_id = s3db.sit_presence.insert(timestamp = datetime.datetime.
11        utcnow(), track_id = track_id, location_id = location_id)
12    s3db.commit()

```

Código 4.3 – Função de criação de registro de localização

Esta função tem como incumbência persistir os dados oriundos do sistema APRS no banco de dados. A primeira coisa que esta função faz é selecionar o id da tabela 'sit_trackable' que se relaciona com o veículo do pacote APRS.

Posteriormente cria-se um registro de localização e por último cria-se um registro da tabela 'sit_presence', unindo as tabelas 'sit_trackable' e 'gis_location'. Desta forma é criado um novo registro de localização para um veículo.

A medida que o serviço recebe os pacotes do servidor APRS ele cria os registros de localização tendendo assim a ter uma quantidade maior de registro do que se fosse feito manualmente. A Figura 15 mostra um exemplo de registros criados na plataforma Sahana Eden.

	data/hora	Localização	Endereço	Speed	Accuracy
Editar	22/03/2018 20:27	23.609000 S, 46.611000 W	-	-	-
Editar	22/03/2018 20:29	23.609000 S, 46.611000 W	-	-	-
Editar	22/03/2018 20:33	23.609000 S, 46.611000 W	-	-	-

Figura 15 – Exemplo de registros de localização na plataforma Sahana Eden.

Esta seção expôs os passos para atribuir a funcionalidade de criação automática de registros de localização e por consequência o rastreamento de veículos via sistema APRS. Entretanto é necessário configurar a plataforma Sahana Eden para que exiba a posição atual(último registro de localização) do veículo.

É possível através de arquivos 'csv' criar uma pré-carga no banco de dados do Sahana Eden, estes arquivos contém dados de configuração, bem como outros dados que serão carregados ao primeiro acesso à plataforma.

Para que seja exibido no mapa a localização de cada veículo, foi adicionado ao arquivo 'gis_layer_feature.csv' uma linha de configurações referente aos veículos. O Quadro 2 mostra os atributos mais importantes para e os valores atribuídos, bem como a descrição do que é cada atributo.

Tabela 2 – Configuração de veículos para exibição no mapa.

Atributo	Valor	Descrição
Name	Vehicles	Identificação do recurso que será exibido.
Controller	vehicle	Controller que será onde encontra-se a função que será chamada.
Function	vehicle	Função quando é carregado o mapa e que retorna a localização do recurso em questão.
Popup Format	{number} (T('Vehicle'))	Conteúdo que será exibido em um popup ao parar o mouse sobre o ícone do recurso

Como explanado na Tabela 2, assim que carregado o mapa é feito uma chamada assíncrona para a função e controller cadastrados. Essa função responde esta chamada em formato geojson, contendo a localização do recurso. Após todo o exposto a plataforma Sahana Eden torna-se apta a exibir no mapa a localização dos veículos, conforme mostrado na Figura 16.

4.2 Rastreamento de sensores

Em meio a catástrofes ou mesmo como forma de prevenção, é de suma importância que o tomador de decisão tenha a sua disposição informações que o permita tomar decisões de

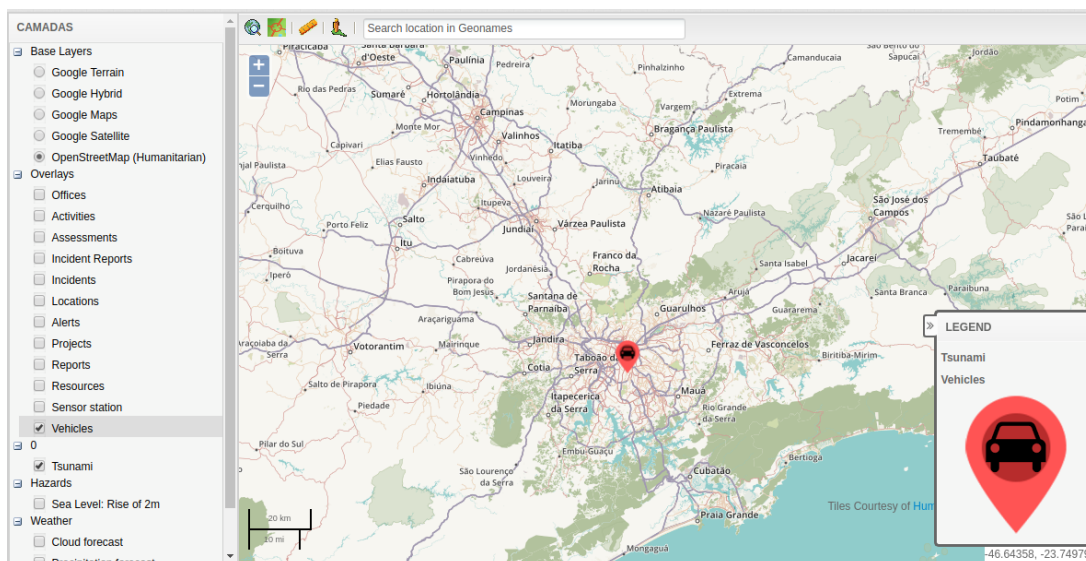


Figura 16 – Exemplo de veículo sendo mostrado no mapa.

maneira mais eficientes e assertivas possíveis.

Velocidade do vento, temperatura, chuva e etc, estão dentre as informações mais importantes para a gestão de desastres. Ter este tipo de informação atrelados as outras informações já existente na plataforma Sahana Eden, pode ampliaria de forma significativa o poder de reação as adversidades.

A plataforma Sahana Eden funciona de forma configurável e modularizada, permitindo habilitar e desabilitar módulos, conforme a necessidade. Diante disto criou-se um novo módulo que possibilita a gestão de sensores na plataforma. Além de criar todo arcabouço para o cadastro e leitura de sensores, também produziu-se a integração com o sistema APRS, para que aquisição de dados dos sensores fossem feita de forma automática.

As subseções a seguir tem como objetivo demonstrar os principais pontos da criação do módulo da gestão de sensores, bem como a integração com o sistema APRS.

4.2.1 Estrutura do banco de dados

Nesta subseção é apresentada a estrutura do banco de dados referentes as tabelas e suas relações, que foram utilizadas para dar suporte ao cadastro dos sensores bem como os valores de leitura destes. Os dois principais arquivos dos módulo são o model e o controller a seguir são apresentados os principais pontos acerca do model e o banco de dados.

Este módulo foi criado para permitir o cadastro de estações de sensores. O Código 4.4 mostra a código do arquivo model para criação da tabela de estação de sensores.

```

1  tablename = "sensor_sensor_station"
2      self.define_table(tablename,
3      Field("description",

```



```

4         notnull=True ,
5         label = T("Description") ,
6     ) ,
7     Field("aprs_id" ,
8         notnull=False ,
9         label = T("APRS ID") ,
10    ) ,
11    location_id(
12        widget = S3LocationSelector(show_address = False ,
13        show_postcode = False ,
14        show_latlon = True ,
15    ) ,

```

Código 4.4 – Criação da tabela de estação de sensores

O código mostra a definição da tabela "sensor_sensor_station". Por convenção do Sahana Eden o nome das tabelas é iniciado pelo nome do módulo a qual pertence. Como pode ser visto no código a tabela "sensor_sensor_station" possui o campo 'description', que é responsável por armazenar uma breve descrição acerca daquela estação de sensores.

Um outro campo que compõe a tabela "sensor_sensor_station" é o "aprs_id", que armazena o callsign que identifica aquela estação no sistema APRS. Este campo é opcional, uma vez que a utilização de sensores poderá funcionar independente do sistema APRS.

Por fim tem-se a função 'location_id' que cria uma referência para a tabela 'gis_location'. Um dos parâmetros desta função é o widget que recebe uma instância de 'S3LocationSelector', que define o cadastro da localização da estação de sensores usará um widget que mostra um mapa onde usuário pode clicar em um determinado local para marcar a localização.

Para uma melhor abstração da estrutura de banco de dados acerca da tabela "sensor_sensor_station", pode-se ver a representação gráfica da tabela na Figura 17.

Como foi dito e pode ser visto 'sensor_sensor_station' relaciona-se com a tabela 'gis_location'. Anteriormente as estações de sensores, são um conjunto de vários sensores. Cada sensor é responsável por retornar a leitura de alguma grandeza. Além da exibição das últimas leituras dos sensores da estação, também é interessante que se mantenha uma base histórica da leituras dos sensores.

Para o armazenamento série histórica da leitura dos sensores, foi criada a tabela 'sensor_sensor_station_registry'. O Código 4.5, mostra código que dá origem a tabela "sensor_sensor_station_re

```

1     tablename = "sensor_sensor_station_registry"
2     self.define_table(tablename ,
3     sensor_sensor_station_id() ,
4     location_id(
5     widget = S3LocationSelector(show_address = False ,
6     show_postcode = False ,
7     show_latlon = True ,

```

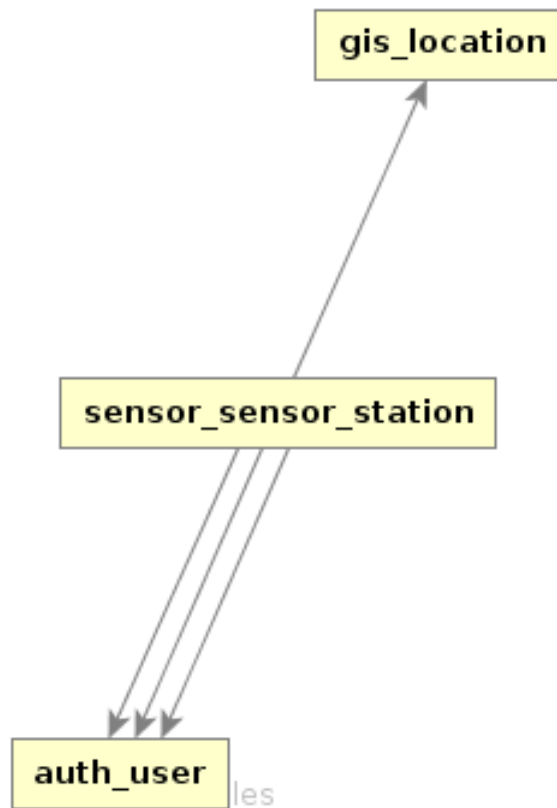


Figura 17 – Representação da tabela 'sensor_sensor_station'

8

)))

Código 4.5 – Criação da tabela de registro de leitura da estação de sensores

Este código cria uma tabela com o nome 'sensor_sensor_station_registry'. Tal tabela apresenta uma referência para a tabela 'sensor_sensor_station', na qual pertence o registro de leitura. Além da referência para a tabela 'sensor_sensor_station', também existe uma referência para a tabela 'gis_location'.

A Figura 18 exibe de maneira gráfica a representação da tabela 'sensor_sensor_station_registry' e seus relacionamentos.

A figura mostra as relações da tabela "sensor_sensor_station_registry" e suas relações. A tabela "sensor_sensor_station_registry" tem uma chave estrangeira para a tabela "sensor_sensor_station", ou seja a estação de sensores da qual o registro de leitura pertence.

Um outro ponto importante a ser ressaltado é a chave estrangeira que a tabela "sensor_sensor_station_registry" possui para a tabela "gis_location". Esta relação confere ao registro de estações de sensores uma característica interessante, uma vez que isto permite o suporte por parte da plataforma Sahana Eden estações de sensores móveis.

Temos a criação da tabela "sensor_property". Esta tabela tem por função armazenar a grandeza e o valor coletado. O código 4.6, mostra o código de criação da tabela "sensor_property".

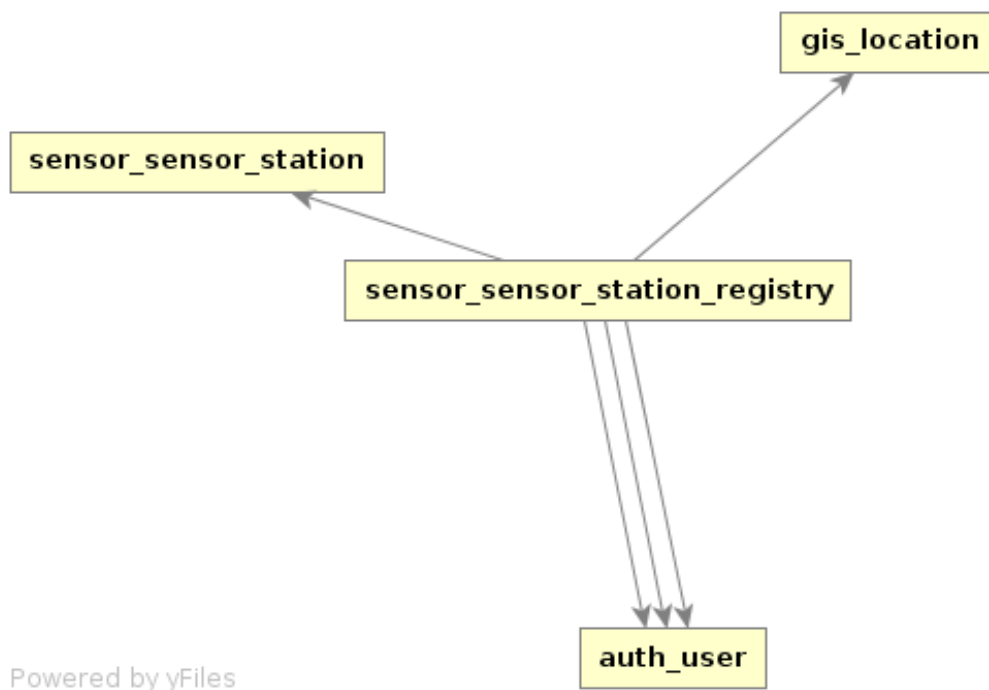


Figura 18 – Representação da tabela 'sensor_sensor_station_registry'

```

1  tablename = "sensor_property"
2      self.define_table(tablename,
3          sensor_sensor_station_registry_id(),
4          Field("name",
5              label = T("Name"),
6          ),
7          Field("value", "double",
8              label = T("Value"),
9          ),
10     )
  
```

Código 4.6 – Criação da tabela registro da leitura dos sensores

Este código cria uma tabela com o nome 'sensor_property'. Tal tabela apresenta uma referência para a tabela 'sensor_sensor_station_registry', na qual pertence o registro de leitura do sensor em questão. Além da referência para a tabela 'sensor_sensor_station_registry', também foi criado o campo 'name', que registra o nome da grandeza, tal como: Temperatura, velocidade do vento e etc. Além da grandeza há o registro do valor lido para tal grandeza.

A Figura 19 exibe de maneira gráfica a representação da tabela 'sensor_sensor_property' e seus relacionamentos.

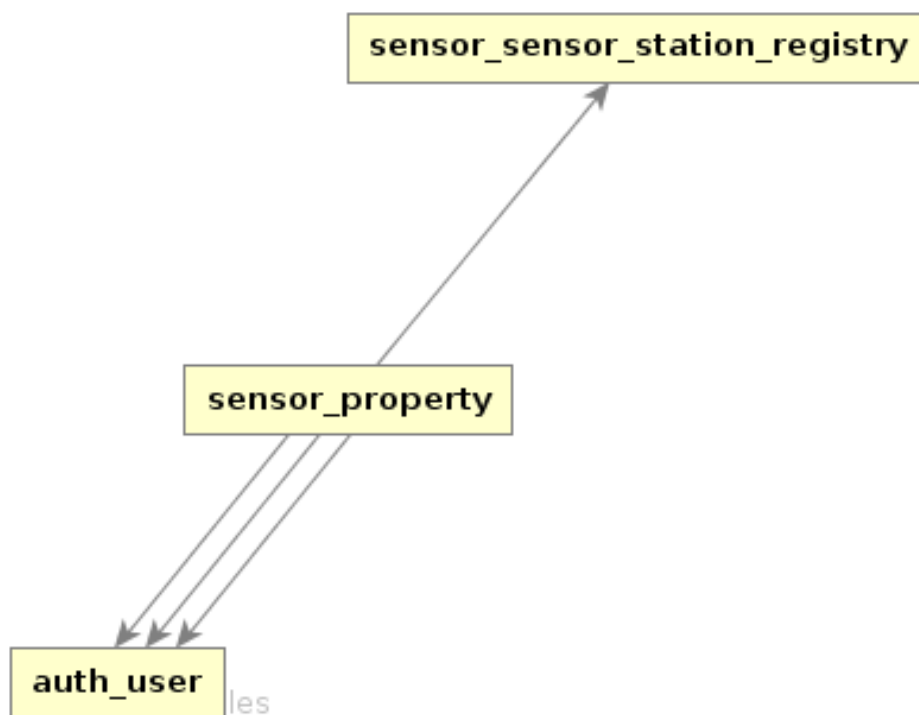


Figura 19 – Representação da tabela 'sensor_sensor_property'

Como pode ser visto a tabela "sensor_property" possui uma chave estrangeira para a tabela "sensor_sensor_station_registry", que indica o registro de leitura da grandeza aferida. A tabela "sensor_property" foi criada para conferir uma maior flexibilidade na inserção de dados de sensores na plataforma, uma vez que permite a o registro de dados de forma irrestrita.

4.2.2 Aquisição de dados do sistema APRS

Uma vez explanado a criação e a estrutura do banco de dados que sustenta o cadastro de estações de sensores, chega-se ao passo seguinte que é a aquisição automática de dados oriundos do sistema APRS.

Essa subseção tem como objetivo elucidar como deu-se o processo de criação do mecanismo que permitiu o recolhimento dos dados dos servidores do APRS, acerca dos sensores e como tais dados persistem na base do sistema Sahana Eden. Os dados são, basicamente, provenientes de estações meteorológicas, mas como citado anteriormente, a modelagem destes permite a inserção na plataforma pelas mais variadas formas e origens.

Após a criação das tabelas que armazenam as informações a cerca das estações de sensores, foram criados os artificios para a aquisição de dados dos servidores APRS e inserção na plataforma Sahana Eden.

A aquisição de dados dos servidores APRS, foi feita da mesma forma da descrita para o rastreamento de veículos. Ou seja, tem-se um serviço que funciona paralelamente à plataforma Sahana Eden, onde este serviço acessa o banco de dados da aplicação para recolher os callsigns das estações de sensores cadastrados, para através destes, callsigns filtrar as informações provenientes do servidor APRS.

Foi adicionado ao serviço de acesso aos servidores APRS uma estrutura de controle que utiliza o atributo 'weather' do pacote APRS, para identificar se o dado pacote originou-se de uma estação meteorológica. Uma vez que o pacote possua o atributo 'weather', os dados do pacote APRS são persistidos no banco de dados.

A dinâmica entre a aquisição dos dados e a persistência destes, permanece a mesma ilustrada na Figura 14. Ou seja tem-se um serviço que funciona em paralelo com a plataforma Sahana Eden. Onde este serviço acessa o banco de dados da aplicação para recolher os callsigns, tanto dos veículos como das estações de sensores cadastrados para que através destes callsigns filtrar os dados provenientes do servidor APRS.

Nesta etapa foi adicionado ao serviço de acesso ao sistema APRS, o recolhimento dos callsigns cadastrados para as estações de sensores. Portanto foi adicionado a query de aquisição dos callsigns dos veículos, a obtenção dos callsigns das estações de sensores, conforme demonstrado no Código 4.7

```
1 AIS = aprslib.IS("callsign", "senha", host="brazil.aprs2.net", port="14579")
2 aprs_names = [field.aprs_id for field in
3 list(db(s3db.vehicle_vehicle.aprs_id != None).select(s3db.vehicle_vehicle.
4     aprs_id)) + list(db(s3db.sensor_sensor_station.aprs_id != None).select(
5     s3db.sensor_sensor_station.aprs_id)) ]
4 AIS.connect()
5 AIS.consumer(callback, raw=True)
```

Código 4.7 – Inicialização do serviço de acesso ao sistema APRS com a aquisição dos callsigns das estações de sensores.

Como pode ser visto o código de inicialização do serviço continua praticamente o mesmo, com exceção das linha dois e três, onde agora é concatenado com a lista de callsigns dos veículos, os callsigns oriundos das estações de sensores.

Uma vez atribuídos à variável 'aprs_names', os callsigns dos veículos e estações de sensores, o serviço passa a monitorar o fluxo de pacotes no servidor APRS. A cada pacote que é recebido pelo serviço, este pacote é repassado a função 'callback'. Conforme demonstrado no Código 4.2, uma vez que a função recebe um pacote, esta verifica se o mesmo possui como callsign um dos que constam na variável 'aprs_names'. Caso o pacote pertença a um dos veículos

ou estações de sensores cadastradas, este é passado a função 'create_gis_location'.

A função 'create_gis_location', vista no Código 4.3 foi incrementada de forma a suportar a criação de registros de leitura das estações de sensores. A função é demonstrada no Código 4.8.

```
1 def create_gis_location(packet):
2     if packet.has_key('weather'):
3         sensor_station = db(s3db.sensor_sensor_station.aprs_id == packet['
4         from']).select().first()
5         sensor_station_location = db(s3db.gis_location.id == sensor_station
6         .location_id).select().first()
7         sensor_station_location.update_record(lat=packet['latitude'], lon=
8         packet['longitude'])
9         location = s3db.gis_location.insert(lat=packet['latitude'], lon=
10        packet['longitude'])
11        registry = s3db.sensor_sensor_station_registry.insert(location_id =
12        location.id,
13        sensor_sensor_station_id = sensor_station.id)
14        for name, value in packet['weather'].items():
15            s3db.sensor_property.insert(sensor_sensor_station_registry_id=
16            registry.id, name=name, value=value)
17        else:
18            track_id = db(s3db.vehicle_vehicle.aprs_id == packet['from']).
19            select(
20            join=db.sit_trackable.on((s3db.vehicle_vehicle.asset_id == s3db.
21            asset_asset.id)
22            & (s3db.asset_asset.track_id == s3db.sit_trackable.id))).first().
23            sit_trackable.id
24            location_id = s3db.gis_location.insert(lat=packet['latitude'], lon=
25            packet['longitude'])
26            print packet
27            presence_id = s3db.sit_presence.insert(timestamp = datetime.datetime.
28            utcnow(), track_id = track_id, location_id = location_id)
29            s3db.commit()
```

Código 4.8 – Função 'create_gis_location' adequada a criação de registro das estações de sensores.

A função 'create_gis_location' preservou o código que cria os registros de localização dos veículos, ao passo que adicionou uma estrutura de controle que utiliza o atributo 'weather' do pacote APRS, para identificar se o dado pacote originou-se de uma estação meteorológica. Caso o pacote não possua o atributo 'weather' ele é considerado como originário de um veículo e segue o fluxo descrito na seção 3.1.

Uma vez que o pacote possua o atributo 'weather', inicia-se o processo de persistência

dos dados provenientes da estação meteorológica. A princípio seleciona-se a estação através do atributo 'from', que é o callsign do pacote APRS.

Após a seleção da estação de sensores é atualizada sua localização, onde é substituída as informações referentes a latitude e longitude pelas informações contidas no pacote APRS. Esta informação será utilizada para o georreferenciamento da estação de sensores no mapa.

Em seguida são criados registros da tabelas "sensor_sensor_station_registry" e "gis_location", que são relacionadas. Logo após é criado um registro da tabela "sensor_property", para cada item do atributo 'weather' do pacote APRS. Na criação dos registros da tabela "sensor_property" é passado como parâmetro o registro da tabela "sensor_sensor_station_registry", anteriormente criado.

Com isto conclui-se o processo de aquisição de dados dos servidores APRS e persistência destes, no que refere-se a estações de sensores. Porém alguns outros passos foram necessários até que as estações de sensores pudessem ser exibidas no mapa da plataforma Sahana Eden, bem como as informações de leitura desta estação de sensores.

Como exposto anteriormente é necessário configurar a plataforma Sahana Eden para que exiba a posição atual da estação de sensores, bem como os valores das grandezas lidas presentes no último registro.

É possível através de arquivos 'csv' criar uma pré-carga no banco de dados do Sahana Eden, estes arquivos contém dados de configuração, bem como outros dados que serão carregados durante o primeiro acesso à plataforma.

Para que seja exibido no mapa a localização de cada estação de sensores, bem como os valores das leituras dos sensores, foi adicionado ao arquivo 'gis_layer_feature.csv' uma linha de configurações referente as estações de sensores. O Quadro 2 mostra os atributos mais importantes para e os valores atribuídos, como também a descrição do que cada atributo representa.

Quadro 2 – Configuração de sensores para exibição no mapa.

Atributo	Valor	Descrição
Name	Sensor station	Identificação do recurso que será exibido.
Controller	sensor	Controller que será onde encontra-se a função que será chamada.
Function	sensor_station_gis	Função quando é carregado o mapa e que retorna a localização do recurso em questão.
Popup Format	<h4>T('Sensor Station') </h4> <p>description</p>	Conteúdo que será exibido em um popup ao parar o mouse sobre o ícone do recurso

Como explanado no Quadro 2, assim que carregado o mapa é feita uma chamada assíncrona para a função e controller cadastrados. Essa função responde esta chamada em formato geojson, contendo a localização do recurso. Após todo o exposto a plataforma Sahana Eden

torna-se apta a exibir no mapa a localização das estações de sensores, conforme mostrado na Figura 20.

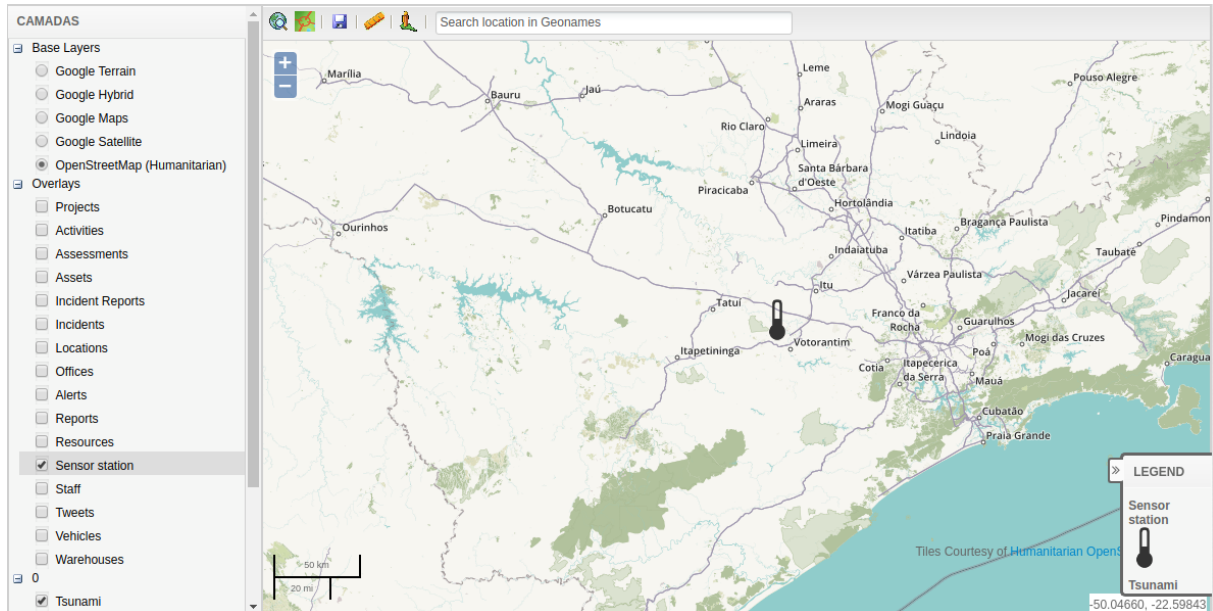


Figura 20 – Exemplo de estação de sensores sendo representada no mapa

Como pode ser observado o mapa exibe a localização da estação de sensores, todavia tão importante quanto a localização da estação de sensores, é a exibição dos dados referentes a leitura dos sensores. Para tal é necessário implementar uma resposta a uma chamada que é feita quando o ícone da estação de sensores é clicado. O Código 4.9 mostra o principal trecho onde é implementado uma função que será chamada ao clicar no ícone no mapa, retornando um trecho html que será renderizado em um popup.

```
1 if r.representation == "plain":
2     last_registry = r.record.sensor_sensor_station_registry.select().last()
3     property_table = TABLE()
4     for sensor_property in last_registry.sensor_property.select():
5         property_table.append(TR(TD(sensor_property.name), TD(
6             sensor_property.value)))
7     output['item'].append(property_table)
8 return output
```

Código 4.9 – Resposta para exibição das informações da leitura dos sensores no mapa.

Uma vez que o ícone da estação de sensores é acionado faz-se uma chamada assíncrona para o controller configurado. Esta chamada tem como parâmetro representation o valor "plain".

Após identificar-se que o request têm como como parâmetro representation o valor "plain", ou seja trata-se de um chamado oriundo do mapa para formação do popup com as informações. A princípio é carregado o último registro da estação em questão. Logo após é criado uma tabela que têm em cada linha duas células, contendo o nome da o nome da propriedade e seu valor respectivamente. Após o retorno do controller é exibido um popup contendo as informações de leitura dos sensores, conforme ilustra a Figura 21.

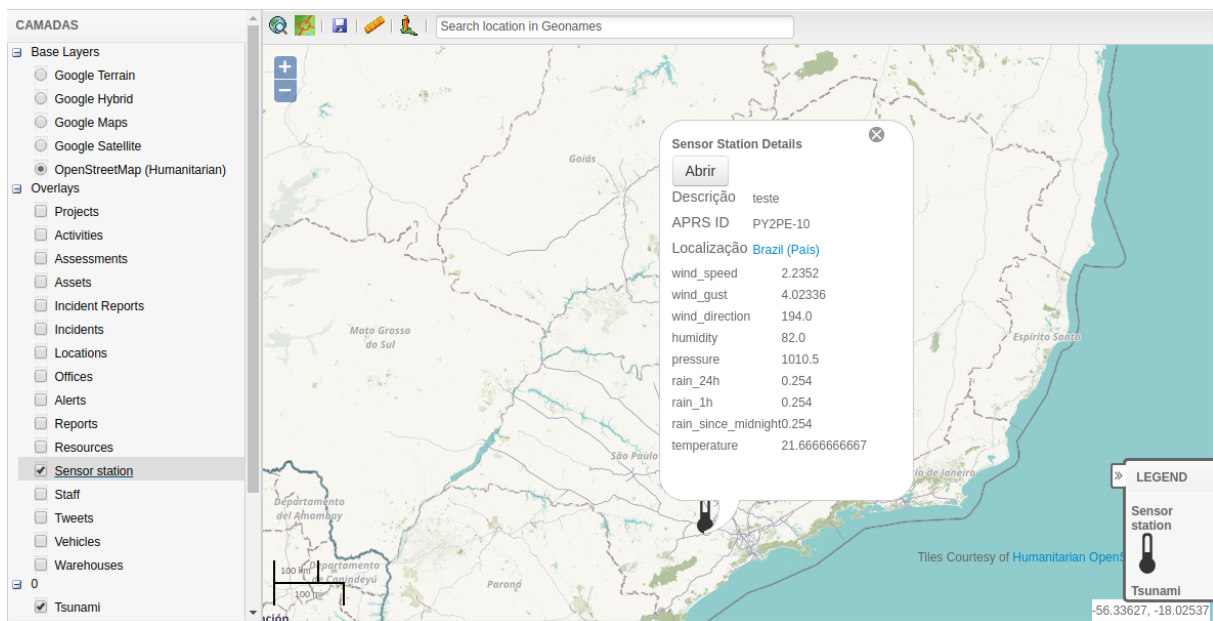


Figura 21 – Exemplo de popup com informações dos sensores.

Como pode ser visto é exibido um popup que permite a visualização dos dados do último registro de leitura. Com isto fecha-se o ciclo metodológico para alcançar o resultado na qual este trabalho propõe-se.

Finalizada a criação da funcionalidade de rastreamento dos sensores o sistema foi colocado em produção e criado um script para que fosse feito a inserção de dados reais provenientes dos planos de contingência do município de Santa Maria Madalena do estado do Rio de Janeiro.

4.3 Instalação em produção e inserção de dados

A fim de verificar como o sistema Sahana Eden se comportava em um ambiente de produção, foi feito o deploy do mesmo em servidor com especificações conforme a seguir:

- 2 núcleos de processamento

- 2GB de memória RAM
- 20GB de HD
- Debian 8.7

Os mantenedores do projeto disponibilizam no endereço scripts para realizar o deploy do sistema em um ambiente de produção de maneira mais fácil. Para este projeto foi adotado o set de configurações que utilizam o servidor web 'Apache' e o sistema gerenciador de banco de dados 'MYSQL'.

Feito a instalação, com o sistema apto a ser utilizado, foi realizada a entrada de dados de ocorrências de incidentes georreferenciados. Para tal foi utilizados dados reais provenientes da defesa civil do município de Santa maria Madalena situado no estado do Rio de Janeiro. Os dados utilizados foram retirados dos planos de contingência de proteção e defesa civil. Tais documentos contém pontos georreferenciados de alguns tipos de ocorrências que são de total importância para tomar decisões em meio a um desastre, tais como: pontos de deslizamentos, enxurradas, inundações e etc.

O Sahana Eden possui a funcionalidade de importar arquivos do tipo 'kml', contendo os pontos de interesse. Diante disto com o intuito de agilizar a entrada de dados foi criado um script, pode ser conferido no Código 4.10, o script gera um arquivo do tipo 'kml' a partir dos dados extraídos dos planos de contingência de proteção e defesa civil.

```

1 import re
2 import utm
3 import simplekml
4
5 def normalize_coordinate(coordinate):
6     return int(str(int(coordinate))[:6])
7
8 def names(text):
9     return re.findall('Endereço(.*?) CEP', text, re.DOTALL)
10
11 def neighborhood(text):
12     return re.findall(r'Bairro (.*?) Criticidade', text, re.DOTALL)
13
14 def point_of_reference(text):
15     return re.findall(r'Ponto de Referência(.*?) Criticidade', text, re.DOTALL)
16
17 def description(name, point_of_reference):
18     return "Endereço: " + name + " <br/> " + "Ponto de Referência: " +
19     point_of_reference
20 def coordinates(text):

```

```

21     c1 = re.findall(r'UTM(.*?) E /', text, re.DOTALL)
22     c2 = re.findall(r' E /(.*?) S ', text, re.DOTALL)
23     c3 = re.findall(r' Fuso (.*?)K UTM', text, re.DOTALL)
24     return zip(c1, c2, c3)
25
26 def kml_generate(name, icon_url='http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes
    /falling_rocks.png'):
27     text = open(name + '.txt').readlines()[0]
28     latlong = []
29     for coordinate in coordinates(text):
30         try:
31             latlong.append(utm.to_latlon(normalize_coordinate(int(
    coordinate[0])), int(coordinate[1]), int(coordinate[2]), 'K'))
32         except Exception as e:
33             latlong.append(utm.to_latlon(normalize_coordinate(coordinate
    [0]), int(coordinate[1]), int(coordinate[2]), 'K'))
34     kml=simplekml.Kml()
35     names_in_text = names(text)
36     descriptions = [description(data[0], data[1]) for data in zip(names(
    text), point_of_reference(text))]
37     for i, coordinate in enumerate(latlong):
38         print(i, coordinate)
39         pnt = kml.newpoint(name=names_in_text[i], description = descriptions[
    i], coords=[(str(coordinate[1]), str(coordinate[0]))])
40         pnt.style.iconstyle.icon.href = icon_url
41         kml.save(name + '_santa_maria_madalena.kml')
42 kml_generate('rolamentos', 'http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/
    falling_rocks.png')
43 kml_generate('deslizamentos', 'http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/
    target.png')
44 kml_generate('incendios_florestais', 'http://maps.google.com/mapfiles/kml/
    shapes/firedept.png')
45 kml_generate('enxurradas', 'http://maps.google.com/mapfiles/ms/micons/
    waterfalls.png')
46 kml_generate('inundacoes', 'http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/
    water.png')

```

Código 4.10 – Script para geração de de kml contendo pontos de interesse

O script proposto, quando executado criará os arquivos 'kml' com os pontos de interesse de acordo com os planos de contingência de proteção e defesa civil. Vale ressaltar que este script só funciona com o formato de dados disposto nos o planos de contingência de proteção e defesa civil de Santa Maria Madalena, porém ele pode ser adaptado para outros formatos de apresentação dados.

Após a geração dos arquivos 'kml' os mesmos foram importados para a plataforma Sahana Eden, de tal modo que os pontos de interesse sejam plotados no mapa, conforme a figura

22.

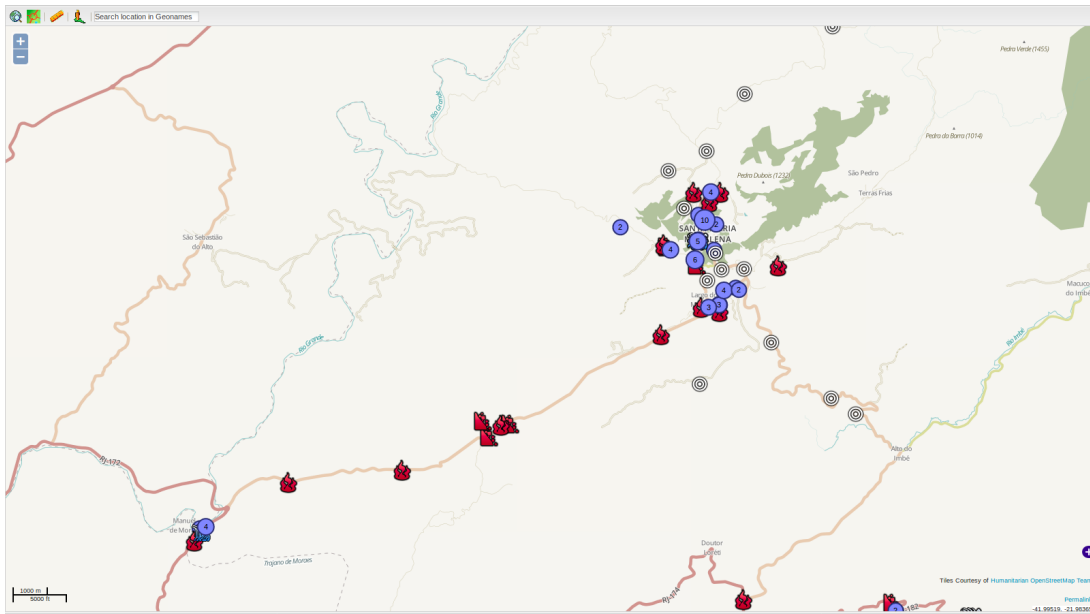


Figura 22 – Pontos de interesse mostrados no mapa do Sahana Eden

A informação com os pontos mais vulneráveis historicamente ou mais propícios a ocorrência de um determinado evento é de total importância para a tomada de decisão dos responsáveis pela coordenação da situação. Além disso o script 4.10 insere informações extras, com a descrição do ponto de interesse. Estas informações são também extraídas do plano de contingência de Santa Maria Madalena. As informações são inseridas no arquivo 'kml' que podem ser vistas clicando no ponto de interesse conforme ilustrado na figura 23.

4.4 Estudo de caso

A utilização do sistema APRS para rastreamento de unidades móveis e estações de sensores, tende a gerar um ganho significativo na aporte de dados a plataforma Sahana Eden, favorecendo a articulação de respostas por parte do tomador de decisão em meio a desastres, bem como forma de prevenção. Contudo faz-se necessário analisar na prática o uso dos dados provenientes do sistema APRS.

Esta seção apresentará de forma exemplificada possíveis utilizações das novas funcionalidades geradas a partir deste trabalho. A seção será dividida em duas subseções, que tratarão acerca dos rastreamento de unidades móveis e rastreamento de estações de sensores respectivamente.

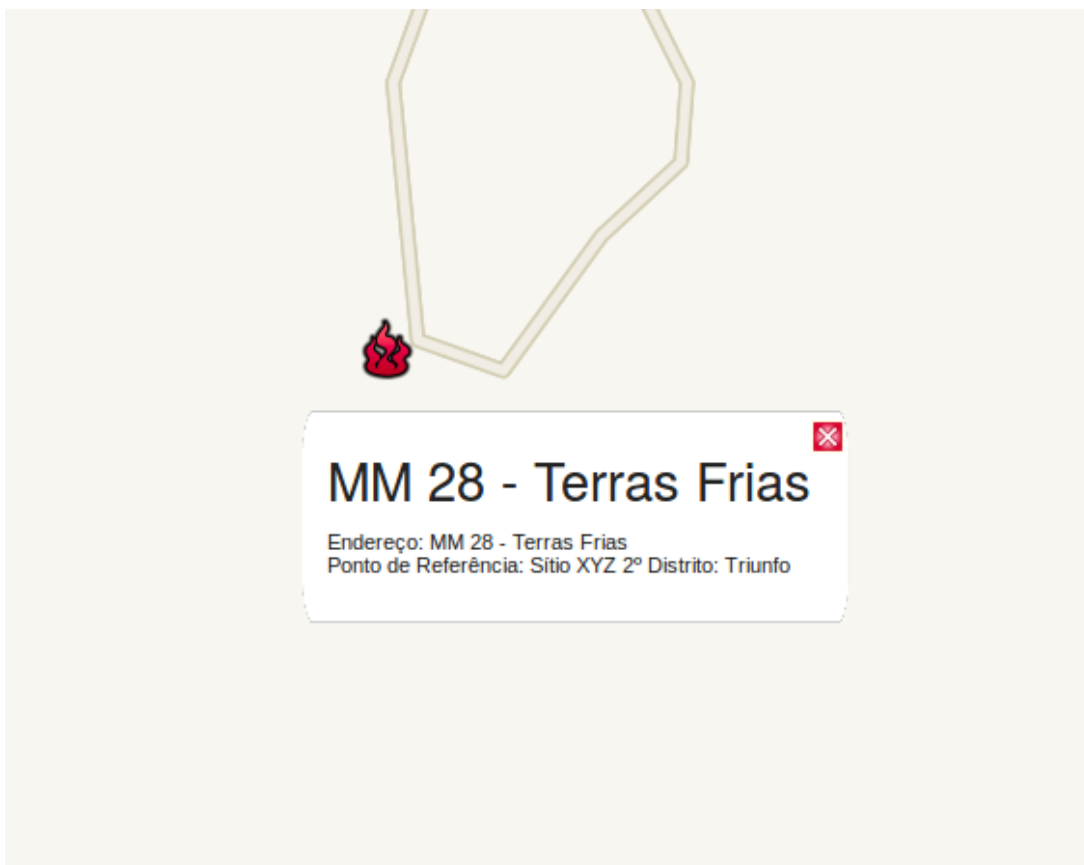


Figura 23 – Detalhe de um ponto de interesse mostrado no mapa do Sahana Eden

4.4.1 Rastreamento de unidades móveis

Tratando-se de gerência de desastres a ciência por parte do tomador de decisão de onde estão localizados seus recursos móveis é de total importância para coordenar os atendimentos a população afetada de forma eficiente. A disponibilização das informações de localização de unidades móveis atreladas a outras informações, possibilita ao tomador de decisão uma leitura mais ampla da situação tendendo a gerar respostas mais eficientes nas decisões tomadas.

Esta subseção apresentará algumas possibilidades geradas pela interação entre as informações que são possivelmente cadastradas na plataforma Sahana Eden e a aquisição de dados do sistema APRS, para rastreamento de unidades móveis.

Dentre várias características a plataforma Sahana Eden possui o registro de incidente. Assim que é feito o cadastro por algum agente este passa a ser visualizado no mapa. Permitindo que o tomador de decisões tome alguma medida para resolver ou mitigar o problema. A Figura 24 exemplifica o registro de um incidente no mapa.

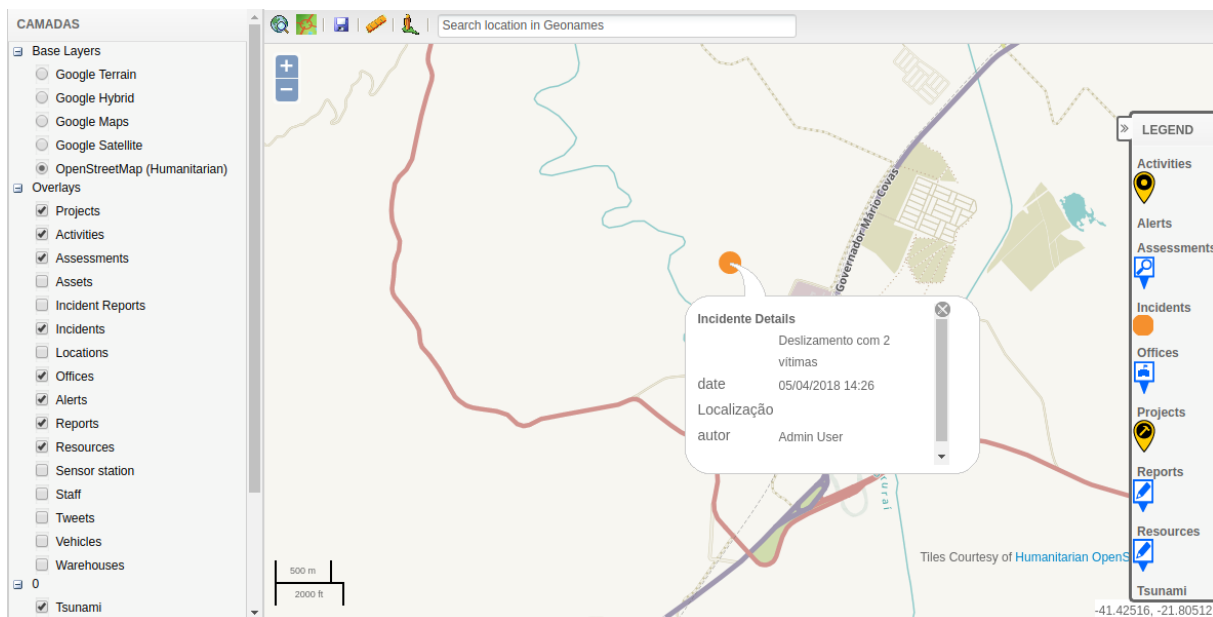


Figura 24 – Exemplo de registro de incidente no mapa.

Uma vez que é registrado um incidente e o tomador de decisão identifica este incidente, faz-se necessário a mobilização de recursos para socorrer possíveis envolvidos no incidente. Neste momento a utilização de unidades móveis como ambulâncias e carros da defesa civil, é imprescindível para dar rapidez no transporte tanto de recursos materiais, como recursos humanos.

Na mobilização das unidades móveis, a ciência da localização de cada unidade é de total importância, uma vez que pode ser priorizado o deslocamento da unidade que esteja mais próximo ao local do ocorrido. A Figura 25 exemplifica o registro de um incidente e duas unidades móveis.

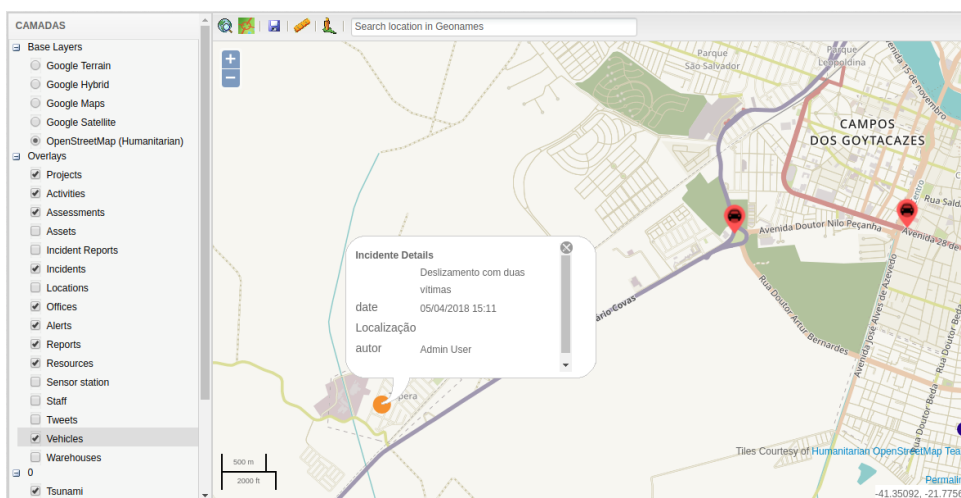


Figura 25 – Exemplo de unidades móveis próximo ao local de um registro de incidente no mapa.

A imagem mostra a visão do tomador de decisão em relação ao mapa contendo alguns elementos. É possível ver um registro de incidente e duas unidades móveis. Neste momento o responsável pela coordenação dos recursos tem a visão completa dos seus recursos alocáveis de forma georreferenciada além de poder ver detalhes das unidades móveis clicando sobre o ícone. Isto permite que ele mobilize ao local do incidente a unidade que considera mais adequada considerando a distância e características da unidade móvel.

4.4.2 Rastreamento de estações de sensores

Diante de catástrofes ou mesmo como forma de prevenção, é de suma importância que a pessoa que esteja a frente da tomada de decisão, tenha a sua disposição informações que o permita tomar decisões de maneira mais eficientes e assertivas possíveis.

Dentre as informações mais importantes estão as referentes a elementos da natureza, como: Velocidade do vento, temperatura, chuva e etc. Ter este tipo de informação atrelados as outras informações já existente na plataforma Sahana Eden amplia de forma significativa o poder de reação às adversidades.

Esta subseção apresentará algumas possibilidades geradas pela interação entre as informações que são possivelmente cadastradas na plataforma Sahana Eden, principalmente os dados históricos de incidentes, que foram inseridos na plataforma, conforme demonstrado na seção 4.3, e as informações das estações de sensores provenientes do sistema APRS.

A plataforma Sahana Eden possibilita a visualização dos dados sobre diversos tipos de mapas. As características do terreno do lugar analisado é um fator de grande importância e impacto, tanto na intensidade da catástrofes, quanto no manejo das respostas à catástrofes. Diante disto a plataforma Sahana Eden conta com um mapa que apresenta o relevo do terreno. Este mapa é fornecido pelo 'google' e tem sua aparência como mostrado na Figura 26

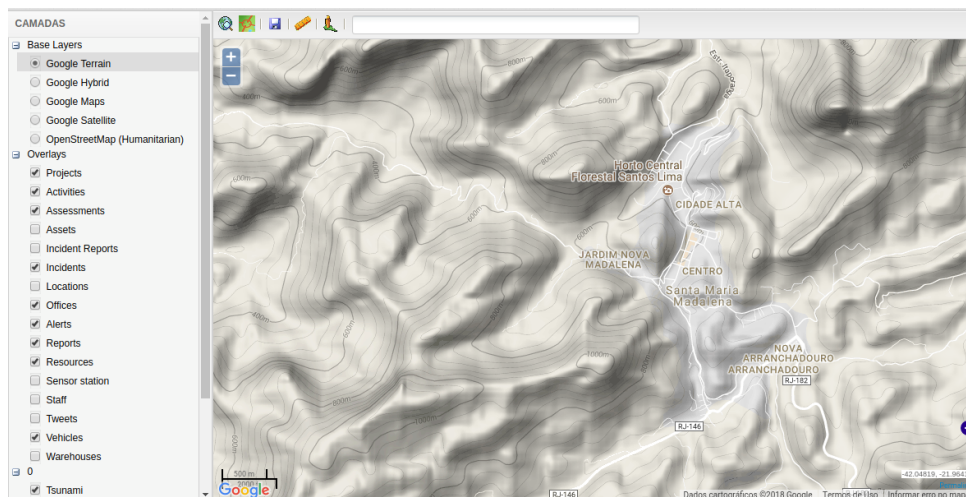


Figura 26 – Mapa com relevos.

Conforme mostrado na imagem o mapa apresenta o relevo do terreno, apresentando a altitude dos relevos. Esta informação atreladas a outras informações como: Dados históricos de incidentes e dados provenientes de estações de sensores, conferem ao tomador de decisões tomar ações preventivas, de modo a preservar a vida de possíveis afetados. A Figura 27 demonstra um exemplo de interações entre dados para prover uma leitura situacional ao tomador de decisão para que o mesmo possa tomar medidas cabíveis.

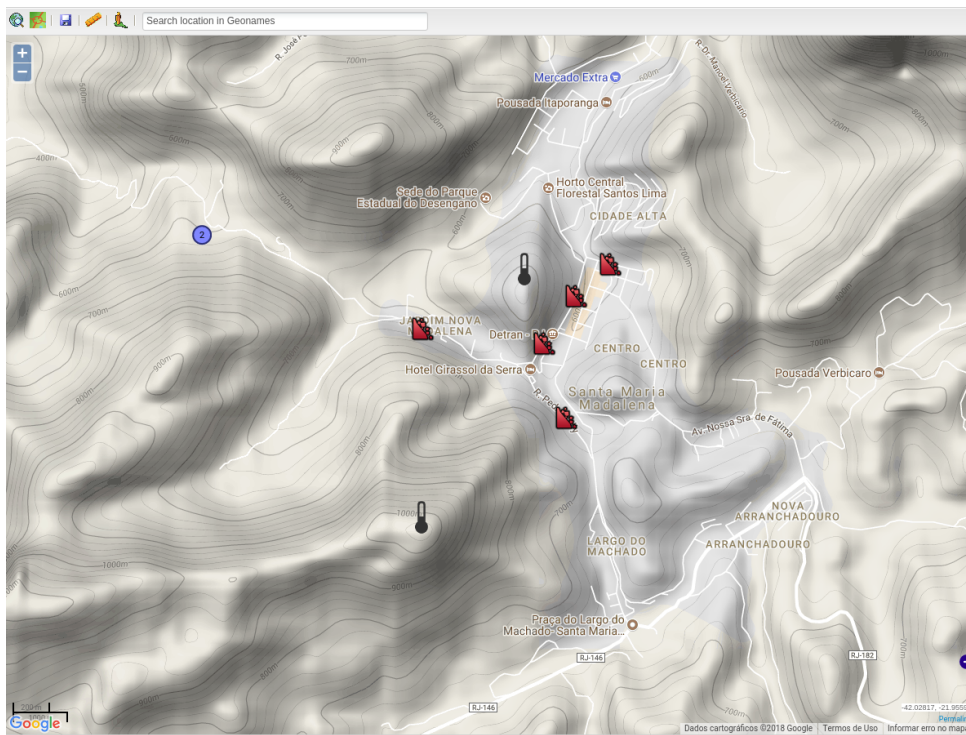


Figura 27 – Mapa com relevos, estações de sensores e dados históricos.

A imagem apresenta uma possível representação de dados, onde há uma interação entre representação de relevos, estações de sensores e dados históricos de deslizamento. Com isto o tomador de decisão poderia visualizar as informações dos sensores como mostrado na Figura 21 e caso o nível de precipitação no alto do morro atinja um nível que ele considere perigoso, ele pode de forma preventiva evacuar a área na base do morro, pois é uma área onde historicamente ocorre incidentes com deslizamento de terra.

A interação de informações na plataforma Sahana Eden, permite ao tomador de decisão uma visão ampla da situação. Como o cadastro de sensores foi feita de maneira flexível, sendo possível o armazenamento de dados de sensores da mais variadas fontes, a situação ilustrada é apenas uma diante da infinidade de situações onde a leitura de dados de sensores podem ser empregadas.

A implementação da integração da plataforma Sahana Eden com a tecnologia APRS abre uma infinidade de possibilidades no que diz respeito ao fluxo de informações. A Figura 28 apresenta uma variação da Figura 2, contemplando o fluxo de informação a partir da integração da plataforma Sahana Eden com o sistema APRS.

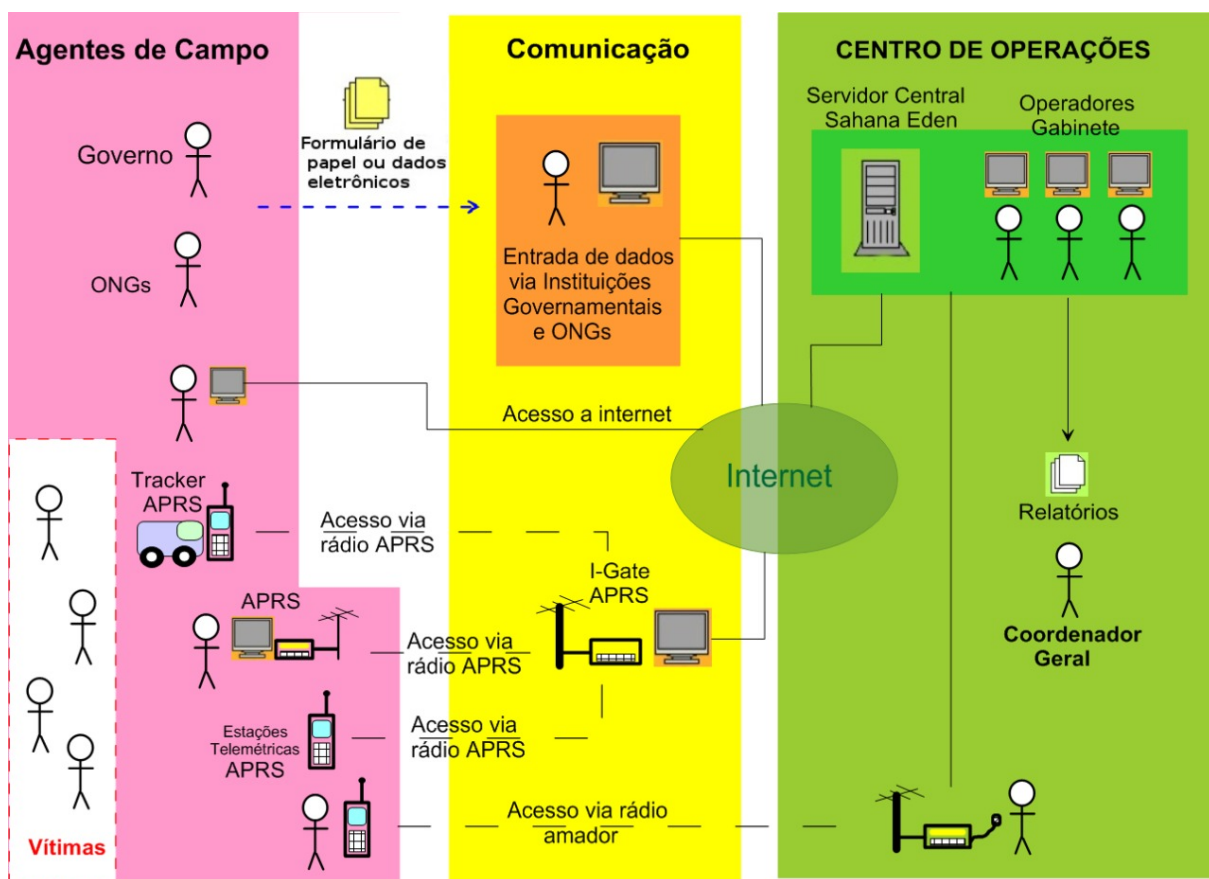


Figura 28 – Proposta de estrutura de comunicação e gestão com a inserção do APRS. Fonte: Própria

Como a adição do sistema APRS a plataforma Sahan Eden, confere aos operadores a possibilidade de fluxos de dados diferentes dos apresentados na Figura 2. As informações de veículos e sensores, que anteriormente eram inseridas manualmente, agora são inseridas de forma automática.

As informações de geolocalização de unidades móveis, bem como informações referentes a estações telemétricas são transmitidas via rádio até que as ondas cheguem a um Igate, que é uma estação de rádio ligado a um computador com conexão com a internet. Uma vez que a estação recebe os sinais de rádio ela repassa esses dados ao computador, que envia os dados ao servidor APRS via internet.

Uma vez que os dados das unidades móveis e estações telemétricas estão nos servidores APRS o Sahana Eden pode acessar esta informação e persistir em seu banco de dados, tornando as informações disponíveis aos usuários.

Uma vez criada a infraestrutura para suportar as operações de rádio, abre-se a possibilidade da transmissão de dados neste meio de comunicação. É possível que agentes que estejam na área do desastre possa transmitir informações via rádio amador que poderão ser inseridas na plataforma Sahana Eden por um operador que esteja no centro de operações.

4.5 Contribuições Geradas

Como anteriormente citado este trabalho tende a gerar contribuições efetivas para a comunidade, seja através contribuições de código para o sistema Sahana Eden em si, ou criação de novas ferramentas. A seguir serão relatadas algumas das contribuições geradas até o momento.

Assim que foram iniciadas a utilização do sistema Sahana Eden, foi constatado que a utilização do sistema Sahana Eden ficava inutilizável quando idiomas contendo '-' em sua abreviação como por exemplo 'pt-Br', 'zh-cn' e etc, eram configurados. Após constatado o erro foi iniciada uma investigação, a fim de encontrar o código que gerava este erro. Após encontrado o trecho de código que gerava o problema, o mesmo foi solucionado e enviado um pedido de correção para os mantenedores do Sahana Eden, para que a correção fosse incorporado ao código principal. A solicitação foi recebida e aceita pelos mantenedores.

Outra coisa muito importante e que pode gerar dificuldades no uso do sistema é o idioma da interface do mesmo. O Sistema Sahana Eden por padrão tem os termos da sua interface escrito em inglês, tendo assim alguns termos não traduzidos para o português do Brasil. Diante disto uma parte dos esforços deste trabalho visa atender a questão da tradução de termos para o português brasileiro. Foram feitas inúmeras contribuições neste sentido.

Assim a fim de extrair informações do APRS para serem exibidas na plataforma Sahana Eden, foi criada uma biblioteca python para acessar a API do site . O site aprs.fi funciona como um concentrador de dados da rede APRS, permitindo o rastreamento dos mais diversos tipos de elemento, como por exemplo: veículos, estações meteorológicas e etc. Além de exibir os dados no mapa conforme a figura 29 demonstra.

A biblioteca funciona acessando a API do site 'aprs.fi' e extraindo informações a cerca do ponto de interesse, seja veículo ou estação meteorológica. Entretanto como o site é privado e não tem garantia de disponibilidade optou-se por não utilizar esta biblioteca para a solução final deste trabalho.

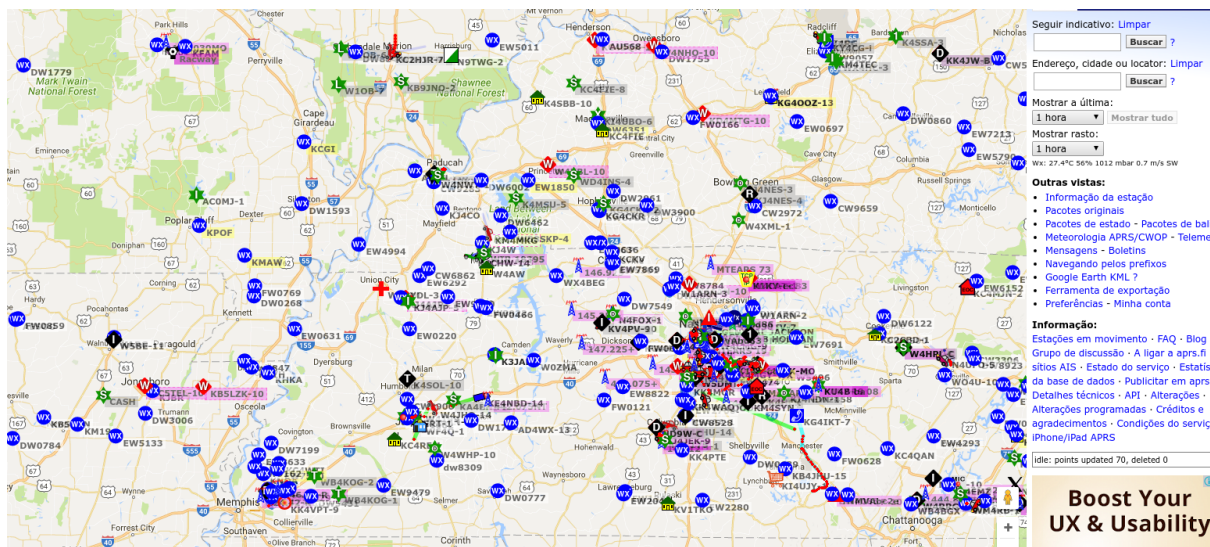


Figura 29 – Mapa de pontos de interesse. Fonte: aprs.fi

A biblioteca é chamada de 'python-aprsfi' e está disponível para instalação do repositório padrão de bibliotecas python(pypy). O código fonte está disponível em <https://github.com/SAEG-DSE/python-aprsfi>, bem como instruções de uso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível notar que os fenômenos naturais são potencialmente destrutivos, podendo causar desastres quando altera o fluxo normal de um determinado povo. Este pode causar prejuízos monetários ou em casos mais graves a perda de vidas. Além desses há também os desastres de origem não natural, decorrentes de atividades humanas, que podem ser igualmente destrutivos.

Com os estudo acerca dos conceitos envolvidos, nota-se que a gestão de desastres tem evoluído deixando de ser apenas um conjunto de medidas reativas, para se tornar um conceito maior que envolve o controle dos riscos na qual as pessoas estão expostas. Além disso nas últimas décadas vem se intensificando o debate a nível global sobre meios de tornar as sociedades mais resistentes a catástrofes e uma vez afetada por um fenômeno consiga retornar ao seu estado normal o mais rápido possível.

O trabalho apresenta a plataforma de ajuda humanitária Sahana Eden, que já foi diversas vezes utilizada em momentos de crise. Além da apresentação da plataforma o trabalho vislumbra a integração da mesma com a tecnologia APRS, que tende a aumentar a velocidade e precisão na qual as informações acerca da geolocalização de pontos móveis e dados de estações de sensores, são abarcadas a plataforma Sahana Eden.

Além do produto final, a integração da plataforma Sahana Eden e o APRS, este trabalho tende a gerar subprodutos durante o processo de desenvolvimento, que vão desde contribuições de código ao projeto do Sahana Eden, como também o desenvolvimento de uma ferramenta para acesso as informações do site <https://aprs.fi>, como os apresentados na seção 4.5.

Os objetivos do trabalho foram atingidos, uma vez que foi implementada a aquisição de dados provenientes dos servidores APRS e integrados a plataforma Sahana Eden para georreferenciação de unidades móveis, quanto para o rastreamento de estação de sensores. Os conceitos aplicados podem ser expandidos para outras aplicações na plataforma. Espera-se que a integração da tecnologia APRS mostre-se como um aliado na gestão de desastres, otimizando tempo e recursos, que na prática pode representar a preservação de vidas.

Referências

- AITSI-SELMI, A. et al. The sendai framework for disaster risk reduction: Renewing the global commitment to people's resilience, health, and well-being. *International Journal of Disaster Risk Science*, Springer, v. 6, n. 2, p. 164–176, 2015. Citado na página 13.
- BIERI, A. APRS Gateway mit Direwolf/RPi. 2016. Disponível em: <<http://wp.andreas.bieri.name/myblog/2016/12/21/aprs-gateway-mit-direwolfrpi/>>. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 20.
- CENAD. Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013. [S.l.]: Cenad Brasília, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 6.
- CHAIYASOONTHORN, S.; HONGYIM, N.; MITATHA, S. Building automatic packet report system to report position and radiation data for autonomous robot in the disaster area. In: *IEEE. Control, Automation and Systems (ICCAS)*, 2015 15th International Conference on. [S.l.], 2015. p. 85–88. Citado na página 19.
- CORDEIRO, K. d. F.; CAMPOS, M. L. M.; BORGES, M. R. aDApTA: Adaptive approach to information integration in dynamic environments. *Computers in Industry*, v. 71, p. 88–102, ago. 2015. ISSN 01663615. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166361515000470>>. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 15.
- DJALANTE, R. et al. Building resilience to natural hazards in indonesia: progress and challenges in implementing the hyogo framework for action. *Natural Hazards*, Springer, v. 62, n. 3, p. 779–803, 2012. Citado na página 12.
- GROUP, A. W. et al. Aprs protocol reference version 1.0. Tucson Amateur Radio Corp, 2000. Citado na página 19.
- HANSEN, Ø. Position tracking in voluntary search and rescue operation. *ISCRAM*, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 19.
- ISDR. Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives. [S.l.]: United Nations Publications, 2004. Citado na página 12.
- ISDR, U. Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters. In: *Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction (A/CONF. 206/6)*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 380. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- KOHLI, S. et al. Sahana eden essential guide. Google Summer of Code Documentation Summit, Mountain View, USA, 18-20 October 2011, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 7, 14 e 15.
- LEIDIG, M.; TEEUW, R. Free software: A review, in the context of disaster management. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Elsevier, v. 42, p. 49–56, 2015. Citado na página 14.
- LI, J. P. et al. A case study of private–public collaboration for humanitarian free and open source disaster management software deployment. *Decision Support Systems*, Elsevier, v. 55, n. 1, p. 1–11, 2013. Citado na página 14.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C.; others. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. *Ambiente & Sociedade*, v. 4, n. 9, p. 1–22, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v4n9/16877.pdf>>. Citado na página 6.

MOSCATELLI, S. et al. Estado del arte gestión de riesgos de desastres. 2016. Citado na página 12.

NGO, D. K. Relief Planning Management Systems-Investigation of the Geospatial Components. 2013. Citado na página 14.

NURI S.T., M. M. H. Z. Disaster Management Information System. 2016. Disponível em: <<http://slideplayer.com/slide/6654882/>>. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 15.

PERDIKARIS, J. Physical Security and Environmental Protection. [S.l.]: CRC Press, 2014. Citado na página 11.

PEREIRA, P. C.; JÚNIOR, A. L. R. Uso de aprs na monitorização de unidades móveis na área de saúde. 2006. Citado na página 19.

PINKOWSKI, J. Disaster management handbook. [S.l.]: CRC press, 2008. Citado na página 11.

POTERIE, A. T. de la; BAUDOIN, M.-A. From yokohama to sendai: Approaches to participation in international disaster risk reduction frameworks. *International Journal of Disaster Risk Science*, Springer, v. 6, n. 2, p. 128–139, 2015. Citado na página 13.

PRUSTALIS, M.; SILVA, C. D. The sahana free and open source disaster management system in haiti. *ICT for Disaster Risk Reduction, United Nations Asian and Pacific Training Centre for Information and Communication Technology for Development (UN-APCICT/ESCAP), ICTD Case Study*, v. 2, 2010. Citado na página 15.

TEMNIKOVA¹, I.; BIYIKLI, D.; BOON, F. First steps towards implementing a sahana eden social media dashboard. 2013. Citado na página 14.

THIEREN, M. Health information systems in humanitarian emergencies. *Bulletin of the World Health Organization*, v. 83, n. 8, p. 584–589, 2005. Disponível em: <http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0042-96862005000800011script=sci_arttextlng=pt>. Citado na página 7.

TOBIN, G. A. Natural hazards: explanation and integration. [S.l.]: Guilford Press, 1997. Citado na página 6.

TONDER, H. P. V. Improving Automatic Position Reporting System (APRS) Throughput and Reliability. Tese (Doutorado) — Stellenbosch: University of Stellenbosch, 2005. Citado na página 19.

UNISDR. World Conference on Disaster Reduction - 18-22 January 2005, Kobe Hyogo, Japan. 2005. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/2005/wcdr/wcdr-index.htm>>. Citado na página 12.

UNISDR, M. Unisdr terminology for disaster risk reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) Geneva, Switzerland, 2009. Citado na página 11.

UNISDR, M. Working Background Text on Terminology for disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) Geneva, Switzerland, 2015. Citado na página [11](#).

UNISDR, U. Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030. In: UNISDR SENDAI, JAPAN. 3rd United Nations World Conference on DRR. [S.l.], 2015. Citado na página [13](#).

WAHLSTROM, M.; GUHA-SAPIR, D. The human cost of weather-related disasters 1995-2015. Geneva, Switzerland: UNISDR, 2015. Citado na página [6](#).