

Uma Aplicação Visual para Suporte à Tomada de Decisões no Gerenciamento de Crises e Emergências

Marco Antônio P. Santos

Especialização em Computação Ubíqua e Distribuída
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)
Salvador, Bahia, Brasil
Email: marco.antonio@ifba.edu.br

Renato Novais

Especialização em Computação Ubíqua e Distribuída
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)
Salvador, Bahia, Brasil
Email: renato@ifba.edu.br

Resumo—Em situações de emergência são produzidas informações a partir de diversos dispositivos. As pessoas envolvidas na emergência podem, por exemplo, enviar e receber dados por celular. Nessas situações é necessário que as respostas sejam rápidas e que sejam executadas imediatamente para reduzir as suas consequências. O ideal é existir um comando central que receba esses dados e os apresente de forma já filtrada para uma visualização rápida e intuitiva, permitindo a tomada de decisão mais efetiva. Ao receber informações vindas de diferentes fontes, a central de comando precisa se preocupar em como filtrar esses dados e mostrar apenas o que é importante, já que muitos desses dados precisam de técnicas apropriadas para serem analisados, como também quais técnicas utilizar para mostrar essas informações. Dado o exposto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação para suporte à tomada de decisões no gerenciamento de dados de crises e emergências utilizando as técnicas de visualização de informação sobre mapas. Com esta aplicação é possível identificar as forças operacionais, as pessoas comuns e os incidentes no mapa; bem como o rastreamento do usuário que permite mostrar por onde ele esteve em determinado período de tempo; e também manter a comunicação do centro de comando com os usuários ou com as forças operacionais através da troca de mensagens. Serão utilizados mapas na visualização das informações, pois para as funcionalidades abordadas neste trabalho apresenta visualização mais simples e intuitiva. Para validar o presente trabalho foi realizado um *survey* com profissionais da área (bombeiro, policial, marinheiro, segurança, etc.), e com pessoas em geral para entender como as pessoas viam esta solução.

Palavras chaves—Visualização de informações, gerenciamento de crises e emergências, conectividade

Abstract—In emergency situations are produced from various information devices. Those involved in emergency can, for example, send and receive data by phone. In these situations it is necessary that the answers are quick and which are implemented immediately to minimize the consequences. Ideally, there is a central command that receives this data and present them already filtered medium for a quick and intuitive visualization, enabling more effective decision making. Upon receiving information coming from different sources, the Central Command have to worry about how to filter the data and show only what is important, since many of these data need proper techniques for analysis, but also which techniques to use to display this information. Given the above, this study aims to develop an application to support decision-making in data management of

crises and emergencies using information visualization techniques on maps. With this application you can identify operational forces, ordinary people and incidents on the map; and user tracking that allows you to show where he was at any given time; and also maintain communication with the command center users or operating forces by exchanging messages. Maps will be used in the information display, as for the features discussed in this paper presents simple and intuitive view. To validate this study we performed a textit survey with professionals (fireman, policeman, sailor, security, etc.), and with people in general to understand how people saw this solution.

Keywords—Information visualization, crisis management and emergencies, connectivity

I. INTRODUÇÃO

Emergências podem ser caracterizadas como situações que exigem respostas rápidas e confiáveis para reduzir as suas consequências adversas [1]. As situações de emergência podem afetar a vida de várias pessoas ao redor do mundo e sua gravidade pode variar de pequenos acidentes que podem ser tratados localmente até desastres em larga escala que necessitam em alguns casos de assistência internacional.

Gerenciar situações de crises e emergências indica resposta imediata a um desastre, de forma a reduzir o impacto de eventuais crises futuras [2]. Tais atividades podem abranger algumas horas ou até vários meses, gerando desta forma desafios na área tecnológica com objetivo de auxiliar o controle desse tipo de situação. Como exemplos de situações de crises e emergências têm-se: enchentes, terremotos, desabamentos ou deslizamentos de terra, incêndios, vazamento químico, pessoas correndo causando desespero nas outras pessoas, etc.

O suporte tecnológico é bastante importante no gerenciamento de emergência, principalmente se considerado a grande quantidade de informação que é produzida atualmente. As pessoas comumente utilizam dispositivos móveis, e ao se depararem com uma situação de emergência é bem comum que elas produzam textos, fotos, ou vídeos e compartilhem isso em suas redes sociais de forma colaborativa.

A este tipo de produção de informação dar-se o nome de *crowdsourcing*, termo em inglês para produção ou criação

colaborativa pelos usuários desses meios [3]. O centro de comando pode se beneficiar das informações vindas do *crowd-sourcing*. Para isso, ele precisa processar essas informações de forma rápida e intuitiva e assim tomar a decisão correta no sentido de salvar vidas e patrimônios.

Diferentes soluções têm sido propostas [4][5][6][7][8]. Entretanto dois problemas ainda estão em aberto:

- a) um primeiro problema comum em situação de emergência é o desaparecimento de pessoas. Quando uma pessoa desaparece é importante ter meios que ajudem o centro de comando nas atividades de busca. O tempo de resposta é um fator crítico nesse cenário, pois qualquer segundo perdido pode ser a vida de uma pessoa correndo perigo; e
- b) um segundo problema é a falta de meio de comunicação entre o centro de comando e as forças operacionais que estão em ação. Muitas vezes isso é feito através de rádios, tecnologia que possui diversas limitações. Por exemplo, o envio da mensagem é sempre feita via *broadcast* e os envolvidos precisam estar no raio de alcance da frequência do rádio.

Este trabalho apresenta uma solução visual para suporte a esses dois tipos de problema. Para tal, a solução usa recursos de visualização de informação sobre mapas, com o intuito de extrair informação relevante da grande quantidade de dados produzida durante uma situação de emergência. Ela utiliza também dados geográficos dos usuários para projetar no mapa sua localização.

Com a aplicação, é possível através de GPS saber a localização no mapa das forças operacionais, de pessoas comuns e dos locais onde ocorreram incidentes. A solução aqui desenvolvida assume o uso de *smartphones* pelas pessoas ou forças operacionais que podem estar envolvidas na situação de emergência¹.

Atualmente muitas pessoas têm utilizado seus celulares conectados a internet, e isso permite a identificação de sua posição geográfica. Sua geolocalização sendo enviada para o banco de dados da aplicação, servirá de insumo para auxiliar à tomada de decisão pelo centro de comando.

Exemplos de decisões são desde enviar o usuário para um local mais seguro reduzindo o risco de morte até o envio de forças operacionais para locais específicos que necessitam de ajuda. As decisões tomadas pelo centro de comando devem ser acatadas pelos usuários, pois no centro de comando tem especialistas em diversas áreas.

A partir de uma base de dados com informações de localizações de um determinado usuário, a aplicação consegue rastreá-lo e mostrar na tela por onde esteve em determinado período de tempo. A partir desse rastreamento o centro de comando pode supor o local onde ele estará em caso de desaparecimento, ou guiá-lo para um local mais seguro a partir da sua última localização.

¹A solução de *smartphones* está fora do escopo deste trabalho, o qual limita-se ao centro de comando e a visualização das informações. A solução móvel está sendo desenvolvida no contexto de outro projeto da Especialização em computação Ubíqua e Distribuída, do IFBA.

Além disso, com a localização das forças operacionais é possível enviá-las com maior rapidez para os locais de risco e com isso minimizar os efeitos da crise ou da emergência. Com essa localização pode-se gerenciar pontos estratégicos no mapa onde devem permanecer uma guarnição ou um posto de apoio para os necessitados. Como também movimentar as forças operacionais para locais que necessitam de atendimento específico.

Outro ponto importante da aplicação é a comunicação do centro de comando com os usuários ou com as forças operacionais. A ideia é que o centro de comando possa dar orientações aos usuários da aplicação por meio de mensagens. Dentre as orientações se incluem: melhor caminho para ir, aviso sobre localização de forças operacionais, indicação de incidentes próximos, entre outras recomendações via mensagem textual.

Para validar a solução visual aqui proposta, foi realizado um *survey* com profissionais da área (bombeiro, policial, marinho, segurança, etc.), e com pessoas em geral. O objetivo foi entender como as pessoas viam as funcionalidades desenvolvidas nesta aplicação. Os resultados mostraram uma aceitação positiva para a solução proposta, e os comentários do *survey* enriqueceram o trabalho com novas ideias.

Além dessa introdução, este trabalho está organizado como segue. A Seção II mostra uma visão geral e define os principais temas relacionados com o trabalho. Na Seção III está o detalhamento da solução implementada com as características principais da aplicação, *features* desenvolvidas, tecnologias utilizadas e requisitos para utilização desta solução. Na Seção IV, mostra a utilização do questionário como forma de avaliar o trabalho e discute os resultados encontrados. A Seção V apresenta alguns trabalhos correlatos a este trabalho, e de forma resumida seus pontos fortes e fracos. E por fim a Seção VI encerra o trabalho com a conclusão.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os principais temas relacionados com o presente trabalho, tais como: a emergência, o conceito de visualização da informação, visualização da informação para sistemas de gerenciamento de emergência e a comunicação em situação de emergência.

A. Emergência

O que define uma situação de emergência? Algumas estratégias podem ser adotadas com o intuito de descobrir se determinada situação é ou não uma emergência, como por exemplo: avaliação da ameaça e vulnerabilidade, análise de missão, avaliação de riscos, desenvolvimento de estratégia de investimento, alocação de recursos com base no desempenho planejado do programa de avaliação e análise de requisitos do sistema [9].

Homeland [9] foca em alguns pontos em situação de emergência como a prevenção, a proteção, a resposta e a recuperação.

Na prevenção a uma situação de emergência tem a detecção de ameaças, o controle de acesso, e como eliminar as ameaças.

Na proteção checa os acessos críticos à infraestrutura, implementa programas de proteção para os sistemas ativos e reduz o risco público. Na resposta a uma situação de emergência, deve-se avaliar o incidente, minimizar o impacto e cuidar das pessoas. Por fim na recuperação é necessário avaliar as pessoas, restaurar o ambiente e restaurar a infraestrutura dos locais [9].

Para o presente trabalho há um enfoque na fase de resposta em situação de emergência, que precisa investigar o incidente, avaliar os perigos e consequências e realizar comunicações internas. Após essa investigação e avaliação, deve-se gerenciar o incidente, responder aos perigos, implementar ações de proteção e guiar buscas e salvamentos.

A força operacional deve estar sempre atenta para atender as ordens do centro de comando principalmente porque existem riscos a vida das pessoas que necessitam de salvamento. Por fim, devem estar prontos para checar a fonte ou a causa de um incidente, reconhecendo, identificando e analisando para que não volte a ocorrer.

B. Visualização de informação

A ideia básica da análise visual é representar visualmente as informações, permitindo que o ser humano interaja diretamente com as informações, para obter conhecimento, tirar conclusões, e desta forma tomar melhores decisões. A representação visual da informação reduz o trabalho cognitivo necessário para executar determinadas tarefas [10].

A visualização pode ser pensada como o processo de mapeamento de informações em formato gráfico fazendo uso de suporte computacional. Com os computadores é possível obter geração de imagens e aumento de interatividade a baixo custo, e também descrições gráficas que agrupam muitos objetos de dados em uma única figura [11].

Deste modo têm-se o conceito de aplicação visual que representa visualmente informações para o qual ela foi desenvolvida. A não utilização de uma aplicação visual em situação de crise e emergência ocasiona em utilização de outros métodos como relatórios textuais, telefonemas, utilização de rádio para comunicação, entre outros que precisam de mais tempo para ser processado pelo cérebro humano.

Neste trabalho é utilizada a visualização da informação através de mapa interativo, que pode ser manipulado pelo operador através de *zoom* e deslocamento para todas as direções. Esta visualização trás vantagens, como por exemplo, ela evita o uso de listagem de nome de pessoas em perigo, evita o uso de tabelas com a descrição das forças operacionais no local do incidente, entre outras vantagens.

C. Visualização de informação para sistemas de gerenciamento de emergência

Como forma de aproveitar o máximo do sistema, pode-se obter a visualização inteligente com uma exposição interativa que apoia o trabalho das forças operacionais no planejamento e tomada de decisão; ou até apresentar a informação de diferentes maneiras a depender do usuário que está manipulando o sistema [12].

No centro de comando, onde ocorre a apresentação das informações, deverá conter pessoas com os conhecimentos de domínio na área específica de forma ao comando ser confiável e preciso. São necessários conhecimentos especializados citados logo em seguida para a visualização inteligente no domínio da gestão de emergências [12]:

- evento como incêndio, inundação, ou contaminação química, e os seus elementos, como chama, calor, água ou substâncias perigosas, e os efeitos que podem ser produzidos por estes agentes, tais como detonação, destruição ou contaminação;
- tipos de objetos que impliquem perigos e os agentes que podem ativar esses perigos, como por exemplo, instalações petrolíferas apresentam riscos em caso de faísca causada por qualquer objeto em um escapamento de gás inflamável;
- vários grupos da população que podem precisar de ajuda, as suas necessidades especiais e tipos de locais onde estes grupos da população podem estar presentes, como escolas, hospitais ou centros comerciais;
- tarefas gerais que são frequentemente envolvidos na gerência da emergência, como evacuação de pessoas, animais e objetos valiosos da zona de perigo; e
- tipos de recursos e infraestruturas que possam ser necessários para a gestão de situações de emergência, incluindo as pessoas, equipes, organizações (por exemplo, brigada de incêndio, junta médica, etc.), meio de transporte, estradas, fontes de alimentação, combustível e água, e assim por diante.

Destaca desta maneira a utilização de pessoas especializadas no centro de comando para um melhor aproveitamento das informações passadas por um sistema de gerenciamento de emergência. Garantindo assim êxito no salvamento de pessoas que estão em perigo e necessitando de ajuda.

D. Comunicação em situação de emergência

A comunicação via rádio que é comumente utilizada por forças operacionais em situação de crises e emergências têm algumas desvantagens, como por exemplo, a mensagem é enviada para todos que estão na frequência sincronizada. E para que a mensagem seja transmitida e todos recebam, é necessário haver uma sincronia entre os envolvidos e todos devem estar escutando no momento em que a informação foi passada.

Outro problema enfrentado pela utilização do rádio é à distância, pois para que a mensagem seja recebida, todos devem estar dentro do limite físico do alcance do rádio. Diferente da aplicação proposta que precisa de conexão com a internet para o envio e recebimento de mensagens de notificação. Nesta aplicação uma mensagem pode ser enviada diretamente para uma pessoa ou para um grupo de pessoas sem precisar que todos recebam esta.

III. UMA SOLUÇÃO VISUAL PARA SUPORTE À TOMADA DE DECISÕES EM EMERGÊNCIAS

Este trabalho tem como objetivo provê uma solução visual para suporte ao gerenciamento de emergência por meio de

mapas com a plotagem das posições geográficas de pessoas ou incidentes. Mais especificamente, ele faz uso de visualização da informação com o paradigma de mapas para auxiliar o centro de comando na tomada de decisões.

As Subseções seguintes descrevem em detalhes a solução proposta. Na Subseção III-A será apresentada uma visão geral da solução proposta. Na Subseção III-B será mostrada as funcionalidades mais importantes da aplicação. Na Subseção III-C será apresentada as tecnologias utilizadas pela aplicação. E por fim na Subseção III-D estabelece os requisitos necessários para a aplicação funcionar como desejado.

A. Visão Geral da Solução Proposta

A Figura 1 apresenta uma visão geral da aplicação. No lado esquerdo da figura está o centro de comando fora da situação de emergência e no lado direito estão as pessoas no local onde ocorreu algum incidente. Ambas as partes têm acesso a uma base de dados que irá persistir as informações do ocorrido.

O centro de comando visualiza a situação de determinada localização através da aplicação. A aplicação por meio de mapas auxilia o comando na gerência das ocorrências. O centro de comando é responsável por monitorar tudo que acontece e gerenciar toda a situação de emergência, seja guiando os usuários para locais seguros ou encaminhando as forças operacionais para locais com incidentes.

Através da aplicação com as características de visualização da informação através de mapas, o centro de comando pode localizar os incidentes, as pessoas em perigo e as forças operacionais em determinada região. E com este mapa é possível selecionar usuários para envio de mensagens de alerta e determinar possíveis locais onde um usuário desaparecido poderia estar.

Os aplicativos móveis são os responsáveis por alimentar a base de dados com as informações da situação de emergência e da sua localização, para posteriormente servir de insumo para o rastreamento do usuário e controle do centro de comando nestas situações. Neste momento, é importante que o usuário se mantenha conectado para que os dados de latitude e longitude estejam sempre atualizados.

Para a solução proposta foi subentendido que a funcionalidade dos aplicativos móveis esteja funcionando corretamente e seja capaz de salvar as informações de localização dos usuários na base de dados. Da mesma forma, assumiu-se também que todos os usuários que utilizam os aplicativos móveis estão conectados a internet e estão aptos a receber mensagens vindas do centro de comando.

A partir desta aplicação é possível receber informações vindas de diferentes aplicativos móveis e dispositivos em situações de crises e emergências (*crowdsourcing*); e através da mesma irá facilitar a exibição das informações de forma mais clara, objetiva, organizada e filtrada para os administradores de crises e emergências.

Para armazenar as informações de acesso dos usuários, localização dos incidentes, e a troca de mensagens entre o centro de comando e os usuários da aplicação, têm-se o banco de dados. A partir dele é possível ter um histórico completo

dos locais onde já tiveram incidentes, bem como os locais por onde já passou determinado usuário, entre outras informações importantes para solução proposta.

B. Features desenvolvidas para o gerenciamento de crises e emergências

Os aplicativos móveis utilizados pelas forças operacionais e pelas pessoas comuns são os responsáveis pela captura e armazenamento dos dados que será consumido pela aplicação. Assumindo que os aplicativos móveis enviam esses dados para o banco de dados e a presente aplicação mostra no mapa de acordo com o que se precisa. A seguir, são destacadas as principais funcionalidades da solução proposta.

1) *Visualização das forças operacionais e pessoas no mapa:* Através da aplicação é possível visualizar as forças operacionais e os usuários no mesmo mapa em determinada localização e período de tempo. Como consta na Figura 2, é possível fazer um filtro por data e grupo de usuários, mostrando apenas o que é importante no momento desejado.

Com essas informações o centro de comando terá maior possibilidade de obter sucesso nas operações de resgate, selecionando apenas o necessário para o momento.

2) *Localização de incidentes:* para marcar no mapa locais críticos e localização de incidentes que podem levar a crises ou emergências, existe a tabela "incidente". Com seus atributos de "latitude", "longitude" e "horario" são possíveis identificar o local e horário que ocorreu um incidente.

A visualização desses locais críticos junto com as forças operacionais mais próxima dos incidentes, facilita na tomada de decisões e diminui o tempo de exposição ao risco dos envolvidos no processo. Assim será enviado mais facilmente para o local do incidente a força operacional mais próxima.

Com os dados de localização do incidente é possível preparar equipes de resgate com os equipamentos necessários para o ocorrido. E com a localização dos usuários que necessitam de ajuda, o centro de comando poderá guiá-lo para locais seguros e longe de zonas de perigo. Fazendo com que o salvamento se torne rápido e eficaz, minimizando o risco de catástrofe.

3) *Rastreamento do usuário:* de forma a monitorar o caminho que o usuário percorreu durante certo período de tempo, é mostrado na Figura 3 o rastreamento do usuário, que carrega todos os pontos já pré cadastrados no banco de dados. São exibidos os caminhos por onde o usuário passou através do GPS instalado em seu dispositivo que pode ser celulares, *smartphones*, *palmtops*, *tablet*, *tabletops*, entre outros.

Este recurso poder ser bastante interessante em caso de desaparecimento de pessoas através dos últimos locais por onde ela esteve e supor possíveis locais onde esta pessoa desaparecida possa estar. A tabela "localização" salva os passos percorridos por cada usuário, mantendo um histórico.

No momento que o usuário acessa o aplicativo móvel o GPS do aparelho é ativado e a sua localização é salva no banco de dados. Esse banco de dados é disponibilizado para o centro de comando que gerencia essa informações e a partir delas consegue obter um perímetro com os possíveis locais onde um usuário desaparecido possa estar.

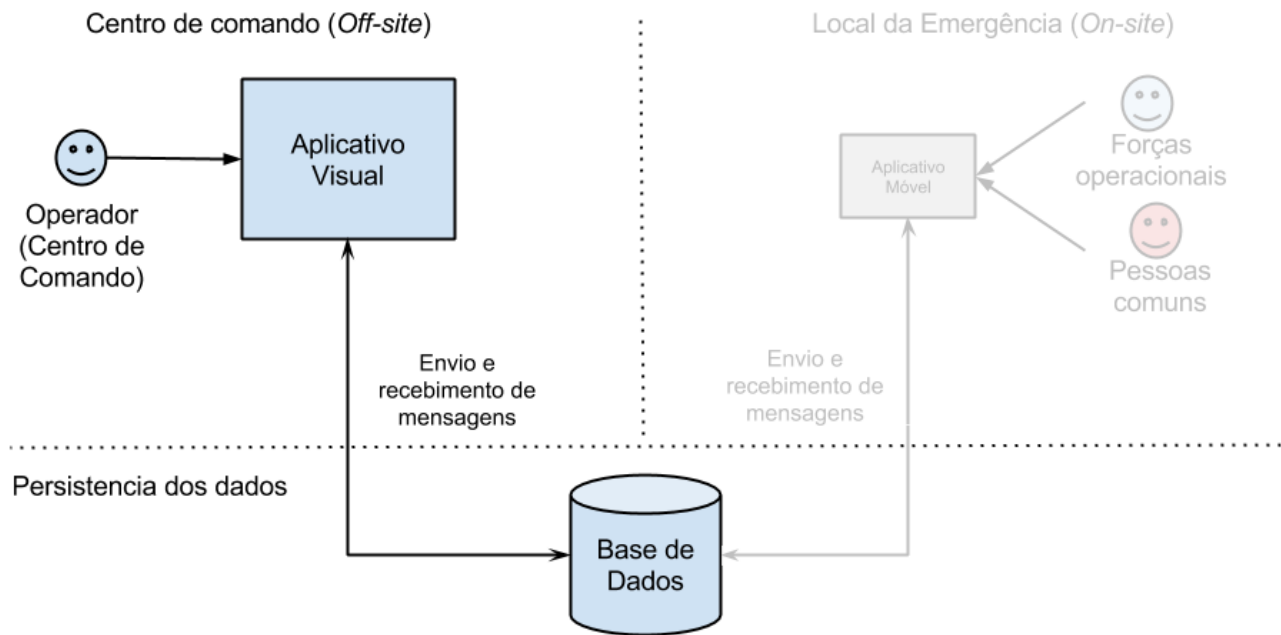


Figura 1. Visão geral da solução

4) *Comunicação*: na aplicação existe uma funcionalidade em que o centro de comando pode se comunicar com os usuários ou com as forças operacionais através de mensagens. Para isto foram criadas as tabelas "mensagem", "mensagem_usuario" e "mensagem_grupo_usuario", exclusivamente para a comunicação entre os usuários.

A ideia é que o centro de comando possa enviar mensagens para os envolvidos na emergência. Exemplos de mensagem vão desde a avisar uma pessoa em perigo para se locomover para um local seguro até avisar uma força operacional sobre uma decisão a ser tomada.

A Figura 5 mostra como enviar uma mensagem na aplicação. Para enviar uma mensagem, o centro de comando precisa clicar no usuário que se deseja enviar, e após o clique irá aparecer às opções de enviar mensagem ou rastrear o usuário. Selecionando a opção de Enviar Mensagem irá aparecer uma janela com o campo disponível para escrever o texto e enviá-la.

C. Detalhes de implementação

A partir do modelo de dados representado na Figura 4, foi gerado a base de dados. Na tabela de "usuário", temos o cadastro de todos os usuários que terão acesso ao sistema com informações salvas de seu *login*, senha e grupo; e a partir dela já é possível ter acesso ao sistema através da tela de *login*.

A divisão de usuários por grupo, tabela de referência "grupo", é para facilitar a visualização desse usuário no mapa através de ícones, como também para que a visualização da tela de um grupo seja diferente de outro grupo. A depender do grupo que o usuário pertence, ele é mostrado com um determinado ícone na aplicação, como mostrado os ícones na Figura 2.

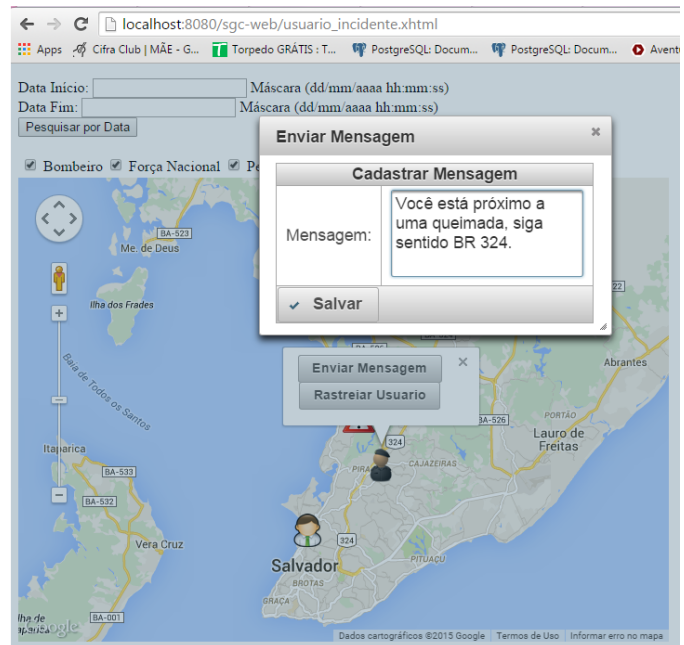


Figura 5. Enviar mensagem para o usuário

A solução proposta foi desenvolvida com as tecnologias HTML5 - linguagem web para exibição de conteúdos, Java - como linguagem de programação, JBoss - Servidor de aplicação. Utilizando as bibliotecas do Google® para exibição da localização no mapa. E o banco de dados para armazenamento das informações foi o *PostgreSQL*.

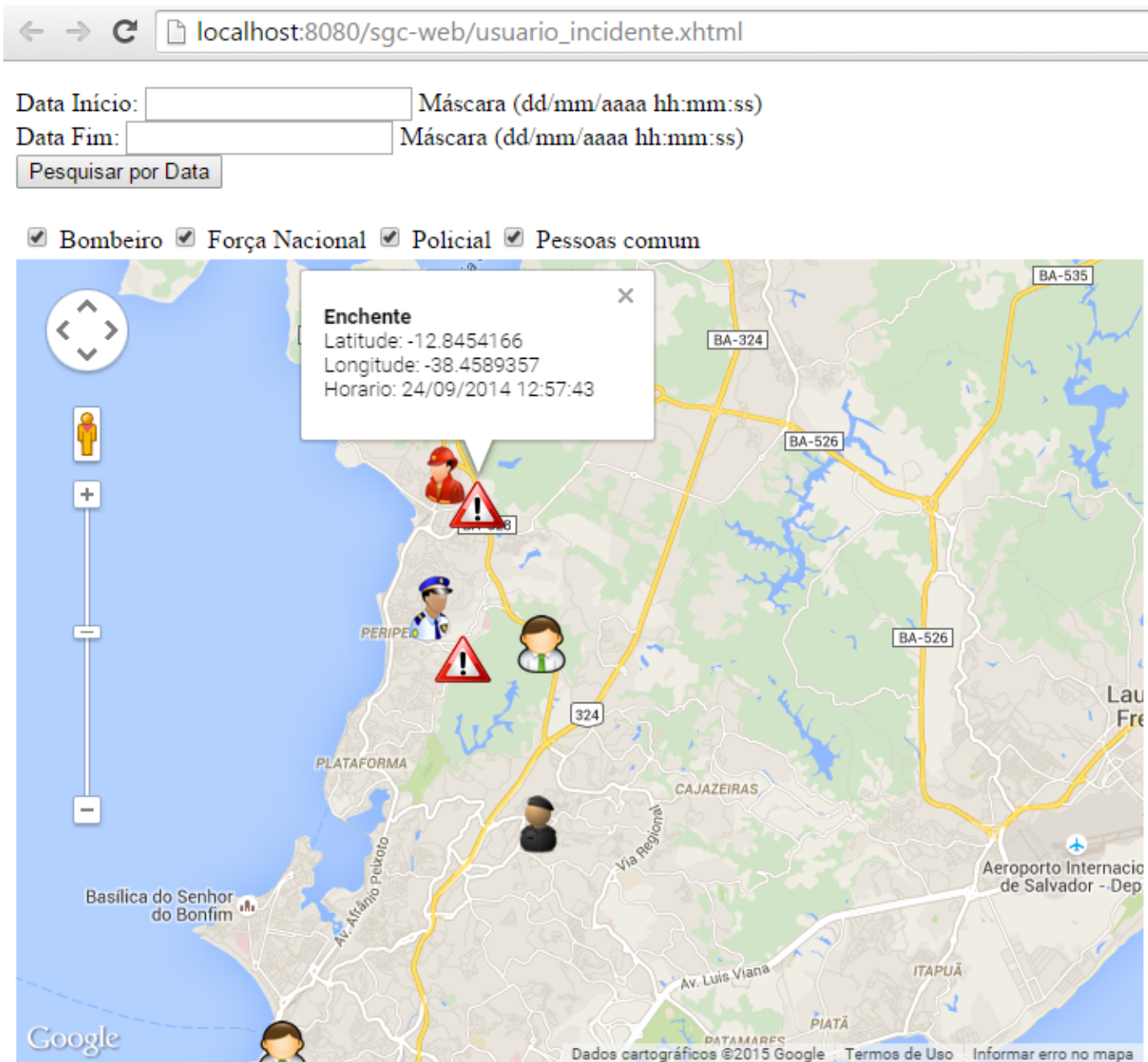


Figura 2. Visualização da aplicação

D. Requisitos para utilização da aplicação

Para o pleno funcionamento da aplicação, é necessário que a base de dados já esteja preenchida com dados de localização (seja de usuários e, ou de incidentes), desta forma será possível visualizar no mapa onde eles se encontram e determinar o rastreamento dos usuários no mapa. O centro de comando também precisa de um computador ou dispositivo que tenha um *browser* que suporte a tecnologia HTML5 e *javascript* para a visualização do mapa.

Para a comunicação e troca de informações entre os envolvidos no processo de emergência, o centro de comando e os usuários precisam estar conectados na rede de internet, com

qualidade suficiente para a troca de informações. Os usuários precisam também possuir GPS no seu dispositivo (podendo ser celulares, *smartphones*, palmtops, tablet, *tabletops*, etc.), para manter sua localização sempre atualizada na base de dados.

Mesmo que o usuário não tenha estrutura física ou mental para visualizar as informações passadas pela central, ao menos a central estará sabendo onde este usuário se encontrava devido ao GPS instalado em seu dispositivo. Caso o aparelho que possui conexão com a central não funcione, será possível através do rastreamento do usuário verificar as possíveis localizações onde este usuário possa estar.

No servidor há a necessidade de instalação do banco de

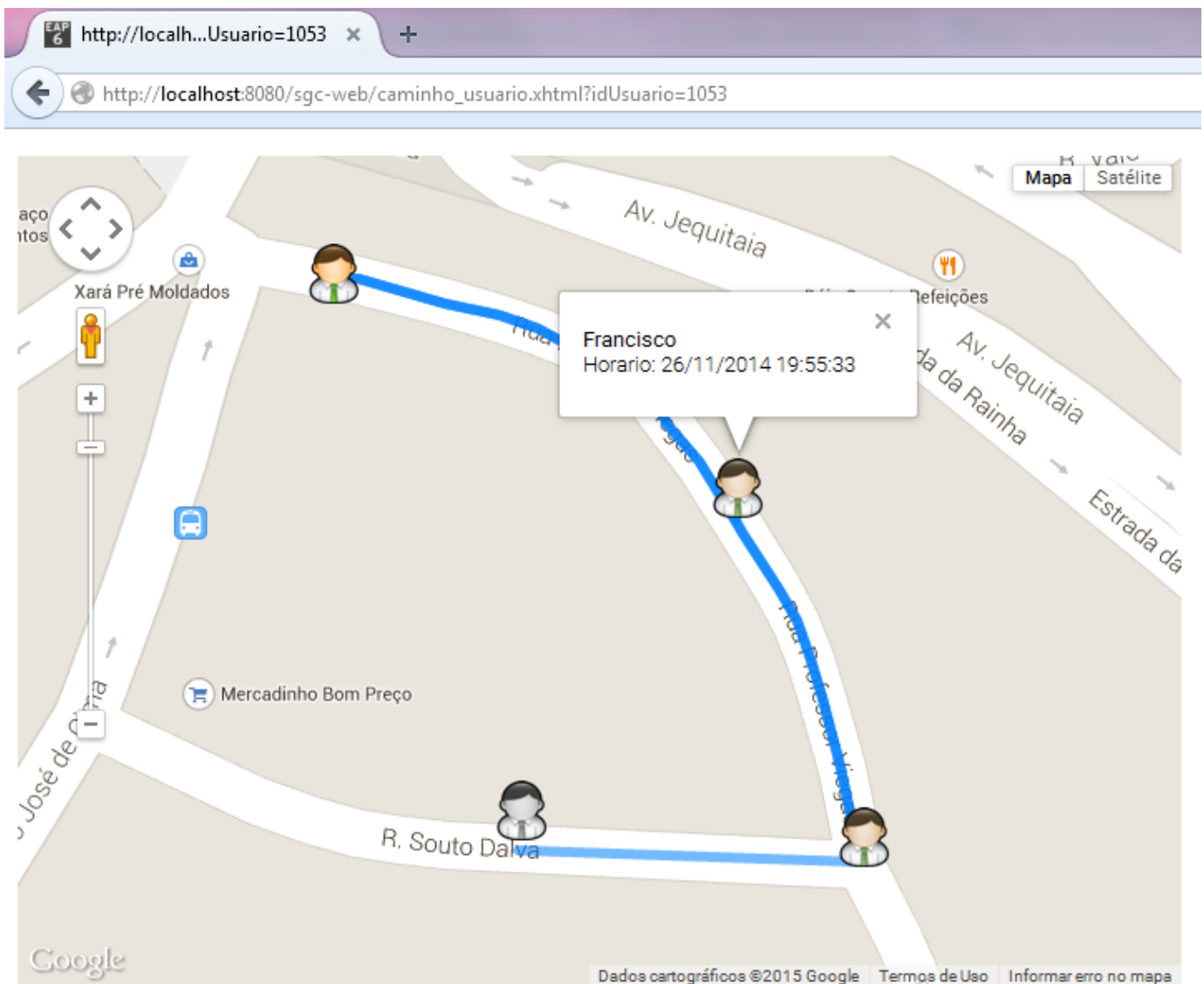


Figura 3. Rastreo do usuário

dados *PostgreSQL* para armazenar as informações como localização dos usuários, localização das forças operacionais, mensagens enviadas, etc. É necessário também que o servidor de aplicação JBoss esteja em execução pois é ele que conecta no bando de dados e mantém os dados disponíveis para possíveis consultas.

IV. ESTUDO DE CASO

Para avaliar a solução proposta de forma mais eficaz, seria necessário utilizá-la em um ambiente real, e contar com o acontecimento de um incidente. Tal situação não é trivial. Para contornar essa dificuldade, foi decidido aplicar um questionário qualitativo/quantitativo que tem como objetivo questionar profissionais que trabalham com o gerenciamento da emergência, bem como pessoas comuns, sobre suas percepções às funcionalidades propostas. As seções seguintes detalham esse estudo.

A. Objetivo

Este estudo tem como objetivo avaliar a solução proposta através de questionamentos pertinentes a aplicação desenvolvida, que foi aplicada a diferentes usuários. Os principais usuários a serem questionados foram as forças operacionais que estarão à frente do salvamento das pessoas, e as pessoas comuns que estarão correndo risco de vida.

Este questionário avalia qualitativamente e quantitativamente a percepção das pessoas em relação as *features* desenvolvidas. A partir dos dados obtidos foram possível gerar gráficos comparativos que determinará a usabilidade da ferramenta. Os gráficos foram gerados com formato de *pizza*, divididos por: tipo de pessoa, quantidade de pessoas que responderam a pergunta e agrupadas por opção de resposta.

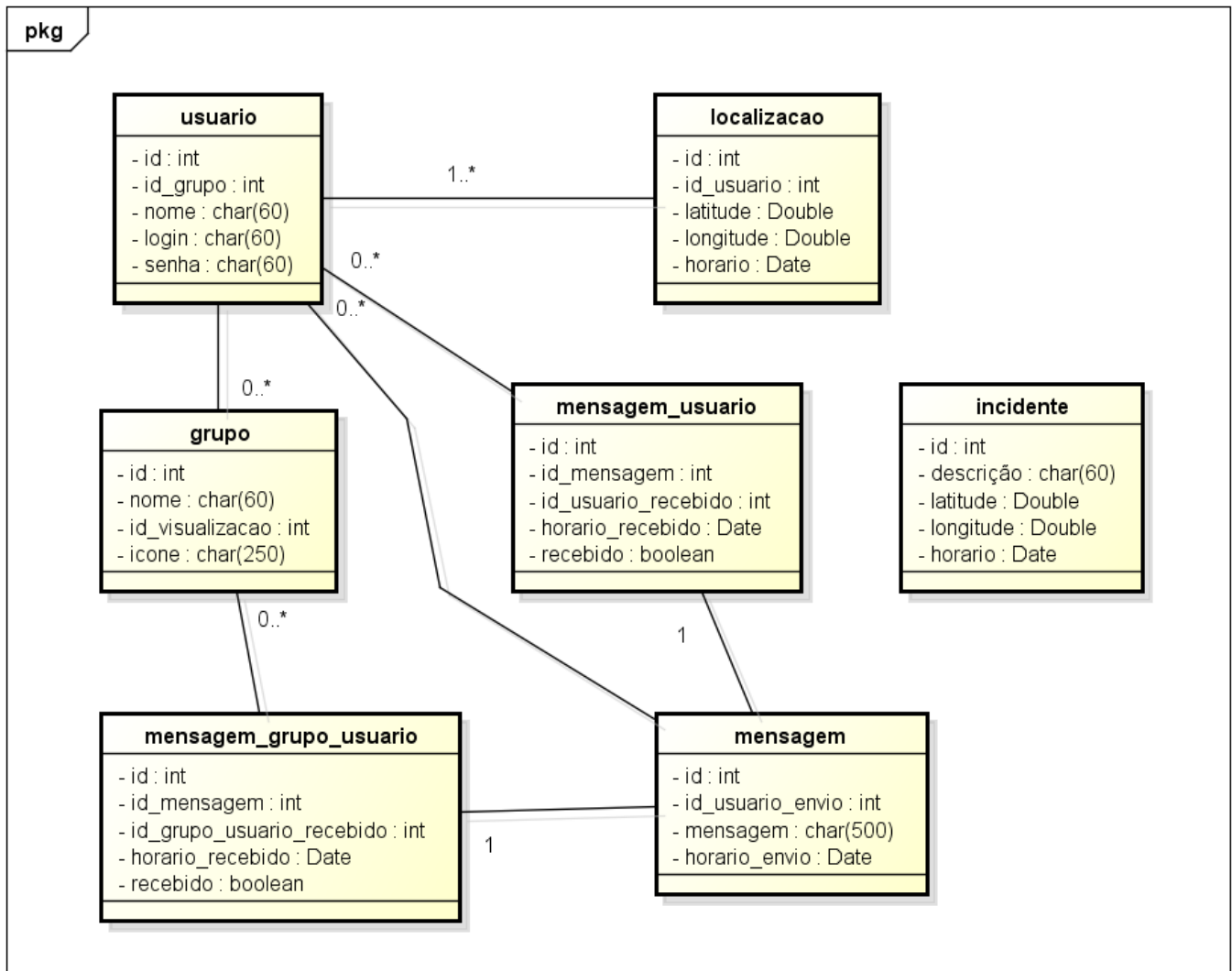


Figura 4. Modelo de dados

B. Método

Para atingir tal objetivo foi aplicado um questionário composto com 11 questões, 10 de múltipla escolha e uma discursiva, com 40 participantes, entre as datas 25/06/2015 e 02/08/2015.

C. Questionário

Para responder o questionário foram necessários selecionar uma das respostas com as seguintes opções: sempre, muito, pouco e não ajudaria. Em escala de porcentagem o valor de:

- 1) sempre = 100% das vezes;
- 2) muito;
- 3) pouco;
- 4) não ajudaria = 0% das vezes.

Além disso, existia a opção de comentário que poderia ser preenchida sempre que o entrevistado achasse necessário. Essa parte do comentário foi bastante enriquecedora para o trabalho, pois a partir dela surgiram ideias que melhoraram o

texto do trabalho. O questionário foi composto das seguintes questões:

C.A: Do ponto de vista das forças operacionais

- 1) Em situação de emergência visualizar forças operacionais, locais onde ocorreram incidentes, pessoas, etc., em um único mapa ajudaria no salvamento de pessoas em perigo? (Ver a Figura 2)
 - a) Ajudaria sempre
 - b) Ajudaria muito
 - c) Ajudaria pouco
 - d) Não ajudaria

Comentário:
- 2) Ainda neste mapa (Figura 2), com filtros de intervalo de datas e tipos de forças operacionais para pesquisa ajudaria no salvamento de pessoas em perigo?

- a) Ajudaria sempre
- b) Ajudaria muito
- c) Ajudaria pouco
- d) Não ajudaria

Comentário:

- 3) Em situação de emergência, ao interagir com a aplicação (e.g. passar o mouse), visualizar informações como: nome do usuário, latitude, longitude e horário deste local facilitaria o processo de resgate das pessoas em perigo? (Ver a Figura 2).

- a) Ajudaria sempre
- b) Ajudaria muito
- c) Ajudaria pouco
- d) Não ajudaria

Comentário:

- 4) Em situação de emergência, ao interagir com a aplicação (e.g. clicar no usuário), tendo como opções enviar mensagem para este usuário ou verificar o rastreamento do mesmo, agilizaria o processo de salvamento? (Ver Figura 5).

- a) Ajudaria sempre
- b) Ajudaria muito
- c) Ajudaria pouco
- d) Não ajudaria

Comentário:

C.B: Do ponto de vista de pessoas comuns

- 5) Você utilizaria um aplicativo que armazena através do GPS: latitude, longitude e horário de onde você esteve? (Essas informações serão utilizadas pelo centro de comando para o rastreamento e localização em caso de desaparecimento).

- a) Utilizaria sempre
- b) Utilizaria muito
- c) Utilizaria pouco
- d) Não utilizaria

Comentário:

- 6) Você se sentiria seguro se estivesse sempre vigiado por um centro de comando, que pode lhe enviar mensagens de alerta sobre possíveis incidentes?

- a) Sempre
- b) Muito
- c) Pouco
- d) Não

Comentário:

- 7) Ao perceber que está em situação de risco e estando consciente, você utilizaria o aplicativo na intenção de buscar ajuda?

- a) Sempre
- b) Muito
- c) Pouco

- d) Não

Comentário:

C.C: Perguntas gerais

- 8) Você acredita que a utilização de um dispositivo com o GPS ligado pode salvar vidas em situação de emergência?

- a) Salvaria sempre
- b) Salvaria muito
- c) Salvaria pouco
- d) Não salvaria

Comentário:

- 9) Sabendo que o rastreamento de usuário é quando no mapa é mostrado os últimos locais por onde um usuário esteve (Ver a Figura 3). O rastreamento do usuário auxilia as forças operacionais a identificar os possíveis locais onde uma pessoa está após o desaparecimento dela?

- a) Ajudaria sempre
- b) Ajudaria muito
- c) Ajudaria pouco
- d) Não ajudaria

Comentário:

- 10) Ainda sobre rastreamento de usuário (Ver a Figura 3), visualizar informações como nome e horário que este usuário esteve neste local, facilitaria localizar um usuário que desapareceu em um incidente?

- a) Ajudaria sempre
- b) Ajudaria muito
- c) Ajudaria pouco
- d) Não ajudaria

Comentário:

- 11) O que você acha que pode ser incluído de funcionalidade para auxiliar o centro de comando na localização de vítimas em situação de emergência?

Comentário:

D. Resultados

As Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 apresentam as frases do questionário com suas respostas agrupadas por quantidade e tipo de pessoa.

A Figura 6 Questão 1, tem como foco uma das principais funcionalidades do trabalho produzido, visualização em um único mapa de pessoas e incidentes. A partir desta figura percebemos que a maioria das pessoas acredita que essa visualização ajudaria a gerenciar situações de emergência. Apenas duas pessoas acharam que precisa de mais detalhes, acrescentar mais informação no texto informativo de cada elemento do mapa, para que este mapa tenha melhor aproveitamento.

Em relação à Questão 2 Figura 7, perguntou se os filtros apresentados na Figura 2 ajudaria no salvamento de pessoas

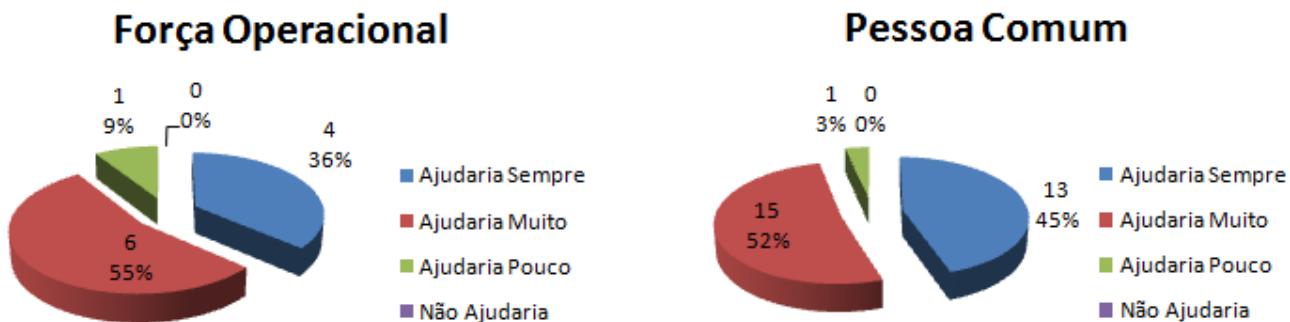


Figura 6. Questão 1: Em situação de emergência visualizar forças operacionais, locais onde ocorreram incidentes, pessoas, etc., em um único mapa ajudaria no salvamento de pessoas em perigo? (Ver a Figura 2)

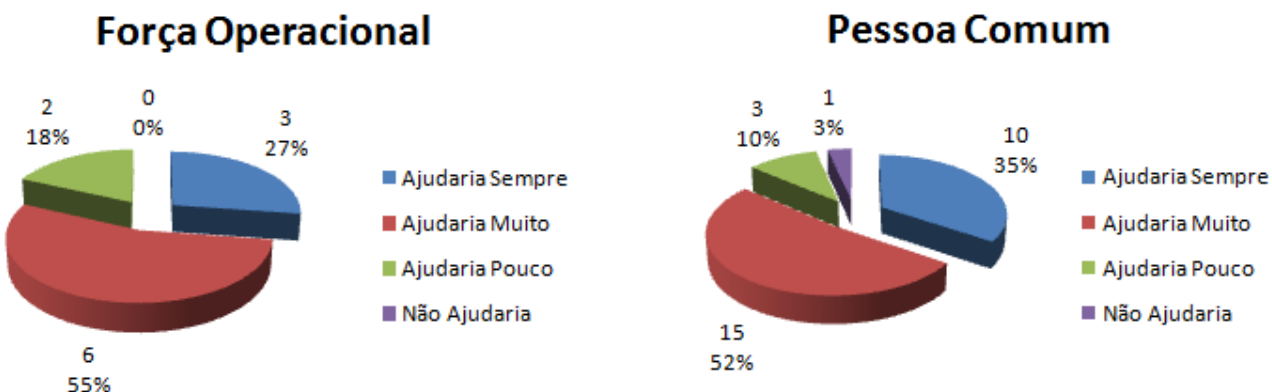


Figura 7. Questão 2: Ainda neste mapa (Figura 2), com filtros de intervalo de datas e tipos de forças operacionais para pesquisa ajudaria no salvamento de pessoas em perigo?

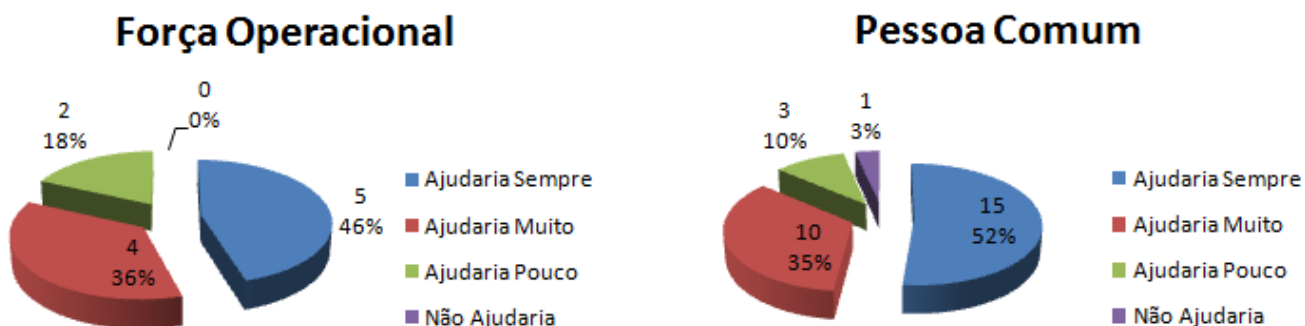


Figura 8. Questão 3: Em situação de emergência, ao interagir com a aplicação (e.g. passar o mouse), visualizar informações como: nome do usuário, latitude, longitude e horário deste local facilitaria o processo de resgate das pessoas em perigo? (Ver a Figura 2).

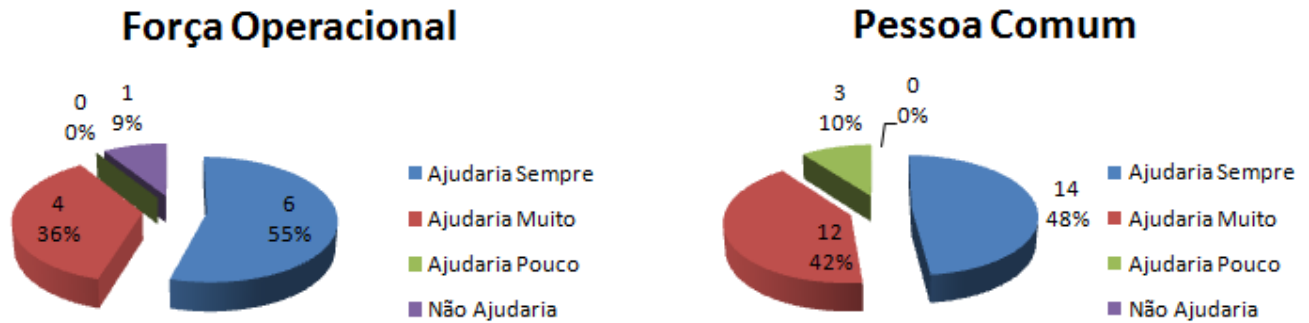


Figura 9. Questão 4: Em situação de emergência, ao interagir com a aplicação (e.g. clicar no usuário), tendo como opções enviar mensagem para este usuário ou verificar o rastreo do mesmo, agilizaria o processo de salvamento? (Ver Figura 5).

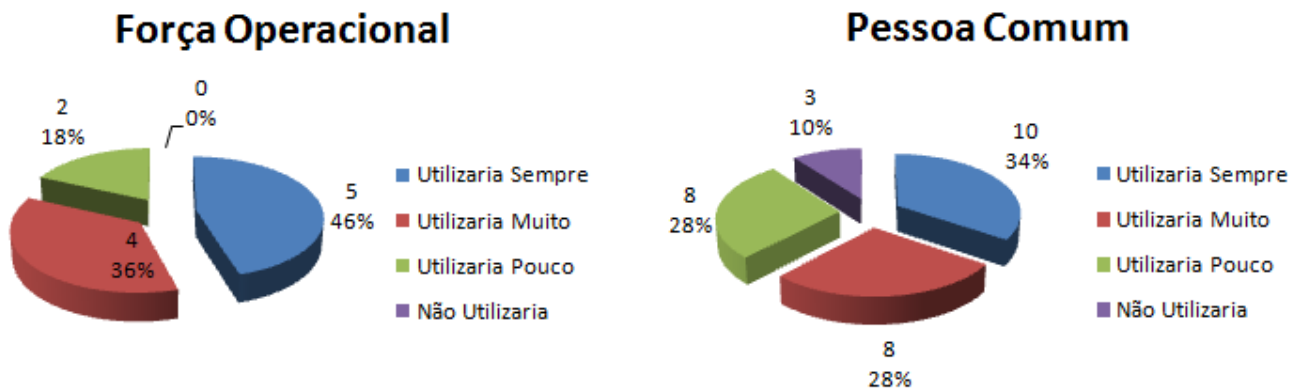


Figura 10. Questão 5: Você utilizaria um aplicativo que armazena através do GPS: latitude, longitude e horário de onde você esteve? (Essas informações serão utilizadas pelo centro de comando para o rastreo e localização em caso de desaparecimento).

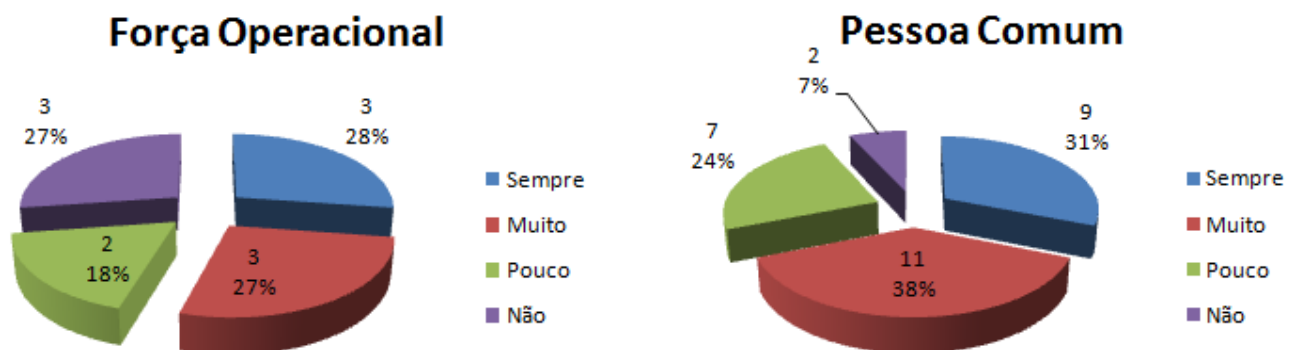


Figura 11. Questão 6: Você se sentiria seguro se estivesse sempre vigiado por um centro de comando, que pode lhe enviar mensagens de alerta sobre possíveis incidentes?

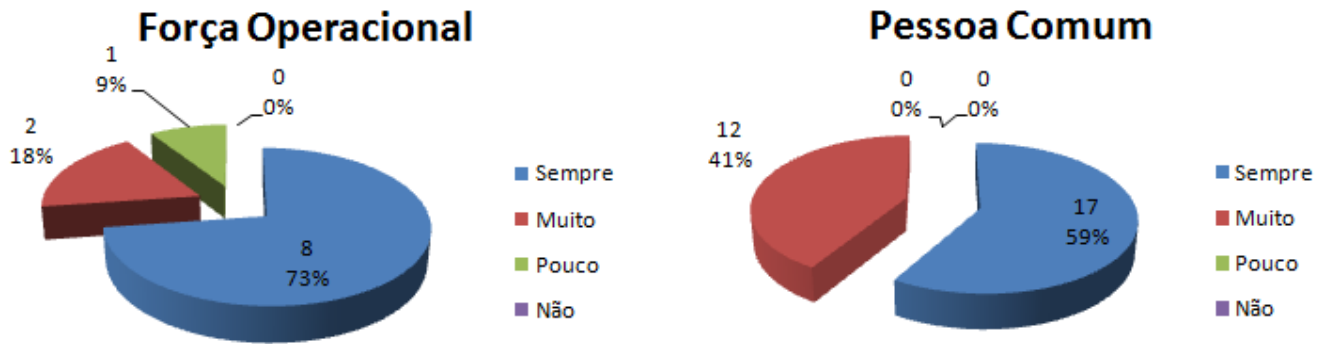


Figura 12. Questão 7: Ao perceber que está em situação de risco e estando consciente, você utilizaria o aplicativo na intenção de buscar ajuda?

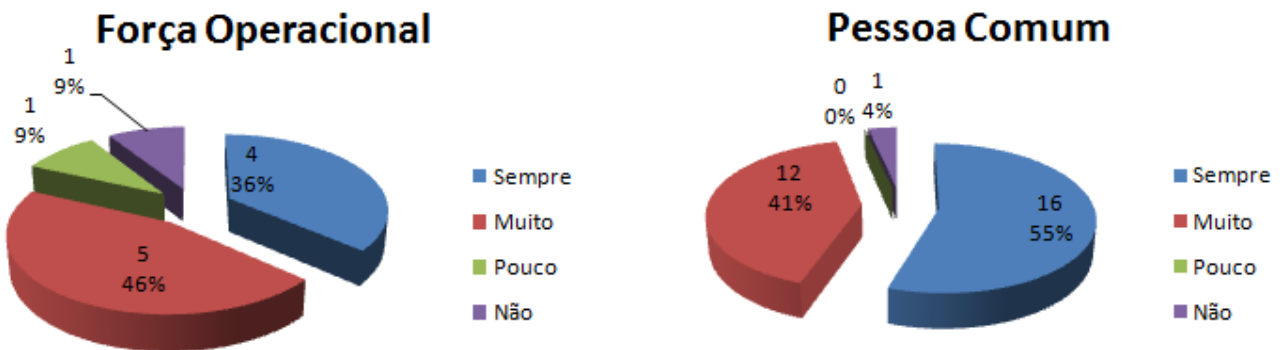


Figura 13. Questão 8: Você acredita que a utilização de um dispositivo com o GPS ligado pode salvar vidas em situação de emergência?

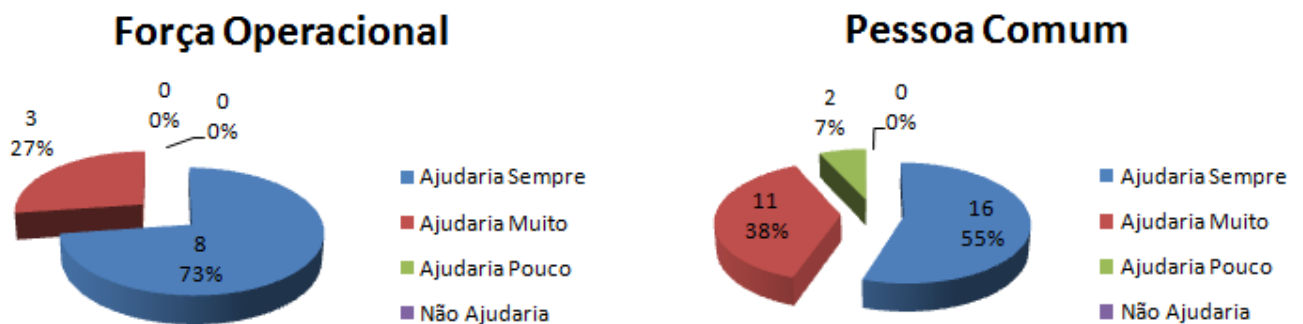


Figura 14. Questão 9: Sabendo que o rastreamento de usuário é quando no mapa é mostrado os últimos locais por onde um usuário esteve (Ver a Figura 3). O rastreamento do usuário auxilia as forças operacionais a identificar os possíveis locais onde uma pessoa está após o desaparecimento dela?

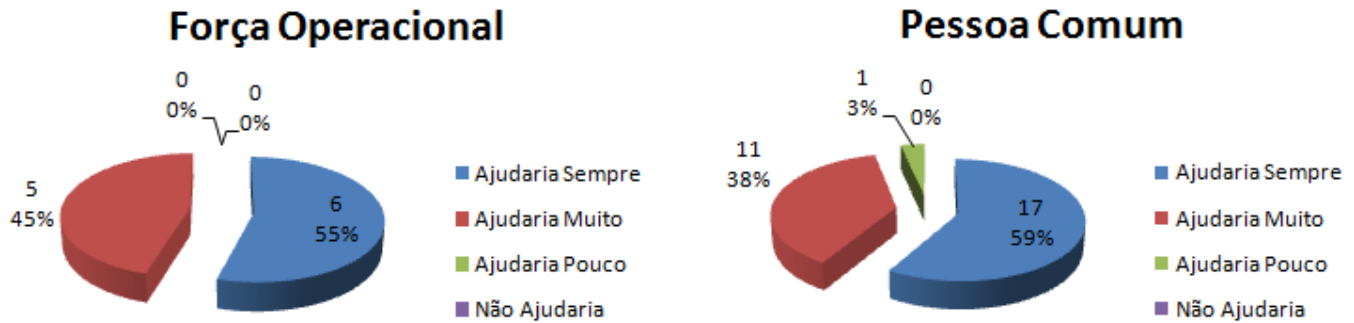


Figura 15. Questão 10: Ainda sobre rastreo de usuário (Ver a Figura 3), visualizar informações como nome e horário que este usuário esteve neste local, facilitaria localizar um usuário que desapareceu em um incidente?

em perigo e a maioria considera que sim, mas seis dos entrevistados discordaram do filtro da solução proposta. Dos entrevistados que comentaram o ponto de discordância com os filtros, a maioria comentou que tem informação demasiada no filtro e isso poderia atrapalhar no salvamento das pessoas em perigo, e apenas uma pessoa respondeu que o filtro precisa de mais elementos.

Com relação à visualização detalhada de informações dos objetos apresentados no mapa, Figura 8 Questão 3 e Figura 15 Questão 10, um dos entrevistados do tipo força operacional comentou na dificuldade de encontrar essas informações detalhadas no mapa e uma pessoa comum não entendeu o uso da latitude e longitude para localização. Mas no geral os usuários estão de acordo com essas informações.

A Figura 9 apresenta os resultados obtidos para a Questão 4. Nela é mostrado que mais de 80% dos que responderam o questionário acreditam que opção de mandar mensagem e rastreo do usuário aceleraria o processo de salvamento das pessoas. Já os outros não acreditaram, justificaram que nem sempre o usuário que precisa de ajuda poderá receber mensagens ou ser rastreável.

Na Figura 10 onde exhibe os dados da Questão 5, mais de 80% das forças operacionais e mais de 60% das pessoas comuns utilizariam um aplicativo que armazena informações através de GPS. Para os que não concordaram em utilizar, reclamaram principalmente da privacidade e de não saberem quem está no centro de comando com o controle dessas informações; esta justificativa serve também para Figura 11 Questão 6 e Figura 13 Questão 8.

O resultado apresentado na Figura 12 para a Questão 7, a maior parte das pessoas entrevistadas utilizaria o aplicativo na intenção de obter ajuda, apenas um dos entrevistados utilizaria pouco pois citou que depende da situação de risco.

Na Figura 14 Questão 9 relacionada com o rastreo do usuário e a facilidade de localizar uma pessoa desaparecida, apenas duas pessoas comuns entrevistadas acha que o rastreo ajudaria pouco, pois a pessoa pode estar bem longe da última

visualização dela.

A Questão 11 pergunta que sugestão o entrevistado acha que pode ser adicionado ao trabalho como forma de aprimorá-lo. Como esta última questão é discursiva ela será melhor detalhada na Subseção IV-E seguinte, e também algumas das ideias foram aproveitadas para trabalhos futuros.

E. Discussão

Um dos pontos interessantes apresentado na Questão 11 foi o usuário poder enviar fotos e vídeos para o centro de comando para facilitar a identificação do desastre. Outros pontos citados foram traduzir voz para textos e mandar mensagem para usuário, visualizar fotos dos usuários ao passar o mouse na aplicação no momento que se obtém informações sobre este.

Seria interessante também o usuário da aplicação com o dispositivo móvel poder enviar uma mensagem para o centro de comando. Essa mensagem pode informar, por exemplo, que ele não irá seguir as instruções do centro de comando. Mensagens de alerta podem ser mostradas na aplicação automaticamente ao perceber uma situação de emergência em algum local já mapeado pela aplicação.

Outra funcionalidade interessante seria converter no mapa a latitude e longitude por um endereço e pontos de referência, que facilitaria para as forças operacionais em campo localizar determinado ponto no mapa. Criar um mecanismo que confirme a autenticidade do usuário além do *login* e senha já exigido, tanto no centro de comando como no usuário do aplicativo móvel, evitando que pessoas com má-fé utilizem a ferramenta sem autorização.

F. Riscos à validade

Apesar do questionário ter sido produzido com questões relevantes sobre a aplicação, para a validação completa da solução desenvolvida é preciso que se faça o teste em situação real, e tudo ocorrendo como se é de esperar podemos garantir êxito no uso desta ferramenta.

V. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos têm como objetivo dar suporte a tomada de decisão em situações de crises e emergências, porém com focos distintos. Engelbrecht et al. [1], por exemplo, propuseram um trabalho que tem como principal objetivo a criação de um centro de comando que aumenta a disponibilidade de informações para a tomada de decisões.

Esse posto de comando estará filtrando as informações para estarem disponíveis no momento certo para as pessoas certas. Para lidar adequadamente com essas dificuldades, o centro de comando deve ter acesso a todas as informações necessárias para a interpretação rápida e precisa da situação.

A utilização de dispositivos móveis pelas equipes de operação que transmitem as informações para o *tabletop* do centro de comando, permitem a visualização e gerenciamento da situação. Na utilização dos painéis do *tabletop*, ele apresenta as informações de forma seletiva podendo ser movidos e rotacionados de acordo com o posicionamento dos utilizadores. Assim cada especialista, pode manter o foco na informação que ele mais precisa, sem ter a sua cognição prejudicada.

Como ponto positivo, os requisitos deste trabalho foram obtidos a partir de uma abordagem de análise com especialistas em resposta a emergências combinado com o dispositivo *tabletops* e a computação móvel. Como ponto negativo neste trabalho é que ainda não foi testado em situações reais de emergência para validação da ferramenta, para que a mesma se torne confiável o bastante para salvar vidas humanas.

Em Wu et al. [4] percebemos que a tomada de decisões em situações de emergência muitas vezes exige a coleta e análise de diversos tipos de informações. E podem envolver profissionais especialistas do domínio, que interpretam e sintetizam informações específicas de domínio para os demais colaboradores, assim tirando proveito dos pontos fortes de cada especialista.

O ponto positivo desse trabalho é que o autor cita situações que geralmente ocorrem em situações de emergências, como por exemplo, as pessoas não se lembrarem dos planos emergenciais quando estão em situação de risco.

Considerando o presente trabalho, o autor destaca a importância de utilização de um sistema informatizado para mostrar os planos emergenciais para todos, e esses planos devem ser salvos em um banco de dados para consultas futuras. Um dos problemas encontrados é a utilização de dois mapas, um público e um privado, desta forma há a necessidade de ter que lidar com duas visualizações. Este trabalho não contempla uma visualização de mapa em 3D que facilitaria uma melhor apresentação para o usuário.

Em outro trabalho, de Eide et al. [5], foi identificado que a visualização geográfica da área de monitoramento pode ser utilizada como meio de facilitar o entendimento de situações de emergência. Destaca que a utilização de uma aplicação visual ajudará os tomadores de decisão no entendimento das possíveis situações que irão levar a algum risco de crises e emergências.

Como pontos fortes deste trabalho, podem ser destacadas as citações de que pode e não pode ser eficiente no gerenciamento

de crises e emergências. Por exemplo, utilizar polígonos para representar objetos grandes aparenta ser uma técnica ineficiente e ineficaz; já a colorização de objetos de acordo com o nível de risco facilita no entendimento da situação.

Já como ponto negativo, o autor não destaca como é utilizado o processo de filtragem das informações vindas das diferentes localizações. A partir da conclusão podemos se utilizar destes dados para implementação do presente trabalho, como por exemplo, a visualização resumida de informações auxiliam os tomadores de decisões em suas melhores escolhas para a solução dos problemas.

A utilização de informações geográficas (já que mapa facilmente mostra onde e como o evento de emergência está acontecendo) e a utilização da tecnologia do *Really Simple Syndication* (RSS) mostra uma das possibilidades para mapear possíveis eventos de emergência e reunir informações em um mapa central [6].

O ponto forte desse trabalho é a utilização da tecnologia do RSS que permite a coleta de informações de forma rápida para um mapa central. Uma das características mais importantes nesse artigo é a utilização de uma tecnologia que permite atualização automática dos dados em um mapa de emergência utilizando o RSS.

Como ponto fraco do trabalho de Zhang et al. [6], o autor apenas utiliza sua ferramenta para ocorrência de eventos naturais, como tufões, *tsunamis*, terremotos, dentre outros. Não houve direcionamento para emergências em um local específico ou empresarial.

No trabalho de Kilgore et al. [13] o principal objetivo é a integração de dados homogêneos e o recebimento de informações de diversos dispositivos em um único local. O trabalho se utiliza de tecnologias recentes de unificação e integração de recursos e informações, proporcionando um ambiente que permite as equipes compartilharem, analisar e manipular fontes de dados dinâmicos em tempo real em um único ponto de acesso.

O ponto forte nesse trabalho é a apresentação das informações em um único local, que serve como principal referência para o trabalho atual. Outro ponto forte é o suporte a diversas equipes distribuídas em vários ambientes. Como ponto fraco, esta ferramenta não possui um recurso de busca para encontrar um local específico.

No trabalho de Carver and Turoff [7], mostra com clareza as dificuldades encontradas em situações de crises e emergências, onde os grupos gerentes desta situação devem ser indivíduos altamente qualificados, para agirem de forma decisiva dentro do prazo e muitas vezes com informações incompletas ou com excesso de dados.

Como pontos fortes citados neste trabalho em relação ao presente trabalho, temos: foco no problema, ignorando outros aspectos não relevantes; utilizar de conhecimentos específicos para avaliar informações e daí tomar decisões; motivação e prazer para manter todos os envolvidos no processo em segurança; quais regras determinam a prioridade na exibição das informações, data de envio, tipo do usuário, ou depende do contexto e do tempo de uso; uma visão detalhada para cada

tipo de operador; entre outros.

Como ponto fraco em relação a este trabalho, o autor não comenta sobre o monitoramento dos caminhos percorrido pelo usuário; e não é definido algo que tenha alto grau de confiabilidade da interação entre a máquina e o homem.

Em [14], o foco do trabalho é a utilização das informações de forma eficiente pelas forças operacionais. Ou seja, existe um trabalho anterior de filtragem das informações antes que as mesmas sejam apresentadas as forças operacionais. Os dados passados para o centro de comando devem ser os mais perfeitos possíveis.

Como pontos fortes deste trabalho é a já execução de testes piloto que auxiliaram as forças operacionais na tomada de decisões. E com esses testes mostraram que a rede deve estar sempre disponível em momentos de crises e emergências. Em comum com o presente trabalho é a localização de cidadãos em situações de emergência e a visualização no mapa das áreas de risco.

Como ponto fraco, no trabalho tem que o *framework* desenvolvido apenas lida com situações de emergências relacionadas a riscos químicos; e para o modelo entrar em uso, o profissional que irá manipular a ferramenta precisa estar familiarizado com a linguagem Java e ferramentas básicas de GIS (Sistemas de Informação Geográfica [8]).

O trabalho de Ishida et al. [15] tem como principal objetivo a criação de uma aplicação de apoio a situações de crises e emergências para desastres em grande escala, principalmente em terremotos. Com este trabalho também é possível confirmar se as vítimas estão seguras, e gerenciar várias informações de forma unificada.

O ponto em concordância com o presente trabalho é a utilização constante da tecnologia 3G e do GPS para localização dos usuários na aplicação. Como ponto fraco destaca-se que para o pleno funcionamento do ambiente é necessário que se tenha um ambiente com vídeos de alta resolução.

Em [16] há a criação de um protótipo de sistema, que apoia a tomada de decisões baseada em mapas. Neste trabalho o autor utiliza a colaboração de diferentes peritos para auxiliar na tomada de decisões no centro de comando em situação de crises e emergências.

O ponto em conformidade com o presente trabalho é a utilização dos serviços de mapas *on-line* preexistentes (Google® Maps), reduzindo assim custos com o desenvolvimento de mapas e facilitando a visualização do usuário já que estão mais familiarizados com esta interface. Outro ponto importante destacado no trabalho é que independe da plataforma haverá colaboração distribuída a partir de diferentes fontes.

Como ponto fraco para o trabalho pode ser citado que não permite o rastreamento dos usuários em caso de desaparecimento; e com a utilização de mapas particular e público pode confundir o centro de comando, incluindo informações que deveriam ser particular nas visualizações públicas.

Em [17] apresenta um sistema que em situação de emergência, responde para os usuários em forma de *pop-ups* na tela do computador e SMS em celulares, utilizando a rede de sensores sem fio *Zigbee* baseado no padrão IEEE 802.15.4.

Como vantagem deste trabalho é a utilização de *hardware* aberto, e da plataforma *Arduino* que reduz os custos do projeto e tem um design robusto. A utilização da tecnologia *Zigbee* promove a troca de mensagens entre os usuários através da rede e com rapidez comparado com a tecnologia *Wi-fi*.

Como desvantagem deste trabalho é que precisa de um modem *Zigbee* para a utilização da rede, e este trabalhado se concentra no aspecto de detecção de emergência por incêndio utilizando sensores de temperatura, deixando de lado outros tipos de emergência como enchente, terremotos, vazamento químico, etc.

Com o *software* em [18] se permite gerar mapas de área de risco dinâmicos para avaliação de riscos, que pode ser utilizado como suporte para o gerenciamento em situação de emergência em tempo real, como também prever e estimar o impacto ambiental causado.

Este *software* se apresenta como uma plataforma de coleta de dados, que ajuda a melhorar o tempo de resposta de equipes de emergência, através da interface com um ambiente único com vários modelos de previsão e de fácil entendimento para o usuário final. E com a adição de vários *plug-ins* pode se tornar uma ferramenta mais completa.

Uma das dificuldades deste trabalho é que há a necessidade de pequenos ajustes nos modelos de previsão por parte das autoridades, assim é necessário um tempo disponível das forças operacionais para ferramenta funcionar plenamente.

VI. CONCLUSÃO

Uma emergência pode ser caracterizada por uma situação que exige respostas rápidas e confiáveis para reduzir as suas consequências desastrosas. Este tipo de ocasião necessita de um local centralizador, para receber informações vindas de diferentes locais. Este local centralizador, também chamado de centro de comando, deve possuir suporte tecnológico que permita uma visualização da informação bastante clara e objetiva.

A presente ferramenta proporciona ao centro de comando uma visualização das forças operacionais no mapa juntamente com as pessoas comuns e os incidentes, mostrando a proximidade deles no mapa. Com isso facilita no salvamento das pessoas, priorizando os casos mais graves ou os casos em que o centro de comando julgar mais urgentes e prioritários.

A partir das últimas localizações que um usuário esteve registrado pelo GPS do dispositivo móvel do usuário, obtemos o rastreamento do usuário. Esta funcionalidade de rastreamento do usuário presente na aplicação permite que o centro de comando determine os prováveis locais onde um usuário possa estar em caso de desaparecimento.

O centro de comando pode também se comunicar com os envolvidos na emergência através de mensagens, por exemplo, percebendo a gravidade da situação próxima a um usuário o comando pode lhe enviar uma mensagem informando a existência de um risco próximo. Com isso o usuário evita de ir ao local ou simplesmente já vai preparado para enfrentar o problema que está acontecendo.

Um dispositivo que melhor atenderia a esta situação é o *tablet* [1], um dispositivo de fácil visualização de informação por possuir uma tela grande e manipulável. Com sua tela sensível ao toque, facilmente pode mover os objetos da tela de um local para o outro, podendo desta forma ter um melhor manuseio e visualização dos objetos no mapa.

Este trabalho foi elaborado com a intenção de criar uma aplicação visual através de mapas para o gerenciamento de crises e emergências. O centro de comando com um dispositivo (podendo ser celulares, *smartphones*, *palmtops*, *tablets*, *tabletops*, etc.) conectado com a aplicação poderá visualizar e monitorar as informações enviadas dos usuários que estão no local da emergência.

A partir das informações enviadas por esses usuários (os dados de sua localização), o centro de comando poderá visualizar a situação mais atual da área mapeada. E com esta visualização o centro de comando poderá verificar se tem ou não chances dos usuários que estão próximos a um incidente terem risco de vida.

Com o resultado da avaliação do questionário discutido na Seção IV, podemos considerar que a solução proposta está pronta para ser testada com outras ferramentas de gerenciamento de emergências. E sendo bem avaliada em comparação com as outras ferramentas, ela poderá ser utilizada em centros de comando para o gerenciamento de crises e emergências.

Como trabalhos futuros, poderia utilizar o método finlandês para localização das vítimas em situação de crises e emergências [14]. Tal método consiste em analisar situações como sinal fraco, alerta precoce, algum surto, resposta a emergências, entre outros. Sendo um ambiente fechado para o controle da situação, pode ser instalado sensores sem fio que irá auxiliar a detecção de emergências [17].

Outra funcionalidade a ser incluída, seria a visualização da aplicação de diferentes formas, uma para cada usuário que está acessando a aplicação. Aumentando assim a ubiquidade na aplicação, pois a depender de quem esteja logado já seria exibido à tela específica. Como melhoria também seria ajustar o filtro de data na tela, para que se possa selecionar data e hora de forma mais fácil e intuitiva.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Engelbrecht, M. R. Borges, and A. S. Vivacqua, "Digital tablets for situational awareness in emergency situations," *Proceedings of the 2011 15th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 669–676, Jun. 2011. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5960190>
- [2] S. Mehrotra and C. W. Thompson, "Crisis Management," *Guest Editors' Introduction*, vol. 08, 2008.
- [3] P. V. Florentino, "Produção colaborativa," in *BOULLOSA, Rosana de Freitas (org.)*. Salvador, CIAGS/UFBA: Dicionário para a formação em gestão social, 2014, pp. 149–151.
- [4] A. Wu, G. Convertino, C. Ganoë, J. M. Carroll, and X. L. Zhang, "Supporting collaborative sense-making in emergency management through geo-visualization," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 71, no. 1, pp. 4–23, Jan. 2013. [Online]. Available: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071581912001309>
- [5] A. W. Eide and K. Stølen, "Geographic visualization of risk as decision support in emergency situations," pp. 81–88, 2012.
- [6] A. Zhang, Q. Qi, and L. Jiang, "GeoRSS Based Emergency Response Information Sharing and Visualization," *Third International Conference on Semantics, Knowledge and Grid (SKG 2007)*, pp. 596–597, Oct. 2007. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4438639>
- [7] L. Carver and M. Turoff, "Human-computer interaction: the human and computer as a team in emergency management information systems," *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 3, pp. 33–38, 2007. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1226761>
- [8] J. Keisler, R. Blake, and J. Wagner, "Implementing Geographic Information Systems (GIS) in Spreadsheet Models: What, Why, and How," pp. 1–10, 2009.
- [9] H. S. Institute, "Homeland Security Strategic Planning: Mission Area Analysis," p. 80, 2007.
- [10] J. Keim, Daniel A; Schneidewind, "Introduction to the Special Issue on Visual Analytics," vol. 9, no. 2, pp. 3–4, 2007.
- [11] V. M. A. Branco, "Visualização de Informação e Mineração Visual de Dados," *Dados*, pp. 1–27, 2003.
- [12] N. Andrienko and G. Andrienko, "Intelligent visualization and information presentation for civil crisis management," *Trans. GIS*, vol. 11, no. 6, pp. 889–910, 2007.
- [13] R. Kilgore, A. Godwin, A. Davis, and C. Hogan, "A Precision Information Environment (PIE) for Emergency Responders - Providing Collaborative Manipulation, Role-Tailored Visualization, and Integrated Access to Heterogeneous Data," no. Mit LI, pp. 766–771, 2013.
- [14] R. Molarius, J. Korpi, H. Rantanen, H. Huovila, and J. Yliaho, "Assuring the information flow from accident sites to decision makers – a Finnish case study," vol. 110, pp. 55–64, 2009.
- [15] T. Ishida, A. Sakuraba, N. Uchida, K. Hashimoto, and Y. Shibata, "A Unified Large Scale Disaster Information Presentation System Using Ultra GIS Based Tiled Display Environment," *2012 15th International Conference on Network-Based Information Systems*, pp. 550–555, Sep. 2012. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6354882>
- [16] A. Wu, X. L. Zhang, G. Convertino, and J. M. Carroll, "CIVIL: Support Geo-collaboration with Information Visualization," pp. 273–276, 2009.
- [17] V. V. C. K. C. Rao and A. Mehta, "Build an IEEE 802.15.4 Wireless Sensor Network for Emergency Response Notification for Indoor Situations," 2008.
- [18] P. Arena, L. Patanè, S. Caruso, M. Anastasi, and a. Cannata, "A software framework for the generation of dynamic vulnerability maps for risk assessment," *WIT Transactions on the Built Environment*, vol. 110, pp. 369–379, 2009.