

# **PPGI** PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

## **UM FRAMEWORK PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS NO APOIO A GESTÃO DE EMERGÊNCIA**

**Fernanda Couto dos Santos Araujo**

Rio de Janeiro  
2012



Instituto de Matemática



Instituto Tércio Pacitti de Aplicações  
e Pesquisas Computacionais

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

FERNANDA COUTO DOS SANTOS ARAUJO

UM FRAMEWORK PARA DESENVOLVIMENTO DE  
SISTEMAS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS NO APOIO A  
GESTÃO DE EMERGÊNCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Informática,  
Instituto de Matemática e Instituto Tércio  
Pacciti, Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Informática.

Orientador: Marcos Roberto da Silva Borges

Rio de Janeiro  
2012

A663 Araujo, Fernanda Couto dos Santos.

Um framework para desenvolvimento de sistemas em dispositivos móveis no apoio a gestão de emergência / Fernanda Couto dos Santos.-- 2012.

000f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti, 2012.

Orientador: Marcos da Silva Borges

1. Gestão de Emergência. 2. Dispositivos Móveis. 3. Tomada de Decisão – Teses. I. Borges, Marcos Roberto da Silva.(Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti. III. Título

**FERNANDA COUTO DOS SANTOS ARAUJO**

**UM FRAMEWORK PARA DESENVOLVIMENTO DE  
SISTEMAS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS NO APOIO A  
GESTÃO DE EMERGÊNCIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacciti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovada em 30 de agosto de 2012.

---

Prof. Marcos Roberto da Silva Borges, Ph.D., PPGI/IM/UFRJ

---

Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc., PPGI/IM/UFRJ

---

Prof. Isaac José Antonio Luquetti dos Santos, D.Sc., CNEN/IEN

A Deus,  
pela vida e pelo milagre.

## Agradecimentos

---

Agradeço a minha mãe, Maria José, pelo exemplo de vida e por toda a sua dedicação ao meu desenvolvimento e estímulo a minha formação moral e acadêmica. Ao meu marido, Mauricio Araujo, pelo amor, compreensão, incentivo e incansável apoio a conclusão deste trabalho. Ao meu pai, Pedro Paulo, pelos momentos de descontração.

Ao meu orientador, Marcos Borges, meu agradecimento pela oportunidade ímpar de aprendizado acadêmico, profissional e nova visão de mundo, a relação entre orientador e aluno vai além do ensino científico. Obrigada, pelo empenho e pela motivação, mesmo nos momentos em que já não acreditava mais poder chegar fim deste trabalho.

Agradeço a todos os professores do Grupo de Engenharia do Conhecimento (GRECO – PPGI), Adriana Vivacqua, Jonice Sampaio, José Orlando Gomes, Maria Luiza Campos, Paulo Victor Carvalho e Vanessa Braganholo, pelo conhecimento e experiência adquiridos nestes três anos de estudo.

Ao Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro, que abriu suas portas para esta pesquisa com bom grado. Agradeço em especial ao Ten. Cel. Lucente, que gentilmente dispôs seu tempo para entrevistas e cuja contribuição foi muito valiosa. Da mesma forma, agradeço também ao Subtente Edmilson, pela atenção e empenho desde o início do projeto.

Aos meus colegas de mestrado, André Engelbrecht, Patrícia Costa, Bruno Lage, Eliêmia Araujo, Maria Inês Boscá, Carlos Cavalcante, Antônio José Dias e Maria Celia Tavares, pela motivação e companheirismo.

Aos professores da banca examinadora, Paulo Victor Carvalho (PPGI-UFRJ) e Isaac Luquetti (IEN-UFRJ) pelo tempo dispensado e pelas contribuições.

## Resumo

---

ARAÚJO, Fernanda Couto dos Santos. **Um framework para desenvolvimento de sistemas em dispositivos móveis no apoio a gestão de emergência.** 2012. 000f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

As equipes de socorro, envolvidas no tratamento de emergência, trabalham cooperativamente para salvar vidas e bens, e a comunicação é um elemento fundamental para cumprir esse objetivo. Atualmente, ela é praticada através da fala face a face, celular e rádio, principalmente. Em emergência que demanda equipes de trabalho maiores, com instalação de posto de comando no local da ocorrência, torna-se mais difícil gerir a troca de informações através de rádio, por exemplo, geralmente são dois ou três canais utilizados por todos os membros da equipe, ocasionando falhas, sobrecarga dos canais e, muitas vezes, perda de informações significativas. Por isso, para auxiliar as equipes de socorro e o posto de comando na tarefa de comunicação e troca de informações, é proposto o uso de sistemas de informação em dispositivos móveis como opção de uso além do rádio. Este trabalho orienta os analistas na tarefa de especificar sistemas desse tipo e foi concebido a partir de um estudo sobre o domínio de gestão de emergência, que envolveu análise de material institucional das organizações de emergência, entrevistas a especialistas e pesquisas de soluções tecnológicas existentes. A metodologia consiste na utilização de um *framework* conceitual e um método para aplicação deste. O *framework* se destina a facilitar a tarefa de compreender o domínio para representá-lo, apontar funções que o sistema deve contemplar e artefatos que sejam adequados ao tipo de trabalho a ser realizado. Para avaliar a proposta, é apresentado um exemplo de aplicação do método, um protótipo e sua experimentação.

Palavras-chave: Gestão de Emergência. Dispositivos Móveis. Trabalho Cooperativo apoiado por computador. Sistema de Apoio a Tomada de Decisão.

## Abstract

---

ARAUJO, Fernanda Couto dos Santos. **Um framework para desenvolvimento de sistemas em dispositivos móveis no apoio a gestão de emergência.** 2012. 000f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The rescue teams, involved in emergency management, work cooperatively to save lives and property, and communication is an essential element to achieve this goal. Currently, it is practiced through speaking face to face, phone and radio, mainly. On emergency that requires more work teams, setting up command post at the scene, it becomes more difficult manage the information exchange by radio, for example, usually there are two or three channels used by all members of the team, causing failures, overload channels overload and, oftentimes, loss of meaningful information. Therefore, to assist rescue teams and the command post in the task of communication and information exchange, we propose the use of information systems on mobile devices as an option besides the radio. This labor guides the analysts in the task of specifying such systems and it was conceived from a study on the field of emergency management, involving the analysis of institutional material from emergency organizations, interviews with experts and surveys of prevailing technological solutions. The methodology consists on the utilization of a conceptual framework and a method for its appliance. The framework is intended to facilitate the task of understanding the domain in order to represent it, and also aim at functions and proper artifacts the system must comprise for this type of job to be performed. To evaluate the proposal, it's demonstrated an example of the method's application, a prototype and its experimentation.

Keywords: Emergency Management. Mobile Devices. Computer Supported Cooperative Work. Decision Support Systems.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Fases da Gestão de Emergência.....	21
Figura 2 - Organizações que compõem o trabalho de resposta a uma emergência urbana (OCHOA et al., 2007).....	25
Figura 3 - A comunicação como fator importante no objetivo de salvar vidas.....	26
Figura 4 - Geração e alteração de <i>frameworks</i> e aplicações (Silva, 2000).....	32
Figura 5 - Recurso do desenvolvimento tradicional de aplicações (Silva, 2000).....	33
Figura 6 - Recursos do desenvolvimento de aplicações baseado em <i>frameworks</i> (Silva, 2000).....	33
Figura 7 - Processo de desenvolvimento de <i>framework</i> (Markiewicz e Lucena, 2000).....	34
Figura 8 - Projeto orientado a objetos tradicional (Markiewicz e Lucena 2000). ....	34
Figura 9 - Arquitetura do Trabalho (Araujo e Borges, 2012).....	36
Figura 10 - Especificação do Domínio tratado neste trabalho.....	37
Figura 11 - Fluxo de Informação do Sistema MIKoBOS (Meissner et al., 2006).....	39
Figura 12 - Mobile Mapcase – MoM. (Angermann et al., 2009). ....	42
Figura 13 - Interface com categorias e subcategorias em ícones do Icon-map (Tatomir e Rothkrantz, 2005). ....	43
Figura 14 - Categorização dos sistemas computacionais listados (Araujo e Borges, 2012). .	48
Figura 15 - Chamada para o Corpo de Bombeiros .....	49
Figura 16 - Atendimento a um chamado ao Corpo de Bombeiros. ....	50
Figura 17 - Divisão das Equipes no Campo de Operação. ....	50
Figura 18 – Representação das classes envolvidas em uma resposta a emergência com uso de tecnologia móvel e seus relacionamentos. ....	55
Figura 19 - Representação da classe Ambiente .....	57
Figura 20 - Representação da classe Emergência.....	58
Figura 21 - Representação da classe Organização.....	60

Figura 22 - Representação da classe Pessoas. ....	61
Figura 23 - Representação da classe Tecnologia. ....	63
Figura 24 - Representação Integrada das Classes. ....	64
Figura 25 - Etapas do Método. ....	67
Figura 26 - Cenário de uso da mesa tátil alimentada por informações de dispositivos móveis (Engelbrecht, Borges e Vivacqua, 2011). ....	83
Figura 27 - Requisitos gerais dos dispositivos móveis em resposta a emergência. ....	86
Figura 28 - Hierarquia do Corpo de Bombeiros ....	88
Figura 29 - Modelos de celulares resistentes a água, queda e poeira. ....	89
Figura 30 - Modelos de celulares resistentes a água, poeira, queda e calor. ....	90
Figura 31- Diagrama entidade-relacionamento do protótipo dos bombeiros. ....	92
Figura 32 - Atributos das entidades. ....	92
Figura 33 - Arquitetura ....	95
Figura 34 - Diagrama de caso de uso ....	97
Figura 35 – Fotos dos testes realizados ....	102
Figura 36 - Gráficos com as avaliações. ....	103

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Comparativo entre os sistemas na categoria aplicações.....	45
Quadro 2 - Comparativo entre os sistemas, demais categorias. ....	46
Quadro 3 - Requisitos para o dispositivo móvel usado por bombeiros. ....	87
Quadro 4 - Esboço das necessidades do protótipo do sistema proposto. ....	91
Quadro 5 - Descrição dos Atributos. ....	93
Quadro 6 - Casos de Uso .....	96
Quadro 7 - Caso de Uso: Login no sistema. ....	97
Quadro 8 - Aspectos relacionados a avaliação do dispositivo móvel.....	100
Quadro 9 - Aspectos relacionados a avaliação da aplicação. ....	100

## Lista de Siglas

CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CEM	<i>Comprehensive Emergency Management</i>
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
DMT	<i>Disaster Management Tool</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
MANETs	<i>Mobile Ad-hoc Networks</i>
MIKoBOS	<i>Mobile Information and Communication System for Public Safety Organizations (PSO, known in German as "BOS")</i>
OVC	<i>Ordnings Vakts Centralen</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PPRR	Prevenção, Preparação, Resposta e Recuperação
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SNDC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
WITS	<i>"What is the situation?"</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>

# SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
1.1 Motivação.....	15
1.2 Problema.....	16
1.3 Objetivo.....	17
1.4 Enfoque da Solução.....	17
1.5 Estrutura do Trabalho.....	18
2. Gestão de Emergência.....	20
2.1 Conceito.....	20
2.2 Fases da Gestão de Emergência.....	21
2.3 Organizações de Emergência.....	25
2.4. Comunicação.....	26
3. Metodologia de Desenvolvimento de um <i>Framework</i> .....	29
3.1 Conceito.....	29
3.2 Categorização.....	30
3.3 Desenvolvimento de um Framework.....	31
3.4 Arquitetura do Framework.....	35
4. Coleta de Requisitos.....	38
4.1 Propostas e Soluções Computacionais.....	38
4.2 Quadro comparativo.....	44
4.3 Entrevistas.....	48
4.4 Requisitos.....	51

5. O <i>Framework</i> .....	55
5.1 Ambiente .....	56
5.2 Emergência .....	57
5.3 Organização .....	59
5.4 Pessoas.....	60
5.5 Tecnologia .....	61
6. Método de utilização do <i>Framework</i> .....	65
6.1 Considerações Iniciais .....	65
6.2 Etapas.....	67
7. Exemplo de Aplicação do <i>Framework</i> .....	82
7.1 Objetivo .....	82
7.2 Aplicação do Método.....	82
7.3 Modelagem .....	91
7.4 Protótipo .....	94
8. Avaliação.....	99
8.1 Realização dos Testes.....	101
8.2 Resultados.....	102
9. Conclusão .....	106
9.1 Contribuições.....	107
9.2 Limitações .....	107
9.3 Trabalhos Futuros .....	108

# 1. Introdução

## 1.1 Motivação

Frequentemente os meios de comunicação noticiam catástrofes, tais como desastres naturais, incêndios, ataques terroristas, acidentes e outros tipos de emergência. Estes incidentes, simples ou complexos, podem resultar em perdas materiais e humanas. As organizações tem se preocupado com a gestão de emergência, buscando recursos e soluções a fim de evitar essas catástrofes e reduzir seus efeitos quando ocorrerem.

A gestão de emergências e desastres envolve ações que podem ser classificadas em quatro fases e ocorrem em instantes de tempo diferentes: prevenção, preparação, resposta e recuperação. Na fase de prevenção são realizados esforços para diminuir ou eliminar o risco de desastres ou para reduzir seus efeitos quando acontecer uma ocorrência. A fase de preparação envolve a construção de uma resposta de emergência e a capacidade de gestão antes que esta ocorra. A fase de resposta se constitui de ações tomadas durante e imediatamente após a emergência, para assegurar que seus efeitos sejam minimizados e as pessoas afetadas tenham socorro imediato. Por fim, a fase de recuperação envolve atividades de curto e longo prazo para retomar o cotidiano da comunidade afetada (Cronstedt, 2002). Embora as quatro fases envolvam comunicação entre as equipes em diferentes contextos, este trabalho se concentra apenas na fase de resposta. Resposta é a fase mais complexa e crítica dentre estas quatro citadas.

Infelizmente não há garantias para evitar a ocorrência de uma emergência porque alguns eventos são imprevisíveis e outros, mesmo previsíveis, não podem ser impedidos, como desastres naturais. Alguns trabalhos são aplicados na melhoria da gestão de situações de emergência e muitos se utilizam da tecnologia computacional, mas ainda há pouco proveito deste recurso nestas situações. Uma opção tecnológica adequada para auxiliar o tratamento de emergência é a mobilidade, unindo sistemas computacionais com serviços de rede de computadores.

## 1.2 Problema

Em uma situação de emergência são necessários diversos esforços para evitar a perda de vidas, preservar a integridade física das pessoas e reduzir os danos causados aos seus bens materiais e ao meio ambiente. Esses esforços partem de diferentes organizações como o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, os Hospitais, a Polícia, etc. Nessas organizações, a comunicação é um aspecto importante para alcançar o objetivo de salvar vidas e bens, pois faz com que as informações e o conhecimento possam fluir entre as diferentes equipes.

O principal meio de comunicação nas organizações de emergência é o rádio. Esse meio de voz tradicionalmente usado tem vantagens como a comunicação a distância entre duas estações, o fácil manuseio deste equipamento e a independência de redes. Mas há desvantagens, como o número limitado de canais de comunicação e a perda de informações durante a comunicação, causada por falha e interrupções nas mensagens.

Outras ferramentas de comunicação, como celular e PDA (*Personal Digital Assistant*), podem potencializar a comunicação entre equipes que estão trabalhando em situações de emergência. Ainda que o rádio funcione bem, estes artefatos possuem outras propriedades além da comunicação por meio de voz, é possível, por exemplo, enviar vídeos e fotos durante o socorro, de modo que essas informações cheguem a pessoas que estejam em outro local, como um centro de comando.

Consequentemente, essa ausência de suporte tecnológico na comunicação dessas organizações afeta o entendimento entre as pessoas que trabalham na situação de emergência, tanto no ambiente do desastre quanto no centro de comando. Essa dissertação propõe abordar o seguinte problema: como prover uma melhor comunicação entre os indivíduos nas operações de emergência? Como desenvolver sistemas para que os dispositivos móveis se tornem uma boa opção para melhorar essa comunicação na fase de resposta a emergência?

### 1.3 Objetivo

Este trabalho parte da hipótese de que a adoção de modernas tecnologias como dispositivos móveis, em alternativa aos rádios e aos outros meios de comunicação usados atualmente, e o desenvolvimento de um sistema computacional para estes dispositivos pode melhorar a comunicação durante as situações de resposta a emergência.

Entretanto, existem diversos tipos de dispositivos móveis e a construção de um sistema que suporte esses diferentes tipos de dispositivos demanda mão-de-obra, estudo e tempo além do que pode ser trabalhado nessa dissertação, por isso o objetivo proposto é construir um *framework* e um método para apoiar o desenvolvimento de sistemas para esses dispositivos.

### 1.4 Enfoque da Solução

A comunicação entre os indivíduos em uma situação de emergência é uma tarefa difícil. As pessoas precisam tomar decisões e é fundamental que as informações cheguem ao seu destino de maneira completa e confiável. Buscando reduzir esses problemas, propõe-se uma nova forma de comunicação através da utilização de tecnologia móvel. Embora essa tecnologia não resolva por completo o problema, ela pode trazer benefícios além das ferramentas convencionalmente utilizadas.

Existe uma série de propostas inovadoras para a aplicação de tecnologias de computação móvel no suporte aos serviços de emergência (Johnson, 2009). Dentre essas propostas há sistemas que se concentram em colaboração entre pequenos grupos de usuários finais (Auriol, 1997), bem como aqueles que suportam grandes organizações distribuídas em alguns locais (Van Den Eede e Van de Walle, 2005). Há aplicativos que oferecem interfaces estruturadas para sistemas móveis, utilizadas por equipes de emergência tanto no comando e controle quanto na operação (Waldher et al., 2007), bem como aplicativos de rede menos formais que suportam diferentes grupos de usuários finais (Palen et al., 2007). Outras equipes têm pesquisado técnicas de avaliação de sistemas para apoiar a validação da interação humano-computador com dispositivos móveis em equipes de emergência (Chittaro et al., 2007). Alguns grupos têm estendido os estudos para áreas mais recentes como computação a pervasiva e ubíqua (Baber et al.,

2007). Cada uma dessas ferramentas foca um aspecto da gestão de emergência. Este trabalho enfoca a comunicação entre as equipes de resposta na operação de emergência.

O projeto servirá para auxiliar, principalmente, a comunicação entre pessoas com escassez de tempo para manusear qualquer ferramenta além do seu trabalho convencional. Por isso, o principal desafio é definir requisitos e funcionalidades que sejam úteis e fáceis de manipular durante o uso do novo dispositivo proposto.

A proposta desse trabalho é o desenvolvimento de um *framework* cuja estrutura seja prover os mecanismos e conhecimentos necessários para a construção de sistemas que sejam úteis e utilizáveis considerando as restrições do ambiente emergencial. Para validação, o método orienta a aplicação desse *framework* a uma situação específica, adequada a uma organização de emergência e para um determinado dispositivo móvel.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em oito capítulos. O Capítulo 2 introduz uma visão geral do tema gestão de emergências, com conceito deste domínio, a descrição das fases envolvidas, as organizações que o compõe e como funciona a comunicação das equipes de trabalho.

O Capítulo 3 discorre sobre a metodologia de desenvolvimento de uma *framework*, o conceito e as maneiras de categorização. Traz também as formas de desenvolvimento de um *framework* para cobrir os conceitos relevantes ao domínio e define uma arquitetura para construção do *framework* proposto.

O Capítulo 4 se refere a fase coleta de requisitos. Essa coleta se dá através da pesquisa e análise das soluções computacionais que existe na área de dispositivos móveis e gestão de emergência, produzindo um quadro comparativo através de categorias definidas neste trabalho. A fase de coleta também foi enriquecida através de entrevistas realizadas com especialistas no domínio de aplicação desta dissertação.

O Capítulo 5 apresenta o *framework* propriamente dito, com as classes, suas descrições e relacionamentos. O Capítulo 6 expõe o método que orienta a aplicação do *framework* através de cinco etapas definidas. O Capítulo 7 discute uma aplicação desse

método em uma situação específica, apresenta uma modelagem de um protótipo e o seu desenvolvimento. O Capítulo 8 discute sobre a avaliação do protótipo proposto. Por fim, o Capítulo 9 descreve as conclusões do trabalho, suas limitações, contribuições e possibilidades de trabalhos futuros.

## 2. Gestão de Emergência

Provavelmente, muitas pessoas reconhecem que suas comunidades estão expostas a ameaças ambientais que exigem um programa de proteção, mas apenas algumas contemplam a magnitude e a diversidade das ameaças. Um estudo de gestão de emergências pode ser iniciado observando, por exemplo, as perdas nos desastres em todo mundo. Perdas podem ser medidas de várias formas como: número de mortos e feridos, e danos causados as propriedades; estes são os índices mais comuns (Berke, 1995 e Mileti, 1999). Em 2011, devido a fortes chuvas no Brasil, inundações e deslizamentos causaram a morte de quase mil pessoas na região serrana do Rio de Janeiro. Estes eventos individuais são impressionantes, mas as perdas são ainda maiores quando acumuladas ao longo do tempo e, talvez, pequenas em comparação a possíveis perdas futuras.

Dado o número crescente de catástrofes decorrentes de desastres naturais, ataques terroristas e uso de agentes tecnológicos, como materiais perigosos utilizados na indústria, usinas nucleares e instalações de gás natural, surgiu a necessidade de criar estruturas para tentar gerenciar esses riscos, naturais e tecnológicos, e seus impactos sobre a vida e a propriedade.

Este capítulo destina-se a tratar do tema emergência que é bastante vasto e complexo para ser esgotado nessa dissertação. Há muitas maneiras de descrever a gestão de emergências e a importância das tarefas executadas pelos gestores.

### 2.1 Conceito

Diversos autores apresentam definições para a gestão de emergência. Drabek (1991) define como a disciplina e profissão de aplicação da ciência, tecnologia, planejamento e gestão para lidar com eventos extremos que possam ferir ou matar um grande número de pessoas, causar danos à propriedade, e perturbar a vida da comunidade. Para Waugh (2000) a gestão de emergências é o gerenciamento de risco de forma que a sociedade possa viver com os riscos ambientais e tecnológicos e lidar com os desastres que eles causam.

A partir das definições acima tem-se que gestão de emergência compreende estratégias criadas e aplicadas por organizações, governamentais ou não, para lidar com emergências, sempre com o objetivo maior de evitar, ou pelo menos reduzir, as perdas humanas e materiais causadas por eventos danosos.

## 2.2 Fases da Gestão de Emergência

Por ser um tema amplo e complexo, normalmente os autores que o tratam dividem-no em fases. Uma dessas divisões é organizada conceitualmente, conforme a Figura 1, em um ciclo de quatro estágios que ocorrem em instantes de tempo diferentes: Prevenção, Preparação, Resposta e Recuperação (PPRR).



Figura 1 - Fases da Gestão de Emergência

O modelo PPRR é um conceito desenvolvido em 1978 e se originou do trabalho da Associação dos Governadores de Estado nos Estados Unidos. O trabalho foi exposto pela primeira vez como Gerenciamento de Emergência Global (*Comprehensive Emergency Management* – CEM) e posteriormente empregado na política australiana de gestão de emergência e teve destaque desde então, tendo sido adaptado por muitas autoridades na área (Cronstedt, 2002).

### 2.2.1 Prevenção

Para muitos autores, prevenção está diretamente ligado a riscos e é sinônimo de mitigação. Ramesh, et al. (2005) cita que mitigação é um esforço contínuo para reduzir o risco de impacto físico e social de futuros desastres. Neste esforço se inclui as intervenções feitas com antecedência para prevenir ou reduzir o impacto dos desastres. Ele cita ainda que existem dois tipos de mitigação de risco: 1) estrutural, envolve a concepção, construção, manutenção e renovação de estruturas e infraestruturas para

resistir aos impactos físicos dos desastres; 2) não-estrutural, envolve os esforço para diminuir a exposição da população a condições perigosas.

As atividades de prevenção de risco são voltadas para eliminar as causas de uma emergência, reduzindo a probabilidade de sua ocorrência, ou limitar a dimensão de seus impactos, se ela ocorrer. As tentativas de prevenir os riscos naturais, ou eventos sobre os quais há pouco controle humano, envolve o controle das atividades humanas de forma a reduzir a exposição ao perigo (Haddow et al. 2003). Assim, práticas como restringir o uso do solo para construções residenciais em áreas com risco de deslizamento evitaria a tragédia supracitada ocorrida no Brasil. Estudos recentes do *Multihazard Mitigation Council* (2005) concluíram que para cada dólar investido em redução de riscos seriam gastos quatro dólares no combate ao desastre.

### **2.2.2 Preparação**

A fase de preparação compreende ações tomadas antes dos desastres para lidar com problemas que possam ocorrer durante a fase de resposta e recuperação. Essas ações incluem treinamentos e exercícios para melhorar: agilidade, desenvolvimento e aperfeiçoamento dos planos de resposta e recuperação; desenvolvimento, implantação, teste e manutenção de sistemas utilizados para gestão emergência; e programas de educação e informação para indivíduos, famílias, empresas e órgãos públicos (Ramesh, et al. 2005).

Assim as atividades de preparação são baseadas na premissa de que o impacto do desastre irá ocorrer e que os planos, procedimentos e recursos para a fase de resposta devem ser previamente estabelecidos. Estes são concebidos não só para apoiar uma resposta de emergência eficaz, mas também para orientar o processo de recuperação de desastres (Haddow et al. 2003).

Desde os atentados de 11 de setembro de 2001 nos Estados Unidos, há muita preocupação em todo o mundo com os níveis de preparação para as emergências na sociedade. De fato, no Reino Unido e na Europa tem havido muita ênfase no desenvolvimento de planos de emergência para combater ou lidar com as consequências do terrorismo. Neste contexto, surgem dois problemas. A primeira dificuldade é a ênfase na existência de um plano como documento, ao invés de enfatizar o processo de

planejamento e os resultados positivos que ele traz. O segundo problema é a falta de conhecimento da literatura sobre o planejamento para desastres naturais e tecnológicos por parte dos agentes envolvidos na gestão de emergência (Perry e Lindell, 2003). Segundo Haddow, et al.(2011) nenhuma organização de gestão de emergência pode funcionar sem estar capacitada fortemente na preparação.

### **2.2.2.1 Diferença entre Prevenção e Preparação**

Mesmo com essas definições, podem surgir dúvidas significativas sobre o que constitui prevenção e preparação. A principal distinção entre essas duas fases, em menor e maior escala de emergência, é que na prevenção são realizadas tentativas para eliminar ou reduzir, tanto a probabilidade como as consequências do risco de perigo. As ações ou dispositivos nesta fase tentam evitar que o desastre aconteça ou tentam fazê-lo muito menos prejudicial para os seres humanos, propriedades ou meio ambiente. Normalmente, essas ações são tomadas antes da ocorrência de um evento de emergência.

Por outro lado, a preparação procura melhorar as habilidades das instituições e dos indivíduos para responder as consequências de um desastre depois que ele ocorreu. Preparação assume a ocorrência de um evento, considerando que a prevenção deve tentar impedir o evento por completo.

### **2.2.3 Resposta**

A fase de resposta é fase mais crítica. O período dessa fase começa com a detecção do evento e termina com a estabilização da situação após o impacto. Algumas metas desta fase são: salvar vidas e bens, retirar as vítimas em potencial, fornecer alimentos, água, abrigo e cuidados médicos aos necessitados, realizar busca e salvamento de feridos e restaurar serviços públicos críticos (Haddow et al. 2003).

Atividades de resposta a emergência são realizadas através dos esforços de diversas organizações que incluem, quase sempre, os bombeiros, a polícia e as equipes médicas. Urgência e incerteza são as características mais importantes nesse período, poucos minutos de atraso podem custar vidas e propriedades, assim a velocidade é essencial. Entretanto, a velocidade de resposta deve ser equilibrada com planejamento e avaliação inteligentes para evitar ações que sejam impulsivas e acarretem mais problemas ao incidente.

#### 2.2.4 Recuperação

As atividades de recuperação começam após a estabilização do impacto do desastre e se estende até que a comunidade volte as suas atividades normais, o quanto possível. Em alguns casos, o período de recuperação pode se estender por um longo tempo. Dentre essas atividades estão: reconstrução de estruturas físicas, restauração de energia elétrica, água, esgoto, combustíveis, telecomunicações e transporte.

Como exemplo destaca-se o furacão Katrina, o desastre natural mais destrutivo na história norte-americana ocorreu em 2005, com destruição de 90.000 quilômetros quadrados de terra, uma área do tamanho do Reino Unido. Ao todo, mais de 1.500 pessoas morreram. O furacão causou grandes estragos, entre eles, danos no sistema de abastecimento sanitário e de esgoto da cidade de Nova Orleans. Resposta a emergências como essa exige um nível incomum de planejamento e coordenação entre as organizações do governo. Ainda, hoje a cidade tenta se recuperar dos danos causados pelo Katrina. (HK, 2012).

Além disso, o processo de recuperação deve ser uma oportunidade para reduzir os riscos de novos desastres, instituindo planos de mudança e introduzindo medidas de prevenção com a finalidade de tornar as comunidades mais resilientes (KENNEDY et al., 2008).

## 2.3 Organizações de Emergência

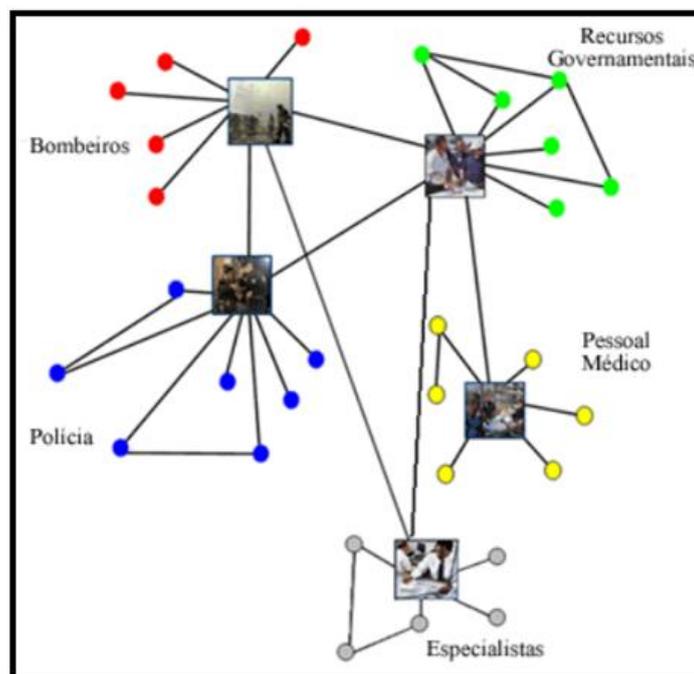


Figura 2 - Organizações que compõem o trabalho de resposta a uma emergência urbana (OCHOA et al., 2007)

As organizações de emergência se dividem entre militares, como o Corpo de Bombeiros, Polícia Militar e o SAMU, e civis, como a Defesa Civil, os hospitais, o Governo e demais especialistas na área. A Figura 2 mostra as organizações que compõem o trabalho de resposta a uma emergência urbana.

Nas estruturas militares são encontrados princípios como o de hierarquia e cadeia de comando, ordem e disciplina, centralização e poder. Estes princípios são alguns dos principais a formarem a base da estrutura de Comando & Controle. Nas atividades de resposta a emergência, esta estrutura prevê a divisão dos indivíduos em dois grupos: o Comando e a Operação. Estas equipes precisam colaborar entre si e compartilhar o conhecimento a fim de obterem êxito em suas atividades. Quanto maior o nível de intensidade do desastre, maior será a quantidade de pessoas e organizações trabalhando, o que torna mais difícil a comunicação (Engelbrecht, 2011).

A equipe de Operação é formada pelos responsáveis pela realização do socorro. Este grupo trabalha na linha de frente da emergência, resgatando vítimas, apagando incêndios, fazendo o isolamento do local, dentre outras tarefas. As atividades dessa equipe

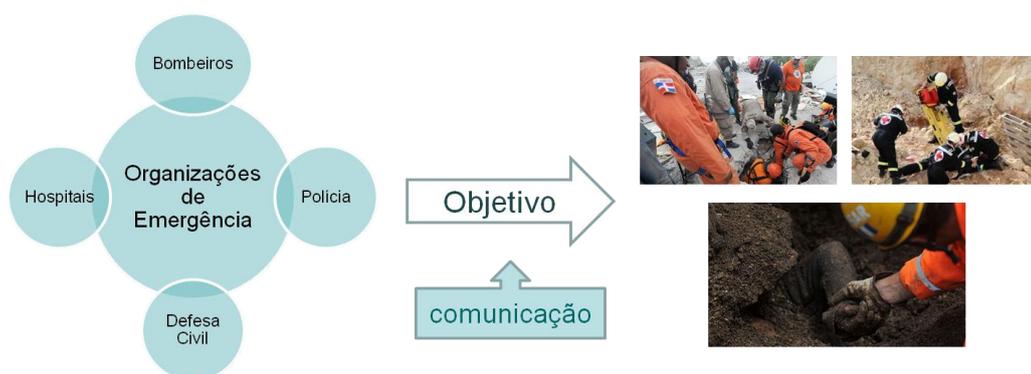
são intensamente colaborativas e precisam de alto grau de coordenação a fim de se obter os resultados desejados sem comprometer a própria segurança.

A frente da equipe de operação está o Comandante de Operação ou Comandante do Incidente. Este comandante é responsável pela distribuição de ordens às equipes ainda dentro da organização, por gerir e desenvolver estratégias de todas as operações realizadas no local da emergência. Este comandante fica em um Posto de Comando Móvel, um veículo, por exemplo.

## 2.4. Comunicação

### 2.4.1. A Comunicação Atual

O perfil dos profissionais na área de emergência ilustra situações em que o profissional tanto se apresenta no posto de comando e controle, por exemplo, um quartel general de bombeiros; quanto em situações de emergência em que o profissional está fora dos limites da organização como no campo de operação, e seu atendimento se concentra em locais geograficamente distantes. Em todas essas situações, a comunicação é um fator muito importante no objetivo das organizações de emergência que é salvar vidas e preservar bens, conforme mostra a Figura 3.



**Figura 3 - A comunicação como fator importante no objetivo de salvar vidas**

No atendimento a uma chamada, uma equipe de socorro é deslocada até o local da emergência. Composto essa equipe existe o comandante da operação. Esta é a pessoa que se comunica com a sede do comando e controle e com os demais socorristas no local da operação. Portanto, é a pessoa com a maior necessidade comunicação no ambiente da

emergência, pois dela partem os comandos para os demais socorristas, mesmo que cada um tenha a sua função a executar previamente combinada, as situações de emergência diferem.

Existem alguns tipos de comunicação usados nas organizações atualmente. Dentre eles estão: 1) a corneta, são utilizados toques padronizados e cada toque denota uma ação a ser feita, por exemplo, um toque rápido significa abertura da mangueira de incêndio; 2) a voz, quando os socorristas estão próximos uns dos outros e/ou o campo de operação é pequeno, a voz é o meio mais utilizado; 3) o rádio, o principal meio de comunicação utilizado, principalmente, em emergências de grande escala.

#### **2.4.2 Problemas na Comunicação**

Em todas essas soluções atualmente usadas há vantagens e desvantagens. A corneta tem vantagens como ser ouvida a distâncias maiores e ser de fácil deslocamento, porém nem sempre há os corneteiros para tocar o instrumento e é necessário que todos tenham os toques decorados na memória. A voz tem como vantagem o simples fato de fazer parte da pessoa, logo não é preciso carregar nenhum instrumento, no entanto não é uma solução adequada em ambientes com muitas pessoas, pois com vários falando ao mesmo tempo, a pessoa certa pode não ser ouvida e o comando não será seguido corretamente. E, por fim, o rádio, tem vantagens como a comunicação a distância entre duas estações e o fácil manuseio deste equipamento. Mas há desvantagens, como o número limitado de canais de comunicação, geralmente dois ou três, e a perda de informações durante a comunicação, causada por falhas e interrupções nas mensagens.

Além desses tipos de comunicação, dispositivos móveis são capazes de fornecer auxílio nessas situações. Com a crescente evolução da computação móvel a gestão de emergência vem também aplicando soluções nesse contexto a fim de apoiar o trabalho das organizações de socorro. O uso de dispositivos móveis nessa área aumenta com o decorrer dos anos tanto no Brasil (Murakami et al., 2004 e Martha et al., 2006), principalmente na área da saúde, como no restante dos países do mundo (Auriol, 2007 e Luyten et al., 2006), mas ainda é pouco em relação a evolução destes dispositivos.

Ainda que o rádio e os demais meios de comunicação funcionem bem, estes artefatos possuem outras propriedades além da comunicação por meio de voz. Por

exemplo, através de sistemas multimídia é possível enviar vídeos e fotos durante o socorro, de modo que essas informações cheguem a pessoas que estejam em outro local, como um centro de comando, assim como entregar e receber informações de e para múltiplos destinatários por meio de entrega *multicast*;

### 3. Metodologia de Desenvolvimento de um *Framework*

Este capítulo tem por objetivo apresentar os principais conceitos e o processo de construção de um *framework* para o desenvolvimento de aplicações. São apresentados conceitos, categorias e metodologias essenciais ao arcabouço de um *framework*.

#### 3.1 Conceito

*Framework* é um conjunto de objetos reutilizáveis que engloba conhecimento de determinadas áreas e se aplica a um domínio específico. Uma aplicação completa ou uma parte significativa dela pode ser derivada dessa estrutura fazendo as adaptações necessárias ou adicionando novas características ao *framework* (Viljamaa, 2001). Um *framework* determina a arquitetura da aplicação e predefine parâmetros de projeto, permitindo ao projetista/desenvolvedor concentrar-se nos detalhes específicos da aplicação.

Em Gamma et al. (1995) *framework* é descrito como um conjunto de classes que torna um projeto reutilizável para uma classe específica de software. Um desenvolvedor o adapta para uma aplicação particular através de subclasses e composição de instâncias das classes do *framework*.

Taligent (1994) classificou os *frameworks* de acordo com os domínios de problemas que eles abrangem:

- *Frameworks* de suporte: fornece serviços no nível de sistemas, tais como acesso a arquivos, suporte a computação distribuída ou dispositivos de *drivers*. Desenvolvedores de aplicações tipicamente usam *frameworks* de suporte diretamente ou usam modificações produzidas pelos provedores de sistema. Contudo, *frameworks* de suporte podem ser especializados - por exemplo, quando desenvolvendo um novo sistema de arquivos ou dispositivo controlador.

- *Frameworks* de aplicações: encapsulam conhecimento aplicável a uma variedade de programas. Por exemplo: interface gráfica de usuário (GUI) para aplicações comerciais.

- *Frameworks* de domínio: encapsulam o conhecimento de um domínio de problema particular, por exemplo: *framework* de multimídia.

## 3.2 Categorização

*Frameworks* para aplicações são vistos como uma categoria de abstrações arquiteturais que suportam o projeto e a construção da estrutura (Fayad et al., 1999). O uso de abstrações no desenvolvimento de software é considerado uma vantagem, pois torna o desenvolvimento mais fácil já que permite ao desenvolvedor trabalhar com menos elementos – abstraindo os detalhes. Além disso, abstração facilita a reutilização. É difícil reutilizar projeto de software ou implementações diretamente. Quando os potenciais projetos reutilizáveis e as implementações são abstraídas de contextos específicos e representadas por conceitos e relações generalizadas, tipicamente terão maior escopo de aplicação.

Os seguintes itens caracterizam aspectos de uma abstração arquitetural:

**Estrutura:** especifica a interface ou o conjunto de elementos básicos como também a estrutura estática e/ou dinâmica que os relacionam em uma composição.

**Funcionalidade:** conjunto de propriedades úteis que são reutilizadas quando aplicando a abstração.

**Abstração:** identifica e nomeia uma composição de elementos com certa estrutura interna e certa funcionalidade.

**Reutilização:** capacidade de ser aplicado várias vezes.

Fayad et al. (1999) explica que *frameworks* são vistos como uma categoria de abstrações arquiteturais pois atendem aos quatro aspectos da abstração arquitetural:

- Um *framework* é uma composição de classes, cujas colaborações e responsabilidades são especificadas (Estrutura).

- De forma a prover as características requeridas do domínio, um *framework* embute as funcionalidades comuns da aplicação em seu domínio. Além disso, para ser utilizado no desenvolvimento de aplicações, deve possuir a funcionalidade de adaptação (Funcionalidade).

- Um *framework* representa uma abstração de estruturas e funcionalidades no domínio (Abstração).
- Um *framework* expressa as características gerais de um grupo de aplicações e é reutilizável quando desenvolvendo aplicações nesse grupo (Reutilização).

### 3.3 Desenvolvimento de um *Framework*

A principal característica buscada ao desenvolver um *framework* é a generalidade em relação aos conceitos e funcionalidades do domínio tratado. Além disso, é fundamental que a estrutura produzida seja flexível.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento de um *framework* é diferente do desenvolvimento de uma aplicação padrão. A distinção mais importante é que *frameworks* tem que cobrir todos os conceitos relevantes do domínio enquanto uma aplicação se preocupa somente com os conceitos mencionados nos requisitos da aplicação (Bosh, 1999).

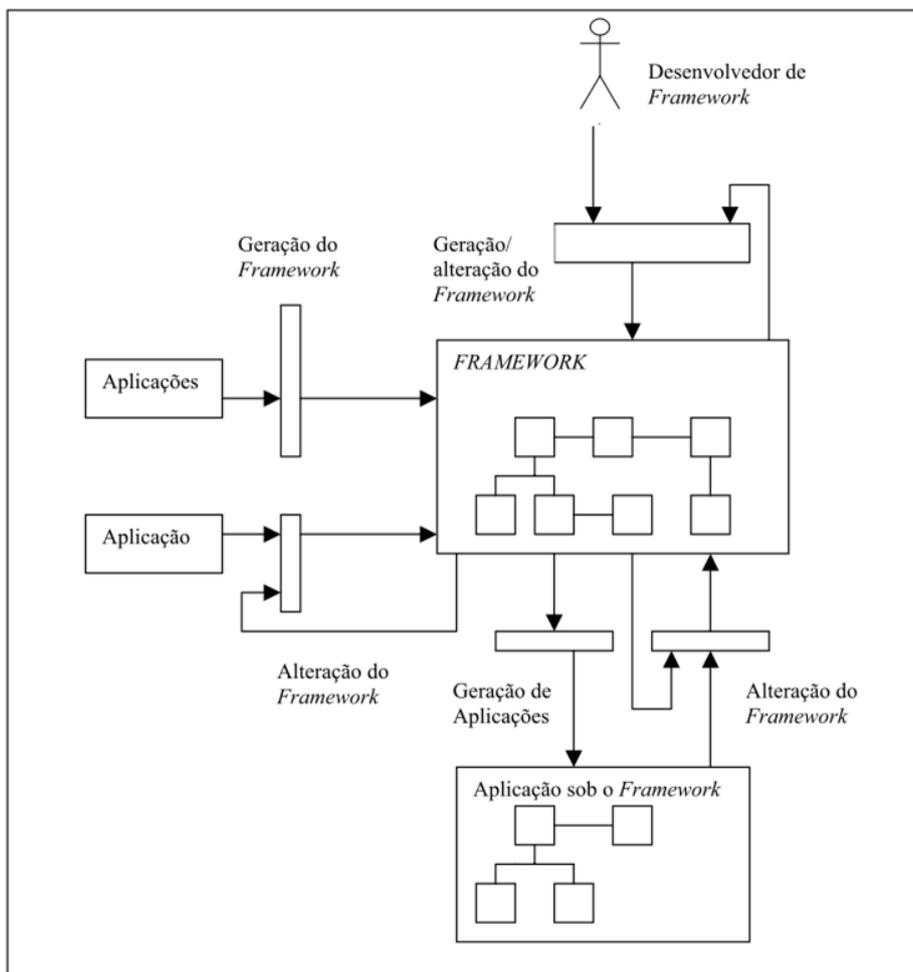
A complexidade em se desenvolver um *framework* deve-se aos seguintes fatores (Silva, 2000):

- Necessidade de considerar os requisitos de um conjunto significativo de aplicações de modo a torná-lo genérico.
- Necessidade de ciclos de evolução voltados a dotar a estrutura de classes do *framework* de alterabilidade (capacidade de alterar suas funcionalidades sem consequências imprevistas sobre o conjunto da estrutura) e extensibilidade (capacidade de ampliar a funcionalidade presente sem consequências imprevistas sobre o conjunto da estrutura).

Em termos ideais, um *framework* deve abranger todos os conceitos gerais de um domínio de aplicação, deixando apenas aspectos particulares para serem definidos nas aplicações específicas (Silva, 2000).

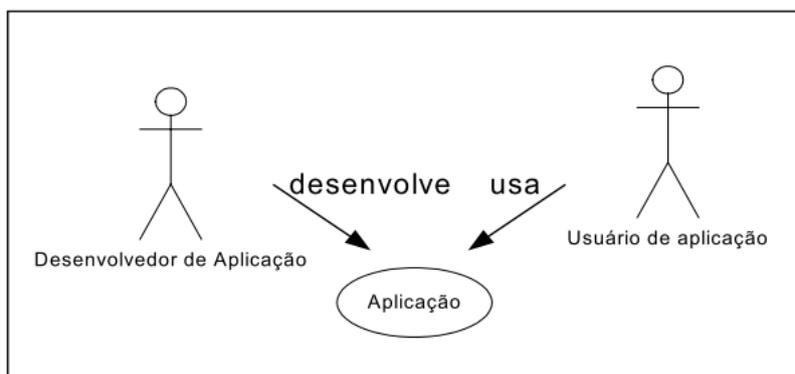
Como um *framework* geralmente não consegue ser uma construção completa de um domínio, mas sim uma descrição aproximada, é possível que a construção de aplicações

sob um *framework* leve à obtenção de novos conhecimentos do domínio tratado, que talvez não estivessem disponíveis durante a construção do *framework*. Estas novas informações podem levar à necessidade de alterar o *framework*, causando a sua evolução como ilustra a Figura 4.



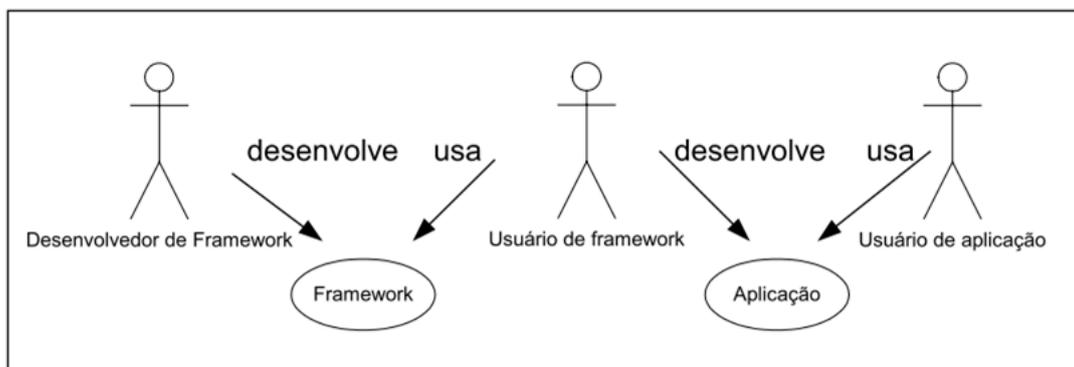
**Figura 4 - Geração e alteração de *frameworks* e aplicações (Silva, 2000)**

Silva (2000) afirma ainda que o desenvolvimento tradicional de aplicações envolve dois tipos de indivíduos: o desenvolvedor de aplicação e o usuário de aplicação (ambos podem corresponder a grupos de indivíduos com diferentes funções). Desenvolvedores devem levantar os requisitos de uma aplicação, desenvolvê-la e entregá-la aos usuários, que por sua vez interagem com a aplicação apenas através de sua interface (Figura 5).



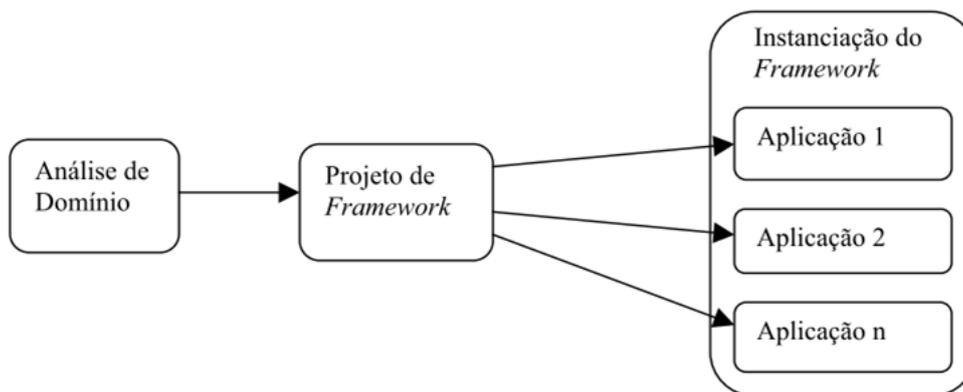
**Figura 5 - Recurso do desenvolvimento tradicional de aplicações (Silva, 2000)**

O desenvolvimento de *frameworks* introduz outro indivíduo, a saber, o desenvolvedor de *framework* (Figura 6). Nesse contexto, o papel do usuário de aplicação é o mesmo descrito acima. O papel do desenvolvedor de aplicações difere do caso anterior pela inserção do *framework* no processo de desenvolvimento de aplicações. Com isto, o desenvolvedor de aplicações é um usuário de um *framework* que deve estender e adaptar a estrutura deste *framework* para a produção de aplicações.

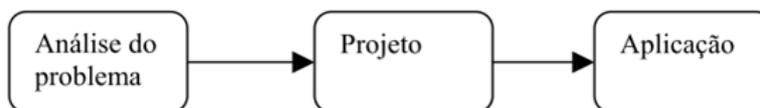


**Figura 6 - Recursos do desenvolvimento de aplicações baseado em *frameworks* (Silva, 2000).**

Markiewicz e Lucena (2000) identificaram que o processo de desenvolver e utilizar um *framework* compreende três atividades macro mostradas na Figura 7. Este processo é comparado ao projeto orientado a objetos para uma aplicação (Figura 8).



**Figura 7 - Processo de desenvolvimento de *framework* (Markiewicz e Lucena, 2000).**



**Figura 8 - Projeto orientado a objetos tradicional (Markiewicz e Lucena 2000).**

De forma genérica as atividades macros são descritas a seguir:

- **Análise de domínio** - processo de identificar e organizar o conhecimento sobre alguma classe de problemas – o domínio do problema – para dar suporte à descrição e solução destes (Arango e Prieto-Díaz, 1991).

- **Projeto de *framework*** – o objetivo ao realizar essa atividade é obter um *framework* flexível. A atividade é árdua já que é difícil encontrar abstrações corretas e identificar as partes estáveis e variáveis do *framework* (Arango e Prieto-Díaz, 1991). Para aumentar a extensibilidade e flexibilidade do *framework*, padrões de projeto podem ser usados (Mattsson, 2000).

- **Instanciação do *framework*** – a instanciação difere dependendo do tipo de *framework*: caixa branca (o usuário constrói classes a partir das classes disponíveis), caixa preta (o usuário tem que escolher uma das classes fornecidas). Um *framework* pode ser instanciado uma ou mais vezes dentro da mesma aplicação ou instanciado em diferentes aplicações (Mattsson, 2000).

Existem algumas metodologias e estudos usados para desenvolvimento de *frameworks*: Taligent, 1994; Pree, 1999; Bosh, 1999; Johnson, 1993; dentre outros. Os aspectos que diferenciam uma metodologia da outra é a ênfase dada a algum ponto específico, que não necessariamente são conflitantes.

Johnson (1993) apresenta um processo chamado de Projeto Dirigido por Exemplos, composto de etapas de análise, projeto e teste. Ele afirma que as pessoas pensam de forma concreta e não de forma abstrata, assim a abstração de domínio é obtida a partir da generalização de casos concretos – as aplicações.

As abstrações são obtidas de uma forma *bottom up*, a partir do exame de exemplos concretos onde os aspectos semelhantes de diferentes aplicações podem dar origem a classes abstratas que agrupam as semelhanças, cabendo às classes concretas do nível hierárquico inferior fornecer a especialização para satisfazer cada caso.

A forma escolhida como ideal para desenvolver um *framework* é:

- Analisar o domínio do problema - assimilar as abstrações já conhecidas, coletar exemplos de programas que podem ser construídos a partir do *framework* (mínimo de quatro ou cinco).
- Projetar abstrações que podem ser especializadas para abranger os exemplos. Recomenda-se utilizar padrões de projetos.
- Testar o *framework* usando-o para desenvolver os exemplos. Cada exemplo é uma aplicação separada e a execução do teste consiste em programar o software.

### **3.4 Arquitetura do *Framework***

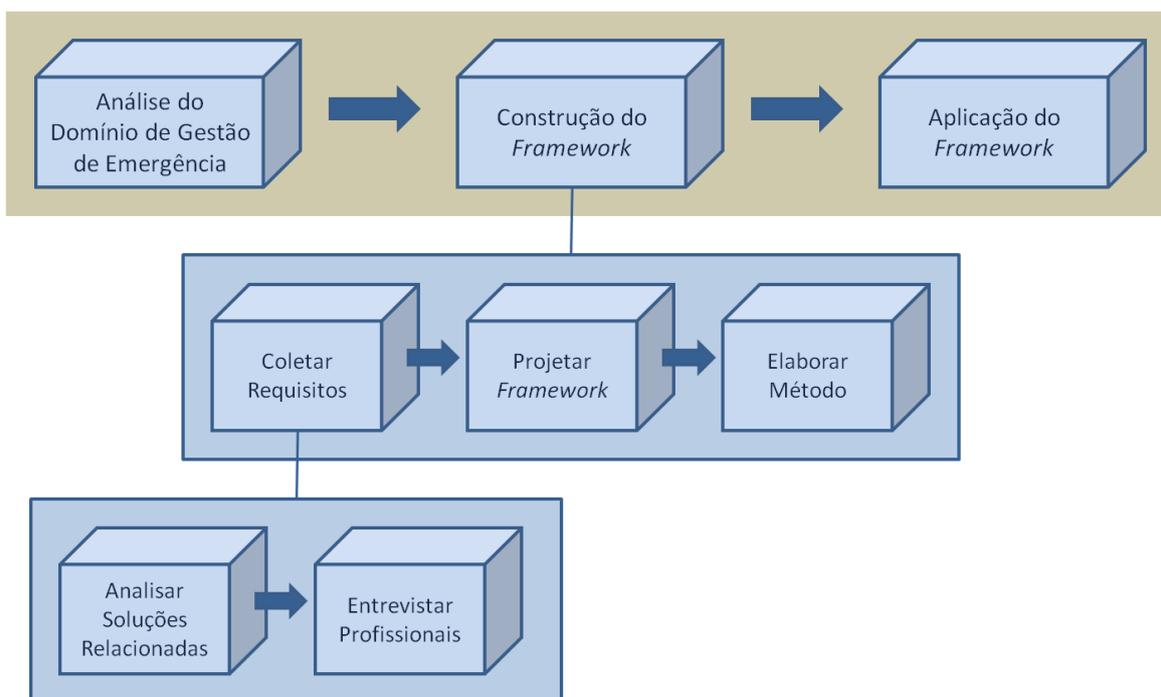
Este trabalho descreve um *framework* de domínio. Conforme relatado este tipo de *framework* encapsula o conhecimento de um domínio de um problema particular. O domínio neste caso é gestão de emergência, compreendendo a fase de resposta e, especificamente, a equipe de operação.

Seguindo o modelo de processo de desenvolvimento da Figura 7, aliado ao processo de Projeto Dirigido por Exemplos composto de abstrações obtidas de forma *bottom up*,

através de análise de diferentes aplicações de aspectos semelhantes, unindo ainda entrevistas com profissionais do domínio de emergência é possível construir o *framework* de acordo com a Figura 9.

Este *framework* compreende três atividades macro: análise do domínio de gestão de emergência, que envolve o estudo do domínio, o processo de identificação e organização do conhecimento sobre o domínio gestão de emergência; construção do *framework*; e aplicação do *framework*, que é a sua utilização propriamente dita, criando um projeto para um subdomínio específico de forma avaliar o *framework* para modificá-lo e melhorá-lo.

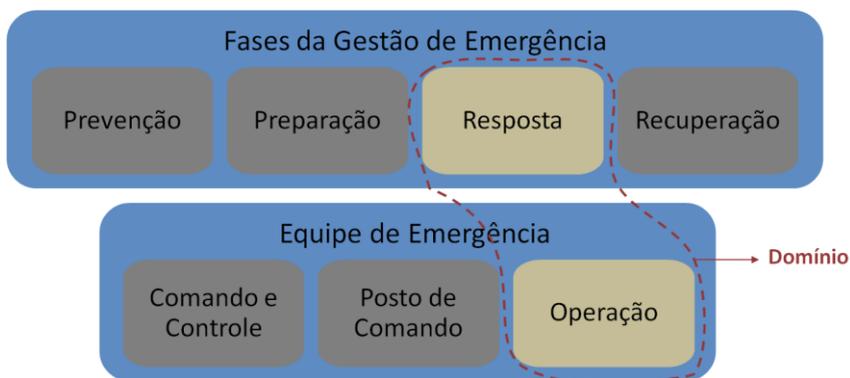
A atividade de construção do *framework* compreende três subatividades: coletar requisitos, que envolve a análise das principais soluções computacionais encontradas na literatura e a entrevista com profissionais e especialistas do domínio a ser estudado; projetar o *framework*, a partir das informações da coleta de requisitos e da análise do domínio; e, por fim, elaborar um método para utilização do *framework* projetado.



**Figura 9 - Arquitetura do Trabalho (Araujo e Borges, 2012)**

Em síntese, para desenvolver um *framework* de domínio é necessário conhecer, estudar e especificar este domínio. O Capítulo 2 deste trabalho trata da análise do domínio

de gestão de emergência e especifica o subdomínio a ser tratado conforme o resumo mostrado na Figura 10. Este capítulo trata da metodologia de desenvolvimento de um *framework* e apresenta a arquitetura proposta para o trabalho. A seguir é apresentado o Capítulo 4 com a subatividade Coletar Requisitos e seus componentes que são a análise das soluções relacionadas a dispositivos móveis e gestão de emergência, e a entrevista com os especialistas na área.



**Figura 10 - Especificação do Domínio tratado neste trabalho**

## 4. Coleta de Requisitos

A coleta de requisitos fornecerá a entrada para o desenvolvimento do *framework*. Trata-se de um processo através do qual a informação a ser usada no desenvolvimento do sistema é identificada, capturada e organizada. Pode ser vista como uma análise ampla que tenta obter os requisitos do domínio do problema, incluindo requisitos futuros. Além de uma análise das propostas e soluções computacionais existentes na literatura, as informações podem ser obtidas através de entrevistas e reuniões com profissionais experientes.

### 4.1 Propostas e Soluções Computacionais

Muitas organizações e pesquisadores, conforme citações adiante, reconhecem a necessidade de melhorar o tratamento de emergência. Embora o foco desses trabalhos seja diferente, eles sempre apontam a necessidade de melhores ferramentas para promover a comunicação entre os indivíduos responsáveis pelo atendimento a emergência.

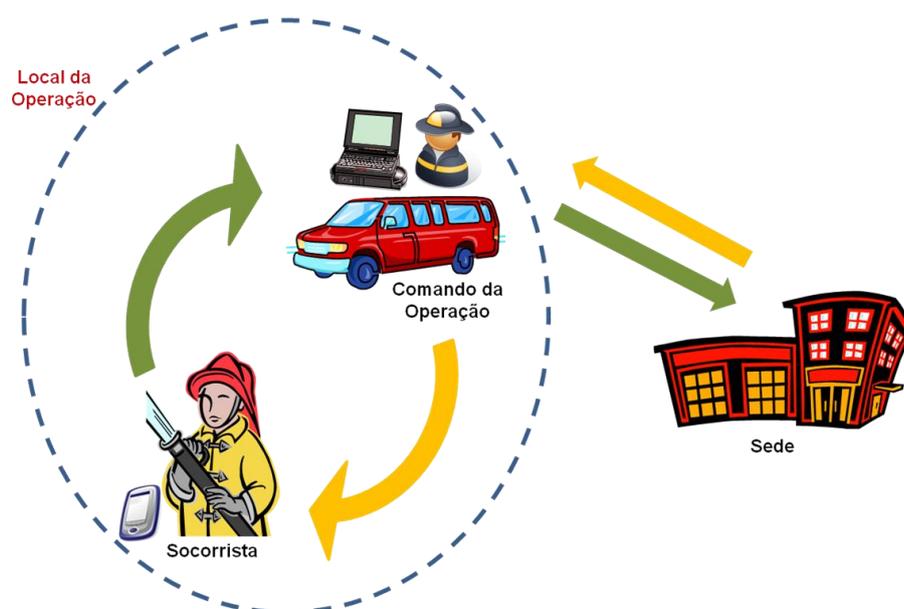
Esta seção apresenta uma visão das pesquisas na área de gestão de emergência, no sentido de apontar as soluções computacionais relacionadas com dispositivos móveis. É feita uma análise mostrando as vantagens e desvantagens de cada proposta e no fim da seção é apresentado um quadro comparativo entre os sistemas. Esse quadro comparativo contribuirá com os requisitos para desenvolver o *framework*.

Dentre os principais trabalhos de aplicações móveis atuais na área de emergência, com respeito a tecnologia de software e/ou hardware móvel, após uma revisão bibliográfica foram listados os seguintes:

- ▶ MIKoBOS - Um Sistema de Informação e Comunicação Móvel para Resposta a Emergência (Meissner et al., 2006)

MIKoBOS é um sistema de comunicação móvel para operações de emergência que permite a comunicação de dados dentro do local de emergência, bem como entre o local e a sede do comando, possibilitando uma troca de informações dinâmica durante as operações.

Conforme a Figura 11, neste sistema existe um veículo, chamado posto de comando, que se conecta a sede do comando e controle. Essa conexão ocorre de duas formas: via satélite para se comunicar com a sede; e usa WLAN para a cobertura local. Existem também dispositivos de PDA que ficam com o pessoal da operação e se comunicam somente com o veículo. Através do PDA é possível enviar informações, e relatórios sobre a situação podem ser criados no local e enviados diretamente ao sistema da sede. O foco do sistema é maior na infraestrutura de rede e não nos dispositivos e na comunicação entre os socorristas.



**Figura 11 - Fluxo de Informação do Sistema MIKoBOS (Meissner et al., 2006).**

- Um Sistema Móvel de Situação Percepcional no Apoio aos Bombeiros em Situações de Emergência (Luyten et al., 2006)

Este sistema foi desenvolvido para apoiar uma brigada de incêndio através de PDAs e *tablets* robustos no local de emergência. O sistema implementa uma rede dinâmica na área do desastre e transporta fluxos de mídia como dados, voz e vídeo com alta prioridade e dados de contexto com uma prioridade mais baixa. Entretanto, com a localização física dos bombeiros, haverá diferenças na intensidade do sinal.

O carro dos bombeiros contém um servidor que permite conectividade aos PDAs que ficam com os bombeiros que exploram a área do desastre. Uma vantagem é que o

sistema apoia a interação baseada em toque com luvas, não é necessário retirar a luva ou ter outro instrumento para interagir com a tela. Um Sistema de Informação Geográfica é usado para obter uma visão geral da equipe em tempo real. A comunicação é feita por voz sobre IP, o que pode gerar falhas na transmissão. O sistema ainda não foi testado efetivamente.

- ▶ A Experiência do Projeto WORKPAD – Melhoria da Resposta a desastres através de Gestão de Processos e Geo-Colaboração (Catarci et al., 2010)

Este sistema foca na colaboração entre as equipes de emergência. Nele os socorristas têm um PDA com um sistema de gestão de processos que integra dados a partir de vários servidores. A arquitetura é dividida em dois níveis. Um primeiro nível é implantado no local e um segundo nível envolve os servidores das diferentes organizações de emergência. No PDA há um Sistema de Gestão de Processos que gerencia a execução dos processos de gestão de emergência com suas aplicações de software e alguns serviços automáticos de acesso a fontes de dados e sensores externos. Há uma única fonte de dados virtuais que os dispositivos podem consultar, obtendo informações integradas de diversas fontes de dados. A rede no local da operação é implementada através de um jipe equipado com roteadores ligados a um pequeno gerador de energia.

- ▶ Uso Compartilhado de Tecnologia da Informação em Resposta a Emergência – Resultados de um Experimento de Campo (Landgren, 2005)

Este trabalho foca em casos de *sensemaking* no trabalho de resposta a emergências de bombeiros, ele atribui papéis aos indivíduos e, de acordo com eles, concede acessos diferenciados ao sistema. O protótipo construído chama-se Rescuelab e consiste em dois componentes principais: um mapa interativo da cidade e informações específicas relacionadas com a posição de objetos de risco. O protótipo é executado em um *tablet*.

O mapa interativo é basicamente um mapa de ruas com funcionalidades de *zoom* e *scroll*. Dependendo do nível de aproximação, camadas adicionais de informação contextual tornam-se visíveis como fotos de edifícios, hidrantes, etc. O Sistema utiliza pontos de referência para triangular as posições dos profissionais que utilizam o dispositivo tecnológico, fornecendo uma visão geral da equipe e do local da emergência.

- ▶ Ampliação de Apoio às Organizações de Resposta a Emergência (Oomes e Neef, 2005)

Este trabalho propõe uma organização de emergência *ad-hoc* que tenha a estrutura e o tamanho adequado em relação à natureza, dimensão e complexidade do incidente. Uma das principais características desta abordagem é o seu caráter distribuído. Cada departamento, centro ou unidade tem o mesmo sistema que representa e visualiza toda a organização de uma perspectiva local. Cada unidade é responsável por manter as informações organizacionais atualizadas.

A visualização do sistema é semelhante a um sistema de informações geográficas. O sistema consiste em um banco de dados em que a estrutura organizacional é armazenada, uma unidade central que processa e analisa as informações organizacionais, uma camada de interação que visualiza o organograma e permite ao operador fazer mudanças e uma unidade de comunicação que lhe permite trocar mensagens com outros agentes.

A principal vantagem desse método é que não existe um ponto único de falha. Se algo acontece ao centro de crise, as informações ainda estão disponíveis em vários agentes.

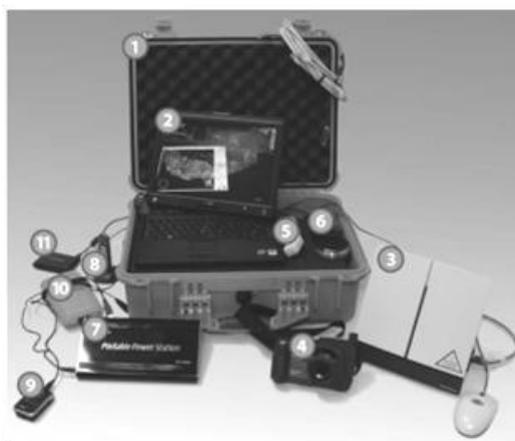
- ▶ DMT – Uma Ferramenta de Gestão Integrada para Desastres (Angermann et al., 2009)

DMT (*Disaster Management Tool*) significa Ferramenta de Gestão de Desastres. Este sistema possui serviços como comunicação via satélite, exibição de mapas e fotografias georeferenciadas.

O *hardware* é uma maleta de plástico robusta chamada *Mapcase* que possibilita aos usuários no campo enviar e acessar informações sobre suas áreas de interesse, permitindo um conhecimento rápido e abrangente da situação. Mapas, pontos de interesse, relatório de avaliação, informações geoespaciais como posições da equipe e imagens são exemplos de informações distribuídas.

Existem três tipos de *Mapcase* para casos de utilização diferentes: SAM (*Stationary Advanced Mapcase*), MoM (*Mobile Mapcase*) uma maleta e PAM (*Personal Assistant Mapcase*) que é um PDA portátil. Eles diferem, principalmente, em dimensão e pela quantidade de equipamentos que vem junto.

O MoM inclui os seguintes componentes (Figura 12): 1) uma caixa robusta de plástico; 2) um notebook semi-resistente que possui a função de *touchscreen*; 3) um terminal para comunicação via satélite; 4) uma câmera digital; 5) um módulo de bússola para alinhar o terminal e orientar o mapa; 6) um mouse; 7) uma bateria extra; 8) uma antena WLAN; 9) um módulo GPS para o posicionamento; 10) um disco rígido externo; 11) e um leitor de cartão para importação, exportação e armazenamento de dados.



**Figura 12 - Mobile Mapcase – MoM. (Angermann et al., 2009).**

► **Gestão de Crises Usando Redes Sem Fio *Ad-hoc* (Tatomir e Rothkrantz, 2005)**

Este trabalho descreve um sistema de desastres onde cada indivíduo está equipado com um PDA e pode se comunicar com outros PDAs próximos a ele. Juntos eles formam uma rede *ad-hoc*. Os usuários podem inserir suas próprias observações no dispositivo, como a situação das vítimas ou a descrição da situação atual no local, a fim de chegar a uma visão compartilhada da situação global atual.

As informações são escritas em uma linguagem especial de ícones, conforme mostra a Figura 13. A forma proposta de comunicação é em uma lousa comum onde é possível fazer desenhos livres e adicionar os ícones. Os ícones representam um conceito,

ou seja, fumaça, fogo, explosão, carros e pessoas. Para isto, foi desenvolvida uma gramática e uma sintaxe especial. São 108 ícones agrupados em 14 categorias de acordo com o seu significado.



**Figura 13 - Interface com categorias e subcategorias em ícones do Icon-map (Tatomir e Rothkrantz, 2005).**

A rede é inconstante e os dados distribuídos ao longo dos nós podem não ser capazes de chegar aos nós mais distantes. Um desafio é descobrir como armazenar e recuperar informações em redes *ad-hoc* distribuídas e fracamente ligadas como esta. A rede deve ter um mecanismo de recuperação, pois não é possível copiar a informação para todos os nós se algum nó estiver desligado.

► Questões no Desenvolvimento de uma Plataforma de Comunicação Móvel para a Polícia e a Guarda de Segurança Sueca (Andersson e Hedman, 2006)

Este trabalho apresenta as experiências de aprendizagem a partir do desenvolvimento de um sistema de comunicação chamado OVC (*Ordnings Vakts Centralen*) que foi concebido para apoiar a tarefa administrativa de monitoramento da guarda de segurança sueca, uma tarefa obrigatória da polícia deste país. A solução apresentada é um sistema que media a comunicação a partir de uma interface web para um telefone móvel e vice-versa.

A solução apresentada tem problemas de interoperabilidade entre telefones móveis, principalmente, no envio de mensagens de texto e imagem. Há problemas também com a interconexão de telefones móveis, com isso fica limitado o número de aparelhos que se comunicam. Também não há proteção contra perda de dados e invasões.

## 4.2 Quadro comparativo

Uma estratégia proposta por Landin e Niklasson (1995) é listar separadamente os requisitos de cada aplicação, identificar os requisitos gerais e colocá-los na lista de requisitos do *framework*. Seguindo essa estratégia, após revisão e análise dos trabalhos apresentados é possível perceber o foco de cada abordagem, a forma como o problema é tratado e o tipo de solução apresentada. Através dos Quadros 1 e 2 é possível ter uma visão geral destes trabalhos e compará-los conforme mostrado na primeira coluna deste quadro.

Os sistemas soluções desses trabalhos tiveram suas funcionalidades categorizadas da seguinte forma: aplicações, comunicação, dispositivos, tipos de rede e infraestrutura. Dentro do domínio aplicações ainda há a divisão em: informação, serviços de comunicação, mapas, organizacionais, sensores e outras, conforme a Figura 14.

A categoria infraestrutura se refere a que base é usada no local para prover os serviços utilizados pelos dispositivos móveis. A única infraestrutura encontrada foram veículos que suprem esses dispositivos com algum tipo de rede sem fio, geralmente, WLAN.

A categoria aplicações é a maior delas e corresponde aos tipos programas que esses sistemas possuem, por exemplo, aplicativos que tratam de alguma espécie de informação como dados dinâmicos e bancos de dados. Dentro dessa categoria há as subcategorias:



	(Meissner et al., 2006) MIKOBos	(Luyten et al., 2006) GeoBIPS	(Catarci et al., 2010) WORKPAD	(Landgren, 2005) RescueIab	(Oomes e Neef, 2005) ICS	(Angermann et al., 2009) DMT	Tatomir e Rothkrantz, 2005) Icon-map	(Andersson e Hedman, 2006) OVC
<b>Comunicação</b>								
Operação - Operação	x	x	x	x			x	
Operação - CC			x			x		
Operação - Posto de Comando	x	x						x
Posto de Comando - CC	x				x			
<b>Dispositivos para comunicação</b>								
PDA	x	x	x				x	x
Voz	x	x	x		x		x	
Notebook	x		x			x		
Telefone celular								
Rádio								
Tablet		x		x				
<b>Tipos de Rede</b>								
Satélite	x				x	x		
WLAN	x	x				x		
WAN: GSM/GPRS...	x		x			x	x	x
Rádio	x			x				
Mesh		x	x					
Bluetooth		x						
Ad-hoc						x	x	
<b>Infra-estrutura</b>								
Veículo fixado no local fornece conectividade	x	x	x					

a) informação, classificada de acordo como as informações são tratadas. Dinâmicas, se movimentam entre dispositivos, por exemplo, ou estáticas, ficam armazenadas somente em um local. Elas podem ser classificadas pela direção de envio, do local da operação para o comando e controle e vice-versa. Dinâmica sobre a situação representa se as informações sobre a ocorrência são enviadas e recebidas em tempo real. Ambiental significa que o sistema contém informações ambientais, sobre o clima, por exemplo. Mecanismo de filtragem e distribuição de informação denota se a ferramenta trata de alguma forma as informações trafegadas. Informações georeferenciadas são formas de informação geográfica como mapas e imagens. Banco de dados representa os sistemas que tem algum tipo de base para armazenar os dados;

b) serviços de comunicação, significa os tipos de comunicação, além da voz, que cada sistema utiliza, tais como envio e recebimento de vídeo, mensagens de texto e imagem, transferência *upstream* de dados para a sede e *streaming* de vídeo;

c) mapas, denota os tipos de mapas que cada ferramenta utiliza, tais como mapas digitais, mapas digitais com função de *zoom* e *scroll*, plantas digitais, localização geográfica e navegação GPS;

d) organizacionais, informações institucionais das organizações de emergência, tais como planos de operação do comando e controle e gestão dos recursos da organização;

e) outras, são aplicações que não se encaixam nas subcategorias anteriores, tais como simulação de situações perigosas, interface adequada a um perfil de usuário, conectividade segura e contínua, alternância entre tipos de rede, interface sensível a contexto, integração entre sistemas, integração de informações de várias fontes, editor de texto, sistema distribuído sem um único ponto de falha, bússola, visão global da situação da ocorrência, relatório da situação pode ser criado no local e desenho a mão livre na tela.

A categoria comunicação se refere à ligação que existe entre a operação, que é o local de atendimento, o posto de comando, que é o veículo que fornece conectividade de rede no local da operação, e o comando e controle, que é a sede do comando da organização de emergência. A categoria dispositivos representa os tipos de instrumentos utilizados na comunicação, tais como PDA, voz, *notebook*, telefone celular, rádio e *tablet*.

A categoria tipos de rede denota as redes usadas por esses instrumentos, tais como satélite, WLAN, WAN, rádio, *Mesh*, *Bluetooth* e *ad-hoc*.



Figura 14 - Categorização dos sistemas computacionais listados (Araujo e Borges, 2012).

### 4.3 Entrevistas

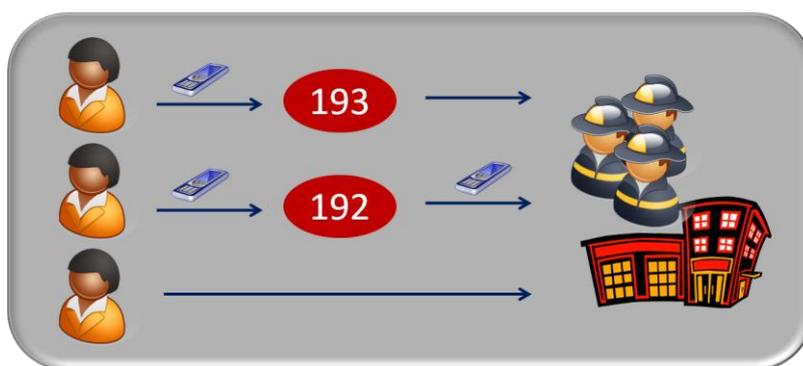
Outro meio de informação para levantamento de requisitos são as entrevistas. A cooperação de especialistas na área de emergência, principalmente daqueles que trabalham efetivamente nas operações de socorro, pode levar ao melhor entendimento e maior confiabilidade deste trabalho.

Foram entrevistados especialistas de diferentes organizações de emergência como: Corpo de Bombeiro, Polícia Militar e Defesa Civil. Ao todo as entrevistas somam quase vinte horas de conversação, com dezessete participantes de diferentes patentes, oficiais e praças, e cargos.

Antes de iniciar as entrevistas foi feita uma apresentação geral sobre a dissertação, verbalmente e por escrito. O objetivo foi entender como funciona o ambiente de operação de socorro, o atendimento as chamadas e coletar problemas de comunicação entre os socorrista durante o atendimento a uma emergência.

As chamadas acontecem, em sua maioria, pelo telefone, através do número da organização ou por avisos de pessoas que chegam até as unidades. Por exemplo, uma chamada aos bombeiros funciona da seguinte maneira, conforme indica a Figura 15:

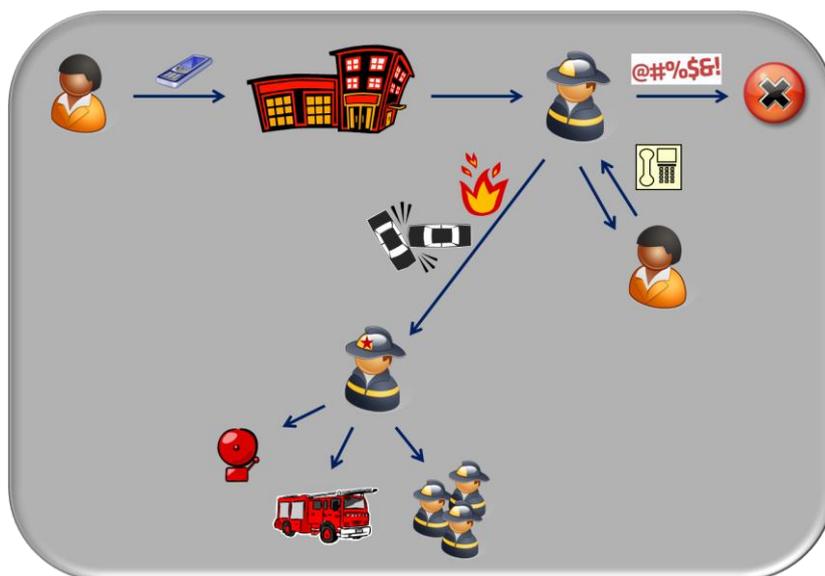
- O indivíduo pode ligar para o número dos bombeiros, 193, e a ligação cai diretamente no quartel mais próximo.
- Ou ele pode ligar para o número do SAMU, 192, e este redireciona a ligação para a central do 193, caindo assim no quartel de bombeiros mais próximo.
- Ou ainda pessoas que viram ou sofreram algum tipo de incidente podem ir diretamente ao quartel para avisar e relatar o fato.



**Figura 15 - Chamada para o Corpo de Bombeiros**

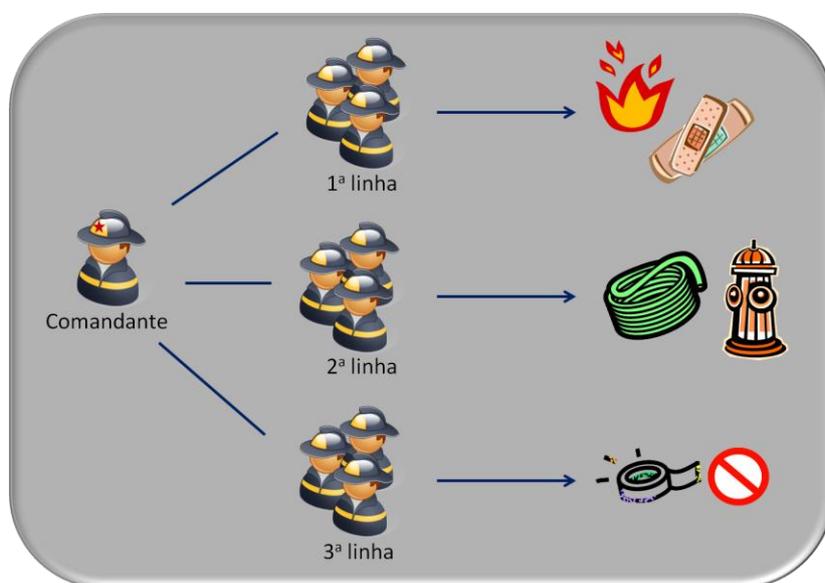
O atendimento a uma chamada aos bombeiros ocorre da seguinte maneira, conforme mostra a Figura 16:

- a chamada cai no quartel mais próximo a localização do indivíduo, e um praça (patente de não-oficial do bombeiro, equivalente a nível médio) atende a ligação e tenta verificar a priori se é trote. Caso positivo a ligação é encerrada. Caso negativo, a chamada prossegue.
- Caso negativo, se a chamada não for sobre incêndio ou colisão, o atendente pede um número de telefone para retornar a ligação. Verificando que é trote, a ligação é encerrada. Caso não seja, a chamada prossegue.
- Caso seja incêndio ou colisão, não é pedido o número para verificação, a chama é atendida prontamente. O atendente passa as informações para o oficial do dia (equivalente a nível superior) e este manda soar a sirene e destaca os veículos e as equipes de acordo com o incidente.



**Figura 16 - Atendimento a um chamado ao Corpo de Bombeiros.**

No campo de operação as equipes se dividem em primeira, segunda e terceira linha, além do comandante a frente das equipes, conforme a Figura 17. A equipe de primeira linha faz o combate direto ao incidente, apagando fogo e socorrendo vítimas. A equipe de segunda linha faz o combate intermediário como desenrolar a mangueira de água e abrir os hidrantes. E a equipe de terceira linha faz a sinalização e organização do local, como colocar placas, fazer o isolamento da área e afastar o público.



**Figura 17 - Divisão das Equipes no Campo de Operação.**

## 4.4 Requisitos

A partir da análise das propostas e soluções computacionais tratadas nesse trabalho e das entrevistas feitas aos especialistas na área de emergência, é possível destacar alguns requisitos necessários ao sistema. Um requisito pode ser definido como algo que uma aplicação deve fazer por seus usuários ou uma restrição que deve ser implementada em um sistema.

Os requisitos de um sistema podem ser definidos em diferentes níveis de descrição. Sommerville (2003) classifica os requisitos em dois níveis: de usuário e de sistema. Os requisitos de sistema descrevem detalhadamente as funções e as restrições do sistema. Já os requisitos de usuário são requisitos abstratos de alto nível sobre as funções que o sistema deve fornecer e as restrições sob as quais deve operar. Um requisito de usuário pode ser expandido em diversos requisitos de sistema.

Os requisitos de sistema são classificados em não-funcionais, que descrevem as características que o sistema deve ter, e requisitos funcionais, que descrevem as funcionalidades e serviços necessários ao sistema.

### **Requisitos Não-Funcionais com relação aos dispositivos móveis**

**Resistência** – o dispositivo deve ser resistente a altas e baixas temperaturas, bem como a queda e a água. Esta é uma característica importante a se considerar, a resistência à queda e às condições ambientais, como calor, frio, vento e umidade, além disso, dispositivos soltos ou de pequeno tamanho podem se perder. É preciso lembrar que a prioridade maior de alguns dos usuários é a sua própria segurança e a das pessoas em perigo. Eles não têm que se preocupar em proteger dispositivos de hardware.

**Portabilidade** – É fundamental que os usuários do dispositivo móvel tenham liberdade para se movimentar, já que este é um trabalho altamente dinâmico. O ideal é que estes dispositivos estejam tão integrados ao seu trabalho que se tornem praticamente imperceptíveis.

**Conectividade** – é necessário que o dispositivo tenha a capacidade de se comunicar com outros dispositivos, já que o objetivo é justamente melhorar a gestão do

conhecimento compartilhado entre os usuários. Às vezes, esta comunicação precisa se realizar sem a presença de fios para não atrapalhar a portabilidade.

**Entrada e saída de dados** - O meio que se utiliza para entrar com dados precisa ser simples e rápido, já que não há tempo hábil para realizar esta tarefa se ela for complexa. Em relação a saída de dados, o meio de visualização precisa tornar fácil a leitura do conhecimento armazenado, para que nenhum usuário demore a perceber algo novo, ou até mesmo não perceba, por deficiência do dispositivo. Neste caso, mais do que o grau de necessidade, é preciso identificar as possíveis formas de interação que este perfil usuário pode dispor. Alguns exemplos são: voz, gestos, *touch screen*, câmera fotográfica ou filmadora, tela, teclado, etc.

### **Requisitos Não funcionais com relação as aplicações**

**Confiabilidade** – funcionalidades básicas precisam trabalhar mesmo que algumas partes do sistema falhem devido a condições imprevisíveis ou degradação por muito calor ou água, por exemplo.

**Usabilidade** - o usuário trabalha em uma situação de alto estresse, sob pressão, em um ambiente desgastante e não tem familiaridade com tecnologia. O objetivo deve ser oferecer uma forma simples e fácil de usar o software, reduzindo qualquer esforço de aprendizado, tanto quanto possível. Todo o sistema deve ser intuitivamente utilizável pelo usuário, não o retardando (e nem acelerando) ou distraíndo-o demais.

**Sincronização** - o sistema precisa sincronizar as informações entre os seus dispositivos e a sede para manter as informações atualizadas.

**Autonomia** – a infraestrutura do local é imprevisível. Assim, o sistema deve ser capaz de trabalhar de forma autônoma, todas as funcionalidades principais devem ser realizadas sem uma conexão de rede com componentes centralizados. Além disso, a energia elétrica pode estar indisponível, pelo menos por algum tempo.

**Integridade** – as tomadas de decisão dependem da integridade dos dados fornecidos. Portanto, o sistema deve representar a confiabilidade da fonte e a credibilidade da informação.

**Interoperabilidade** – o sistema deve ser aberto para troca de informações com outros sistemas. Assim como as informações devem ser exportáveis em um padrão que possa ser utilizado por outros sistemas.

**Interface** - Os usuários não são necessariamente especialistas em usar equipamentos, eles podem usá-lo apenas uma vez por ano, por exemplo, por isso é ainda mais importante seguir a abordagem mínima de configuração e oferecer uma interface intuitiva e amigável.

**Segurança** – É necessário que os dados sejam protegidos durante e depois do uso do sistema, seja dentro do local da operação ou em transferências entre o comando e controle e o posto de comando.

**Acessibilidade** – A aplicação deve ser amigável, pois os usuários finais não têm experiência com tecnologia, a fim de maximizar a chance da aplicação ser aceita. É necessário também ter um design ergonômico adaptado às necessidades dos utilizadores.

**Disponibilidade** – Os dados devem estar disponíveis a todos, em todos os lugares e a qualquer momento. Se os dados estão disponíveis somente de vez em quando, os usuários não irão adotar a nova aplicação.

**Capacidade de Evolução** – Tecnologia, tanto hardware como software, evoluem rapidamente. Aplicações devem ser capazes de acompanhar esta evolução.

### **Requisitos Funcionais**

**Gerenciamento de Dados** - o sistema deve ter informações necessárias claras e disponíveis a qualquer instante, como mapas dos hidrantes, agenda eletrônica com números de telefones úteis, mapas de localização e etc.

**Tamanho de Tela** – de acordo com os entrevistados, o dispositivo deve ter uma tela compatível com os requisitos da interface do sistema.

**Internet** – o sistema precisa ter acesso a *web* para pesquisa e atualização de informações necessárias, como informações de trânsito, por exemplo.

**Multimídia** – o dispositivo deve ter câmera fotográfica e de vídeo para captura, por exemplo, fotos das vítimas podem ser enviadas para o médico no hospital ou vídeos do incidente ser enviado para o comando e controle.

**Frequência Exclusiva** – em locais com grande concentração de público é comum o desvio e perda de frequência em dispositivos que se comunicam por ondas de rádio.

**Sensores** – são dispositivos que respondem a estímulos físicos/químicos de maneira específica e mensurável. Exemplo: sensores de umidade, temperatura, precipitação, pressão arterial, batimento cardíaco, etc.

**Editor de Texto e Imagem** – aplicativos de edição de arquivos, ficheiros e desenho livre na tela podem ajudar na captura, disseminação e visualização da informação.

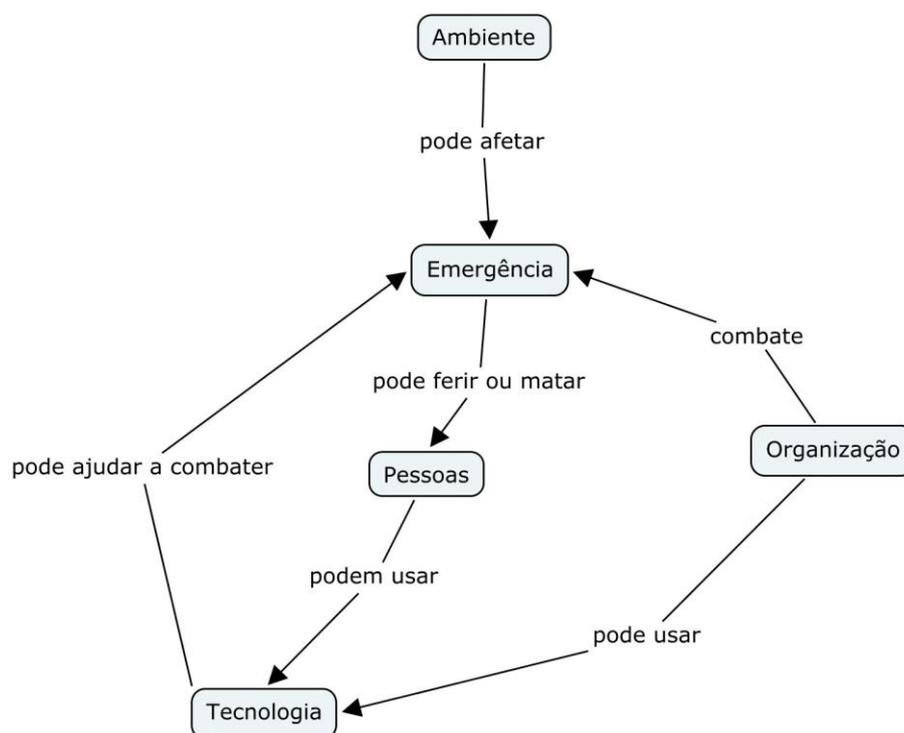
**Instrumentos de Navegação** - estes instrumentos são úteis na orientação geográfica das equipes. Exemplo: GPS e bússola

Os requisitos funcionais descritos aqui estão generalizados, pois para uma definição de requisitos de sistema é necessário determinar domínio e aplicação específicos do software a ser desenvolvido.

## 5. O Framework

Um dos desafios na especificação de um sistema para auxiliar a gestão de emergência é compreender o que compõe este domínio e estruturá-lo. Por um lado, a maioria dos analistas de sistemas não conhece este domínio. Por outro lado, os especialistas em emergências, embora profundos conhecedores, quase sempre mantiveram este conhecimento no nível tácito, ou seja, em um nível praticamente desestruturado.

O propósito do *framework* é orientar os desenvolvedores de software, para dispositivos móveis na área de resposta a emergência, na construção e concepção de sistemas robustos que sejam realmente úteis e ajudem os profissionais no seu objetivo de salvar vidas, desde o menor incidente até a maior catástrofe. Um *framework* integrado é definido para permitir uma abordagem organizada e apropriada para desenvolver aplicações para situações de emergência.



**Figura 18 – Representação das classes envolvidas em uma resposta a emergência com uso de tecnologia móvel e seus relacionamentos.**

Depois de entrevistar especialistas na área, fazer uma revisão da literatura e analisar o estado da arte da tecnologia atualmente utilizada é possível destacar as classes fundamentais para um sistema de informação de resposta de emergência. O domínio de

reposta a emergência pode ser classificado com base em critérios diferentes, mas neste trabalho foi criada uma representação com o objetivo de estruturar este domínio incluindo a tecnologia móvel através de cinco classes, conforme mostra a Figura 18, e suas subclasses representadas em mapas conceituais. Essa figura mostra também os relacionamentos entre as classes Ambiente, Emergência, Pessoas, Tecnologia e Organização. Os relacionamentos são:

- o ambiente pode afetar a emergência;
- a emergência pode ferir ou matar pessoas;
- organização combate a emergência;
- a tecnologia pode ajudar a combater a emergência;
- organização e pessoas podem usar tecnologia para ajudar a combater a emergência;

Para descrever o framework foram utilizados mapas conceituais, devido a simplicidade e a facilidade de compreensão dessa notação. Novak (1990), descreve a teoria e o desenvolvimento de mapas conceituais como uma ferramenta útil para a educação científica. Neste trabalho, todos os mapas conceituais foram elaborados com a ferramenta CmapTools (IHMC, 2012).

## 5.1 Ambiente

Este é um enfoque importante, pois são diversos os ambientes em que podem ocorrer incidentes, a forma como a resposta a emergência irá acontecer depende do lugar onde ocorreu o impacto. Neste trabalho, conforme a Figura 19, ambiente está relacionado a:

- Local - se refere aos diversos tipos de ambientes físicos onde podem ocorrer emergências. Alguns exemplos de locais são: florestas, cidades, campo, indústria, etc.
- Condições climáticas – compreende os diversos elementos meteorológicos da dinâmica da natureza. Fenômenos como tempestades e furacões podem causar muitos desastres naturais, e em menor escala variações no clima podem influir no

tratamento a uma emergência. Alguns exemplos desses elementos são: temperatura, velocidade do vento, precipitação, pressão do ar, umidade, etc.

- Área de atuação das equipes: os socorristas dividem o local da emergência em área atingida pelo desastre, área que deve ser isolada ao redor da área atingida, área de risco em potencial que pode gerar algum tipo de dano a pessoas ou propriedades, e área de trabalho que pode ser a soma de algumas das áreas já citadas.

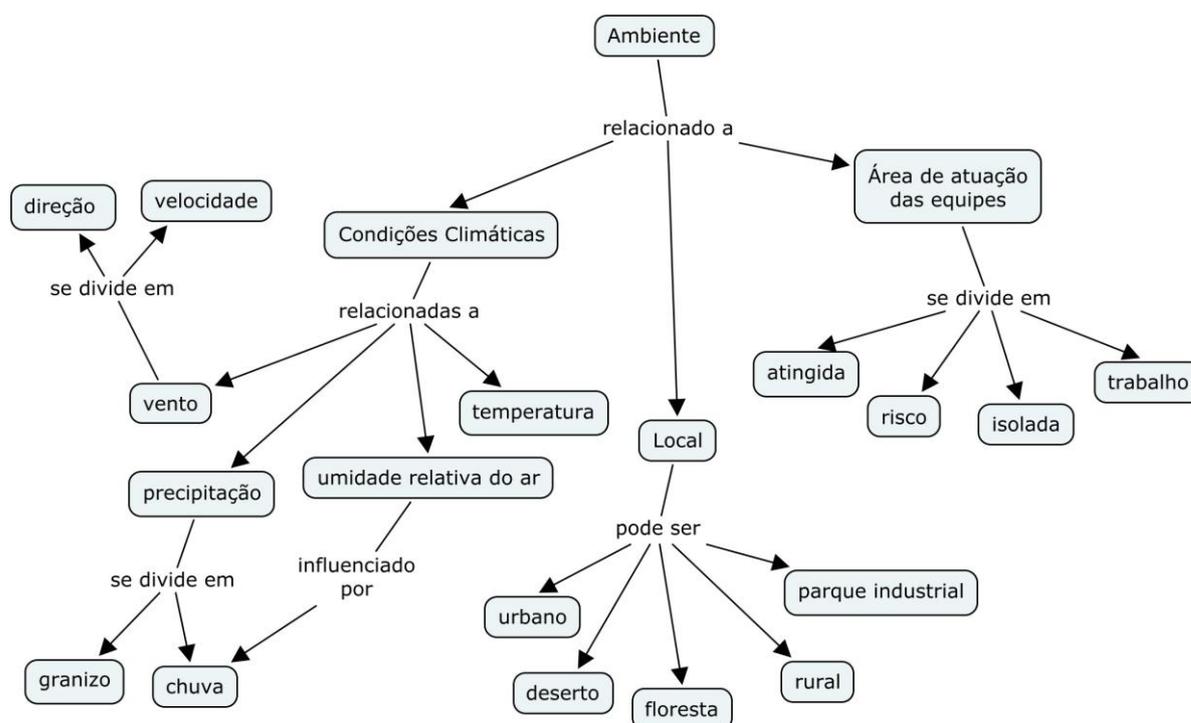


Figura 19 - Representação da classe Ambiente

## 5.2 Emergência

Neste trabalho, conforme a Figura 20, emergência está relacionado a:

- Tipo: existem vários tipos de emergência - incêndios, colisões, deslizamentos, acidentes de trânsito, etc. - e cada tipo diferente de emergência requer ações distintas. O desastre terá grande influência sobre o tipo de sistema e ferramentas que precisam ser usadas durante a operação de emergência. Por exemplo, um desabamento de um prédio exige sistemas de localização, sensores de calor para incêndio e plantas da estrutura do edifício, em contrapartida um acidente

radiológico demanda um medidor de substâncias radioativas. Evidentemente, existem recursos que são necessários para uma série de eventos, como extintor de incêndio e alicate para grandes cortes.

- **Causa:** os desastres podem ser iniciados por ações, intencionais ou não, de pessoas, ou por causas naturais. As organizações de resposta a emergência tratam uma série de desastres naturais e não-naturais. O relatório do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (*National Research Council, 2002*) identifica nove áreas de ameaça a catástrofes provocadas pelo homem: 1) ameaças nucleares e radiológicas, 2) sistemas de saúde humana e agrícola, 3) produtos químicos tóxicos e materiais explosivos, 4) tecnologia da informação, 5) sistemas de energia, 6) sistemas de transporte, 7) cidades e infraestruturas fixas, 8) a resposta das pessoas ao terrorismo, e 9) sistemas complexos e interdependentes.
- **Característica:** cada emergência possui características próprias, independente do tipo. Um incêndio pode ter características parecidas com outro, mas também pode ser bem diferente.
- **Escala:** existem incidentes de diversas escalas, é preciso classificar os incidentes em escalas de proporção.

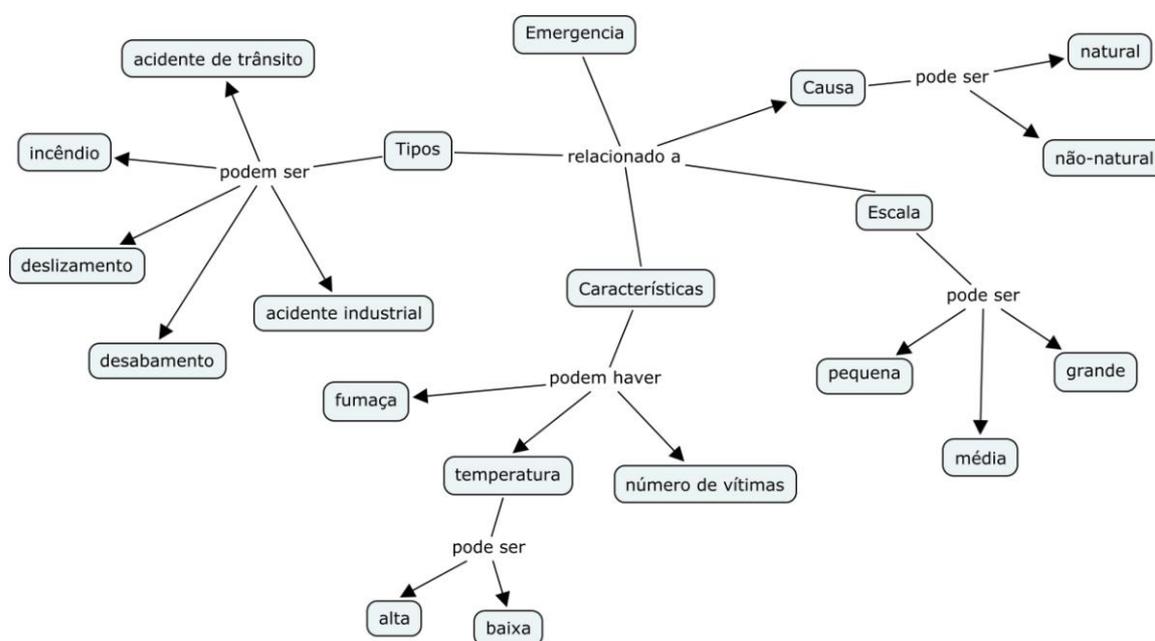


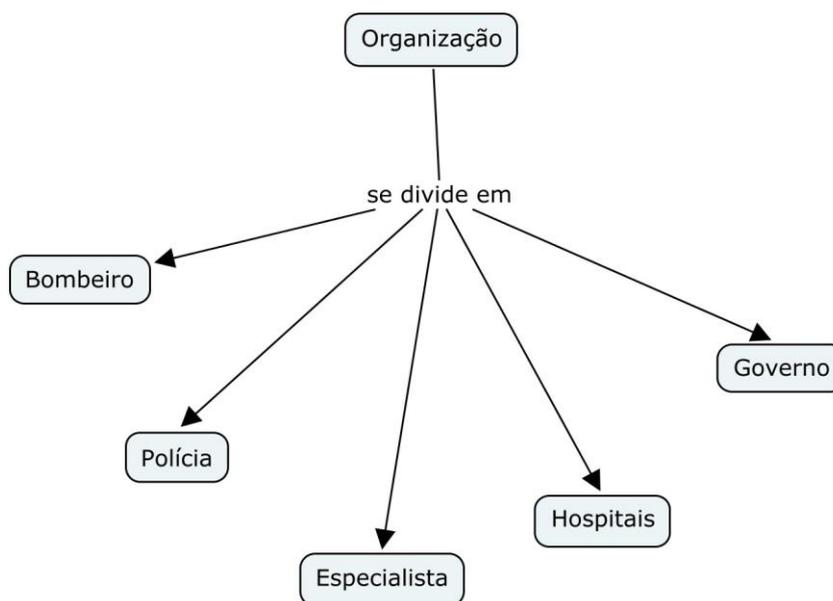
Figura 20 - Representação da classe Emergência.

### 5.3 Organização

As organizações são as equipes e as instituições que compõem o trabalho de resposta a emergência, conforme mostra a Figura 21 - bombeiro, polícia, governo, hospitais, defesa civil e especialistas - estruturam, organizam e coordenam os elementos de apoio essenciais a forma como reagir a uma resposta a emergência. Os bombeiros se concentram e combate a incêndios, evacuação de civis, atividades de busca e salvamento e avaliação da área afetada. Policiais são, principalmente, encarregados de isolar a área do desastre, apoiando o processo de evacuação e proteção dos civis. O pessoal médico presta os primeiros socorros e transporte de vítimas para os hospitais. Os oficiais do governo são, geralmente, encarregados de tomar as decisões macro e coordenar as atividades das organizações participantes da emergência. O papel dos especialistas é o de apoiar os gestores na tomada de decisão, por exemplo, eles analisam as possíveis consequências de uma decisão e dão conselhos para tornar o processo de resposta mais eficaz e seguro (Ochoa et al., 2007).

O interesse de todas as organizações é minimizar o impacto dos eventos sobre as entidades de interesse, em primeiro lugar, os civis. O impacto do desastre também precisa ser contido nos recursos, principalmente, em infraestruturas.

Os profissionais de emergência também são importantes e devem ter suas vidas preservadas durante a ação de resposta, pois estes podem até ser mais afetados que os indivíduos civis em certos casos. Por exemplo, bombeiros sofrem lesões enquanto combatem incêndios, alguns vêm a óbito.



**Figura 21 - Representação da classe Organização.**

## 5.4 Pessoas

Os seres humanos são a parte mais importante em uma emergência. Neste trabalho, conforme a Figura 22, pessoas está relacionado a:

- Socorristas: profissionais que trabalham no campo de operação para combater o impacto. A respeito dos socorristas é preciso saber a localização dos indivíduos da equipe, a quantidade de profissionais que trabalham no local da operação de socorro, as suas habilidades e se, a organização é militar, as suas patentes.
- Vítimas: pessoas que sofrem os resultados do impacto da emergência e precisam ter sua integridade física sempre preservada. Acerca da vítima é preciso saber sua identificação como nome, endereço e outros dados relevantes e o tipo de lesão sofrida para o tratamento correto da vítima tanto no local de socorro quanto nos demais locais em que ela for atendida.

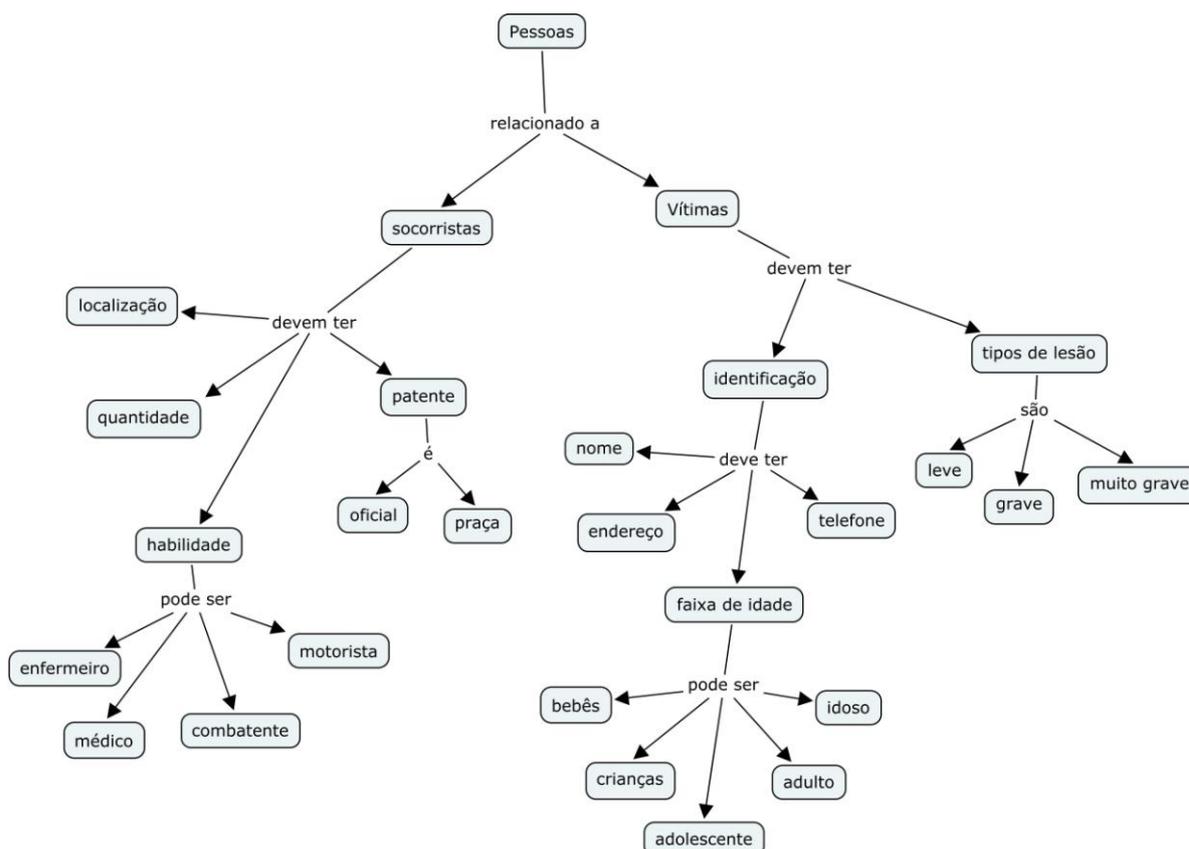


Figura 22 - Representação da classe Pessoas.

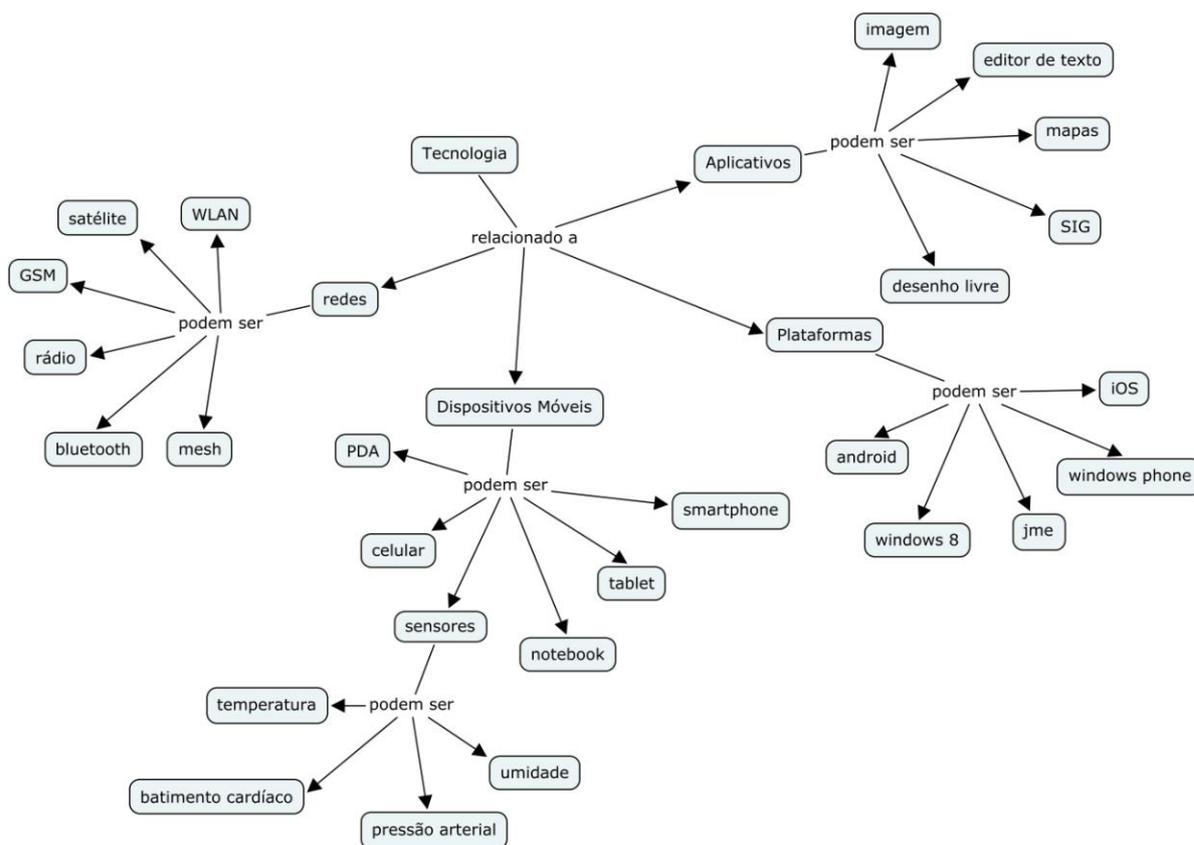
## 5.5 Tecnologia

As ferramentas tecnológicas devem permitir a compreensão da exposição ao risco para os profissionais de resposta. É necessário também planejar e testar artefatos que minimizem a exposição destes ao risco, permitindo-lhes conter e diminuir o impacto do evento. Os artefatos e as aplicações contidas neles serão diferentes com base na aplicação para que forem concebidos. Um dispositivo com um aplicativo projetado para emergência em zonas rurais terá recursos um pouco diferentes para emergências em zonas urbanas, por exemplo. Neste trabalho, conforme a Figura 23, Tecnologia está relacionado a:

- Rede: em ambientes urbanos, muitas vezes, é possível usar a infraestrutura já instalada no local, porém em ambientes rurais ou urbanos muito afetados, como deslizamentos, é necessários montar certa estrutura de rede para utilizar um dispositivo móvel. Especialmente em rede, robustez à prova de falhas e o mínimo de configuração são objetivos importantes. A gestão da rede tem de ser organizado pelo sistema, novamente isolando o usuário de esforço de configuração,

embora isso nem sempre seja possível. Às vezes uma interação do usuário é necessária se, por exemplo, uma antena tem de ser apontada ou uma senha de acesso WLAN tem de ser inscrita (Angermann et al., 2009). Existem diversos tipos de rede – WLAN, rádio, satélite, GSM, *Mesh*, etc. – e para cada tipo de organização e emergência, haverá a necessidade de implantação de uma dessas redes.

- **Dispositivos Móveis:** é necessário pesquisar o melhor dispositivo considerando o ambiente que o usuário está inserido, o manuseio (no carro, na mão do usuário, preso a roupa), a temperatura e demais facetas. Dispositivos eletrônicos devem ser robustos contra os choques de transporte e manuseio. Eles têm diversos tamanhos e modelos: PDA, celular, *notebook*, *tablet*, sensores, etc.
- **Aplicativos:** são programas que tem por objetivo ajudar os seus usuários a desempenhar tarefas específicas. Os socorristas necessitam ter aplicativos no dispositivo móvel para apoiar na comunicação e no seu trabalho de salvamento. Por exemplo, informações geográficas. As organizações de socorro têm inúmeros requisitos de informação geográfica, dependendo dos setores envolvidos. Mapas, fotografias georeferenciadas, informação quantificada como a extensão de uma inundação, localização e condições de infraestruturas danificadas são exemplos desse tipo de informação. Georeferenciamento de informação é considerado vital para as operações, estando presente na maioria dos sistemas propostos nessa área.



**Figura 23 - Representação da classe Tecnologia.**

As classes discutidas anteriormente e integradas de forma a prover uma visão conjunta das representações exibidas, estão ilustrados na Figura 24. Esta figura corresponde a junção das Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23. Este capítulo especificou os conceitos que compõe uma resposta a emergência envolvendo dispositivos móveis.

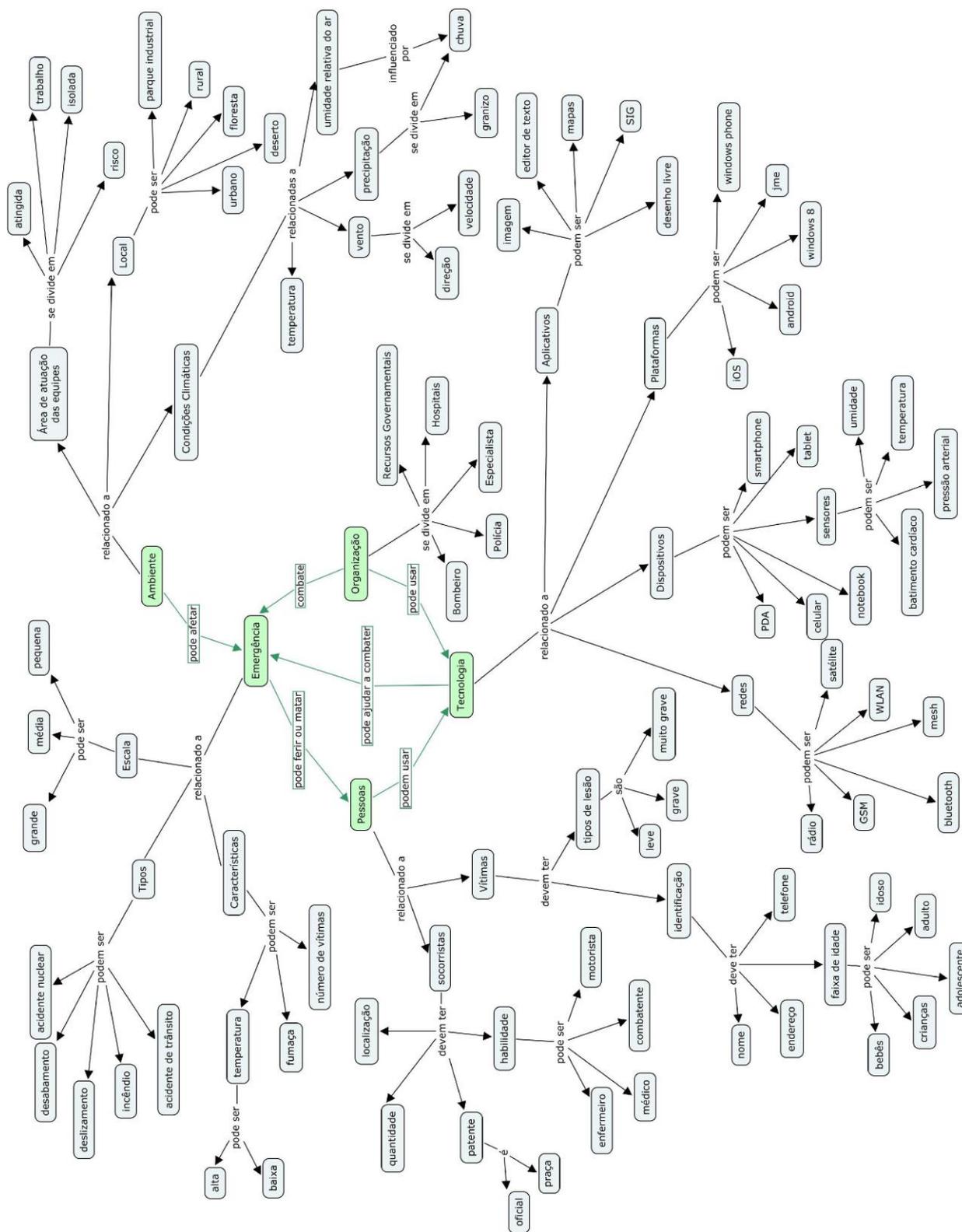


Figura 24 - Representação Integrada das Classes.

## 6. Método de utilização do *Framework*

No capítulo anterior foi apresentado um *framework* que agrupa classes a serem tratadas na especificação de sistemas resposta a emergência com uso de dispositivos móveis. De posse desse *framework*, é preciso agora orientar o analista a utilizá-lo de modo a projetar o sistema. Neste capítulo é proposto um método para esta tarefa.

### 6.1 Considerações Iniciais

#### 6.1.1 Requisitos de Software

De acordo com Dorfmann e Thayer (2000) um requisito é uma característica do software necessária para o usuário solucionar um problema de forma a atingir um objetivo. Uma característica de software que deve ser realizada ou implementada por um sistema ou componente de sistema para satisfazer um contrato, padrão, especificação ou outra documentação formalmente imposta. Siddiqi (1996) define requisitos como uma declaração completa do que o software irá fazer sem referir-se a como fazê-lo. Kruchten (2000) define um requisito como uma condição ou capacidade que um software deve realizar. Estas definições caracterizam os requisitos como forma de expressar as características necessárias e restrições impostas a um software, para que ele satisfaça as expectativas existentes.

O objetivo da definição de requisitos é especificar o que o sistema deverá fazer e determinar os critérios de validação que serão utilizados para que se possa avaliar se o sistema cumpre o que foi definido. Pressman (2001) destaca que não existe uma forma incontestável de assegurar que a especificação de um sistema está propriamente de acordo com as necessidades do cliente, e que satisfaz suas necessidades. Este é um desafio complexo enfrentado pelos engenheiros de software, e o melhor modo de encará-lo é através de um processo consistente de engenharia de requisitos.

A engenharia de requisitos possui uma diversidade de termos que recebem diferentes definições dependendo dos autores e do momento em que foram escritos. Existem críticas à utilização do termo engenharia de requisitos, pois alguns autores não consideram esta uma verdadeira “engenharia”. Em 1995, Pressman (1995) utilizava o termo análise de requisitos, para referir-se ao processo como um todo.

Atualmente Pressman (2001), adotou o termo engenharia de requisitos, considerando a análise de requisitos como uma de suas etapas. Para ele, a engenharia de requisitos fornece os mecanismos apropriados para entender o que o cliente quer, analisar necessidades, analisar o que é possível ser feito, negociar uma solução razoável, especificar uma solução não ambígua, validar a especificação e gerenciar os requisitos conforme eles se transformam em um software operante. Esse processo é dividido em cinco principais etapas: o reconhecimento do problema, a interpretação das necessidades que demandam o sistema, a modelagem, a especificação e a validação dos requisitos que atendem essas necessidades.

Conforme já visto, os requisitos de *software* são classificados em funcionais e não funcionais. Os requisitos não funcionais são requisitos que declaram restrições, ou atributos de qualidade para um software e/ou para o processo de desenvolvimento deste sistema. Segurança, precisão, usabilidade, desempenho e manutenibilidade são exemplos de requisitos não funcionais (Chung et. al, 1999). Os requisitos funcionais são requisitos que expressam funções ou serviços que um software deve ou pode ser capaz de executar ou fornecer. As funções ou serviços são, em geral, processos que utilizam entradas para produzir saídas.

A distinção entre o que é um requisito funcional e o que é um não funcional nem sempre é clara. Parte da razão sucede do fato de que os requisitos não funcionais estão sempre relacionados a um requisito funcional (Chung et. al, 1999). Os requisitos funcionais descrevem o comportamento do sistema, as ações e funcionalidades que este deve ter, ou seja, descreve o que deve ser feito pelo sistema. Os requisitos não funcionais são aqueles que expressam como deve ser feito. Em geral, estão relacionados com padrões de qualidade como confiabilidade, robustez e outros. São muito importantes, pois definem se o sistema será eficiente para a tarefa que se propõe a fazer ou não.

Em um sistema de gestão de emergência os requisitos variam conforme os cinco principais conceitos envolvidos no *framework* apresentado: Organização, Pessoa, Tecnologia, Emergência e Ambiente. Para orientar os analistas na utilização desse *framework* proposto foram criados padrões.

### 6.1.2 Padrões

Um padrão é uma descrição denominada de um problema e solução que pode ser aplicada a novos contextos; idealmente, um padrão aconselha como aplicar sua solução em várias circunstâncias e considera as forças e as soluções de compromisso (*trade-offs*) (Larman, 2000). De um modo mais simples, um padrão é uma solução geral para um problema comum, e uma solução específica pode ser derivada a partir dela (Ambler, 1998).

O ambiente de gestão de emergência é bastante restritivo e este é um desafio para o desenvolvimento de sistemas nessa área. É necessário levar em consideração essas restrições para construir um sistema que seja adequado. Para isso é preciso definir requisitos funcionais e não funcionais. No caso dessa dissertação, esses requisitos foram obtidos a partir do estudo de soluções computacionais e da realização de entrevistas a profissionais que trabalham com resposta a emergência em diferentes organizações. Então um *framework* é proposto e a seguir o método para sua utilização, organizado seguindo um padrão.

## 6.2 Etapas

O método proposto possui cinco etapas (Figura 25): seleção da organização, classificação da emergência, definição do ambiente, organização de pessoas e triagem da tecnologia. Destaca-se que o método deve ser executado de forma sequencial, ou seja, é necessário que uma etapa termine para começar a outra. Porém é possível retornar a etapa anterior para correções e incrementos.



Figura 25 - Etapas do Método.

### 6.2.1 Seleção da Organização

Resultado Esperado

Ao final espera-se que o desenvolvedor tenha escolhido e compreendido a organização escolhida para desenvolvimento do sistema.

#### Recurso Utilizado

*Framework* com a representação da classe Organização.

#### Descrição da Etapa

##### 1º Passo – Escolha da Organização

Segundo Ochoa et al. (2007), as organizações que compõem o trabalho de resposta a emergência são: polícia, bombeiros, recursos governamentais, pessoal médico e outros especialistas. Essas organizações, em geral, são distintas em sua forma de responder a emergência, logo é necessário determinar antes de tudo a organização para a qual o sistema será desenvolvido.

Resultado: organização escolhida.

##### 2º Passo – Inserção na Organização

Algumas organizações se baseiam em princípios militares, como polícia e bombeiros. Isso se deve ao momento e forma de sua criação. Os primeiros responsáveis pelo combate a incêndios no Brasil, por exemplo, surgiram durante o Império de D. Pedro II e pertenciam ao Arsenal de Marinha. Em 1880, já com um Corpo de Bombeiros formado, foi promulgado o decreto que concedia condição militar aos oficiais do Corpo (CBMERJ, 2012). A Defesa Civil também apresenta laços estreitos com a estrutura militar. As primeiras organizações deste tipo foram criadas nos países envolvidos com a II Guerra Mundial. Como participante desta guerra, o Brasil também estabeleceu, em 1942, o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea, que, no ano seguinte, teria sua denominação alterada para Serviço de Defesa Civil (SNDC, 2012).

Se a organização escolhida for militar existem algumas burocracias e regras a serem seguidas. Há um tempo maior de espera entre o primeiro contato e o efetivo início do estudo, e os especialistas a serem entrevistados podem ter receio e pouca motivação em colaborar com o estudo.

Existem também organizações civis, que também possuem um modelo de hierarquia, porém diferente dos modelos militares. Por vezes, é apropriado entregar uma carta de apresentação demonstrando a intenção e a relevância do trabalho e obter autorizações de alguns especialistas. Contudo, em organizações militares ou civis, é indispensável compreender e respeitar a forma como as pesquisas são conduzidas.

Resultado: entrada para pesquisa na organização escolhida.

### 3º Passo – Estudo da Organização

Geralmente o analista do sistema não conhece a instituição que deseja projetar o sistema, então é indispensável explorar, estudar e conhecer essa organização. Este trabalho pode ser feito através de observação da execução de tarefas no domínio de interesse, entrevistas com especialistas, mapeamento de processos com sequencias de eventos ou atividades no domínio mapeado, modelos conceituais que descrevam e representem uma estrutura conceitual na forma de conceitos e suas inter-relações, e leitura dos regulamentos e normas da instituição.

É importante a utilização de alguns especialistas com maior experiência, pois estes normalmente conseguem um desempenho superior aos seus colegas com menos experiência na execução das tarefas, E essa superioridade, traduzida em perícia ou expertise, envolve um conjunto de fatores como modelos mentais, modelos conceituais, habilidade de identificar padrões importantes, habilidade de distinguir situações típicas de situações raras entre outros (Dias, Pereira e Carvalho, 2012).

Resultado: conhecimento da organização capturado.

### 4º Passo – Validação do Estudo

Nesta etapa, o material obtido após o estudo deve ser validado com os especialistas da organização para alinhar o conhecimento e tirar possíveis dúvidas surgidas.

Resultado: conhecimento validado.

## 6.2.2 Classificação da Emergência

## Resultado Esperado

Ao final espera-se que a equipe de desenvolvimento compreenda as questões relacionadas a resposta a emergência na organização escolhida e esteja mais bem preparada a buscar os requisitos e funcionalidades ao sistema a ser desenvolvido.

## Recurso Utilizado

*Framework* com a representação da classe Emergência e documentação institucional da organização escolhida.

## Descrição da Etapa

A partir desta etapa é necessária uma interação entre os desenvolvedores e os especialistas, porém antes da abordagem efetivamente é aconselhável um trabalho de preparação para aproveitar ao máximo o contato com esses especialistas.

### 1º Passo – Escala de Emergência

A dimensão da emergência influi diretamente na forma de responder a ela. Incidentes de grandes proporções, como explosão ou terremoto, demandam uma grande estrutura de combate a emergência e geralmente envolve mais de uma organização. É preciso definir em que escala a organização trabalha a maior parte do tempo e qual a amplitude da área que o sistema vai tratar. Plotnick et. al (2007) procura demonstrar uma escala de emergência que seja unificada e entendida por leigos e especialistas na área. Uma síntese das escalas é proposta pelo trabalho: 1) incidente; 2) emergência menor; 3) emergência maior; 4) desastre; 5) catástrofe; 6) evento extremo. Para efeito de melhor entendimento e resumo, neste trabalho definimos as seguintes escalas:

Pequena escala – normalmente são curtos incidentes urbanos e emergências menores, tais como colisão com poucos feridos, breve incêndio, resgate de animais, afogamento e transporte hospitalar.

Média escala – geralmente são emergências maiores ou desastres com um significativo número de vítimas, envolvendo um contingente maior que uma guarnição da organização de resposta, causando perigo a pessoas e estruturas. Alguns exemplos são:

incêndios que demandam horas de trabalho, confrontos com bandidos armados, deslizamentos de terra em pequenas comunidades e desobstrução de vias.

Grande escala – comumente são catástrofes e eventos extremos, emergências com grandes proporções que demandam mais de uma organização no combate. Alguns exemplos são: terremoto, furacão e tsunami.

Nesta etapa o analista deve ter ciência que precisa deliberar, junto aos especialistas, em que escala de trabalho será usado o sistema a ser desenvolvido. Se em todas as escalas, implicando em custos maiores, principalmente, com rede. Ou se em escalas específicas, gerando menores custos e esforços.

Resultado: escala(s) de emergência determinadas.

#### 2º Passo – Tipos de Emergência

Cada organização atende a determinados tipos de emergência, mas há interseções entre esses tipos. Por exemplo, bombeiros apagam incêndios, policiais dispersam confusões, mas ambos podem ser necessários em um chamado de colisão com vítimas.

Para atender as expectativas dos usuários do sistema, é necessário definir quais emergências são atendidas pela organização escolhida, tais como deslizamento, incêndio, acidente de trânsito, etc. Para conhecer esses tipos de emergência é necessário ler o material institucional da organização - a história, a estrutura, as leis, e demais documentos existentes - e entrevistar especialistas. Após isso, é necessário definir se todos os tipos serão tratados ou somente os mais importantes.

Resultado: tipo de emergência selecionado.

#### 3º Passo – Características da Emergência

Cada tipo de emergência requer um tratamento possuindo características próprias. Assim como há interseções entre os tipos, existe também entres as características. Em incêndio ou em colisão, é necessário saber o número de vítimas, por exemplo.

Então para cada tipo de emergência é necessário descobrir as características que a compõe para que as informações relevantes façam parte do sistema, tornando-o eficiente no seu objetivo. Algumas perguntas devem ser feitas:

- Que ações precisam ser tomadas em uma emergência desse tipo?

- Que informações sobre as vítimas os profissionais de respostas necessitam nesse tipo de emergência?

- Que informações sobre o local os profissionais de respostas necessitam nesse tipo de emergência?

Nesta etapa serão conhecidas as primeiras funcionalidades do sistema, mapas conceituais podem ajudar no entendimento entre analista e especialistas. Após o primeiro esboço, recomenda-se a validação junto aos profissionais.

Resultado: características de cada tipo de emergência capturadas e primeiro esboço com as funcionalidades do sistema.

### **6.2.3 Definição do Ambiente**

Resultado Esperado

Ao final espera-se que a equipe de desenvolvimento complemente as informações capturadas na etapa anterior de forma a consolidar o conhecimento adquirido e comece a delimitar que tipos de dispositivos móveis serão usados.

Recurso Utilizado

*Framework* com a representação da classe Ambiente e lista de requisitos funcionais e não-funcionais.

Descrição da Etapa

O ambiente é uma importante variável no tratamento de emergência. Por isso ele deve ser estudado separadamente das demais características abordadas acima. O local, as condições climáticas e o ambiente de impacto da emergência influem na resposta a ela.

O foco desta etapa é entender as informações importantes relacionadas ao ambiente para o tratamento da emergência na obtenção de mais funcionalidades para o sistema e entendimento das características que devem ter os dispositivos móveis.

#### 1º Passo – Local e Condições Climáticas

São diferentes os locais e as condições em que pode acontecer uma emergência. Neste caso, é necessário destacar que tipos de locais a organização costuma atender. As áreas têm características tão diferenciadas que podem mudar completamente o combate a emergência e, conseqüentemente, o sistema que irá apoiá-lo. As áreas atendidas pelas organizações podem ser, por exemplo: a) muito urbanizadas com intenso trânsito de veículo, muitos edifícios, logo, pode-se ter muitas vítimas e bens em perigo; b) pouco urbanizadas, com áreas de vegetação, terrenos com ondulações, onde pode ser difícil encontrar vítimas e controlar emergências como incêndio; c) rurais, com difícil acesso para veículos terrestres e pouca infraestrutura para salvamento; d) superfícies aquáticas, como praias, lagoas e baías que necessitam de equipamento específico de salvamento; e) dentre outros.

As condições climáticas variam em cada região. No nordeste do Brasil não é preciso preocupar-se com baixas temperaturas, por exemplo. Essas condições além de influenciar no resgate, também influenciam o tipo de dispositivo móvel a ser usado. Profissionais que trabalham em regiões com neve devem ter dispositivos que sejam sensíveis ao toque de luvas, por exemplo. É preciso conhecer os locais de costume, na resposta a emergência da organização, para escolher os artefatos que sejam resistentes a cada situação.

Resultado: tipos de locais selecionados, condições climáticas conhecidas e esboço dos requisitos necessário aos dispositivos móveis.

#### 2º Passo – Áreas de atuação das equipes

Como já visto, as equipes de socorro tem as suas divisões, assim também as áreas de atuação dessas equipes são divididas em:

área atingida – é efetivamente a área que foi impactada pelo desastre ocorrido;

área isolada – isolamento de segurança feito ao redor da área atingida;

área de risco – área que não foi atingida pelo desastre, mas corre algum tipo de dano a pessoas ou bens;

área de trabalho – área em que as equipes de socorro trabalham, que pode ser a soma de uma ou mais áreas citadas acima.

Nem todas as emergências são compostas por essas áreas, algumas podem ter outros tipos de divisão. É importante conhecer a forma como a organização divide a sua área de atuação durante a fase de resposta, bem como é tratada a infraestrutura física do local com relação as construções, terreno e demais componentes da área geográfica do trabalho.

Resultado: compreensão das áreas de atuação das equipes de socorro e esboço sobre as informações da infraestrutura física do local.

#### **6.2.4 Organização de Pessoas**

Resultado Esperado

Ao final espera-se obter conhecimento sobre os especialistas e seus papéis durante o socorro, assim como um esboço de informações necessárias a um sistema sobre os profissionais e as vítimas.

Recurso Utilizado

*Framework* com a representação da classe Pessoas.

Descrição da Etapa

A gestão de emergências compreende estratégias criadas e aplicadas por organizações, governamentais ou não, para lidar com emergências, sempre com o objetivo maior de evitar, ou pelo menos minimizar, as perdas humanas e materiais causados por eventos nocivos. Desses dois, as pessoas (vítimas e socorristas) são a parte mais importante nesse combate a emergência, por isso deve-se entender quem são os atores envolvidos nesse processo antes de construir o sistema.

### 1º Passo – Socorristas

Socorristas são os especialistas que compõe a organização de emergência, como visto, podem ser militares ou civis, em ambos sempre há uma hierarquia a ser seguida na instituição.

Em geral os socorristas possuem especialidades, cargos e/ou atribuições a serem seguidas, como médico, motorista, guarda-vidas, enfermeiro, etc. Por isso, criar um sistema móvel para estes profissionais é uma tarefa que envolve o conhecimento prévio de cada um deles. O desenvolvedor deve interagir com esses representantes da organização a fim de escolher especialistas que respondam pelos diferentes papéis de um combate a emergência. Algumas perguntas devem ser feitas nesta etapa:

- quais são os profissionais que estão envolvidos na fase de resposta a emergência dessa organização?

- quais são os profissionais que vão utilizar o sistema?

Descobertas as respostas, o analista pode identificar prováveis perfis de usuários para uma abordagem inicial. Mais tarde, pode-se chegar a conclusão que alguns desses perfis não deveriam ser contemplados ou que novos outros devem ser acrescentados.

Após descobrir os especialistas a abordar é necessário compreender quais informações sobre os socorristas são necessárias para futuras funcionalidades no sistema. Por exemplo, localização dentro do campo de operação, quantidade de socorristas, etc.

Resultado: lista de especialistas a abordar e esboço de funcionalidades sobre os socorristas.

### 2º Passo – Vítimas

Vítimas são as pessoas que sofrem os danos causados por uma emergência. A função de um socorrista é resgatar as vítimas de ferragens, afogamento, locais de difícil acesso em caso de incêndio e tantas outras situações em que a pessoa corre risco de morte.

Usualmente, ainda no local ocorrência, a vítima recebe os primeiros cuidados e um sistema mobile também pode ajudar nesse processo. Muitas vezes no socorro, algumas informações podem ajudar a melhorar a tomada de decisão tanto com relação a vítima, quanto ao combate a emergência. Deve-se investigar com observações e entrevistas, por exemplo, as informações necessárias durante o evento como: número de vítimas, identificação da vítima (nome, telefone, faixa de idade e endereço), tipos de lesão (para efeito de prioridade no atendimento ou informação ao hospital em que for atendido), dentre outras informações que podem ser úteis ao trato da ocorrência.

Resultado: esboço com as informações sobre os socorristas e as vítimas.

### **6.2.5 Triage da Tecnologia**

#### Resultado Esperado

Ao final espera-se que o analista compreenda a tecnologia que melhor se encaixa a necessidade do usuário.

#### Recurso Utilizado

*Framework* com a representação da classe Tecnologia, lista de requisitos funcionais e não-funcionais e material sobre tecnologias móveis atuais.

#### Descrição da Etapa

A finalidade desta etapa é promover o conhecimento da tecnologia móvel atual, estimular a imaginação dos usuários e dos analistas na escolha dessa tecnologia e compreender qual o melhor modelo de sistema móvel para o esboço montado.

#### 1º Passo – Rede

Em ambientes de comunicação como em um campo de operação, existe a necessidade de informações em tempo real. Para satisfazer essa necessidade é necessário implementar uma tecnologia de rede para criar uma rede dinâmica na área do desastre, proporcionando acesso permanente a várias fontes de informação relevantes durante a intervenção na crise. Muitas vezes não se pode confiar na infraestrutura existente, então é necessário ter uma rede configurável e adaptável dinamicamente, a fim de manter uma

comunicação a cada passo da intervenção em curso. É preciso levar em conta que pode haver diferenças na intensidade de sinal e, portanto, largura de banda.

A rede a ser implantada no novo sistema deve ser de acordo com o tamanho da área de operação previamente estabelecido entre analistas e especialistas. Existem vários tipos de rede para dispositivos móveis, algumas delas são:

- **Mesh** é uma rede de malha composta por pontos de acesso e clientes que usam esses pontos para trafegar na rede. Essa rede é formada por vários nós roteadores que passam a se comportar como uma única grande rede, possibilitando que o cliente se conecte a qualquer um desses nós. Redes *mesh* possuem a vantagem de serem redes de baixo custo, fácil implantação e bastante tolerantes a falha;

- **GSM** é o Sistema Global para Comunicações Móveis, uma tecnologia padrão para telefones celulares que usa um conjunto de frequências para as transmissões de rede. A comunicação de dados e voz entre aparelhos é criptografada;

- **Satélite** de comunicação é um satélite artificial que fica em órbita ao redor da terra para fins de telecomunicações oferecendo uma tecnologia complementar àquela com fibra ótica em cabos de comunicação, eles transmitem sinais entre pontos distantes da Terra. É uma tecnologia cara e restrita;

- **WLAN** é uma rede local que usa ondas de rádio. Originalmente era muito cara, mas com o crescimento do uso os custos dos equipamentos diminuiram. O ponto fraco é a falta de segurança das conexões sem fio, porém é possível usar protocolos mais seguros;

- **Bluetooth** é uma rede sem fio que provê uma maneira de se conectar e trocar informações entre dispositivos como notebooks, celulares, impressoras e câmeras, através de frequência de rádio de curto alcance. A desvantagem é que não é uma rede segura e o alcance varia, dependendo da potência, de 1 a 100 metros.

Resultado: indicação do melhor tipo de rede que se encaixa a necessidade do usuário.

2º Passo – Dispositivos Móveis

Esta etapa é fundamental para o processo do trabalho, principalmente porque essa é uma área onde as pessoas podem ter resistência a ideia de implantação de um sistema para apoiar as atividades ligadas a emergência. É preciso pensar, cumprir as etapas anteriores para escolher os dispositivos que melhor se encaixam às necessidades dos usuários, pois se estes não derem crédito a ideia, dificilmente o sistema será aceito. Um dos objetivos deste trabalho é mostrar que dispositivos móveis são ferramentas valiosas para a resposta a emergência como uma forma eficaz de comunicação, com visualização de informações relevantes, por exemplo, imagens, vídeos e até dados de sensores e modelos 3D. Essas ferramentas podem contribuir para um melhor conhecimento da situação e apoiar os socorristas no planejamento de respostas imediatas para salvar vidas.

Esses dispositivos possuem algumas limitações como telas pequenas, interfaces de usuário limitadas, curta duração da bateria, baixa largura de banda de barramento do sistema, lenta velocidade de *clock* do processador, capacidade de armazenamento limitada e falta de hardware de gráficos avançados. Porém essas limitações não impedem a adoção desses dispositivos de forma satisfatória para o ambiente de estudo neste trabalho.

Existe uma variedade de dispositivos móveis no mercado, por isso é preciso conhecê-los para selecionar aqueles que melhor se ajustam às necessidades dos usuários do sistema. Alguns desses dispositivos são:

- **PDA** é um dispositivo de dimensões reduzidas, menor que uma foto (10x15cm), que, inicialmente, foi desenhado para ser um organizador pessoal com alguma capacidade de cálculo, mas que se tornou muito versátil, dotado de grande capacidade computacional, sendo usado para gestão pessoal, uso de ferramentas de produtividade, acesso a rede sem fio, serviços de internet e câmera digital;

- **Tablet** é um dispositivo um pouco maior que o PDA, também com tela sensível ao toque, e possui as mesmas funções e muitas outras mais como jogos, comunicação por mensagens, videoconferência, sensores de movimento, mapas, e tem capacidade para reproduzir vídeos e gráficos com alta definição. Sua utilidade e aplicabilidade estão se aproximando cada vez mais dos computadores;

- **celular** é um telefone que permite transmissão de voz e dados como mensagens de texto, fotos e vídeos, possui algumas funções como acesso a internet e câmera digital.

- **Smartphone** é um misto de celular e *tablet*, pois possui similar tamanho e funções aos celulares, mais algumas funções avançadas dos *tablets* como teclado alfanumérico, rede sem fio, GPS, editor de texto, planilhas eletrônicas e centenas de outros aplicativos;

- **sensor** está relacionado a medição e processamento de informação, isto é, um dispositivo que trabalha com medidas de grandezas físicas como temperatura, pressão, umidade, presença e intensidade luminosa. Essas grandezas são combinadas a fim de obter informações sobre o meio físico onde estão presentes. Um sensor pode ser integrado a um equipamento eletrônico permitindo a interação através de suas funções.

Com o passar do tempo, a tecnologia evolui e surgem novos dispositivos móveis. É importante que estes sejam pesquisados e estudados antes de concluir a escolha do modelo. Os próximos passos são consideráveis nessa escolha.

Resultado: indicação do melhor tipo de dispositivo móvel que se encaixa a necessidade do usuário.

### 3º Passo – Plataformas

Com o uso cada vez maior de dispositivos móveis, o número de plataformas e ambientes de desenvolvimento cresceu proporcionalmente. A escolha de uma plataforma ideal para o desenvolvimento significa optar por uma solução que forneça os melhores benefícios, em termos de custos, eficiência e tempo de desenvolvimento esperados para a construção do sistema. Algumas plataformas são baseadas em Java e outras não. A seguir temos alguns exemplos:

- **Android** é o sistema da Google que tem como base o Linux e tem o sistema aberto, gerando muitos aplicativos grátis e material de estudo para desenvolvedores. É um sistema amplamente disseminado, por ser gratuito muitos fabricantes de dispositivos móveis adotam essa plataforma.

- **IOS** é o sistema da Apple fechado, compatível apenas com aparelhos da empresa e não pode ser executado em hardwares de terceiros. Mesmo assim, informações relacionadas ao desenvolvimento em IOS são disponibilizadas para que aplicações sejam desenvolvidas e se comportem de maneira satisfatória.

- **JavaME** (*Java Micro Edition*) é uma versão reduzida da plataforma Java que permite a criação de aplicativos para dispositivos móveis com diversas vantagens do Java, porém foi projetado para dispositivos com limitações de memória, tela e processamento.

- **Windows Phone**, sucessor do Windows Mobile, é o sistema da Microsoft que permite integração com o Windows dos computadores. Devido ao recente lançamento, e ao fracasso do Windows Mobile, há uma baixa disponibilidade de aplicativos e desenvolvedores para o sistema.

- **Symbian** é um sistema multitarefa, predominantemente baseado em um ambiente gráfico simples, projetado para funcionar bem em sistemas de recursos limitados, maximizando o desempenho e a vida útil da bateria e minimizando o uso da memória. Foi um dos sistemas mais usados, sendo substituído atualmente por outros como o Android;

Cada dispositivo móvel adota uma plataforma, então a escolha deve ser feita em conjunto, estudando as vantagens e desvantagens de cada um.

Resultado: plataforma e dispositivo móvel escolhido.

#### 4º Passo – Aplicativos

Plataforma é o *software* que faz o dispositivo funcionar e o aplicativo é um *software* desenvolvido para desempenhar tarefas práticas ao usuário para a concretização de determinados trabalhos. Em alguns casos, os aplicativos são desenvolvidos a pedido do usuário permitindo que o software resolva problemas específicos. Em outros casos, são programas integrados que resolvem problemas particulares e/ou gerais e incluem várias aplicações, como pode ser o caso desse sistema. A seguir, alguns exemplos de aplicativos úteis em dispositivos móveis na resposta a emergência:

- **correio eletrônico** é um programa de gerenciamento e leitura de emails;

- **bate-papo** ou *chat* é um programa de troca de mensagens entre usuários em tempo real, pode ser útil para troca de mensagens entre o comandante da operação e a sede do comando, por exemplo;

- **editor de texto**, também conhecido como processador de texto, é um programa usado para escrever texto, permitindo criar e editar documentos;

- **mapas**, existe uma variedade de softwares que usam mapas. Alguns apenas para visualização, onde é possível aproximar e afastar a imagem muitas vezes. Outros são grandes ferramentas para georeferenciamento, tornando as coordenadas conhecidas em um dado sistema de referência, e a partir delas é possível fazer levantamentos topográficos, localização de pessoas e objetos através de GPS e criar sistemas de informação geográfica (**SIG**);

- **SIG** é um sistema que permite trabalhar com informação espacial integrando e sobrepondo vários tipos de informação. É possível manipular, consultar, visualizar, arquivar e modelar vários tipos de informação geográfica que podem ser organizadas em níveis como rede viária, edifícios, linhas de água, mapa digital de terrenos, dispersão de poluentes, imagens de satélite, etc.;

- **desenho livre** é um programa que permite ao usuário fazer desenhos a mão livre na tela do dispositivo, pode ser útil para desenhar a situação do desastre e enviar ao comando e controle, por exemplo;

- **imagem**, existe diversos *softwares* para tratar imagem em dispositivos móveis com funções como capturar, editar, converter, visualizar as imagens.

Resultado: esboço com possíveis aplicativos a ser integrados no futuro sistema.

Este capítulo propôs um método, de forma a orientar os analistas a utilizar o *framework* para projetar um sistema. O método é composto de cinco etapas, que devem ser seguidas sequencialmente. Para avaliar esse método é necessário que seja executada uma aplicação dele, conforme mostra o próximo capítulo.

## 7. Exemplo de Aplicação do *Framework*

Este capítulo apresenta a execução de uma aplicação do método, uma organização de emergência foi escolhida com o propósito de avaliar o trabalho presente proposto. São apresentados: o objetivo desta aplicação do método, a sua execução, a modelagem e o protótipo para uma organização específica.

### 7.1 Objetivo

A aplicação tem o objetivo de avaliar o método e mostrar que é possível desenvolver um sistema no tratamento de resposta a emergência para dispositivo móvel, a partir da sistemática proposta. Além disso, espera-se confirmar que a sequência de etapas definidas é plausível para projetar os sistemas.

### 7.2 Aplicação do Método

#### 7.2.1 Seleção da Organização

##### 1) Escolha da Organização

Este método foi aplicado no contexto do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ).

##### 2) Inserção na Organização

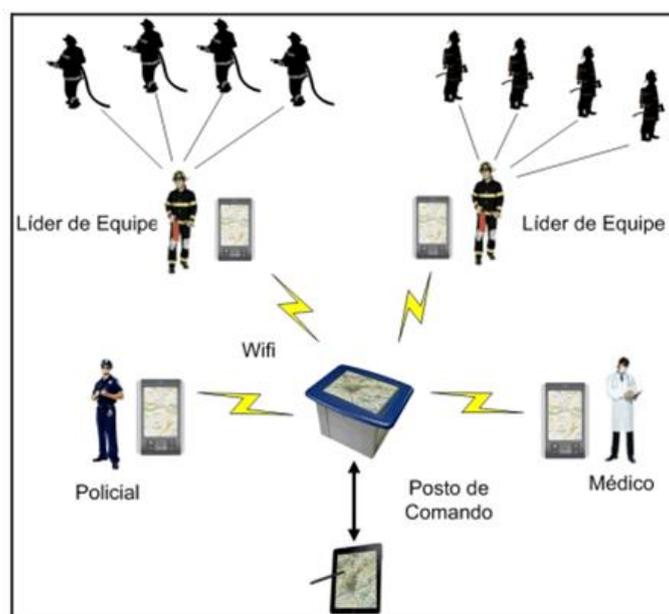
Foi feito um contato inicial com a organização para selecionar especialista para representá-la no projeto da aplicação. Um especialista, que era um comandante de grupamento, foi selecionado como contato principal para atuar no projeto.

##### 3) Estudo da Organização

No caso do Rio de Janeiro, em emergências urbanas, os bombeiros são os principais responsáveis pela operação de resposta a emergência, sendo assistidos por outras instituições, como a polícia militar.

No atendimento a cada ocorrência há um comandante responsável pela operação chamado de Comandante de Operação ou Comandante de Incidente. Estes comandantes são responsáveis pelo desenvolvimento de estratégias e táticas, pela distribuição de ordens às equipes e por gerir todas as operações realizadas no local da emergência, eles são um ponto focal, uma referência de liderança. O trabalho desse comandante é realizado no posto de comando, que pode ser uma instalação móvel como um veículo estacionado na ocorrência. Nem todas as operações de resposta atendidas pelos bombeiros necessitam da instalação de um posto de comando, isso depende da avaliação do comandante e acontece quando a complexidade da operação aumenta, onde são empregados recursos de mais de um local.

Este posto de comando precisa receber informações, das equipes que trabalham na operação, sobre o estado atual da situação e os resultados de suas. Ele precisa tomar conhecimento sobre os acontecimentos, ações desempenhadas e posição das equipes. As equipes de operação necessitam também receber informações quanto a tomadas de decisão do posto de comando.



**Figura 26 - Cenário de uso da mesa tátil alimentada por informações de dispositivos móveis (Engelbrecht, Borges e Vivacqua, 2011).**

Engelbrecht (2011) propõe o emprego de uma mesa multitátil no posto de comando onde é possível desenhar o quadro da situação da ocorrência, onde os comandantes matem as informações agrupadas e relacionadas ao seu nível de detalhamento. Essa mesa recebe informações das equipes de operação em tempo real e permite que sejam realizadas tarefas tanto individuais, com apenas um comandante, ou em grupo. A ilustração do cenário de uso da mesa é exibida na Figura 26, defendendo a utilização de dispositivos móveis por líderes de equipe que possuam a disponibilidade necessária para portar o dispositivo e, com poucos toques, enviar mensagens ao comando. Portanto este trabalho contempla a troca de informações entre posto de comando, equipado com a mesa tátil, e equipe de operação, equipada com dispositivos móveis.

#### 4) Validação do Estudo

O estudo foi validado com especialistas do corpo de bombeiros.

### **7.2.2 Classificação da Emergência**

#### 1) Escala de Emergência

O cenário escolhido considera que as equipes trabalharão em emergências de média e grande escala, onde é utilizado o posto de comando. Em emergência de pequena escala não é necessário a instalação de um posto.

#### 2) Tipos de Emergência

Os serviços executados pelo CBMERJ são: combate a incêndios, busca e salvamento, socorro de emergência em via pública, socorro florestal e meio-ambiente, remoção de cadáveres, salvamento marítimo, transporte inter-hospitalar de pacientes, prevenção de sinistro e apoio nas ações da Defesa Civil.

#### 3) Características da Emergência

Para descobrir as características da resposta a emergência dos bombeiros foram feitas sessões com entrevistas livres e individuais, com objetivo de colher informações relevantes a aplicação, observação de vídeos de uma simulação que ocorreu na usina de Angra dos Reis e análise de documentação da organização. A escassez de tempo por parte

dos especialistas contribuiu para a escolha dessas técnicas. Durante as entrevistas foram feitas algumas perguntas gerais com o objetivo de entender como é feito o trabalho durante uma operação, situações hipotéticas foram levantadas e narrações de histórias foram citadas.

A narração de histórias é uma técnica que traz facilidade ao especialista para passar conhecimento. Por meio de histórias, não somente a assimilação de conhecimento sobre os eventos e sua ordenação cronológica é obtida, mas também elementos tácitos embutidos podem emergir. Assim, é possível examinar tais narrativas cuidadosamente para identificar eventos-chave no entendimento da situação. As histórias proveem um material rico sobre a interação entre os membros da equipe de operação durante o socorro. Durante as histórias é interessante escolher casos atípicos, pela maior facilidade dos entrevistados em recuperar detalhes e dados do evento, maior eficiência na captura e riqueza de conhecimento que eles proporcionam, pois nessas situações é que os indivíduos se superam, empregando toda a experiência na resolução de problemas (Beck, 1999).

O objetivo geral do combate a emergência é estabilizar a situação, evitando mais perdas humanas e materiais. Para isso é preciso compreender as características da ocorrência, como **origem, tipo, intensidade** dos danos, **local** e sua **evolução**.

### 7.2.3 Definição do Ambiente

#### 1) Local e Condições Climáticas

No Rio de Janeiro, em geral, não há grandes variações de condições climáticas, o clima é tropical por se tratar de uma região litorânea. Então, o clima da região não é um fator tão importante na gestão de emergência, como uma área com vulcões e neve, por exemplo, é preciso preocupar-se apenas com algumas variações como direção e velocidade do vento, intensidade do sol e com chuva.

Em contrapartida a cidade é bastante urbanizada, com intenso trânsito de veículo, dificultando o trajeto de ambulâncias e carros de socorro. A grande urbanização desordenada gera muitas áreas de risco em morros e encostas, principalmente, em comunidades que representam uma parte significativa da população. A grande quantidade

de pessoas concentradas na cidade, também pode gerar um número maior de vítimas em qualquer incidente que aconteça. Por ser um litoral, os habitantes e visitantes da cidade fazem uso constante de praias, lagos e baías, necessitando de uma base especial de busca e salvamento marítimos.



**Figura 27 - Requisitos gerais dos dispositivos móveis em resposta a emergência.**

Refletindo neste tipo de ambiente e observando a lista de requisitos do dispositivo móvel apresentada no Capítulo 4 e ilustrada conforme a Figura 27, é possível esboçar as necessidades de um dispositivo móvel para este exemplo, conforme mostra o Quadro 3. Quanto a resistência é aconselhável que o dispositivo seja resistente ao calor, para o combate a incêndios, queda, devido a escassez de tempo não é possível ter o cuidado necessário ao dispositivo, e a água, para busca e salvamento marítimo. Quanto a portabilidade é recomendado que o dispositivo seja preso de alguma forma na roupa do socorrista, mesmo que por um fio, para evitar queda e perda, e que tenha tamanho que caiba adequadamente nas mãos facilitando o manuseio. Quanto a conectividade, a sugestão é que o aparelho possua *Wi-Fi*, para conexão com o posto de comando e troca de informações, e *Bluetooth*, para conectar a outros aparelhos que estejam no entorno a uma pequena distância como substituição a possíveis falhas do *Wi-Fi*. Quanto a entrada e saída de dados, como o recurso de tempo é pouco é necessário que a entrada de dados seja feita em poucos toques na tela e saída de dados tenha uma visualização de fácil entendimento.

**Quadro 3 - Requisitos para o dispositivo móvel usado por bombeiros.**

Requisitos dos Dispositivos	
Resistência	Calor, queda, água e poeira.
Portabilidade	Preso na roupa, e tamanho que caiba nas mãos.
Conectividade	<i>Bluetooth e Wi-Fi.</i>
Entrada e saída de dados	Entrada – poucos toques; saída- visualização fácil;

## 2) Área de atuação das equipes

As equipes de socorro procuram conhecer o local afetado, o terreno e as construções existentes, e entender as transformações sofridas. Para isso a área de atuação é dividida em área atingida (impacto da ocorrência), área isolada (ao redor da área atingida), área de risco (pode gerar evolução do impacto) e área de trabalho (área atingida mais a área de risco).

A área de trabalho das equipes de socorro compreende toda a estrutura física do local onde ocorreu a emergência, por isso é preciso ter informações sobre o estado anterior e o estado atual da área atingida. Por meio de entrevistas e utilização do material obtido durante o trabalho, foram extraídas as informações necessárias sobre a infraestrutura física: **tipo de construções** (residência, prédio comercial, loja), **número de construções anterior, número de construções atingidas, estado geral anterior do local, estado geral atual do local.**

### 7.2.4 Organização de Pessoas

#### 1) Socorristas

Os bombeiros são militares e em uma organização como esta há uma estrutura regida por patentes. Essas patentes têm duas distinções oficiais (equivalente a nível superior) e praças (equivalente a nível médio), conforme a Figura 28 que ilustra a hierarquia do maior para o menor, começando do topo a esquerda.



**Figura 28 - Hierarquia do Corpo de Bombeiros**

Devido a mudanças no SAMU, que tornou-se militar no Rio de Janeiro, os bombeiros já não possuem contingente com médicos nos quartéis que fazem combate direto a emergência, apenas enfermeiros. Há somente médicos em policlínicas e outros grupamentos com setor de saúde. Portanto, geralmente, uma equipe de socorro, que vai combater a emergência, é composta pelo comandante da equipe, motorista do(s) carro(s), enfermeiro(s) e praças de combate direto. O comandante da equipe é o que fica no posto de comando recebendo as informações na mesa tátil. Então, o ideal é que praças de combate direto menos atarefado, por exemplo, de segunda e terceira linha utilizem os dispositivos móveis.

Por meio de entrevistas e utilização do material obtido durante o trabalho, foram extraídas as informações necessárias sobre os socorristas: **número de membros da equipe, localização, equipamentos utilizados, tarefa executada e dificuldades encontradas.**

## 2) Vítimas

A maior prioridade dos bombeiros é buscar e salvar vítimas no local da emergência. Isso compreende a localização todas as pessoas, o resgate delas e a realização do atendimento médico, se necessário. Entretanto, essas ações não podem colocar em risco as próprias equipes de socorro, possibilitando o aumento do número de vítimas e redução do contingente.

Por meio de entrevistas e utilização do material obtido durante o trabalho, foram extraídas as informações necessárias sobre as vítimas: **localização, número de pessoas**

no local, número de pessoas que faltam ser resgatadas, estado de saúde e identificação.

### 7.2.5 Triagem da Tecnologia

#### 1) Rede

Criar uma rede em um ambiente de emergência não é trivial. Este trabalho não vai tratar este ponto devido aos poucos recursos de tempo, pessoas e tecnologia. Porém, o ideal é que o posto de comando, com a mesa tátil que receberá as informações, esteja equipado de forma a prover algum tipo de rede sem fio para os socorristas que estejam portando os dispositivos móveis. Neyem, Ochoa e Pino (2006), desenvolveram uma estratégia para compartilhar dados em redes móveis, chamadas de *Mobile Ad-hoc Networks* (MANETs), fazendo uso de algoritmos de sincronização e reconciliação de dados entre os dispositivos móveis para contornar a instabilidade e a pequena largura de banda.

#### 2) Dispositivo Móvel

Conforme os requisitos de resistência obtidos para o dispositivo móvel, ele deve ser forte contra a queda e resistente a calor, água e poeira. Existem alguns aparelhos resistentes a queda, poeira e água, mas ao calor seria necessário criar algum tipo de blindagem para aguentar altas temperaturas, pois são muito difíceis de ser encontrados. Alguns celulares chamados robustos, tais como o Samsung Galaxy Xcover, Sonim Force, Motorola Defy, ilustrados na Figura 29, são resistentes aos requisitos citados, exceto o calor. Outros resistem a temperaturas altas, mas não possuem tela sensível ao toque, como Sanyo Tahoe e Motorola Barrage, ilustrados na Figura 30.



Figura 29 - Modelos de celulares resistentes a água, queda e poeira.



**Figura 30 - Modelos de celulares resistentes a água, poeira, queda e calor.**

### 3) Plataforma

A plataforma que mais cresce é o Android, segundo pesquisa realizada pelo IDC (*International Data Corporation*). Dos dispositivos citados acima, o Samsung Galaxy Xcover e o Motorola Defy tem o sistema Android, o primeiro tem a versão 2.3 Gingerbread e o segundo a versão 2.1 Eclair. Hoje, segundo dados da Google, a versão mais usada do Android, instalada em *smartphones* e celulares, é a Gingerbread. Logo o dispositivo móvel que melhor se adéqua as necessidades dos bombeiros, nesse trabalho, é o da Samsung.

### 4) Aplicativos

Os aplicativos podem ser acoplados ao sistema ou usados separadamente no aparelho, conforme necessidade. O ideal para este tipo de uso é que eles estejam acoplados em um único sistema, com a intenção de diminuir o número de movimentos dos usuários. Os aplicativos existentes e que podem ser acoplados ao sistema proposta são: bate-papo para troca de mensagens entre posto de comando e socorristas; mapas, com funcionalidade de marcação para edição de informações e programas de imagens e vídeos. Se o dispositivo fosse resistente ao calor, seria interessante ter sensores de temperatura acoplados.

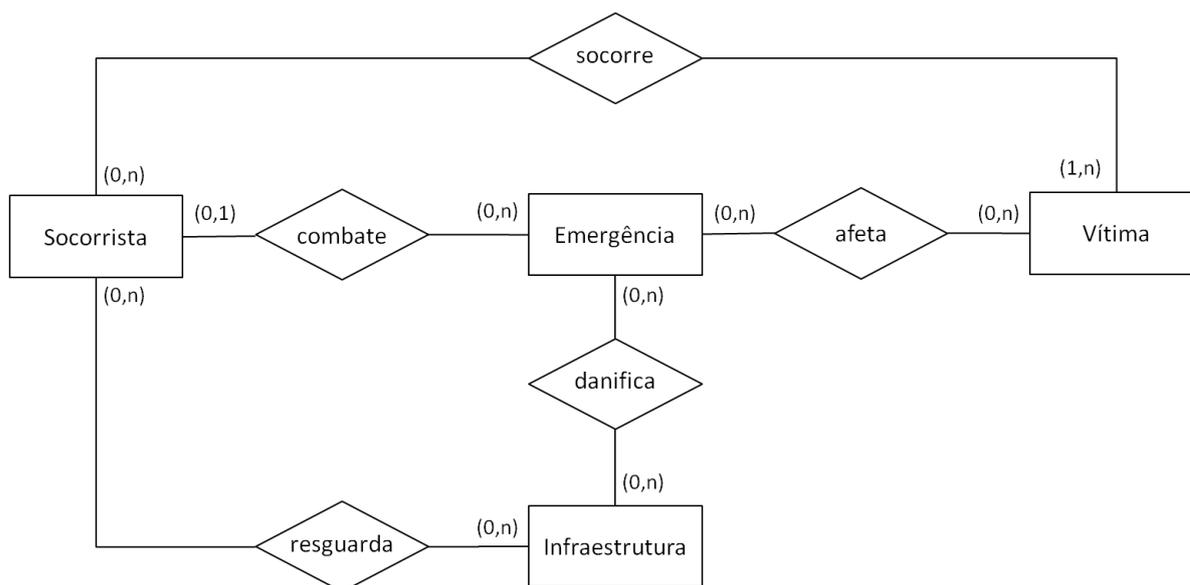
Este trabalho considera que as equipes de trabalho devem fornecer ao posto de comando informações sobre o estado atual da situação e o trabalho feito para a sua estabilização. Além dos aplicativos citados, o sistema deve contemplar os demais requisitos conforme o Quadro 4, que apresenta o esboço do protótipo do sistema por meio de uma lista de necessidades.

Quadro 4 - Esboço das necessidades do protótipo do sistema proposto.

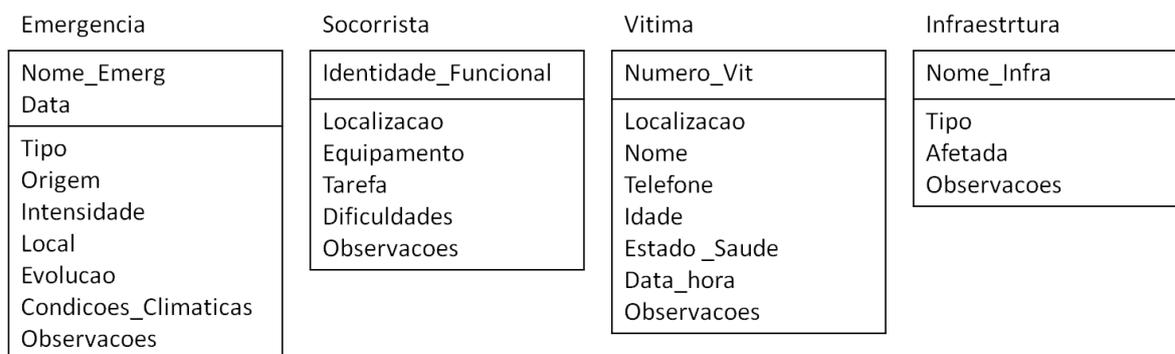
<b>Organização: Corpo de Bombeiros do Rio de Janeiro</b>	
<b>Escala de Emergência</b>	média e grande.
<b>Tipos de Emergência</b>	combate a incêndios, busca e salvamento, socorro de emergência em via pública, socorro florestal e meio-ambiente, remoção de cadáveres, salvamento marítimo, transporte inter-hospitalar de pacientes, prevenção de sinistro e apoio nas ações da Defesa Civil.
<b>Características da Emergência</b>	origem, tipo, intensidade dos danos, local e sua evolução.
<b>Condições Climáticas</b>	sol forte e chuva.
<b>Infraestrutura Física</b>	tipo de construções, número de construções atingidas, estado geral anterior do local, estado geral atual do local.
<b>Informações sobre os Socorristas</b>	número de membros da equipe, localização, equipamentos utilizados, tarefa executada e dificuldades encontradas.
<b>Informações sobre as vítimas</b>	localização, número de pessoas no local, número de pessoas que faltam ser resgatadas, data e hora do salvamento, estado de saúde e identificação.
<b>Dispositivo Móvel</b>	Samsung Galaxy Xcover.
<b>Plataforma</b>	Android 2.3.
<b>Aplicativos</b>	Bate-papo, mapas e multimídia.

### 7.3 Modelagem

Após a aplicação do método, para melhor visualização e classificação dos dados, foi usada a técnica de modelagem conceitual com abordagem entidade-relacionamento. Segundo Cougo (1999), o mundo é descrito como cheio de coisas com características próprias e que se relacionam entre si. Essas coisas podem ser pessoas, objetos, conceitos, eventos, dentre outras, e são classificadas como entidades. Nesta técnica, um modelo conceitual é usualmente representado através de um Diagrama Entidade-Relacionamento (DER). Os DERs descrevem um mundo em geral ou um sistema em particular de acordo com os objetos que o compõe e os relacionamentos entre esses objetos. A Figura 31 apresenta um DER para o esboço do sistema do corpo de bombeiros.



**Figura 31- Diagrama entidade-relacionamento do protótipo dos bombeiros.**



**Figura 32 - Atributos das entidades.**

Segundo Xexeo (2004), cada entidade tem dois tipos de características: atributos e relacionamentos. Os atributos são características que toda entidade tem, eles caracterizam a informação que deve ser guardada sobre uma entidade e que tem importância para o sistema. Entidades podem se relacionar entre si, associando elementos de duas ou mais entidades, ligando os objetos do mundo real. Pode-se indicar os relacionamentos apenas pelas entidades envolvidas ou usando um termo que o descreva. Os atributos das entidades mostradas estão representados na Figura 32. Ele expõe ainda como os atributos devem ser descritos com a preocupação de explicar qual a finalidade de cada atributo, e

define algumas características como nome, descrição, tipos de nulos aceitos e domínio. Este último se refere a valores válidos, como inteiro, real, texto, lista de valores ou tipo criado pelo projetista O Quadro 5 representa a descrição e o domínio dos atributos citados na Figura 32.

**Quadro 5 - Descrição dos Atributos.**

Entidade	Nome	Descrição	Domínio	Nulo
<b>Emergencia</b>	Nome_Emerg	Nome de identificação da emergência.	Texto	Não
	Data	Data da emergência (dia/mês/ano)	Inteiro	Não
	Tipo	Tipo de emergência que ocorreu.	Lista de valores de texto (incêndio, salvamento marítimo, etc.)	Não
	Origem	Como começou a emergência (explosão, chuva forte, etc.)	Texto	Sim
	Intensidade	Intensidade da emergência	Lista de valores de texto (leve, moderada, forte, muito forte)	Sim
	Local	Local onde ocorreu a emergência (bairro, comunidade, etc.)	Texto	Sim
	Evolucao	Evolução ou diminuição da intensidade da emergência	Lista de valores de texto (leve, moderada, forte, muito forte)	Sim
	Condicoes_Climaticas	Condições climáticas que podem afetar a emergência	Lista de valores de texto (sol forte, chuva, vento)	Sim
	Observacoes	Observações relacionadas a emergência.	Texto	Sim
<b>Socorrista</b>	Identidade_Funcional	Número de identidade da corporação	Inteiro	Não
	Localizacao	Localização do Bombeiro (latitude e longitude), o ideal é obter visualização em um mapa.	Inteiro	Sim
	Equipamento	Tipo de equipamento usado pelo socorrista, se estiver usando.	Lista de valores de texto (mangueira, escada, machado, alicate de corte, etc.)	Sim
	Tarefa	Tarefa que o socorrista está executando.	Lista de valores (nenhuma, busca, salvamento, contenção, etc.)	Sim
	Dificuldades	Dificuldades encontradas pelo socorristas e que devem ser tratadas pelo posto de comando	Texto	Sim
	Observacoes	Observações relacionadas ao socorrista	Texto	Sim

<b>Vítima</b>	Numero_vit	Número de identificação da vítima dado pelos bombeiros.	Inteiro	Não
	Localizacao	Lugar onde a vítima foi encontrada.	Texto	Sim
	Nome	Nome da vítima.	Texto	Sim
	Telefone	Número de telefone da vítima, de parente ou amigo.	Inteiro	Sim
	Idade	Idade correta ou aproximada da vítima.	Inteiro	Sim
	Estado_Saude	Estado de saúde da vítima	Lista de valores (sem ferimentos, ferimentos leves, moderado, grave, muito grave, óbito)	Sim
	Data_hora	Data e hora do resgate	inteiro	Não
	Observacoes	Observações sobre a vítima	Texto	Sim
<b>Infraestrutura</b>	Nome_Infra	Nome que identifica a construção (ex: casa4, loja 1).	Texto	Não
	Tipo	Tipo de infraestrutura (residência, rua, edifício, etc.)	Texto	Não
	Afetada	Indica se a infraestrutura foi afetada e a intensidade.	Lista de valores (não afetada, parcialmente afetada, condenada)	Não
	Obsevacoes	Observações relacionadas a infraestrutura.	Texto	Sim

## 7.4 Protótipo

### 7.4.1 Requisitos Funcionais

No Capítulo 4 foram apresentados os requisitos gerais para este trabalho. Os requisitos funcionais descrevem o que o sistema deve fazer, então os requisitos para este protótipo dos bombeiros são detalhados a seguir em linguagem natural:

- 1) O sistema deve possuir uma tela de acesso, no qual o usuário ingressa com o número da identificação funcional e senha;
- 2) Após a identificação do usuário, o sistema deve apresentar as emergências já cadastradas e a opção de cadastrar nova;

- 3) A seleção das opções será feita através de navegação utilizando o toque dos dedos na tela;
- 4) A tela de cadastro da emergência deve solicitar o nome da emergência, o tipo, a origem, a intensidade, a evolução, as condições climáticas, as observações sobre a ocorrência e apresentar a data automaticamente para que não haja erros. Deve apresentar ainda navegação para as telas vítima, socorrista e infraestrutura.
- 5) Ao selecionar uma emergência na tela emergência, o usuário deve visualizar as opções vítimas, socorristas e infraestruturas.
- 6) Na tela de vítimas, o usuário pode cadastrar uma nova vítima localizando-a em um mapa, visualizar aquelas que estão cadastradas ou editar alguma delas. Assim como na tela infraestruturas e socorristas. Em todas essas telas há mapas que localizam aqueles que foram marcados.
- 7) Voltando a tela de emergência, é possível acessar o chat para trocar mensagens com o posto de comando, acessar um mapa e acessar a câmera para vídeo ou foto do local.

#### 7.4.2 Arquitetura

O protótipo funciona em um dispositivo móvel cliente que envia e recebe informações de e para a mesa tátil no posto de comando no local da emergência. Assume-se que o posto esteja apto a prover algum tipo de rede para os dispositivos móveis no entorno da área da ocorrência, conforme ilustra a Figura 33.

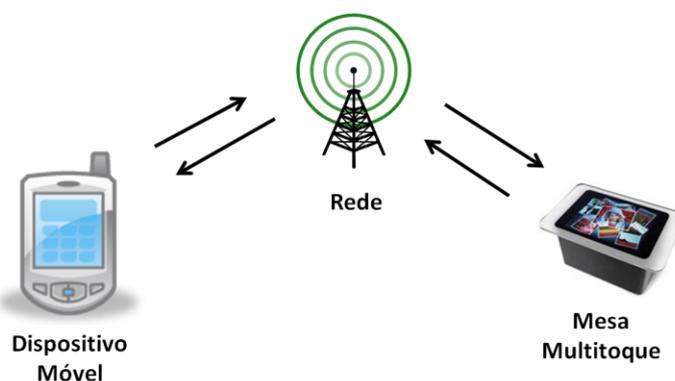


Figura 33 - Arquitetura

### 7.4.3 Diagrama de Caso de Uso

Um caso de uso descreve as principais funcionalidades do sistema, representando a interação entre um usuário (humano ou máquina) e o sistema (Cockburn, 2005). Os casos de uso identificados para o protótipo são apresentados no Quadro 6 e um exemplo de parte do diagrama com os casos de uso é ilustrado na Figura 34.

**Quadro 6 - Casos de Uso**

Nome do Caso de Uso	Número
Fazer <i>login</i> no sistema	1
Buscar emergência	2
Cadastrar emergência	3
Buscar número de vítimas	4
Pesquisar vítima	5
Cadastrar vítima	6
Buscar mapa com as vítimas	7
Buscar Infraestrutura	8
Cadastrar Infraestrutura	9
Buscar mapa com infraestrutura	10
Buscar socorrista	11
Cadastrar socorrista	12
Buscar mapa com os socorristas	13
Acessar bate-papo	14
Acessar mapa	15
Acessar câmera	16

Abaixo são apresentadas as descrições dos casos de uso. Elas contêm a descrição geral, os atores, o evento que inicia o caso de uso. Um caso é ilustrado no Quadro 7 e os demais no Apêndice A desta dissertação.

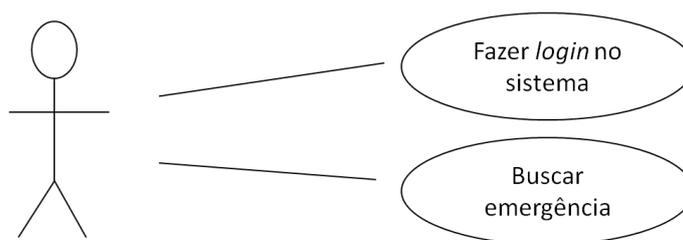


Figura 34 - Diagrama de caso de uso

Quadro 7 - Caso de Uso: Login no sistema.

Caso de uso 1: Fazer <i>login</i> no sistema	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de acessar o sistema.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário entra no sistema.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de <i>login</i> ;
2	O usuário digita o número de sua identidade funcional e sua senha;
3	O usuário seleciona a opção LOGIN;
4	O sistema compara os dados;
5	O sistema apresenta a tela do menu principal e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 - O resultado recebido não foi válido	
5	O sistema informa o erro para o usuário;
6	O sistema retorna para o passo 1 do fluxo típico;
7	O caso de uso se reinicia;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção SAIR;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;

### 7.4.3 Interface

Para efeito de teste, o protótipo foi desenvolvido em um aparelho Samsung Galaxy S com plataforma Android 2.2 e tela sensível ao toque. Muito parecido com o Samsung

Galaxy Xcover, o Galaxy S se assemelha em tamanho e funcionalidades ao Galaxy Xcover. Por isso acredita-se que o sistema criado poderá ser usado no dispositivo proposto sem nenhum problema.

A partir da modelagem apresentada foi desenvolvido um sistema para testes no corpo de bombeiros. O sistema é simples com objetivo de ser intuitivo e de fácil entendimento, possui *login*, cadastro de emergência, socorristas, vítimas e infraestruturas, assim como visualização e edição dessas informações. Além disso, é possível trocar mensagens com o posto de comando através de um chat, tirar fotos e fazer vídeos para envio, e visualizar mapas com as disposições das vítimas, infraestruturas, socorristas e todas as emergências cadastradas. As figuras com as telas do sistema estão dispostas no Apêndice B deste trabalho.

## 8. Avaliação

Este capítulo trata de uma experimentação, para avaliação da aplicação construída a partir do *framework* proposto nessa dissertação. É indispensável ressaltar que teste, em situações reais, na área de gestão de emergência são complexos e não triviais. O trabalho dos socorristas é feito sob pressão e necessita de rápida tomada de decisão devido a escassez do recurso tempo. A utilização de uma nova ferramenta pode acarretar riscos maiores aos já envolvidos em uma emergência.

Por esse motivo, os testes da aplicação foram feitos por bombeiros combatentes, mas não em situações reais. O uso da ferramenta em situações hipotéticas não causa a mesma carga emocional vivida em uma situação real, mas há a vantagem de estudo e observação mais minuciosa do novo dispositivo e da nova aplicação, permitindo mais motivação e disponibilidade de tempo para o teste e refinamento do método.

O primeiro objetivo desses testes é avaliar a aplicação gerada a partir do *framework*, com o intuito de obter correções, perspectivas de uso e contribuição para a comunicação dos profissionais de emergência e a colaboração no trabalho dessas equipes. O segundo objetivo é avaliar o uso de um novo dispositivo tecnológico como ferramenta alternativa ao que é usado atualmente.

Para esta avaliação, é preciso identificar previamente os aspectos a serem observados durante os experimentos, esses foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo trata dos aspectos relacionados ao dispositivo móvel e o segundo grupo trata dos aspectos relacionados a aplicação. Os Quadros 8 e 9 apresentam os grupos juntamente com seu significado e seu grau de classificação.

Quadro 8 - Aspectos relacionados a avaliação do dispositivo móvel.

Aspecto	Significa	Classificação
Facilidade de Uso	O grau de facilidade no uso do dispositivo.	0 – muito difícil 10 – muito fácil
Portabilidade	Integração ao trabalho, liberdade para se movimentar e manusear o dispositivo no dia-a-dia de trabalho.	0 – nada portátil 10 – totalmente portátil
Entrada de dados	A entrada de dados precisa ser simples, fácil e rápida devido ao pouco tempo.	0 – muito difícil 10 – muito fácil
Saída de Dados	A visualização deve ser de fácil entendimento de forma que o usuário consiga fazer uma boa leitura do conhecimento armazenado.	0 – muito difícil 10 – muito fácil
Tamanho de Tela	O dispositivo deve ter uma tela de tamanho compatível ao trabalho proposto.	0 – muito ruim 10 – muito bom

Quadro 9 - Aspectos relacionados a avaliação da aplicação.

Aspecto	Significa	Classificação
Facilidade de Uso	Facilidade de uso do software em geral.	0 – nada fácil 10 – muito fácil
Facilidade de Navegação	Facilidade de navegação entre as telas do software.	0 – nada fácil 10 – muito fácil
Interface	A capacidade de a interface ser intuitiva e amigável, necessitando de pouco raciocínio.	0 – nada intuitiva 10 – muito intuitiva
Acessibilidade	Facilidade de achar a informação no momento adequado.	0 – nada fácil 10 – muito fácil
Utilidade	O quão útil é para auxiliar a comunicação no trabalho.	0 – nada útil 10 – muito útil
Compreensão	Facilidade de compreender o conteúdo a ser preenchido.	0 – nada fácil 10 – muito fácil
Facilidade de Aprendizagem	Esforço necessário para aprender a manipular o sistema.	0 – nenhum esforço 10 – muito esforço

## 8.1 Realização dos Testes

Os participantes selecionados foram diferentes daqueles que contribuíram durante a sessão de coleta de dados. Esta estratégia é para garantir que o sistema atende a todos os níveis de experiência dos bombeiros. É preciso levar em conta a familiaridade dos participantes com a tecnologia e a motivação destes para a participação nos testes.

Com o objetivo de explorar os pontos mais importantes, foram elaborados roteiros a serem seguidos pelos participantes durante os testes. Porém o uso do dispositivo e da aplicação não foi engessado por esses roteiros. Cada teste tomou rumos diferentes, para além dos roteiros, de acordo com a limitação, motivação, e curiosidade de cada participante.

O primeiro roteiro diz respeito a descoberta do funcionamento do dispositivo móvel, através do uso de aplicativos que contenham as suas principais funcionalidades. O participante primeiro aprende a ligar e desbloquear o aparelho. Após isso é pedido que ele abra um programa que ele tenha que ler uma frase em voz utilizando funções como, deslizar o dedo para cima e para baixo, com o intuito de aprender a utilizar o *touchscreen*. Neste mesmo programa o participante deve digitar uma frase com texto, símbolo e número para aprender a utilizar o teclado. Em seguida, é pedido que o participante abra um jogo com a finalidade de motivá-lo e ensiná-lo a controlar o toque e o deslize dos dedos sobre a tela. Por fim, o participante deve conhecer a câmera, tirando uma foto e acessando o local onde ela foi salva.

O segundo roteiro trata de conhecer diretamente do sistema desenvolvido. O participante recebe explicações sobre o funcionamento do sistema e, após isso, é convidado a cadastrar um nova emergência, como nomes de vítimas e socorristas fictícios. Após aprender sobre o cadastramento, é pedido que ele abra uma emergência já cadastrada para conhecer a informações desta.

Dois questionários foram elaborados para avaliação durante os testes, descritos no Apêndice C. O primeiro foi planejado para ser respondido no meio do teste, após a aplicação do primeiro roteiro, e tem como objetivo avaliar o uso do dispositivo móvel. O segundo é para avaliação do sistema, após a aplicação do segundo roteiro. Para qualificar as perguntas, foi utilizada uma escala de cinco valores para cada pergunta. Além disso, ao

final de cada questionário, há perguntas com um espaço para comentários e sugestões, estimulando o participante a detalhar a sua opinião.

Bombeiros de diferentes funções – motorista, condutor e operador de viatura, oficial de ligação, comandante de operação – e patentes – soldado, cabo, major, subtenente - participaram dos testes. Os testes foram feitos individualmente em uma sala no quartel do corpo de bombeiros, para que um participante não sofresse influência do outro e por haver somente um dispositivo disponível. As fotos da realização destes testes são mostradas na Figura 35. Cada teste teve duração de, aproximadamente, 25 minutos.

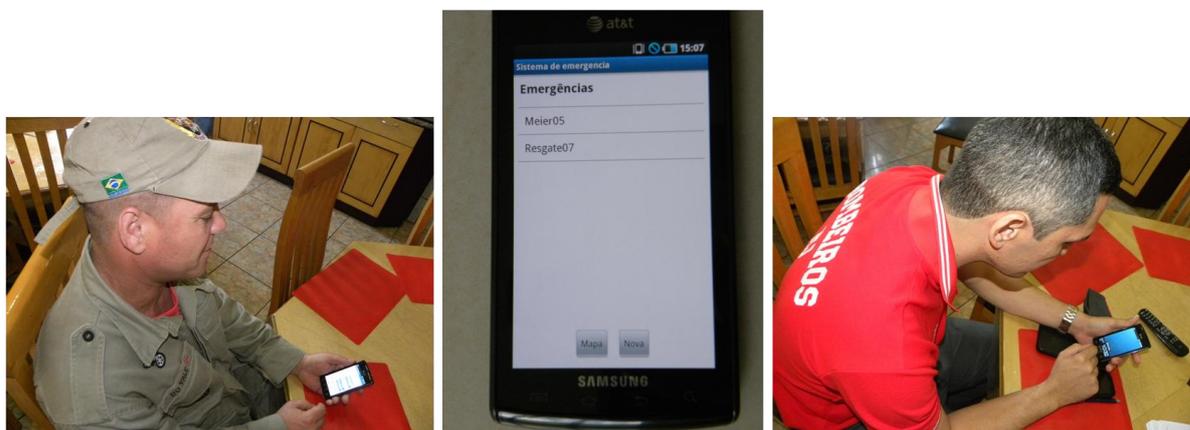
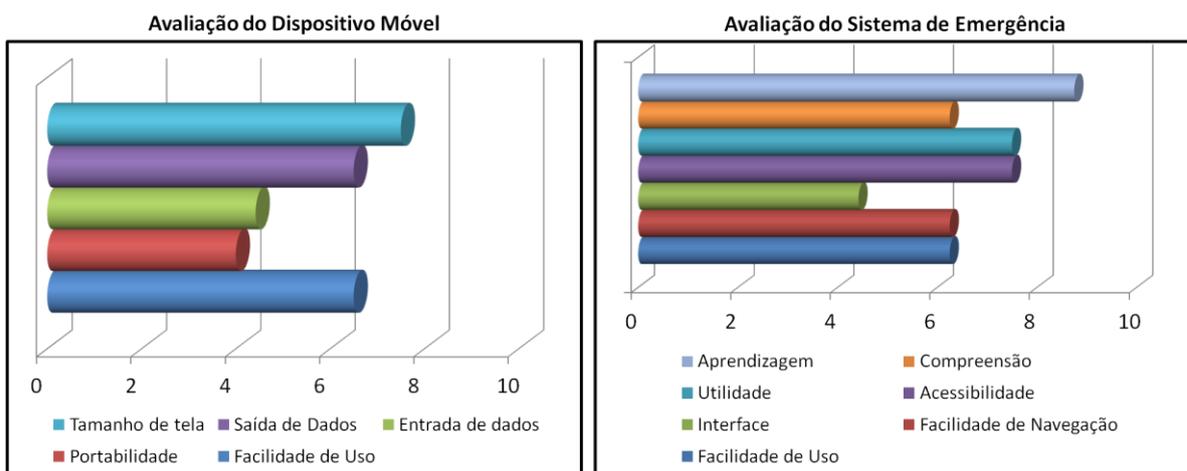


Figura 35 – Fotos dos testes realizados

## 8.2 Resultados

As avaliações dos resultados foram feitas com base nos questionários e opiniões verbais expressas durante os testes. A Figura 36 mostra os gráficos com as avaliações do dispositivo e do sistema, respectivamente.



**Figura 36 - Gráficos com as avaliações**

Os participantes estavam solícitos e motivados a participar dos testes. A avaliação do primeiro questionário mostrou que as dificuldades começam no uso do dispositivo móvel. O tamanho da tela do aparelho usado é maior que os celulares convencionais, apesar disso este foi um limitador para alguns participantes, que relataram o fato de ser pequeno o teclado para digitação de texto e as letras dos nomes dos aplicativos e demais funções do *smartphone*. Outro ponto de dificuldade relatado foi a tela sensível ao toque, alguns aprenderam rápido o manuseio, mas outros sentiram a necessidade de maior treinamento para acostumarem com a tela. Em relação a portabilidade, houve divergências, alguns dizem ser impossível incorporar o aparelho ao trabalho, outros que será difícil, mas valeria a pena tentar, e ainda outros dizem ser perfeitamente possível desde que seja antichoque e a prova d'água.

No geral, o novo dispositivo foi bem recebido e não houve grandes dificuldades para aprender a usá-lo. Aqueles que relataram ser impossível usar no trabalho, mesmo assim gostariam de tentar. O sentimento comum percebido durante os testes é que há uma necessidade de mudanças tecnológicas e os bombeiros estão abertos e anseiam por estas novidades. O comandante de operação que participou dos testes, relatou ser possível, por experiência própria, que os combatentes portem em um bolso da calça do fardamento um dispositivo com uma tela de até sete polegadas, como um pequeno tablet. Ele disse ainda, que um dispositivo como este, com uma tela de, aproximadamente, quatro polegadas, poderia ser preso a roupa como é feito, muitas vezes, com os rádios.

Com relação ao sistema desenvolvido, houve uma boa aceitação e curiosidade. Todos os participantes demonstraram interesse e curiosidade a cada tela apresentada. Para eles a proposta é coerente e apresenta chances de aplicabilidade real na forma de trabalho. Dúvidas e sugestões surgiram durante os testes. Na tela de emergência a sugestão é que o tipo seja mudado de leve, moderada, forte e muito forte para pequena, média e grande; a origem também não pode ser classificada pelos bombeiros, a classificação é feita pela polícia civil dias após a ocorrência da emergência. O campo evolução foi recebido como uma boa ideia, e também deve ter seus valores alterados como o campo intensidade.

Na tela de vítimas, foi ressaltado que o campo nome deve conter o nome completo da vítima, isso é de suma importância para o trabalho dos bombeiros. Normalmente, não é comum pedir o telefone das vítimas ou de parentes, isso quem faz são os hospitais, porém acontece esporadicamente quando a emergência é pequena.

Na tela de socorristas, foi relatado que não é prática utilizar identidade dos membros da equipe somente o nome de guerra utilizado nas fardas dos bombeiros. Há uma lista em papel com todos os nomes na sala de operações do quartel. O campo tarefa e equipamento foi relatado como importante, pois algumas vezes não se sabe quem está desempenhando uma tarefa e com que equipamento. Um ponto ressaltado pelos participantes é a necessidade de uma tela para pedir reforço de profissionais e recursos quando necessário na operação.

Na tela de infraestruturas, foi exposto que há uma lista com as classificações de cada tipo de infraestrutura e é importante, também, saber o número de pavimentos que a compõe. Uma sugestão para o sistema em geral é que haja o máximo possível de listas para escolha de valores, resultando em menos digitação de texto. Com relação as demais funções como chat, mapas e envio de fotos e vídeo, foram bem aceitas e elogiadas, apesar de não haver conexão com mesa tátil para enviar e receber informações e testar essas funções.

A avaliação do segundo questionário refletiu as dificuldades encontradas no uso do dispositivo móvel. O sistema foi considerado simples de ser manuseado, a facilidade de uso e aprendizagem foram mais rápidas, se comparadas ao primeiro teste, mas ainda houve dificuldades e limitações por parte dos participantes. A interface teve uma nota

menor por conta do tamanho da tela do dispositivo, a digitação de texto e leitura dos campos foi enfatizada por todos os participantes. É necessário ressaltar que o uso do sistema deve ser realizado de forma rápida e fácil, evitando que o usuário perca muito tempo para conseguir visualizar e transmitir uma informação, que pode ser muito urgente e necessária ao comando e a operação.

Os resultados apresentados neste capítulo devem ser analisados sob diversos ângulos. Devido ao tempo, os testes foram feitos em apenas um quartel de bombeiros, o grau de instrução e familiaridade com tecnologia tem uma grande variação entre os participantes. Para que conclusões mais sólidas possam ser deduzidas é necessário que estudos mais exploratórios sejam realizados considerando o contexto da realização da pesquisa, o que pode apontar mudanças até mesmo no método.

## 9. Conclusão

O propósito deste trabalho está distante de tentar substituir os componentes já empregados na comunicação das equipes de emergência ou de oferecer uma solução completa para os problemas estudados. A intenção é justamente complementar o uso do rádio, diminuindo o tráfego e a perda de informações e permitindo que este seja utilizado para mensagens mais prioritárias e que necessitem de expressão verbal para entendimento. Além disso, não faz parte do escopo deste estudo o tratamento de informações prévias o que demanda integração com outros dispositivos e sistemas. A função principal é prover comunicação e colaboração entre socorrista e posto comando.

Este trabalho começou a ser desenvolvido a partir de um problema identificado no tratamento de emergências, entre equipes envolvidas na tarefa de salvar vidas e propriedades. Foi apresentada então a hipótese de desenvolver um sistema computacional em um dispositivo móvel para apoiar e melhorar a comunicação e a colaboração entre o pessoal da operação de emergência. Entretanto, seria preciso mais do que um sistema para resolver essa questão. Como construir um sistema desse tipo envolve grandes desafios, como infraestrutura, equipe e tempo de estudo, foi decidido trabalhar a hipótese de uma sistemática para orientar o desenvolvimento desses tipos de sistemas. Essa sistemática envolveu um *framework* e um método. O *framework* foi criado a partir de sistemas computacionais propostos para diferentes tratamentos de emergência e entrevistas com especialistas de algumas organizações. O objetivo do método é guiar a aplicação desse *framework* a uma situação específica junto a uma organização real para avaliação.

A partir da aplicação do método, foi gerado um modelo e um protótipo de sistema para avaliação. Foram feitos testes em um quartel do corpo de bombeiros com o objetivo de avaliar o sistema e a inserção do dispositivo móvel na organização. Para avaliação propriamente dita do *framework*, seria necessário uma equipe de desenvolvedores com propósito de criar sistema para organizações diferentes. Como isso não foi possível, devido a falta disponibilidade de desenvolvedores e tempo hábil para concluir os trabalhos dessa dissertação, a opção foi desenvolver um pequeno sistema e testá-lo.

## 9.1 Contribuições

Atualmente existe um grande movimento de desenvolvimento de softwares para dispositivos móveis, em gestão de emergência não é diferente. Com isso surge a necessidade de um método mais específico para desenvolver essas aplicações. Devido a sua diferença de enfoque, este trabalho forneceu algumas contribuições em relação a concepção de sistemas para apoiar o tratamento de emergências.

A principal contribuição foi o desenvolvimento de um *framework* e um método especializado para orientar os analista e desenvolvedores nesse domínio na construção de aplicações relativas à situação de emergência. Através de uma sequência de etapas, é possível analisar o tratamento de emergência de uma organização, aprender sobre ela e identificar características e restrições necessárias ao sistema e ao dispositivo móvel. Isso é importante, pois essa sequência de etapas estabelece uma ordem que auxilia o entendimento e a descoberta de características essenciais que devem ser observadas pelo analista. O *framework* e o método permitem que os analistas tenham um primeiro contato com o domínio de emergência, orientando-os de forma estruturada no estudo e descoberta deste domínio, da organização, das equipes de trabalho e dos dispositivos móveis e suas relações. Ainda é possível citar como contribuição deste trabalho a coleta dos requisitos gerais para os dispositivos móveis e os sistemas, assim como a lista comentada com os principais sistemas de emergência para dispositivos móveis.

## 9.2 Limitações

Dentre as limitações deste trabalho está a pouca disponibilidade de tempo de profissionais da área e a burocracia que envolve essas organizações, principalmente, as militarizadas. Por este motivo, o trabalho de coleta de conhecimento pode se tornar demorado e até ser descontinuado, assim como a fase de experimentos. É necessário fazer contato com vários profissionais durante o processo para garantir que o trabalho não seja interrompido.

Outra limitação é a confirmação de que o *framework* e o método facilitam o desenvolvimento desse tipo de sistema. Não é possível afirmar que isto acontece, pois apenas uma aplicação do método foi realizada e pela mesma pessoa que o desenvolveu,

tornando a análise e o projeto tendencioso. Não há também como afirmar que o método sirva para qualquer organização de emergência, já que foi testada em apenas uma.

Por último, a falta de completude do sistema deve levada em consideração. Mesmo que os testes a priori não possam ser feitos em uma situação real, o ideal seria montar um cenário que simulasse um evento real com toda a infraestrutura necessária ao sistema, com mais dispositivos móveis e estes conectados entre si através de uma rede.

### **9.3 Trabalhos Futuros**

Os problemas e limitações citados não significam que a pesquisa não foi bem sucedida. Pelo contrário, os resultados obtidos são válidos e são um estímulo para a busca do aperfeiçoamento da pesquisa. Por isso, a partir das limitações citadas, os próximos passos podem ser descritos.

A sugestão é que sejam desenvolvidos novos projetos, para outras organizações, com o intuito de avaliar e modificar o método para aperfeiçoá-lo. É importante também que haja interação entre os analistas que produziram os projetos, para discutir sobre o método. Outra possibilidade é a implementação de um sistema completo, com dispositivos móveis que troquem informações com a mesa tátil em um posto de comando, para melhores resultados de experimentação e robustez do método.

## Bibliografia

AMBLER, S. W. **An Introduction to process patterns**: an Ambysoft Inc. white paper. 1998. Disponível em: <http://www.ambysoft.com/processPatterns.pdf>. Acesso em: Junho de 2012.

ANDERSSON, B.; HEDMAN, J. Issues in the development of a mobile based communication platform for the Swedish Police Force and Appointed Security Guards. In: ISCRAM 2006 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 3., 2006. Newark, NJ. **Proceedings ...** Newark, NJ: ISCRAM, 2006. p. 181-187.

ANGERMAN, M. et al. DMT - An integrated disaster management tool. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISASTER MANAGEMENT AND HUMAN HEALTH RISK: REDUCING RISK, IMPROVING OUTCOMES, 1., 2009. New Forest, UK. **Proceedings ...** Southampton, UK: WIT Press, 2009.

ARANGO, G. ; PRIETO-DÍAZ, R. Domain analysis concepts and research directions. In: \_\_\_\_\_. (Eds.). **Domain analysis and software systems modeling**. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1991.

ARAUJO, F. C. S. ; BORGES, M. R. S. . Support for Systems Development in Mobile Devices used in Emergency Management. In: CSCWD 2012 - IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN 1., 2012, Wuhan. **Proceedings ...** Los Alamitos, USA: IEEE Computer Press, 2012.

AURIOL, E. AMIRA: advanced multi-modal intelligence for remote assistance. In: LÖFFLER, J., KLANN, M. (Eds.) **Mobile response 2007**. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, 2007 Heidelberg: Springer, 2007. (Lecture Notes in Computer Science), v. 4458, p. 51–60.

BABER, C., et al. Supporting implicit coordination between distributed teams in disaster management. In: LÖFFLER, J., KLANN, M. (Eds.) **Mobile response 2007**. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, 2007 Heidelberg: Springer, 2007. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4458), p. 39–50.

BECK, K. **Extreming Programming Explained**. New York: Addison-Wesley, 1999.

BERKE, P. R. **Natural hazard reduction and sustainable development: a global reassessment**. Chapel Hill, NC: Center for Urban and Regional Studies. 1995. (Working Paper No. S95-02).

BOSH, J. et al. Framework problems and experience. In: FAYAD, M. E. ; JOHNSON, R. E. ; SCHMIDT, D. C. **Building application frameworks**: object-oriented foundations of framework design New York: John Wiley & Sons, 1999. p.55-82.

CANÓS, J. H. et al. Using spatial hypertext to visualize composite knowledge in emergency responses. In: ISCRAM 2010 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 7., 2010, Seattle. **Proceedings ...** Seattle: ISCRAM, 2010.

CATARCI, T. et al. The WORKPAD project experience: improving the disaster response through process management and geo collaboration. In: ISCRAM 2010.-INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 7., 2010, Seattle. **Proceedings ...** Seattle: ISCRAM Community, 2010.

CBMERJ - Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **Museu Histórico do CBMERJ**. Disponível em: <http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/>. Acesso em: jun. 2012.

CHITTARO, L. , ZULIANI, F. ; CARCHIETTI, E. Mobile devices in emergency medical services: user evaluation of a PDA-based interface for ambulance run reporting. In: LÖFFLER, J., KLANN, M. (Eds.) **Mobile response 2007**. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, 2007 Heidelberg: Springer, 2007. p. 20-29. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4458).

CHUNG, L. et al. **Non-Functional requirements in software engineering**. Bostom: Kluwer Academic Publishers 1999. (The Kluwer International Series in Software Engineering, v. 5)

COCKBURN, A. **Escrevendo casos de uso eficazes**. 1 ed., Porto Alegre: Bookman Editora, 2005.

COUGO, P. **Modelagem conceitual e projeto de banco de dados**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CRONDSTEDT, M. Prevention, preparedness, response, recovery: an outdated concept? **Australian Journal of Emergency Management**, v. 17, n. 2, p. 10-13, Aug. 2002.

DIAS A. ; PEREIRA, C. M. N. A. ; CARVALHO, P. V. R. . Sistema de computação móvel para auxílio à resposta a emergências radiológicas. In: Simposio Internacional sobre Protección Radiológica, 2012, Cusco. **Anais...** Lima: Sociedade peruana de Protección Radiológica, 2012.

DINIZ, V. **Uma Abordagem para definição de sistemas de gestão de conhecimento no tratamento de emergências**. 2006. 194 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DRABEK, T. E. The evolution of emergency management. In: DRABEK, T.E., HOETMER, G.J. (Eds.). **Emergency Management: principles and practice for Local Government**. Washington DC: International City Management Association, 1991. p. 3-29.

ENGELBRECHT, A. **Um Modelo de apoio a percepção situacional na resposta a emergências**. 2011. 202f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

ENGELBRECHT, A. ; BORGES, M. R. S. ; VIVACQUA, A. S. Digital tabletops for situational awareness in emergency situations. In: CSCWD - INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN, 15., 2011, Lausanne, Suíça. **Proceedings ...** Los Alamitos: IEEE Computer Press, 2011. v. 1. p. 669-676.

FAYAD, M. ; SCHIMIDT, D. S. ; JOHNSON, R. E. **Building application frameworks: object oriented foundations of framework design**, New York: John Wiley, 1999.

FRASSL, M. et al. Developing a system for information management in disaster relief - methodology and requirements. In: ISCRAM 2010 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 7., 2010, Seattle. **Proceedings ...** Seattle: ISCRAM Community, 2010.

GAMMA, E. R. H. ; JOHNSON, R. ; VLISSIDES, J. **Design patterns: elements of reusable object-oriented software**. Reading, MA: Addison Wesley, 1995.

HADDOW, G. D. **Introduction to emergency management**. New York: Butterworth Heinemann, 2003.

\_\_\_\_\_. **Introduction to emergency management**. New York: Butterworth Heinemann, 2011.

HK - Hurricane Katrina: A Nation Still Unprepared. U.S. Relatório do Senado 109-322. Disponível em: <[http://intranet.opasylum.net/PDF/execsummary%20\(2\).pdf](http://intranet.opasylum.net/PDF/execsummary%20(2).pdf)> Acesso em: agosto de 2012.

IHMC - Institute for Human and Machine Cognition. CmapTools. Versão 5.04.02. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em: Setembro de 2012.

JOHNSON, C. W. Complexity, structured chaos and the importance of information management for mobile computing in the uk floods of 2007. In: LÖFFLER, J. ; KLANN, M. (Eds.): **Mobile Response**. Second International Workshop on Mobile Informations Technology for Emergency response, Mobile Response 2008. Bonn Germany. Berlin Heidelberg: Springer, 2009. p. 1-11. (Lecture Notes in Computer Science, v. 5424).

JOHNSON, R. E. How to get a paper accepted at OOPSLA. In: OOPSLA 1993 – ANNUAL CONFERENCE ON OBJECT ORIENTED PROGRAMMING, SYSTEMS, LANGUAGES AND SYSTEMS, 8., 1993, Washington DC. **Proceedings ...** New York: ACM, 1993. Panel. Também em: SIGPLAN Notes, v. 28, n. 10, Oct. 1993

\_\_\_\_\_. **How to design frameworks**. Object-oriented programming and design. 1998. Disponível em: <http://st-www.cs.illinois.edu/users/johnson/cs497/notes98/day18.pdf>. Acesso em: ago.2012.

KENNEDY, J. et al. The meaning of build back better: evidence from post-tsunami aceh and sri lanka. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, Hoboken, NJ, v. 16, n. 1, p. p. 24–36, 2008.

KRUCHTEN, P. **The Rational unified process: an introduction**. Reading, MA: Addison-Wesley, 2000. 298p

LANDGREN, J. Shared use of information technology in emergency response work: results from a field experiment. In ISCRAM 2005 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 2., 2005, Brussels, Belgium. **Proceedings ...** Brussels, Belgium: SCRAM Community, 2005.

LANDIN, N. ; NIKLASSON, A. Development of object oriented frameworks. 1995, 154 f. (Master Thesis) - Department of Communication Systems, Lund University, Sweden. Disponível em: <[http:// http://dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/recursos/developing-frame.pdf](http://http://dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/recursos/developing-frame.pdf)>. Acesso em: 19 de mar. 2012.

LARMAN, C. **Utilizando UML e padrões**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

LUYTEN, K. et al. A Situation-aware mobile system to support fire brigades in emergency situations. In: CAMS'06 - INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONTEXT-AWARE MOBILE SYSTEMS, 2., 2006. Montpellier, France **Proceedings ...** Rome: On The Move Federated Conferences and Workshops, 2006. Proceedings published by Springer.

**engineering**. Rio de Janeiro: PUC, 2000. ( Rio Inf.MCC38/00, Oct. 2000).

MARTHA A. S. et al. Clinic web: PEP e interação com dispositivos móveis. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 10., 2006, Florianópolis. **Anais ...** São Paulo: SBIS, 2006. p. 42-47.

MARKIEWICZ, M. ; LUCENA, C. **Understanding object-oriented framework engineering**. Rio de Janeiro: PUC, 2000. ( Rio Inf.MCC38/00, Oct. 2000).

MATTSSON, M. **Evolution and composition of object-oriented frameworks**. 2000. 150 f. Thesis (Doctor of Philosophy in Engineering) – Faculty of Technology, University of Karlskrona, Ronneby, 2000.

MEISSNER, A. et al. MIKoBOS: A mobile information and communication system for emergency response. In: **Disasters**

MILETI, D. S. **Disasters by design: a reassessment of natural hazards in the United States**. Washington, D.C: Joseph Henry Press, 1999.

MULTIHAZARD MITIGATION COUNCIL (MMC). **Natural hazard mitigation saves: independent study to assess the future benefits of hazard mitigation activities**. Washington, D.C: Federal Emergency Management Agency of the U.S. Department of Homeland Security by the Applied Technology Council under contract to the Multihazard

Mitigation Council of the National Institute of Building Sciences, 2005. (Study Documentation, Vol. 2).

MURAKAMI, A. et al. Acesso a informações médicas através do uso de sistemas de computação móvel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 9., 2004, Ribeirão Preto. **Anais ...** São Paulo: SBIS, 2004. p. 39-44.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Making the nation safer: the role of science and technology in countering terrorism.** Washington DC: National Academies Press, 2002.

NEYEM, A. ; OCHOA, S. F. ; PINO, J. H. A strategy to share documents in manets using mobile devices. In: ICACT - INTERNATIONAL CONFERENCE IN ADVANCED COMMUNICATION TECHNOLOGY, 8., 2006, Gangwon-Do, Coréia do Sul. **Proceedings ...** Piscataway, NJ: IEEE, 2006. v. 2. p. 1400–1404.

NOVAK, J.D. Concept mapping: A useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, 10, 923–949. 1990.

NUSEIBEH, B. ; EASTERBROOK, S. Requirements engineering: A Roadmap. In: ICSE'00 – INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 22., 2000, Limerick, Irlanda; CONFERENCE ON THE FUTURE OF SOFTWARE ENGINEERING, 2000, Limerick, Irlanda, **Proceeding...** New York: ACM, 2000. p. 37-45

OCHOA, S. F. et al. Supporting group decision making and coordination in urban disasters relief efforts. London, **Journal of Decision Systems**, v. 16, n. 2, p. 143–172, Apr./Jun. 2007.

OOMES, A. H. J. ; NEEF, R. M. Scaling-up support for emergency response organizations. In: ISCRAM 2005 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 2., 2005, Brussels, Belgium. **Proceedings ...** Brussels, Belgium: SCRAM Community, 2005.

PALEN, L. ; HILTZ, S. R. ; LIU, S. Online forums supporting grassroots participation in emergency preparedness and response. **Communication of the ACM**, New York, v. 50, n. 3, p. 54–58, Mar. 2007.

PERRY, R. W. ; LINDELL, M. K. Preparedness for emergency response: guidelines for the emergency planning process. **Disasters**, Oxford, Eng., v. 27, n. 4, p. 336–350, 2003.

PLOTNICK, L. ; GOMEZ, E. A. ; WHITE, C., Furthering development of a unified emergency scale using thurstone's law of comparative judgment: a progress report. In: ISCRAM 2007 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 4., 2007, Delft, The Netherlands. **Proceedings ...** Brussels, Belgium: ISCRAM Community, 2007.

PREE, W. Hot spot driven development. In: FAYAD, M. E. ; JOHNSON, E. ; SCHMIDT, D. C. **Building application frameworks: object-oriented foundations of framework design.** New York: John Wiley & Sons, 1999. p.379-393.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. Rio de Janeiro: Makron Books. 1995. 1056 p.

\_\_\_\_\_. **Software engineering: a practitioner's approach**. New York: McGraw Hill, 2001. 860 p.

RAMESH, R. ; EISENBERG, J. ; SCHMITT, T. **Improving disaster management: the role of IT in mitigation, preparedness, response, and recovery**. Washington , DC: Committee on Using Information Technology to Enhance Disaster Management, National Research Council, 2005.

SILVA, R. P. **Suporte ao desenvolvimento e uso de frameworks e componentes**. 2000. 262 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SIDDIQI, J. ; SHEKARAN, M. C. Requirements engineering: the emerging wisdom. **IEEE Software**, Los Angeles CA, v. 13, n. 2, p. 15-19, Mar. 1996.

SNDC - SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. **Glossário da defesa civil**. Disponível em: <http://www.defesacivil.gov.br/glossario/index1.asp>. Acesso em: jun. 2012.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 6. ed.. São Paulo: Pearson, 2003.

TALIGENT white papers. Building Object Oriented Framework, Inc, 1994. Disponível em <<http://lhcb-comp.web.cern.ch/lhcb-comp/Components/postscript/buildingoo.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2012.

TATOMIR, B. ; ROTHKRANTZ, L. Crisis management using mobile ad-hoc wireless networks. In: ISCRAM 2005 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 2., 2005, Brussels, Belgium. **Proceedings ...** Brussels, Belgium: SCRAM Community, 2005.

THAYER, R. ; DORFAMN, M. **System and software requirements engineering**. 2. ed. - . Los Alamitos: IEEE Computer Society Press Tutorial, 2000. 528p

VAN DEN EEDE, G. ; VAN DE WALLE, B.: Operational risk in incident management: a cross-fertilisation between ISCRAM and IT governance. In: ISCRAM 2005 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 2., 2005, Brussels, Belgium. **Proceedings ...** Brussels, Belgium: SCRAM Community, 2005. p. 53–60.

VILJAMAA, A. **Pattern-based framework annotation and adaptation** – a systematic approach. 2001. 118 f. Thesis (Licentiate Thesis in Computer Science), University of Helsinki, Helsinki, 2001.

XEXEO, G. **Modelagem de sistemas de informação**. da análise de requisitos ao modelo de interface. 2004. Disponível em: <<http://www.etcdepiracicaba.com.br/curso/40/MSI.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

WALDHER, F. ; THIERRY, J. ; GRASSER, S. Aspects of anatomical and chronological sequence diagrams in software-supported emergency care patient report forms. In: LÖFFLER, J., KLANN, M. (Eds.) **Mobile response 2007**. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, 2007 Heidelberg: Springer, 2007. p. 9-18. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4458).

WAUGH JR, W. L. **Living with hazards, dealing with disasters**: an introduction to emergency management. Armonk, NY: M. E. Sharpe, 2000.

## Apêndice A – Casos de Uso do sistema

Caso de uso 2: Buscar Emergência	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar emergência através de uma lista das emergências já cadastradas.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário entra na tela de Emergência, após entrar com o <i>login</i> no sistema.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Emergência;
2	O usuário escolhe uma das emergências na lista através de uma barra de rolagem;
3	O usuário seleciona a emergência;
4	O sistema apresenta a tela com os dados da emergência escolhida e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – A emergência não existe	
4	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário;
5	O sistema retorna para o passo 1 do fluxo típico;
6	O caso de uso se reinicia;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;

<b>Caso de uso 3: Cadastrar Emergência</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de cadastrar uma nova emergência que ocorreu
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário entra na tela de Emergência e não encontra a emergência na lista, então uma nova emergência é cadastrada.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Emergência;
2	O usuário não encontra a emergência na lista;
3	O usuário seleciona o botão Novo;
4	O sistema apresenta a tela com os campos para cadastrar uma nova emergência;
5	O usuário preenche os campos com os dados da nova emergência;
6	O usuário seleciona o botão cadastrar;
7	O sistema apresenta uma tela de sucesso no cadastro;
8	O sistema retorna para a tela com a lista de emergência e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – A emergência não foi cadastrada	
7	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário, com a descrição do erro que ocorreu;
8	O sistema retorna para o passo 5 do fluxo típico;
9	O caso de uso continua;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
3	O usuário seleciona a opção Sair;
4	O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 4: Buscar número de vítimas</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar o número de vítimas regatas.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela da emergência que foi selecionada e seleciona o botão Vítimas.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Vítimas e automaticamente aparece o número de vítimas e os nomes em uma lista;
2	O usuário visualiza o número de vítimas e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – Nenhuma vítima cadastrada	
2	O sistema informa que nenhuma vítima foi cadastrada e encerra o caso de uso;

<b>Caso de uso 5: Pesquisar vítima</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de pesquisar os dados de uma vítima.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela da Vítimas e deseja selecionar uma das vítimas.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Vítimas e automaticamente aparece o número de vítimas e os nomes em uma lista;
2	O usuário seleciona na lista de vítimas o nome de uma delas;
3	O usuário visualiza os dados da vítima escolhida e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – O usuário escolhe a opção Sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;

<b>Caso de uso 6: Cadastrar Vítimas</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de cadastrar novas vítimas.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Vítimas e deseja cadastrar uma nova vítima.
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Vítimas e automaticamente aparece o número de vítimas e os nomes em uma lista;
2	O usuário seleciona o botão Novo;
3	O usuário preenche os campos com os dados da vítima;
4	O usuário seleciona o botão cadastrar;
5	O sistema apresenta uma tela de sucesso no cadastro e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – a vítima não foi cadastrada	
5	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário, com a descrição do erro que ocorreu;
6	O sistema retorna para o passo 3 do fluxo típico;
7	O caso de uso continua;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
3	O usuário seleciona a opção Sair;
4	O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 7: Buscar mapa com vítimas</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar e visualizar o mapa com a localização das vítimas
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Vítimas e ver o mapa com as vítimas
Fluxo típico	
1	O programa apresenta a tela de Vítimas e automaticamente aparece o número de vítimas e os nomes em uma lista;
2	O usuário seleciona o botão Mapa;
3	O sistema apresenta uma tela com o mapa e a localização das vítimas;
4	O usuário pode aproximar e afastar o mapa;
5	Após a visualização o caso de uso é finalizado;
Fluxo Alternativo 1 – Não há vítimas cadastradas	
3	O sistema apresenta a tela com o mapa vazio sem vítimas;
4	O caso de uso é finalizado;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
3	O usuário seleciona a opção Sair;
4	O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 8: Buscar infraestrutura</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar e visualizar as infraestruturas envolvidas na ocorrência.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela com uma emergência aberta e deseja informações sobre infraestruturas.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Infraestrutura;
2	O sistema apresenta a tela com uma lista de infraestruturas cadastradas;
3	O usuário seleciona a infraestrutura que deseja visualizar os dados;
4	O sistema apresenta os dados da infraestrutura selecionada e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – Não há Infraestruturas cadastradas	
2	O sistema apresenta a tela vazia com nenhuma infraestrutura;
3	O caso de uso é finalizado;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 9: Cadastrar Infraestrutura</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de cadastrar uma nova infraestrutura.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela com uma emergência aberta e deseja cadastrar uma infraestrutura.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Infraestrutura;
2	O sistema apresenta a tela com uma lista de infraestruturas cadastradas;
3	O usuário seleciona o botão Novo;
4	O sistema apresenta uma tela com os campos para preencher sobre a nova infraestrutura;
5	O usuário preenche os campos com os dados da nova infraestrutura;
6	O usuário seleciona o botão cadastrar;
7	O sistema apresenta uma tela de sucesso no cadastro;
8	O sistema retorna para a tela com a lista de infraestruturas e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – A Infraestrutura não foi cadastrada	
7	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário, com a descrição do erro que ocorreu;
8	O sistema retorna para o passo 5 do fluxo típico;
9	O caso de uso continua;
Fluxo Alternativo 2 - O usuário escolhe a opção sair	
3	O usuário seleciona a opção Sair;
4	O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 10: Buscar mapa com infraestrutura</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar e visualizar mapa com a localização das infraestruturas.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela com a lista de infraestruturas.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Mapa;
2	O sistema apresenta uma tela com o mapa e a localização das infraestruturas;
3	O usuário seleciona o botão Novo;
4	O usuário pode aproximar e afastar o mapa;
5	Após a visualização o caso de uso é finalizado;
Fluxo Alternativo 1 – Não há Infraestruturas cadastradas	
2	O sistema apresenta a tela com o mapa vazio;
3	O caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 11: Buscar socorrista</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar e visualizar os socorristas envolvidas na ocorrência.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela com uma emergência aberta e deseja informações sobre os socorristas.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Socorristas;
2	O sistema apresenta a tela com uma lista de socorristas cadastrados;
3	O usuário seleciona o socorrista que deseja visualizar os dados;
4	O sistema apresenta os dados do socorrista selecionado e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – Não há socorristas cadastrados	
2	O sistema apresenta a tela vazia com nenhum socorrista;
3	O caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 12: Cadastrar socorrista</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de cadastrar novas socorristas que trabalham na ocorrência.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Socorristas e deseja cadastrar uma novo socorrista.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Novo;
2	O usuário preenche os campos com os dados do socorrista;
3	O usuário seleciona o botão cadastrar;
4	O sistema apresenta uma tela de sucesso no cadastro e encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – o socorrista não foi cadastrado	
4	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário, com a descrição do erro que ocorreu;
5	O sistema retorna para o passo 2 do fluxo típico;

<b>Caso de uso 13: Buscar mapa com os socorristas</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de buscar e visualizar o mapa com a localização dos socorristas;
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Socorristas e deseja visualizar a localização destes.
Fluxo típico	
1	O usuário seleciona o botão Mapa;
2	O sistema apresenta uma tela com o mapa e a localização dos socorristas;
3	O usuário pode aproximar e afastar o mapa;
4	Após a visualização o caso de uso é finalizado;
Fluxo Alternativo 1 – Não há socorristas cadastrados	
2	O sistema apresenta a tela com o mapa vazio sem vítimas;
3	O caso de uso é finalizado;

<b>Caso de uso 14: Acessar bate-papo</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de trocar mensagens com o posto de comando;
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Emergência e seleciona o botão bate-papo;
Fluxo típico	
1	O sistema apresenta a tela com o bate-papo;
2	O usuário envia mensagem para o posto de comando;
3	O sistema reporta a entrega da mensagem com a mesma aparecendo na lista de rolagem;
4	O posto de comando responde a mensagem, caso necessite de resposta;
5	Retorna ao passo 2 ou encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – Mensagem não entregue	
3	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário;
4	O sistema retorna para o passo 2 do fluxo típico;
5	O caso de uso continua;
Fluxo Alternativo 2 – O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;

<b>Caso de uso 15: Acessar mapa</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de visualizar mapa de localização.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Emergência e seleciona o botão mapa;
Fluxo típico	
1	O sistema apresenta a tela com o mapa;
2	O usuário aproxima e afasta o mapa;
3	O sistema mostra o mapa conforme mudança de <i>zoom</i> do usuário;
4	Retorna ao passo 2 ou encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;

<b>Caso de uso 16: Acessar câmera</b>	
Descrição geral	este caso de uso detalha o processo de acessar a câmera para foto ou vídeo.
Atores	todos os socorristas que compõe as equipes de resposta com acesso ao sistema.
Início	este caso de uso se inicia quando o usuário está na tela de Emergência e seleciona o botão câmera;
Fluxo típico	
1	O sistema apresenta a tela com a câmera;
2	O usuário seleciona câmera de vídeo ou de foto;
3	O sistema mostra a câmera escolhida;
4	O usuário faz o vídeo ou a foto;
5	O usuário escolhe enviar a mídia para o posto de comando;
6	O sistema envia a mídia para o posto de comando;
7	Retorna ao passo 2 ou encerra o caso de uso;
Fluxo Alternativo 1 – O usuário escolhe a opção sair	
2	O usuário seleciona a opção Sair;
3	O sistema é encerrado e o caso é finalizado;
Fluxo Alternativo 2 – A mídia não é enviada	
6	O sistema informa e abre uma tela de erro para o usuário;
7	O sistema retorna para o passo 5 do fluxo típico;
8	O caso de uso continua;
Fluxo Alternativo 3 – Somente salvar a mídia	
5	O usuário escolhe salvar a mídia;
6	Retorna ao passo 2 do fluxo típico ou encerra o caso de uso;

## Apêndice B – Telas do Sistema



The screenshot shows the login interface of the 'Sistema de emergencia'. At the top, there is a status bar with icons for signal strength, battery, and time (10:06 PM). Below the status bar is a header with the text 'Sistema de emergencia'. The main area contains two input fields: 'Login' and 'Senha'. The 'Login' field is highlighted with an orange border. To the right of the 'Senha' field, there is a blue link labeled 'Cadastrar' and a grey button labeled 'Entrar'.

Tela de login no sistema



The screenshot shows the 'Nova Emergência' registration screen. At the top, there is a status bar with icons for signal strength, battery, and time (11:02 PM). Below the status bar is a header with the text 'Sistema de emergencia'. The main area is titled 'Nova Emergência' and contains several form fields: 'Nome:' with the value 'Emergência 1', 'Data:' with the value '31/07/2012', 'Tipo:' with a dropdown menu showing 'Incêndio', 'Origem:' with a dropdown menu showing 'Escapamento de gas' (highlighted with an orange border), 'Intensidade:' with a dropdown menu showing 'Moderada', 'Evolução:' with a dropdown menu, 'Condições Climáticas:' with a dropdown menu showing 'Chuva', and 'Observações:' with a text area. At the bottom, there are two buttons: 'Mapa' and 'Cadastrar'.

Tela de Cadastrar Nova Emergência

Sistema de emergencia

### Novo Socorrista

Identidade: 18765

Nome: Carlos

Equipamento: Escada

Tarefa: Contenção

Dificuldades: Intensidade do fogo

Observações:

Mapa Cadastrar

**Tela de Cadastrar Novo Socorrista**

Sistema de emergencia

### Nova Infraestrutura:

Nome: Casa01

Tipo: Casa

Afetada: Não afetada

Observações:

Mapa Cadastrar

**Tela de Cadastrar Nova Infraestrutura**

Sistema de emergencia

### Nova Vítima

Número de identificação: 001

Nome: Ana

Data e hora: 01/08/2012 12:06

Telefone: 9500-0000

Idade: 17

Estado de saúde: Ferimentos leves ▼

Observações: Celular da mãe

Mapa Cadastrar

**Tela de Cadastrar Nova Vítima**

Sistema de emergencia

### Emergências

Emergência 1

---

Emergência 2

---

Emergência 3

---

Mapa Nova

**Tela com todas as emergências cadastradas**

Sistema de emergencia

**Emergência: Emergência 1**

Nome: Emergência 1

Data: 30/07/2012

Tipo: Incêndio

Origem: Escapamento de gas

Intensidade: Moderada

Evolução: Leve

Vítimas Socorristas Infraestruturas

Remover Editar

Tela aberta com a emergência escolhida

Sistema de emergencia

**Vítimas**

Número de vítimas resgatadas: 2

Joao Editar

Data e hora: 31/07/2012 02:58

Telefone: -

Localização: -

Idade: 21

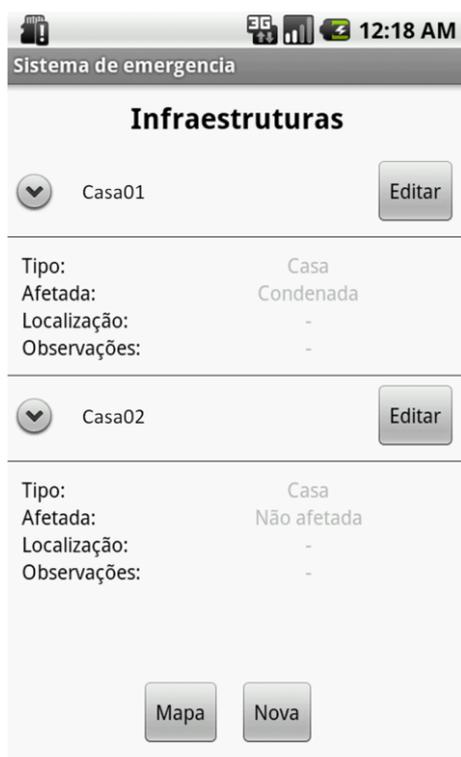
Estado de saúde: Ferimentos leves

Observações: -

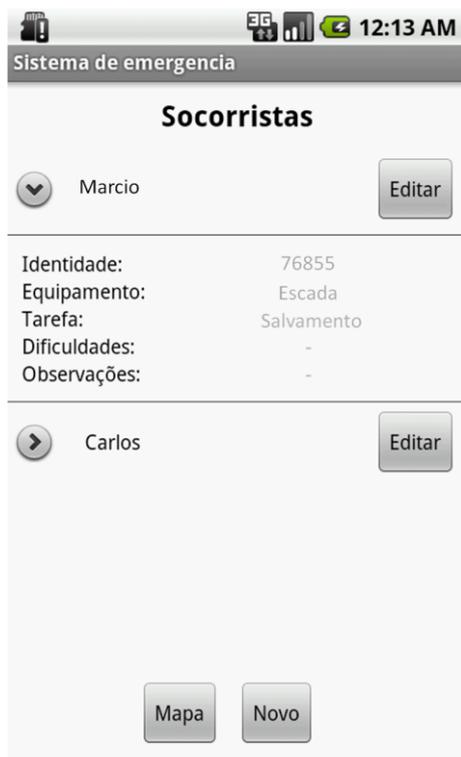
Desconhecida Editar

Mapa Nova

Tela com as vítimas cadastradas na emergência escolhida



Tela com as infraestructuras cadastradas na emergência escolhida



Tela com os socorristas cadastrados na emergência escolhida



Tela com o mapa da emergência

## Apêndice C – Questionários de Avaliação



### Questionário de Avaliação do Dispositivo Móvel

Após o primeiro contato com o dispositivo móvel, como você o avalia de acordo com os seguintes pontos:

**1) Facilidade de Uso – Qual a sua facilidade para utilizar o dispositivo?**

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

**2) Portabilidade – Qual a facilidade em manusear este dispositivo no seu dia-a-dia sem atrapalhar o seu trabalho?**

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

**3) Entrada de Dados – O que você acha da entrada de dados no telefone, como digitar um texto?**

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

**4) Saída de Dados – O que você acha da visualização das informações, é boa e de fácil entendimento?**

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

**5) Tamanho da Tela – O que você acha sobre o tamanho da tela do dispositivo para usar durante o seu trabalho?**

muito bom     bom     médio     ruim     muito ruim

**6) Você gostaria de acrescentar mais alguma coisa sobre o dispositivo móvel? Caso sim, escreva abaixo.**

---

---

---

## Questionário de Avaliação da Aplicação

Após utilizar a aplicação Sistema de Emergência, como você o avalia de acordo com os seguintes pontos:

1) Facilidade de uso – No geral, quão fácil é utilizar o Sistema de Emergência?

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

2) Facilidade de Navegação – Qual o grau de dificuldade para navegar entre as telas, ou seja, trocar de uma tela para a outra?

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

3) Interface - Você acha que a interface é intuitiva, ou seja, é clara e necessita de pouco raciocínio?

muito intuitiva     intuitiva     médio     pouco intuitiva     nada intuitiva

4) Acessibilidade – Qual a sua dificuldade em achar a informação no momento em que você precisa?

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

5) Utilidade – O quão útil você acha que este sistema pode ser no seu trabalho?

muito útil     útil     médio     pouco útil     nada útil

6) Compreensão – Qual a sua facilidade em compreender o conteúdo a ser preenchido?

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

7) Aprendizagem – Qual a sua dificuldade para aprender a manipular o sistema?

muito fácil     fácil     médio     difícil     muito difícil

8) Você acha que alguma informação é desnecessária nesse sistema? Comente.

---

---

---

---

---

9) Você acha que faltou alguma informação nesse sistema? Comente.

---

---

---

---

---

10) Você gostaria de acrescentar mais alguma coisa? Sugestão, reclamação, etc.

---

---

---

---

---