



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rodrigo Pinheiro Padilha

Apoio à colaboração entre equipes
de comando e de operações na
resposta a emergências: uma
proposta utilizando computação
móvel

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



Instituto de Matemática



Núcleo de
Computação
Eletrônica

Rodrigo Pinheiro Padilha

Apoio à colaboração entre equipes de comando e de operações na resposta a emergências: uma proposta utilizando computação móvel

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática (Sistemas de Informação), Instituto de Matemática e Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador:
Marcos Roberto da Silva Borges, Ph. D.

Co-orientador:
José Orlando Gomes, D. Sc.
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Março 2010

D123 Padilha, Rodrigo Pinheiro.

Apoio à colaboração entre equipes de comando e de operações na resposta a emergências: uma proposta utilizando computação móvel / Rodrigo Pinheiro Padilha. – Rio de Janeiro, 2010.
125 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2010.

Orientador: Marcos Roberto da Silva Borges

Co-orientador: José Orlando Gomes

1. Informática – Teses. 2. Groupware – Teses. 3. Gestão de Emergências – Teses. 4. Gestão de Conhecimento – Teses. 5. Abordagem de Desenvolvimento de Sistemas – Teses. I. Marcos Roberto da Silva Borges (Orient.). II. José Orlando Gomes (Co-orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título.

Rodrigo Pinheiro Padilha

Apoio à colaboração entre equipes de comando e de operações na resposta a emergências: uma proposta utilizando computação móvel

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática (Sistemas de Informação), Instituto de Matemática e Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovada em

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

Prof. José Orlando Gomes, D.Sc., PPGI/IM/UFRJ (Co-orientador)

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

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc. COPPE/Engenharia de Produção

*A minha amada Gabriela
e meus filhos Lorenzo e Valentina.*

AGRADECIMENTOS

O mestrado é um momento único na vida de um estudante, nele alternamos altos e baixos. Altos quando estudamos aquela cadeira que gostamos e tiramos notas boas e baixas quando estamos no meio da escrita da dissertação e não temos a certeza de que chegaremos ao final e alcançaremos o almejado grau de Mestre. Nestas horas o apoio dos amigos e colegas de mestrado é fundamental. Eu agradeço a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para que eu pudesse alcançar este objetivo

Além dos nossos colegas existem os nossos orientadores sempre prontos a derrubar nossas hipóteses com perguntas curtas ou com comentários que silenciam qualquer discussão. Apesar disso, eles sempre estiveram presentes mostraram o caminho a seguir. Eles sempre mantiveram o farol aceso para que na mais temível escuridão, fosse possível encontrar a derrota correta para o objetivo desejado. A vocês Marcos Borges e José Orlando o meu sincero muito obrigado por acreditar em mim, manter o farol aceso e me guiar durante esse processo.

Colegas e orientadores assistem, digamos de camarote, o caminho que estamos percorrendo, quem realmente sofre é a família, de uma hora para outra diversos programas normais param de acontecer. Tudo isso para que o mestrando se concentre na tese ou estude para uma prova. Para eles a provação é maior, afinal o mau humor de um mau resultado, o estresse por um compromisso se refletem diretamente nas relações humanas mais próximas, nesse caso a família. Dizer apenas obrigado é muito pouco pelo apoio que eles me deram durante este período, deixo registrado o meu mais profundo agradecimento a você Gabriela, minha esposa, que como um anjo me aturou, ajudou e apoiou para que eu conseguisse chegar até aqui. Dedico essa tese a você e a meus filhos, Lorenzo e Valentina, que por diversos fins de semana ficaram em casa por que o papai não podia sair para estudar.

Finalmente, gostaria de agradecer a Marinha do Brasil por ter me permitido realizar essa missão, da qual fui voluntário. Em particular aos meus chefes do Comando de Operações Navais por terem permitido que eu terminasse essa dissertação de mestrado e por ter acreditado no meu potencial.

RESUMO

PADILHA, RODRIGO PINHEIRO. **Apoio à colaboração entre equipes de comando e de operações na resposta a emergências: uma proposta utilizando computação móvel.** Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

Os desastres naturais ocorridos recentemente se transformaram numa das principais notícias veiculadas pela imprensa, com destaque para a falta de ferramentas adequadas para o gerenciamento de emergências. Muitos autores apontaram a necessidade de se reavaliar e redefinir os paradigmas e as teorias do gerenciamento de emergências. Esses paradigmas apontam para uma estrutura de comando e controle que deve ser flexível, sofisticada, multidisciplinar, multi-institucional, multijurisdicional e multicultural, cooperando no planejamento conjunto e no compartilhamento dos recursos necessários, adaptando-os ao atual nível de desenvolvimento da sociedade.

A partir deste ponto de vista, o uso estruturado e apropriado das tecnologias da informação e comunicação (TIC) se torna um elemento indispensável nas operações, para ampliar a percepção situacional.

O surgimento de novas tecnologias e de dispositivos móveis menores e mais robustos vem preencher uma lacuna existente hoje na Gestão de Emergências, que é a falta de um sistema de gestão de emergências que apóie as equipes distribuídas no teatro de operações.

Desenvolver um sistema de informação para estes dispositivos pode possibilitar uma melhor consciência situacional e de um entendimento comum entre as equipes de resposta e o comando.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de um sistema de apoio a gestão de emergências, aplicado a dispositivos móveis e avaliar o impacto deste sistema na gestão de emergências

ABSTRACT

PADILHA, RODRIGO PINHEIRO. Collaboration Support between command and operations teams during emergency response: A proposal using mobile computing. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

Natural disasters that have occurred recently became one of the main press reports, especially the lack of adequate tools to manage crisis. Many authors pointed out the need to reassess and redefine the paradigms and theories of crisis management. These paradigms suggest a structure of command and control must be flexible, sophisticated, multi-disciplinary, multi-institutional, multi-jurisdictional and multi-cultural, cooperating in joint planning and sharing of resources, adapting them to the current level development of society.

From this point of view, structured and appropriate use of information technology (ICT) becomes an indispensable element in the operations, to increase situational awareness.

The development of new technologies and mobile devices, more rugged comes to fill up a lack in crisis management, a system to support the response team in the field.

Developing a information system to these teams may contribute to a better situation awareness and a better shared understanding.

This paper aims to present an proposal of an information system to be applied in the response team and evaluate their impact on crisis management.

SUMÁRIO

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Motivação	17
1.2 Problema	20
1.3 Hipótese	22
1.4 Enfoque da solução	22
1.5 Estrutura do Trabalho	23
Capítulo 2 INFORMAÇÃO VERSUS CONHECIMENTO	25
2.1 Processo da informação	30
2.2 Processo de tomada de decisão	31
Capítulo 3 MODELOS DE COMANDO E CONTROLE E A INFORMAÇÃO.....	34
3.1 Modelo de Lawson	36
3.2 Modelo de Hollnagel	37
3.3 Modelo de Smalley.....	40
3.4 Modelo de Stanton	44
CAPÍTULO 4 - INFORMAÇÕES NA ESTRUTURA DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA	50
4.1 Estruturas de Emergência	50
4.2 Instanciando as informações na estrutura de comando e controle.....	52
4.3 Delimitando o problema	54
4.4 Framework para os Processos da Informação	56
4.4.1 Processo Solicita Informação	57
4.4.2 Processo Relata Estado.....	58
4.4.3 Processo Determina Ação	59
4.4.4 Processo Relata Resultado	60
4.4.5 Processo Solicita Apoio.....	62
4.4.6 Processo Envia Apoio	62
4.4.7 Processo Sugere Ação	63
Capítulo 5 - REQUISITOS.....	66

5.1 Requisitos de software.....	66
5.1 Requisitos de alto nível.....	68
5.2 Requisitos funcionais	70
5.3 Requisitos não funcionais	72
5.4 Arquitetura do sistema.....	72
Capitulo 6 PROTÓTIPO – Sistema SisC2Celular	75
6.1 Tecnologia e plataforma	75
6.2 Diagramas de Casos de Uso.....	77
6.3 Descrição dos casos de uso do sistema.....	79
6.3.1 Caso de Uso Acessar o sistema	79
6.3.2 Caso de Uso Buscar Nova Ordem	79
6.3.3 Caso de Uso Buscar Ordem Existente	80
6.3.4 Caso de Uso Solicitar Equipamento	81
6.3.5 Caso de Uso Solicitar Pessoal Especializado	82
6.3.6 Caso de Uso Solicitar Pessoal não Especializado	82
6.3.7 Caso de Uso Solicitar Ajuda Humanitária.....	83
6.3.8 Caso de Uso Solicitar Mapa	84
6.3.9 Caso de Uso Solicitar Informação Externa.....	85
6.3.10 Caso de Uso Solicitar Apoio de RH Externo	86
6.3.11 Caso de Uso Enviar Relatório de Situação Inicial	87
6.3.12 Caso de Uso Enviar Relatório de Atualização.....	87
6.3.13 Caso de Uso Enviar Sugestão de linha de ação	88
6.3.14 Caso de Uso Enviar Localização	88
6.4 Diagramas de Atividades	89
6.5 Modelos de Dados	92
Capitulo 7 - EXPERIMENTAÇÃO.....	95
7.1 Sistemas de apoio	95
7.2 Cenários.....	97
7.2.1 Cenário projetado	97

7.2.2 Pontos que deverão ser avaliados	99
7.2.3 – Metodologia	100
7.3 O Experimento	101
7.3.1 Primeiro Experimento.....	101
7.3.2 Segundo Experimento.....	101
7.4 Resultados.....	102
Capitulo 8 - CONCLUSÃO.....	105
8.1 RESUMO.....	105
8.2 CONTRIBUIÇÕES	106
8.3 LIMITAÇÕES	107
8.4 TRABALHOS FUTUROS	107
Referências Bibliográficas	109
Apêndice A – Telas do sistema móvel.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Fases do ciclo de gestão de emergências.....	18
Figura 1.2: Formação do arcabouço para realização do protótipo.....	24
Figura 2.1. Ciclo da Gestão de Conhecimento (Silver et al., 2002).....	28
Figura 2.2: Hierarquia de classes de informação (DOD, 1996).....	30
Figura 2.3: Tipos de Conhecimento no Apoio às Decisões na Fase de Tratamento (Diniz et al, 2005).....	31
Figura 2.4: Processo da Informação na Gestão de Emergência.....	33
Figura 2.5: Fases do processo de tomada de decisão (Sinha R., 2005).....	34
Figura 3.1: Modelo de Lawson Adaptado (Lawson, 1981).....	38
Figura 3.2: Modelo de Hollnagel (1993).....	40
Figura 3.3: Modelo da Escada de Decisões de Rasmussen (1974).....	44
Figura 3.4: Modelo de Smalley (2003).....	45
Figura 3.5: Modelo de Stanton (Stanton et. al., 2007).....	50
Figura 4.1: Estrutura básica do ICS-UC (FEMA, 2004).....	52
Figura 4.2: Troca de informações entre os componentes de um sistema de C2.....	56
Figura 4.3: Troca de informações no ambiente de Comando e Controle.....	57
Figura 4.4: Processo Solicita Informação.....	60
Figura 4.5: Processo Relata Estado.....	61
Figura 4.6: Processo Determina Ação.....	62
Figura 4.7: Processo Relata Resultado.....	62
Figura 4.8: Processo Solicita de Apoio.....	64
Figura 4.9: Processo Envia Apoio.....	65
Figura 4.10: Processo Sugere Ação.....	67
Figura 5.1: Requisitos não funcionais (Sommerville,2007).....	69
Figura 5.2: Padrão MVC.....	74
Figura 5.3: Aplicação sendo acessada por diversas interfaces.....	75
Figura 6.1: Casos de uso do Sistema.....	79
Figura 6.2 Diagrama de atividades do caso de uso 6.3.1.....	98
Figura 6.3: Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.2.....	99
Figura 6.4 Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.3.....	99
Figura 6.5 Diagrama de atividades para os casos de uso de 6.3.4 até 6.3.10.....	100

Figura 6.6 Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.11.....	100
Figura 6.7 Diagrama de atividades para os casos de uso 6.3.12, 6.3.13 e 6.3.14.....	101
Figura 6.8: Diagrama de classes do sistema SisC2Celular.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Macro-Taxonomia de Comando e Controle (Stanton, 2007).....	45
Tabela 4.1: Fatos da fase de resposta à emergências aplicados à estrutura do FEMA.....	52
Tabela 5.1: Notações para especificação de requisitos (Sommerville, 2007).....	68
Tabela 5.2: Requisitos de alto nível.....	69
Tabela 5.3: Principais requisitos não funcionais.....	72
Tabela 6.1: Plataformas utilizadas no desenvolvimento do sistema.....	76
Tabela 6.2: Casos de uso identificados para o protótipo.....	77
Tabela 7.1 Principais elementos que devem ser observados em função do experimento.....	108
Tabela 7.2: Notas dadas pelos participantes e média final.....	109

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Siglas e Abreviaturas	Descrição
C2	Comando e Controle
CESTAD	Centro Estadual de Tratamento de Acidentes e Desastres
CIMS	<i>Crisis Information Management System</i>
DoD	Department of Defense
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

Desastres naturais quase sempre ocupam grande espaço na mídia, seja pela dimensão das áreas atingidas, seja pelo número de vítimas. Emergências dessa natureza sempre trazem atreladas a elas um grande volume de informações. A dificuldade na consolidação das informações provenientes de diversas fontes se torna um grande problema. Esse problema é identificado ao final das operações quando se constata a perda de informações vitais. A perda dessas informações leva a supor que existe uma falha nos processos ou uma falta de ferramentas adequados para o gerenciamento de emergências (Janella et. al, 2007).

Exemplos como o do furacão Katrina que atingiu três cidades americanas e que causou o rompimento dos diques de contenção do Lago Pontchartrain provocando uma inundação na cidade de Nova Orleans. Ou o do ciclone extratropical Catarina que atingiu desde Laguna em Santa Catarina até Torres no Rio Grande do Sul deixando um rastro de destruição em mais de quarenta municípios. Mais recentemente o excesso de chuvas ocorrido no início deste ano na Região Sudeste e Sul, ocasionando situações emergenciais em São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul ilustram a falta de um ferramental eficiente e eficaz para a troca de informações entre equipes de comando e de operações.

Nem sempre o ferramental utilizado é o mais adequado. Em entrevista realizada com o Coronel do Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro Luiz Guilherme, Comandante do Centro Estadual de Tratamento de Acidentes e Desastres (CESTAD) foi destacado a troca de mensagens SMS como único meio para de comunicação entre o comando e as equipes de resposta durante a operação de socorro na área de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro.

Outro conceito importante é o modelo aplicado na gestão de emergências. Durante muito tempo ele foi baseado na doutrina militar de comando e controle, onde a emergência é comparada a um ataque de um inimigo (Dynes, 1994). Muitos autores (Berrogi, 2001; Rubin,

1998; e Johnson, 2002) apontaram a necessidade de se reavaliar e redefinir os modelos e paradigmas da gestão de emergências. Os novos paradigmas apontam para um modelo de comando e controle flexível, multidisciplinar, multi-institucional, multijurisdicional e multicultural. Nestes novos paradigmas haverá também maior cooperação no planejamento e no compartilhamento dos recursos necessários para a gestão de emergências (Trnka et al., 2005).

O uso correto das tecnologias da informação e comunicação (TIC) se torna um elemento essencial para melhorar a capacidade das organizações de resposta (Wybo e Lonka, 2002; Comfort, 1993; Comfort et Al., 2001). Indo um pouco mais além, ela será um elemento indispensável nas operações do futuro (Mendonça et. Al, 2001). Sua principal função será apresentar a informação adequada, para as pessoas certas em um formato apropriado no local certo e a tempo de permitir uma resposta oportuna.

Porém, em se tratando de Gestão de Emergências, além das variáveis tempo, formato, equipe e local, devem ser considerados também o estresse existente em uma emergência e a necessidade de coordenar várias equipes de heterogêneas. Isto torna a Gestão de Emergência uma atividade complexa e desafiadora para os setores de coordenação de desastres (Ianella et. al, 2007).

Ao longo dos anos a comunidade científica vem produzindo estudos no intuito de melhorar o desenvolvimento de sistemas de informação que atendam às organizações na fase de resposta. Independente do tamanho e da complexidade, o objetivo principal destes sistemas é prover um panorama da situação¹, fornecendo os subsídios necessários para a tomada de decisões² e para o controle da situação (Landgren , 2005).

1 Melhorar a percepção situacional;

2 Aplicação correta de recursos humanos e materiais;

Na medida que tais sistemas são propostos seus impactos na prática são cuidadosamente estudados pela comunidade científica. Áreas de pesquisas como suporte ao trabalho cooperativo por computador (Schmidt e Bannon, 1992), cognição distribuída (Hutchins, 1995) e engenharia de sistemas cognitivos (Hollnagel e Woods, 2005) têm enfatizado a importância de um estudo sobre o impacto dos novos sistemas de informação no dia-a-dia das organizações de resposta a emergências.

Nessa dissertação será abordado o uso de um ferramental baseado em computação móvel como ferramenta para apoiar à colaboração entre equipes de comando e de operações na fase de resposta a emergências.

1.1 Motivação

Desastres iniciados por fenômenos naturais nunca deixarão de existir. Portanto, as organizações de resposta devem ser dotadas de recursos humanos, materiais e tecnológicos com objetivo de reduzir as consequências destes fenômenos.

Para essa dissertação serão considerados recursos humanos todo o pessoal técnico treinado, e os voluntários que atuam na fase de resposta. Os recursos materiais correspondem aos investimentos feitos pelos governos na obtenção e aparelhamento das organizações de resposta, como por exemplo, a compra de viaturas especiais e ferramentas de corte hidráulico. Finalmente, os recursos tecnológicos correspondem a todos os equipamentos e meios que poderão ser empregados para realizar a coleta, armazenamento, comunicação, e disseminação de informações.

Para entender melhor a motivação do trabalho é necessário introduzir alguns conceitos relacionados com a Gestão de Emergências. Gerenciamento ou a Gestão de Emergência³ envolve um ciclo de quatro fases: a mitigação, a prontidão (estado de preparação), a resposta e a reconstrução (Heath, 1998).

³ Gerenciamento/Gestão de Emergência – traduzido pelo autor “Crisis Management”;

Na mitigação são realizados estudos visando a prevenção dos riscos em potencial. Essa fase se diferencia das outras por que ela foca em medidas de longo prazo objetivando reduzir ou eliminar esses riscos. Cabe ressaltar que a implementação de estratégias de mitigação pode ser considerada parte do processo de reconstrução quando esta for aplicada logo após a ocorrência de um desastre (Haddow, 2004). Como exemplos de atividades desta fase podem ser citados: a dragagens de rios, limpeza de redes de esgoto, mapeamento de encostas e áreas de risco de deslizamento ou escorregamento de terra.

Na fase de prontidão o foco principal é desenvolver planos e linhas de ação para reduzir os efeitos de um desastre. Ao contrário da fase de mitigação, onde são avaliados os riscos em potencial, nesta fase se supõe que um evento adverso está ocorrendo e medidas deverão ser realizadas com o objetivo de minimizar suas conseqüências.

Essa fase pode ser subdividida em fases menores contendo ciclos de planejamento, organização, treinamento, equipagem, simulações, avaliações e ações corretivas. Como exemplo de medidas que ocorrem nesta fase temos: o desenvolvimento de planos de comunicação com terminologias de fácil entendimento, a manutenção e realização de treinamentos pelas equipes de emergência, o acompanhamento dos acontecimentos a partir das previsões enviadas por outras organizações, a manutenção e o inventario de equipamentos especiais para uso em situações de emergência.

A fase de resposta não tem um início claramente definido. Normalmente ela consiste da mobilização dos recursos de emergência disponíveis.

No Brasil, por exemplo, existem quatro níveis de alerta. A Defesa Civil só inicia a mobilização e intervenção quando o nível três de alerta é atingido. Nesse momento existe a declaração do chefe do executivo (municipal, estadual ou nacional) do estado de emergência.

Na literatura costuma-se definir como marco inicial da fase de resposta o início das

operações de busca e salvamento (Ianella, 2007, Quarentelli, 1996).

Quando a situação de emergência se estabiliza tem início a última fase do ciclo de gestão: a reconstrução. Nesta etapa novas organizações iniciam sua atuação com o objetivo de recuperar o local atingido e atender a população carente. Em alguns casos, antes de finalizar esta fase inicia-se a fase de mitigação com o objetivo de elencar os fatores que levaram a situação de emergência.

Na Figura 1.1 pode-se observar uma representação gráfica do ciclo envolvendo as fases do Gerenciamento de Emergência (Heath, 1998).

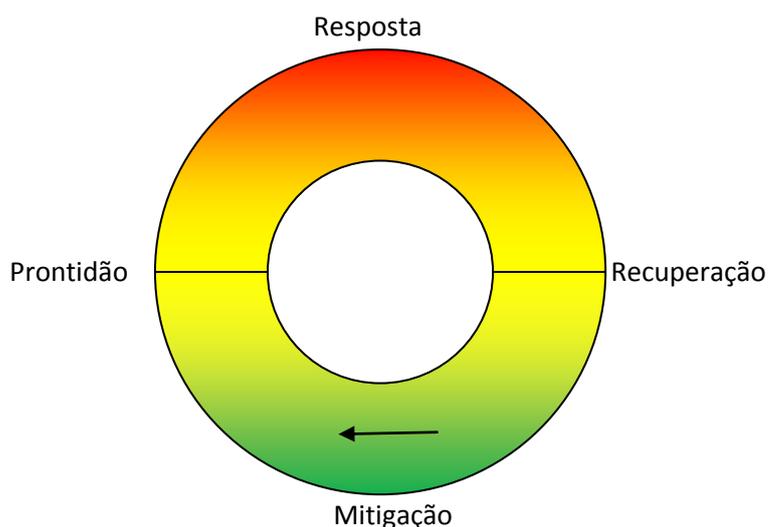


Figura 1.1: Fases do ciclo de gestão de emergências adaptado de (Heath, 1998)

Por não haver um marco bem definido para o início da fase de resposta, ela se torna um ponto crítico para Gestão de Emergências já que o tempo de reação nesta situação é proporcional ao sucesso da operação. Quanto mais rápido for a reação maior será a probabilidade de sucesso.

Por ser um ponto crítico na Gestão de Emergências muito conhecimento foi gerado em torno destes fenômenos (Perrow, 1984), sobre suas estruturas organizacionais de gerenciamento (Bigley and Roberts, 2001) e sobre sua dinâmica social (Weick, 1993). Outros

estudos visaram a medir como o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pode alterar a percepção situacional. Chegou-se a conclusão que quando existe um entendimento comum dos participantes sobre os eventos, a resposta se torna mais colaborativa e eficiente (Salmon et. al, 2006).

Apesar desses resultados o uso de sistemas de informação como forma de ampliação da consciência situacional está restrito às salas de crise e os centros de gestão de emergências de alguns países. Porém, após o 11 de setembro e a passagem do furacão Katrina algumas lacunas existentes na gestão de emergências surgiram. Os relatórios dos eventos demonstraram a falta de coordenação das equipes envolvidas na resposta. Ficou latente a necessidade de dotar as equipes de resposta de dispositivos tecnológicos que possibilitem ampliar seu acesso às informações, incrementando sua consciência situacional e a capacidade de coordenação das equipes (Meinrath, 2006).

Novos trabalhos começaram a surgir nesse sentido. Dentre eles se destacam o estudo que visa desenvolver a utilização da TIC como forma de melhorar as comunicações via rádio (Camp, Hudson, Keldorph, Lewis e Mynat, 2000), o estudo de como a computação ubíqua pode melhorar a atenção e a consciência para os bombeiros durante a fase de resposta (Jiang, Hong, Takayama e Landay, 2004), a criação de um framework para representação do conhecimento contextual atual em emergências (Diniz, 2006) e mais recentemente o estudo de como um sistema de informação pode melhorar a consciência situacional da equipe de resposta (Monares et. al., 2008).

Motivado por estes estudos essa dissertação tem como objetivo apresentar uma avaliação sobre a aplicação de uma proposta utilizando computação móvel para apoiar a colaboração entre as equipes de comando e operação na fase de resposta.

1.2 Problema

Durante as entrevistas realizadas para determinação do problema os especialistas em

emergências afirmaram que a principal ferramenta para comunicação entre as equipes de Operação e o Comando é o rádio VHF. Além disso, eles afirmaram que essa tecnologia atende satisfatoriamente as necessidades⁴.

Apesar disso os problemas dessa tecnologia aparecem quando em uma emergência o número de equipes de resposta é maior que o número de canais disponíveis para comunicação. Neste caso para realizar a troca de informações deverá ser utilizado um modelo de compartilhamento do tempo, onde para cada equipe é disponibilizado uma fatia de tempo com o objetivo de atualizar as equipes de comando. Apesar de eficiente este modelo apresenta o problema da perda do princípio da oportunidade⁵. Além disso, existe a interferência causada por causa do terreno onde ocorre a operação, que pode diminuir a qualidade da informação.

Outro problema é a interpretação que se faz da informação. Quando a informação é passada verbalmente entre os membros de uma equipe, para cada ouvinte ela será interpretada e assimilada. Quando um ouvinte transmitir essa informação adiante ele irá transmitir a sua interpretação da mesma, iniciando um processo de distorção da informação. Esse processo poderá aumentar dependendo do número de pessoas existentes no processo de envio da informação.

Uma solução para este problema seria a utilização de um Sistema de Informação que evite a distorção da informação, garanta a todas as equipes participantes da atividade de resposta a capacidade de comunicação contínua e ajude no apoio ao processo decisório. Assim essa dissertação pretende responder a seguinte questão:

Como apoiar as equipes de resposta na coleta, armazenamento, distribuição e utilização da informação visando apoiar o gerenciamento de emergências?

⁴ Essa foi a resposta dada pelos especialistas quando questionados sobre a tecnologia utilizada para a comunicação durante a fase de resposta.

⁵ Princípio da Oportunidade – Conceito proveniente da contabilidade - exige a apreensão, o registro e o relato de todas as variações sofridas pelo patrimônio de uma Entidade, no momento em que elas ocorrerem. Trazendo este conceito para a área de emergências é o relato de uma situação em tempo real, a fim de evitar a perda de informações durante o processo de assimilação.

1.3 Hipótese

Este trabalho parte da hipótese de que ao dotar as equipes de resposta de um sistema de informação, que possibilite a coleta, o armazenamento e a troca de informações com os centros de comando haverá uma melhor percepção situacional tanto para o comando quanto pelas equipes de resposta. Com isso a fase de resposta poderá ser mais eficiente e eficaz em consequência da correta aplicação dos recursos disponíveis.

1.4 Enfoque da solução

Desenvolver um sistema de informações para dotar as equipes que irão atuar na fase de resposta é uma atividade extremamente complexa. Dessa forma, a fim de avaliar a hipótese existe a necessidade de se desenvolver um protótipo que deverá ser aplicado a um experimento. Ao final será feita uma análise do experimento onde será avaliada a hipótese.

Para chegar a solução proposta é preciso criar um arcabouço conceitual que permita compreender a atividade de resposta em emergência. Serão estudados conceitos como a Informação, como ela é gerada a partir de dados brutos, qual seu ciclo vida e como o entendimento é alcançado.

A formação do arcabouço continuará com a compreensão dos modelos de comando e controle existentes na literatura. Um modelo é a representação de uma realidade, captada e armazenada, isto é, uma abstração da realidade feita a partir da sua observação. Ele é uma simplificação da realidade e seu estudo permite compreender os principais processos.

Finalmente, o último elemento que irá compor o arcabouço conceitual para construção do sistema proposto são as funções de comando e controle. Compreender como a atividade de resposta se desenvolve e como é a interação entre cada uma das funções permite focar no ponto principal deste trabalho que é dotar as equipes de resposta de um ferramental para troca de informações com o comando.

A partir do arcabouço conceitual será proposto um framework de processos na

atividade de resposta.

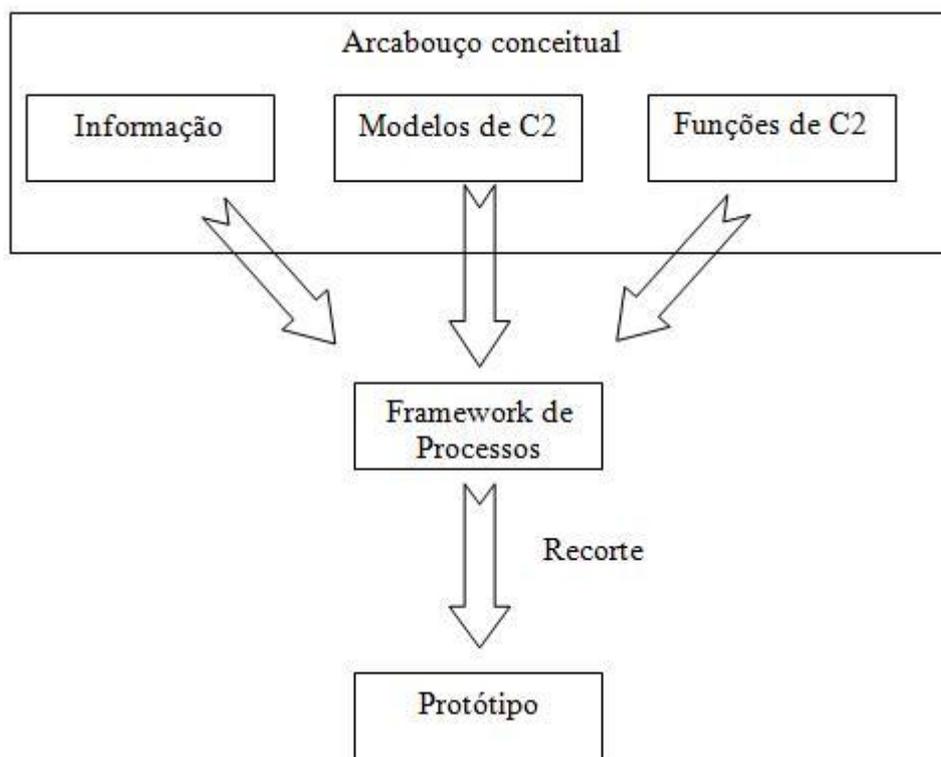


Figura 1.2: Formação do arcabouço para realização do protótipo.

Este framework servirá de base para o desenvolvimento de um protótipo.

Com o protótipo pronto serão realizados estudos com o objetivo avaliar o impacto deste sistema de informação na estrutura de resposta a emergência. Como objetivo secundário está a apresentação dos requisitos essenciais para um sistema de comando e controle para dispositivos móveis e um modelo de classes mínimo que servirá de base para construção de sistemas com esta finalidade.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira. No Capítulo 2 são introduzidos os conceitos sobre dado, informação, conhecimento e entendimento. Além disso, é apresentado e discutido o modelo de transformação do dado bruto em entendimento. Em seguida é apresentado o ciclo de vida de informação. Este Capítulo se encerra com a apresentação e

discussão do processo de tomada de decisão e da importância da informação neste processo.

Dando continuidade na construção do arcabouço conceitual o Capítulo 3 apresenta os principais modelos de comando e controle existentes na literatura. Cada modelo foi escolhido em função de suas particularidades e ao final é apresentado o modelo genérico, proposto por Stanton et. al. (2007).

O último elemento do arcabouço conceitual, apresentado no Capítulo 4, são as funções de comando e controle e como elas estão organizadas dentro da estrutura de emergência. Nesse capítulo, é iniciada a discussão da solução do problema com a instanciação da informação na estrutura e com a proposta do framework de processos da informação nessa estrutura. Nele também são apresentadas também as primeiras delimitações do problema.

O Capítulo 5 apresenta os requisitos de alto nível, requisitos funcionais, requisitos não funcionais e o padrão adotado para o protótipo.

O Capítulo 6 irá tratar da especificação do sistema, segundo os requisitos apresentados no capítulo anterior. Para isso será utilizada a linguagem UML (*Unified Modeling Language*). A UML é uma linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração que auxilia a visualização dos processos e da comunicação dos elementos de um sistema de informação.

No Capítulo 7 serão apresentados os aspectos relacionados com a experimentação. Nele constam a preparação, os sistemas de apoio utilizados, o cenário e as questões que deverão ser respondidas pelos participantes do experimento.

Finalmente, no Capítulo 8 será apresentada a conclusão, onde haverá um resumo do que foi realizado, as limitações encontradas e os trabalhos futuros sugeridos.

Capítulo 2 INFORMAÇÃO VERSUS CONHECIMENTO

“A guerra é o reino da incerteza; três quartos dos fatores ao qual as ações estão baseadas são cercadas por uma maior ou menor névoa de incertezas... O Comandante deve ser capaz de trabalhar em meio onde seus olhos não podem ver; onde seus melhores poderes dedutivos não podem penetrar sempre; e onde, em função das constantes mudanças, ele raramente se familiariza.”

—Carl von Clausewitz

Todas as decisões tomadas durante a fase de resposta são baseadas no entendimento que o tomador de decisão possui sobre os acontecimentos. Este entendimento é alcançado a partir de inferências realizadas sobre uma base de conhecimentos. Essa base é composta por um conjunto de informações que, através de algum processo, foram capturadas, armazenadas e processadas. Até este instante falou-se sobre a Informação como sendo o insumo para a tomada de decisão. Na realidade a Informação é utilizada para obtenção do Conhecimento. É muito importante diferenciar o conceito de Informação do conceito de Conhecimento. Sistemas de apoio a decisão existem para prover conhecimento a partir de um conjunto de Informações.

Segundo Karl Wiig (1996) Conhecimento consiste de fatos, verdades e crenças, perspectivas e conceitos, julgamentos e expectativas, metodologias e know-how. Conhecimento é acumulado e integrado e assimilado com o tempo para lidar com desafios em situações específicas. Já Informação consiste de fatos e dados organizados para descrever uma situação particular. Exemplificando o conhecimento é usado para determinar o que uma situação específica significa.

A Informação pode ser capturada, armazenada, codificada e comunicada através de algum processo de TI ou via papel. Defini-se Conhecimento como uma combinação de informações e processos através dos quais é possível promover um comportamento racional para atingir objetivos desejados (Newell, 1982).

Para os indivíduos, o ciclo de transformação do dado e da informação em

conhecimento e o seu retorno com um valor agregado é um processo natural. Ele se inicia com o indivíduo imerso em um ambiente, no qual ele é inundado por diversos tipos de informações (dados do meio ambiente). Essas informações são armazenadas na memória pessoal, em notas e arquivos em papel (Armazenamento). O cérebro irá processar essas informações (Processamento). Nesse ponto a gestão do conhecimento se torna um processo essencialmente interno ao indivíduo. Como indivíduos, temos orgulho na nossa capacidade de aprender com os nossos triunfos e derrotas, através da consolidação efetiva do conhecimento (Consolidação). Como mostra a Figura 2.1, o conhecimento consolidado no final de uma iteração através do ciclo de gestão do conhecimento fornece novas informações que podem ser usados em uma outra iteração (Silver, D. and Shakshuki, E., 2002).

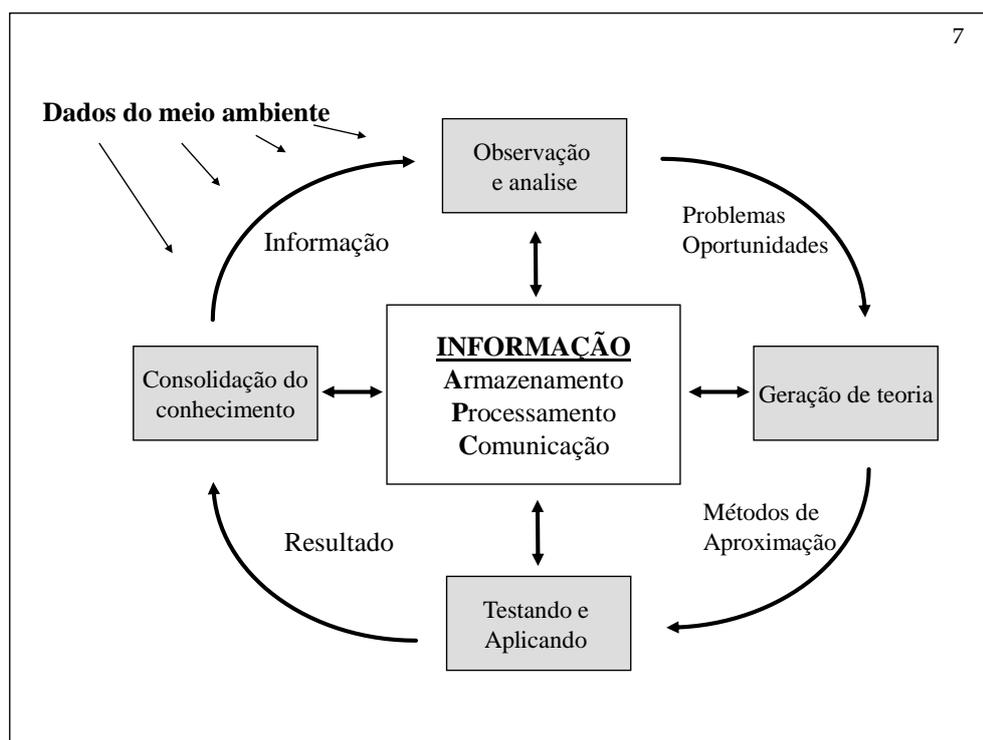


Figura 2.1. Ciclo da Gestão de Conhecimento (Silver, D. and Shakshuki, E., 2002)

Segundo a teoria de Comando e Controle (DoD, 1996) existem quatro diferentes classes de informação, cada uma delas com um valor agregado ao sistema. Essas classes são organizadas de maneira hierárquica. Segundo ela o nível mais baixo de informação, denominado Dado Bruto, é formado pelos dados na sua forma bruta, por exemplo mapas,

sinais digitais, documentos de texto, planilhas e mensagens SMS; enfim um conjunto de dados que ainda não foram processados, integrados, ordenados e contextualizados.

No nível acima, denominado Informação, estão os dados que já foram processados ou transformados em um formato compreensível para as pessoas ou os sistemas que farão uso deles. Como exemplo podemos citar uma fotografia impressa, uma tabela, um conjunto de coordenadas geográficas de um mapa, entre outros dados. Apesar de organizadas e formatadas a informação ainda não foi avaliada ou processada. Apesar disso, ela pode ser suficiente e por isso já possui um valor agregado.

O nível acima, denominado Conhecimento, estão as informações que foram analisadas e receberam um significado e um valor. Elementos como confiabilidade, relevância, importância e urgência são agregados à informação. Neste ponto se inicia o processo de formação da percepção situacional.

No último, denominado Entendimento, o conhecimento, obtido no nível anterior, foi sintetizado e instanciado para uma situação específica (Contextualização) permitindo a percepção da situação. Ao final será possível entender, não somente o fato mas os fatores que levaram a ocorrência deste fato (o que, por que).

A Figura 2.2, resume o que foi descrito nos parágrafos anteriores. Os retângulos representam os níveis da Informação e as setas representam os processos que permitem alcançar cada um dos níveis.

Situações de emergência têm como principal característica a pressão temporal que aliado a informações incompletas tornam o Entendimento mais difícil. Neste caso, a tomada de decisões é baseada em três tipos de conhecimentos.

Do conhecimento pessoal prévio, que é internalizado⁶ através de treinamentos, simulações das condições reais e vivências em eventos anteriores. Do conhecimento formal prévio, que está, normalmente, contido em planos de emergência, mapas do local ou qualquer outro documento elaborado anteriormente que sirva ao propósito do tratamento. E do conhecimento contextual atual, que é gerado a partir de dois tipos distintos de informações contextuais, que possuem como característica comum o fato de serem modificadas com o tempo em função da ação das equipes de resposta (Diniz et al, 2005, p.1190).

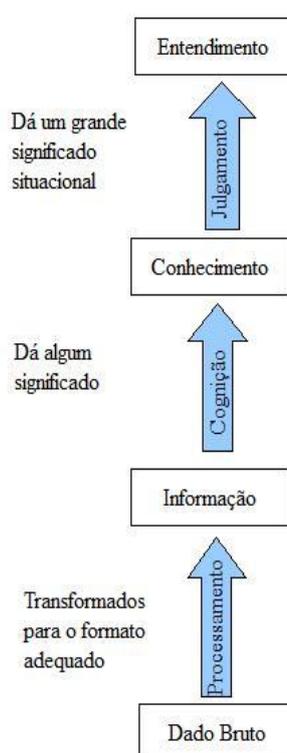


Figura 2.2: Hierarquia de classes de informação (DoD, 1996)

⁶ A dinâmica da gestão do conhecimento está ligada aos modos de conversão: socialização, externalização, combinação e internalização. A socialização (conversão de tácito para tácito) diz respeito à interação dos indivíduos para compartilhamento de conhecimento, que pode ser feita em comunidades de interesse e de prática. A externalização (conversão de tácito para explícito) diz respeito à formalização do conhecimento tácito de forma contextualizada. A combinação (conversão de explícito para explícito) diz respeito à geração de um novo conhecimento explícito a partir de formas de conhecimento também explícitas. Finalmente, a internalização diz respeito à aquisição de um novo conhecimento tácito pelos indivíduos da organização a partir de fontes de conhecimento explícito (Nonaka e Takeushi, 1998).

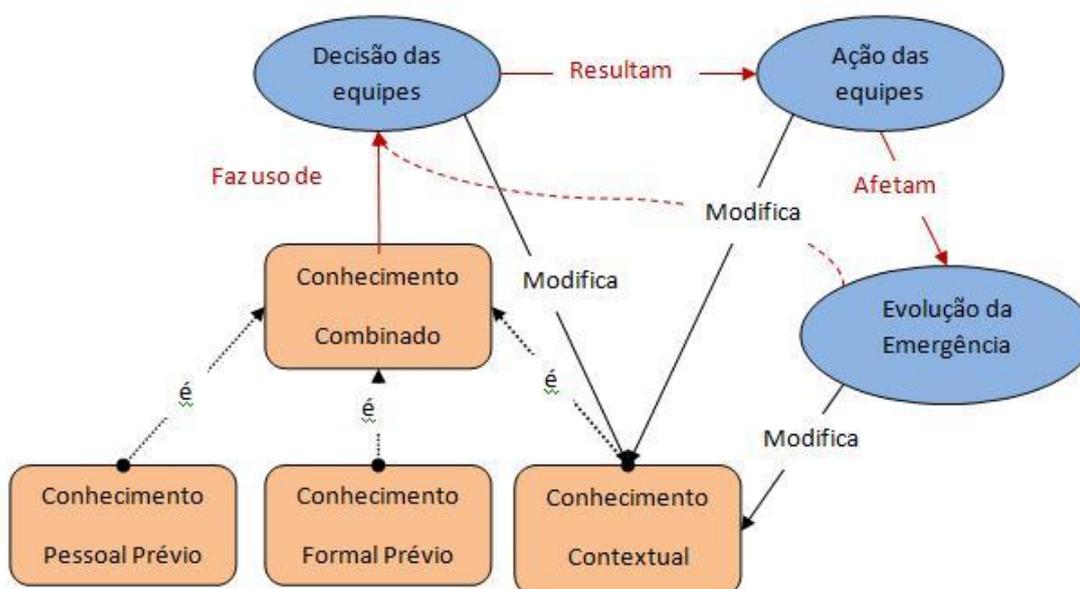


Figura 2.3: Tipos de Conhecimento no Apoio às Decisões na Fase de Tratamento (Diniz et al, 2005, p. 1190).

Essa combinação, observada na Figura 2.3, permite aos tomadores de decisão preencher os vazios existentes da informação com o objetivo de montar uma imagem mental completa da situação. Chegar neste nível significa alcançar a percepção situacional, isto é, descobrir *fatores críticos*, *vulnerabilidades*, *padrões* e a *lógica* da situação. Com isso é possível *antecipar eventos* e reconhecer as *conseqüências e os efeitos* das ações que serão ou que foram empreendidas (DoD, 1996).

Conforme foi apresentado, o Entendimento formará a base das decisões, muito embora ele raramente seja atingido na sua plenitude. Os dados brutos, de uma maneira geral, são de fácil identificação, quantificação, transmissão e cópia. Porém, quando falamos em Conhecimento ou Entendimento essa facilidade não existe. Duas pessoas distintas podem receber o mesmo conjunto de dados e chegar a entendimentos diferentes (Hollnagel e Woods, 2004). Afinal a cognição e os valores de julgamento são combinados com o Conhecimento Formal Prévio e o Conhecimento Pessoal Prévio de cada individuo podendo haver conclusões diferentes.

2.1 Processo da informação

Para que o Entendimento seja alcançado a informação precisa estar disponível para o tomador de decisões e as situações de emergência possuem algumas características que a diferenciam das outras emergências do dia-a-dia. O alto nível de estresse e o curto espaço de tempo para estudo e tomada de decisões fazem com que as fases do processo da informação tenham que ser elaboradas de maneira a possibilitar que o tomador de decisão distribua os planos e as ações dentro do tempo para sua execução.

Tipicamente o processo de informação é composto por seis (6) etapas básicas (Ryde, 1989):

1. Definição das necessidades;
2. Localização da informação;
3. Seleção da informação;
4. Organização da informação;
5. Apresentação da informação; e
6. Avaliação.

Em situações de emergência esse processo é reduzido. A necessidade é bem definida e se resume a estabilização da emergência. A localização consiste em capturar e armazenar a informação em uma base de dados e a avaliação é realizada junto com a apresentação da informação. A Figura 2.4 apresenta este processo.

Conforme descrito anteriormente na primeira fase do ciclo, através de algum processo pré-definido, a informação é capturada e inserida em uma base de dados. As fontes de captura podem ser sensores, testemunhas, outras equipes presentes no ambiente, câmeras próximas e etc. Após isso, através de outro processo, ela poderá ser selecionada. Poderão ser recuperadas informações além das que foram capturadas na fase de resposta. Isso só ocorre se na fase

anterior da gestão de emergência⁷ existir um processo de captura de informações sobre recursos, equipes, procedimentos e outros elementos que podem ser aplicados na resolução da emergência. As informações selecionadas poderão estar desassociadas e desordenadas. Na próxima fase, a de organização, elas serão tratadas para a próxima fase, onde serão apresentadas para que decisões possam ser tomadas e as ações desencadeadas.

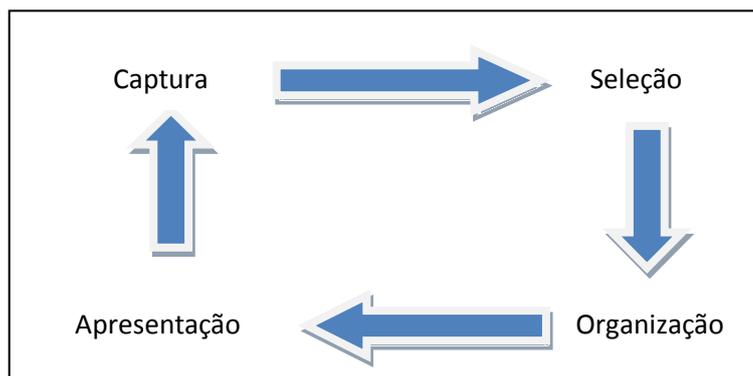


Figura 2.4: Processo da Informação na Gestão de Emergência.

Na emergência o tempo é um fator limitante para a fase de organização. Algumas informações tem um ciclo de vida muito curto e algumas ações demandam ação imediata. Portanto, o processo da informação deve se desenvolver de uma maneira que permita ao tomador de decisão chegar ao entendimento o mais rapidamente possível.

2.2 Processo de tomada de decisão

Conforme apresentado anteriormente, a emergência nunca oferece tempo suficiente para planejar e agir. Para lidar com essas situações as pessoas tem que ser treinadas para decidir sob a pressão do tempo (Mitroff,2000).

O processo de tomada de decisão é um tópico bastante popular em diversas áreas. Segundo (Sinha, 2005) ela é composta de quatro etapas básicas: Entendimento do problema; Seleção de uma ação baseada na experiência anterior; Elaboração de um plano de ação; e Implementação o plano.

⁷ Fases da Gestão de Emergência – Se refere à fase de Prontidão.

O Entendimento do problema envolve entre outras coisas saber qual é o tipo de problema, suas dimensões, possibilidades de controle e riscos envolvidos. A análise das tarefas que serão executadas varia, de acordo com a experiência anterior do encarregado da operação. Pessoas com maior experiência conseguem avaliar a informação existente e perceber melhor os riscos de cada tarefa que será executada. Baseada nessa experiência, os planos executados anteriormente são adaptados visando atingir o objetivo de conter a emergência.



Figura 2.5: Fases do processo de tomada de decisão (Sinha, 2005).

Ao final das operações todas as informações e ações executadas são apresentadas em relatórios em um *debriefing*, onde também são feitas análise das ações que foram executadas.

A tomada de decisão varia de acordo com a complexidade da situação. (Wickens, 1992) apresenta uma discussão sobre os fatores que afetam a tomada de decisão, como o esforço para tomada desta decisão e a probabilidade dela estar correta. Outro importante fator é o número de fontes de informação que devem ser consideradas para tomada de decisão. A limitação de processamento e memória da informação, especialmente sob o estresse, restringe a precisão da decisão tomada pelas equipes de resposta (Sinha, 2005).

(Wickens, 1992) conclui em seu estudo que o indivíduo sob stress fica temporariamente incapaz de armazenar informações na *memória de longo prazo*⁸, dificultando a análise posterior das ações realizadas. O processo de tomada de decisão em emergências é conhecido

⁸ - Memória de longo prazo – Termo de origem da biologia que indica consolidação de informações que podem ser recuperadas passados dias ou décadas.

como processo naturalista de tomada de decisão⁹ (Klein, 1997). Este processo permite controlar não só a dinâmica dos acontecimentos, como visualizar e controlar os efeitos das ações que são executadas no ambiente. Neste contexto as decisões devem ser tomadas não só na ordem correta como também no tempo certo.

A informação se encontra embutida em todo o processo que irá gerar o conhecimento necessário para a tomada de decisão.

No próximo capítulo serão apresentados alguns modelos de Comando e Controle. O estudo destes modelos permitirá o entendimento do fluxo da informação no ambiente de comando e controle e com isso determinar os processos da informação.

⁹ Processo Naturalista de Tomada de Decisão – framework que provê meios de se estudar como as pessoas, inseridas em um ambiente, tomam decisões sobre situações inesperadas de alta complexidade (Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R., and Zsombok, C.E. (1993))

Capítulo 3 MODELOS DE COMANDO E CONTROLE E A INFORMAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo fazer uma breve revisão de literatura de alguns dos principais modelos de Comando e Controle¹⁰ existentes na literatura. Essa revisão tem como objetivo possibilitar a compreensão das suas estruturas e visualizar o fluxo da informação nessas estruturas.

Os termos Comando e Controle e Sistemas de Comando e Controle sempre estiveram presentes no meio militar (Lawson, 1981). Na guerra nenhuma atividade é mais importante que o C2. Esta atividade não irá dirigir nenhum ataque contra alvos hostis nem tão pouco irá executar nenhuma atividade de reabastecimento emergencial. Porém sem o apoio dos sistemas de C2, nenhuma dessas atividades ou a coordenação delas se tornaria inviável (MCDP 6, 1996). Fora do âmbito militar, sistemas de C2 têm por objetivo minimizar as perdas humanas e o prejuízo material (Skyttner L., 2005). A fim de diferenciar os sistemas militares dos sistemas civis de comando e controle novas siglas e nomes vêm sendo cunhados ao longo dos anos, mas o nome que é mais bem aceito pela comunidade acadêmica é Sistemas de Gestão de Informações de Crise¹¹(CIMS) (Ianella, 2007).

O CIMS tem como principal objetivo prover um conjunto de ferramentas que possa endereçar os muitos requisitos impostos pela comunidade de gerenciamento de emergências (Ianella, 2007). Nesta dissertação o termo C2 irá englobar tanto o domínio militar quanto o domínio civil.

No final do século passado, mais especificamente no início da década de 80, em função de uma aparente falha dos Sistemas de C2 em satisfazer os seus usuários teve início

¹⁰ Na literatura existem várias siglas para Comando e Controle. A sigla mais comumente encontrada é C2. Porém pode-se encontrar C3I, C3ISR. Todas elas representam sistemas de Comando e Controle, a diferença são funcionalidades que são adicionadas a estes sistemas. C3I significa Comando, Controle, Comunicações e Inteligência. C3ISR significa Comando, Controle, Comunicações, Inteligência, Vigilância (*Surveillance*) e Reconhecimento.

¹¹ Sistemas de Gestão de Informações de Crise do Inglês *Crisis Information Management Systems*.

uma série de questionamentos: desde como os requisitos destes sistemas eram levantados até quais informações eram relevantes e como deveriam ser apresentadas. Durante essa análise concluiu-se que os requisitos levantados pela equipe de desenvolvimento eram simplesmente a soma de tudo que a equipe do comandante achava interessante que um sistema deveria ter. Também concluiu-se que não havia uma base teórica ou uma análise sobre quais informações eram realmente necessárias, qual nível de detalhe elas deveriam possuir, para quem elas deveriam ser enviadas e qual o seu ciclo de vida (Lawson, 1981). Vislumbrou-se a necessidade de modelar os sistema de C2.

O principal propósito de um sistema de C2 pode ser resumido na correta e eficiente aplicação dos recursos disponíveis visando a rápida estabilização de uma situação.

Modelar as atividades de Comando e Controle significa prover ao pesquisador uma ferramenta que possa ser aplicada em qualquer domínio. A partir do modelo é possível investigar os diferentes aspectos de C2 de uma maneira sistemática. O principal objetivo de qualquer modelo é simplificar a complexidade de modo a prover uma base para previsão da performance do fenômeno que está sendo modelado (Stanton et al., 2007).

Neste trabalho serão apresentados cinco (5) modelos de C2. Pioneiro na modelagem de C2 Lawson (1981) criou o modelo de controle teórico. Um segundo modelo foi proposto por Hollnagel (1993) e é denominado modelo de controle de modos. O terceiro modelo que será avaliado é na realidade uma adaptação do modelo de escada de decisão proposto por Rasmussen (1974), este modelo adaptado foi proposto por Vicente (1999). O quarto modelo, denominado modelo funcional, foi proposto por Smalley (2003). Finalmente, em (Stanton et Al,2007) podemos encontrar o modelo denominado modelo genérico de atividades.

Pode-se perceber que existe um intervalo grande entre a proposição de cada novo modelo. Cada um deles traz consigo significativas mudanças de abordagens sobre o tema.

Porém analisando mais profundamente, a exceção do modelo genérico de atividades (Stanton et al, 2007) os outros modelos são casos particulares de uso.

3.1 Modelo de Lawson

O objetivo primário do seu trabalho foi descrever uma primeira visão conceitual de comando e controle que serviu de base para a desenvolvimento de sua Teoria de Comando e Controle. Um segundo objetivo foi apresentar um modelo generalizado de um sistema de C2.

O modelo é baseado na teoria de controles da Engenharia de Sistemas. Segundo Lawson, o elemento organizacional¹² percebe o ambiente a sua volta, processa as informações e em conjunto com as instruções recebidas, compara o estado atual com o estado desejado, após essa comparação ele decide, dentro de um escopo predefinido as ações que serão demandadas. O modelo pode ser observado na Figura 3.1. Na medida em que a decisão está além da capacidade decisória do tomador de decisão novo processo decisório irá iniciar em um escalão superior¹³.

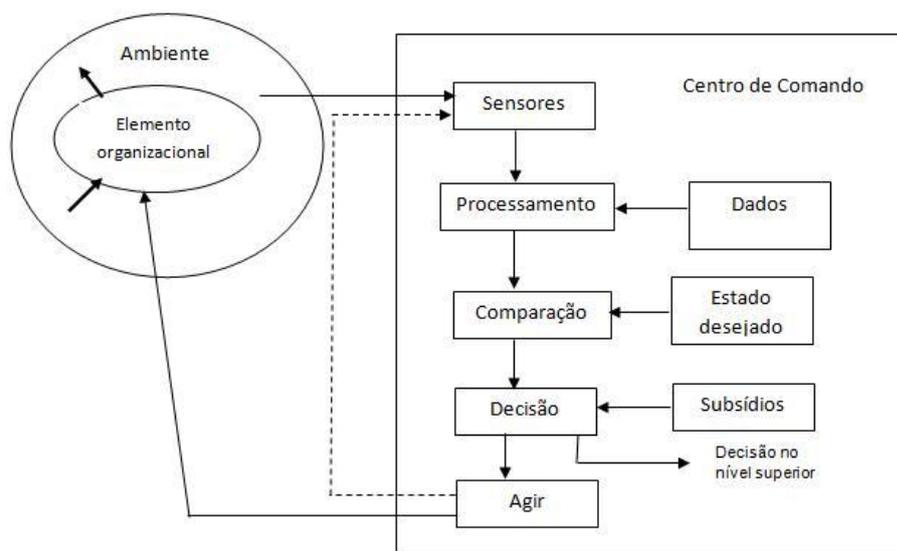


Figura 3.1: Modelo de Lawson Adaptado (Lawson, 1981).

¹² Elemento Organizacional – Pode ser um indivíduo, ou um sensor ou um conjunto de indivíduos pelos quais as informações do meio ambiente serão capturadas, processadas, comparadas e utilizadas no processo decisório.

¹³ A seta *Decisão no nível superior* indica que o modelo se replica e funciona recursivamente até o último elemento tomador de decisão.

Não é trivial visualizar o comportamento deste modelo. Isso ocorre por que as definições do estado atual e do estado desejado são baseadas em termos quantitativos, isto é, dados discretos. Na medida em que ações executadas em um ambiente podem gerar um estado atual altamente incerto o modelo sugere que as ações corretivas poderão ocorrer indefinidamente. Pois não é trivial descrever o estado atual e compará-lo com o estado desejado. O modelo indica que a questão central do comando pode ser pensada em como trabalhar para atingir algum efeito específico.

Neste modelo, os dados proveniente do ambiente são capturada para o sistema através de sensores. Os sensores podem ser sistemas automáticos ou pessoas. Estes dados são formatados e somados a outros dados provenientes de fontes externas formando a informação que será processada. Ao final do processamento ela é apresentada para que seja feita a comparação entre o estado atual e o estado desejado. Havendo divergências entre esses estados são tomadas decisões onde serão definidas ações como o objetivo de alcançar o estado desejado. Um novo ciclo de captura se inicia.

O modelo foi idealizado para funcionar com sensores eletrônicos, permitindo a captura automática dos dados de meio ambiente. Essa concepção não permite sua utilização como modelo para o sistema que se pretende desenvolver. Porém a idéia de fundir sensores eletrônicos com pessoas como fonte de captura de informações surge como uma possível solução ao que se deseja implementar.

3.2 Modelo de Hollnagel

Utilizando uma abordagem voltada para engenharia de sistemas cognitivos, onde o elemento humano é visto como um componente do sistema de informação, (Hollnagel, 1993), propôs o modelo de controle contextual. Esse modelo tem como principal característica a proximidade do comportamento humano (Figura 3.2).

Baseado nos modos cognitivos ele explica os efeitos do contexto situacional, onde

peessoas diferentes tomam decisões diferentes, mesmo estando imersas em situações e contextos semelhantes. Isso ocorre por que a soma do conhecimento formal prévio com o conhecimento pessoal prévio e com o conhecimento contextual¹⁴ atual de que cada indivíduo tem resultantes diferentes. Isso pode ser explicado por que os indivíduos vivem experiências pessoais diferentes e por isso assimilam e interpretam as informações de maneira diferente (Woods et Al., 2004).

Na fase de resposta um conjunto de padrões de comportamento pode ser observado e classificado dentro de um dos quatro modos de controle existentes (Hollnagell, 1993):

1. Controle Estratégico – É definido como “Visão Global”, onde o operador se prepara e utiliza um longo tempo no planejamento das metas de alto nível;
2. Controle Tático – É mais característico de uma ação pré-planejada, onde o operador irá se utilizar de regras e procedimentos conhecidos para planejar e resolver ações de curto prazo;
3. Controle Oportunista – É característico da realização de ações com pequeno planejamento em função da necessidade de se alcançar uma meta onde o tempo para execução é muito curto. Em comum, neste tipo de controle estão a falta de conhecimento sobre os fatos ou um estado anormal desconhecido; e
4. Descontrolado – Quando a situação é completamente descontrolada e o operador não tem nenhum controle mas precisa agir de qualquer maneira por uma questão de urgência.

¹⁴ O conhecimento contextual reside nas experiências de cada profissional, em cada artefato e também nas atividades, condições, fatos e situações que ocorrem durante a execução de um trabalho. Contexto pode ser definido como “as circunstâncias em que um evento ocorre”. Quando se trata da comunicação entre pessoas, contexto representa a história de tudo que ocorreu durante um período de tempo, o estágio geral de conhecimento dos agentes participantes em um dado momento e um pequeno conjunto de expectativas existentes naquele momento (Nunes et. al. 2007).

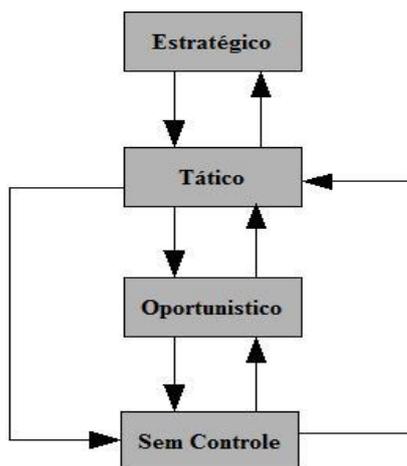


Figura 3.2: Modelo de Hollnagel (1993)

O grau de controle deste modelo é determinado pela variação de fatores interdependentes. Segundo Hollnagel, o tempo é a principal função do C2. Isto significa dizer que quanto mais rápido o operador percebe a emergência, mais tempo ele terá para avaliar, planejar e controlar a situação.

Os fatores que afetam a viabilidade de uma solução são: o número de metas a serem alcançadas, a existência de planos de contingência e principalmente a existência de tempo hábil para que os planos possam ser executados. Diferentemente do modelo anterior baseado no modo estímulo-resposta, não é necessário realizar um ciclo completo para que ações sejam realizadas. Para que seja tomada uma ação basta existir o contexto e o conhecimento. Em (Stanton et al., 2001) foi provado que a transição entre os modos de controle eram consistentes com o modelo apresentado por Hollnagell.

A principal diferença que pode ser observada entre este modelo e o anterior está no fato de que este modelo não descreve a seqüência e a relação entre as atividades de C2. A forma como este modelo foi apresentado dificulta a visualização do fluxo da informação no centro do comando.

Porém é fácil observar que este modelo é facilmente aplicado em locais onde existe a presença permanente de uma equipe dedicada, pronta para agir na atividade de resposta. Exemplos dessas equipes são os controladores de reatores de usinas nucleares, de tráfego

aéreo, ferroviário, metroviário entre outros.

Nas atividades citadas existe uma exaustiva análise de vulnerabilidades, as informações e planos são bem conhecidos e as equipes são treinadas exaustivamente com simuladores da realidade, havendo uma grande aderência aos processos organizacionais.

3.3 Modelo de Smalley

O terceiro modelo é conhecido como modelo da escada de decisão estendido. O modelo da escada de decisão foi criado por Rasmussen (1974), que observou que os especialistas utilizavam um misto de conhecimento, regras e habilidades para realizar suas tarefas.

Como pode ser observado na Figura 3.3, Rasmussen propõe uma seqüência de passos que são iniciados por uma idéia e o resultado final pode ser identificado através desses passos. Segundo ele, um novato irá realizar todos os passos da escada enquanto que um profissional experimentado irá percorrer uma escada de decisão menor. A escada de decisão é formada por dois tipos de nós diferentes: Informação do processo da atividade (representado pelos retângulos) e estado do conhecimento (representado pelo círculo).

Existem dois tipos de atalho que podem ser aplicados à escada de decisão: “desvios” que conectam a informação do processo de atividade com o estado do conhecimento e os “saltos” que ligam dois estados de conhecimento. Este último representa a passagem do sistema de um estado de conhecimento para outro estado sem nenhuma informação extra de processamento. Também não é possível ligar uma informação do processo da atividade diretamente com outra informação porque se perderia o estado de conhecimento resultante.

Neste modelo o lado esquerdo representa um ator observando a situação atual do sistema enquanto que o lado direito representa as ações tomadas pelo observador. Por isso, a existência de um desvio no meio da escada, por outro lado no topo da escada está representada a necessidade do ator em desenvolver um novo planejamento em função de uma

ação ainda não prevista.

Quando um evento ocorre ou é reportado, existe a ativação do modelo. Em seguida são coletadas todas as informações do evento (Observação). Um primeiro processamento ocorre e as informações identificam uma situação. Esta é interpretada e avaliada. Na seqüência é definida a tarefa. A partir daí são formulados os procedimentos e são executadas as ações necessárias.

Nesse modelo é possível observar a formação do entendimento, na medida em que a informação flui do ponto mais baixo da escada até o ponto mais alto. No retorno, o entendimento já está consolidado e o modelo apresenta as linhas de ação para contenção que serão avaliadas. Nos últimos passos da escada pode-se notar a formação dos planos e a distribuição das atribuições.

Fazendo uma extensão do modelo de Rassmussen (1974), Smalley (2003) propôs o modelo funcional, composto por cerca de sete funções operacionais e de apoio a decisão (representado pelos seis ovais e pelo retângulo central) e dez atividades de processamento de informação que são representadas pelas setas. As dez atividades de processamento são: Percepção da situação primária, planejamento, troca de informações, relatórios da situação tática, percepção situacional corrente, plano diretor de execução, operação do sistema, monitoração do sistema, estado do sistema, e coordenação interna e comunicações. Uma representação da relação entre o funcionamento e as funções de apoio à decisão e as atividades de processamento de informação é mostrada na Figura 3.4.

Informações sobre o estado atual do mundo é coletada na atividade de percepção da situação primária. As diversas fontes de informação são combinadas de modo que as metas e as rotas podem ser definidas no planejamento das atividades. Informações sobre objetivos, rotas e intenções são trocadas com outros elementos. O status da missão é comunicado através

do relatório de situação tático. A atividade de percepção situacional corrente funde as informações sobre a missão com a percepção situacional primária, para informar o processo de planejamento. As informações deste último conjunto de atividades sinalizam o início das atividades que direcionam o plano de ações. Esta, por sua vez, informa as atividades associadas com a direção da operação do sistema. O sistema é monitorado, para ver se os resultados estão como esperado. Qualquer mudança no status do sistema pode levar a mudanças no planejamento e direcionamento dos planos. A coordenação interna e externa e a atividade da comunicação mantêm o sistema de comando e controle funcionando.

Este modelo compreende muitas atividades de comando e controle com ciclos de *feed-forward* e *feedback*. Ele possui uma alta fidelidade em relação ao modelo real de C2. O comando (topo da figura) e o controle (abaixo da figura) se encontram separados, porém conectados. Além disso, podemos verificar que as atividades à direita são internas ao sistema enquanto as da esquerda estão relacionadas com o ambiente.

Neste modelo é possível visualizar os processos da informação, apresentados no Capítulo 2. Além disso, podem-se classificar alguns tipos de informação, tais como a percepção inicial e a percepção atual que são a seqüência de instantâneos (Diniz, 2006) e são entradas no processo de planejamento. Na saída deste processo são observadas as informações de planejamento. Estas serão somadas com novas informações e irão compor um novo quadro tático. Essa atualização é proveniente do processo de comunicação. O resultado será monitorado pelo sistema e será visualizado na apresentação do quadro tático.

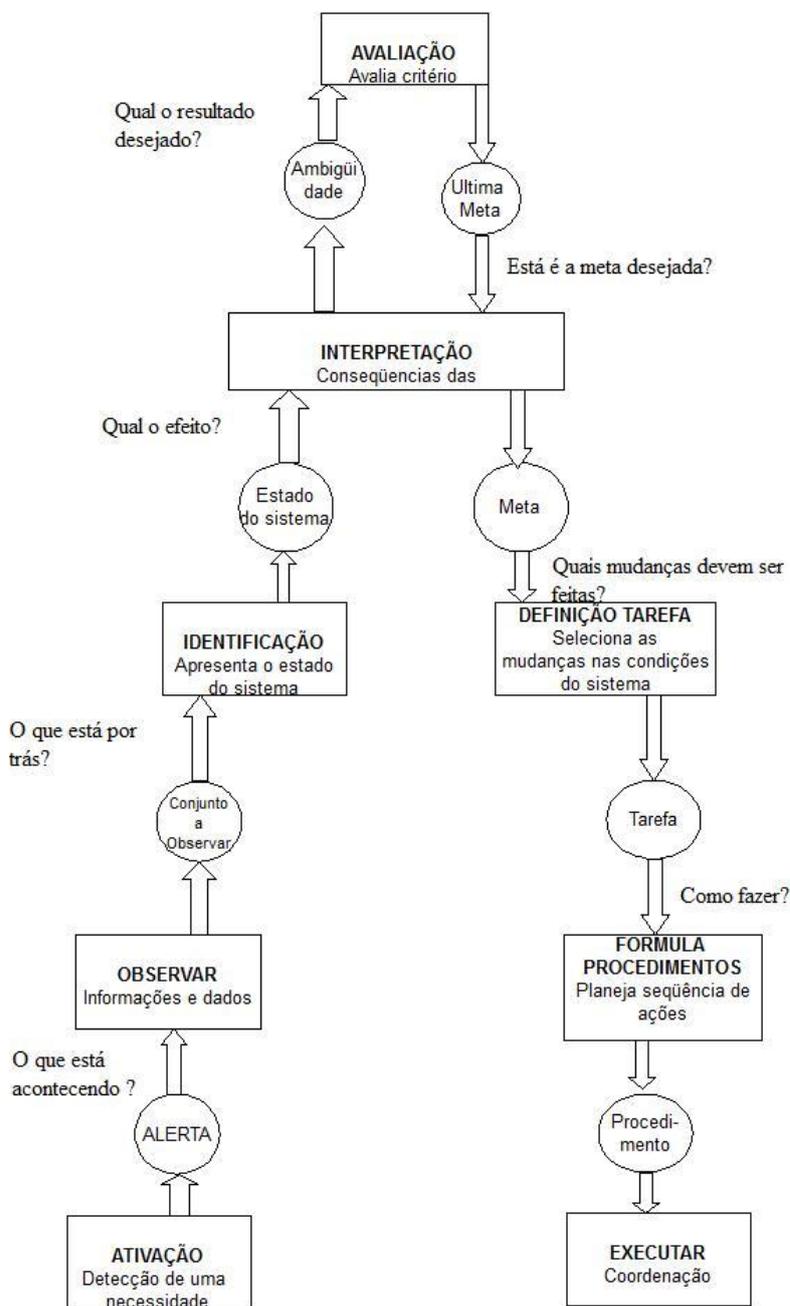


Figura 3.3: Modelo da Escada de Decisões de Rasmussen (1974)

Em paralelo a cada decisão, são geradas ordens para as equipes, que irão realizar suas tarefas. O resultado irá refletir na apresentação do quadro tático. Existirão, portanto, informações de estado geral da situação, informações de localização das equipes, informações de andamento da resposta aos incidentes e informação da situação das equipes e dos equipamentos utilizados na resposta.

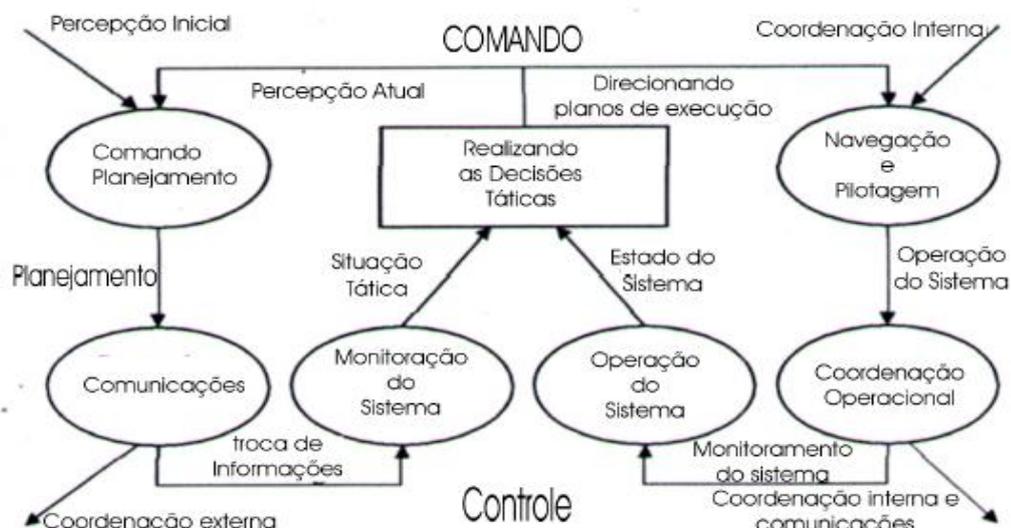


Figura 3.4: Modelo de Smalley (2003).

3.4 Modelo de Stanton

O último modelo apresentado é o proposto por (Stanton et. al., 2007). Ele foi denominado de modelo genérico de atividades e representa mais fielmente o ambiente de C2 real.

Para formular este modelo Stanton utilizou técnicas de etnografia e observação nos três domínios principais de comando e controle. Foram observados o domínio de emergências (englobando apenas o Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar), o domínio de serviços (controle de tráfego aéreo, controle de ferrovias) e o domínio militar (Aeronave E3D, Fragata tipo 23 e um batalhão do exército). Essa variedade de análises permitiu a construção de um modelo genérico, robusto e completo de Comando e Controle.

Os serviços de emergência¹⁵ operam sobre uma estrutura de controle dividida em três níveis distintos. Cada nível corresponde ao grau hierárquico de comando necessário por envolver mais ou menos equipes. As divisões são: Ouro, para incidentes de maior proporção que requerem muitas unidades; Prata, que requer uma estrutura de comando de menor proporção, para incidentes de média intensidade; e Bronze, que não requer uma estrutura muito elaborada de comando e controle.

¹⁵ Stanton fez a observação no Reino Unido;

O domínio dos serviços civis, como são chamados, são altamente atrelados a seus processos e todos os procedimentos são claramente definidos.

No campo das forças armadas os estudos foram realizados no âmbito de cada força isoladamente. Não foi realizado um estudo para uma força conjunta integrando as três forças.

Todos os estudos foram feitos utilizando os simuladores de cada uma das forças. O principal objetivo das forças armadas era focar no processo de planejamento envolvendo as estimativas de combate, os jogos de guerra e as simulações. Uma operação é considerada bem sucedida quando a unidade de comando atinge seu índice de efetividade¹⁶.

Apesar das diferentes situações vividas em cada um dos domínios observados foi possível identificar muitas semelhanças entre eles. A primeira é a existência de uma sala de controle ou uma central, em local remoto ou não. Nesta central os dados são apresentados em telas de computadores ou em quadros nas paredes e alterados na medida em que novas informações chegam. A segunda é a existência de uma grande dependência das transmissões verbais entre as equipes de reposta e a central de comando. A terceira é o fato de boa parte do planejamento das ações ser feito na central de comando e repassado às equipes de resposta. Outra semelhança é a existência de discussões colaborativas entre as equipes de resposta e a central de comando visando propiciar um melhor entendimento para alcançar a melhor solução. Finalmente, em todos os casos as atividades tendem a ser um misto de instruções de comando pró-ativo e medidas de controle reativas.

Não se pode esquecer que um dos fatores de sucesso ou fracasso de um sistema de comando e controle é a capacidade das equipes de operação e do comando na sala de comando e controle possuírem o mesmo entendimento e conseguirem compartilhá-lo uns com os outros (Ianella, 2007).

16 Índice de efetividade – Do ponto de vista militar, não existe a necessidade de destruir completamente um objetivo, mas apenas impor a ele uma perda a fim de torná-lo incapaz de reagir. Os equipamentos e materiais que não foram destruídos são incorporados e utilizados em benefício da força atacante.

A partir da análise de cada um dos domínios de comando e controle, Stanton criou uma taxonomia das atividades de comando e controle, conforme pode ser observado na Tabela 3.1. A primeira coluna da tabela representa a macro-taxonomia e a segunda um resumo das atividades envolvidas. As taxonomias podem ser vistas em detalhe em (Stanton et. al., 2007) .

Tabela 3.1: Macro-Taxonomia de Comando e Controle (Stanton, 2007)

Macro-Taxonomia	Definição da atividade
Receber	Receber dados ou informações, um pedido ou uma ordem
Planejar	Planejamento de atividades e decisões
Simular	Simular para antes de realizar as ações.
Comunicar	Transferência verbal, por escrito ou através de imagens de informações.
Requerer	Requisitar dados e informações para dar ter subsídios para tomada de decisões.
Monitorar	Monitorar e gravar os efeitos da implementação do planejamento.
Rever (Debriefing)	Rever a efetividade dos planos e das ações (Briefing).

Cada categoria é formada por um conjunto de macro-taxonomias que foram agrupadas de acordo com o produto dos processos envolvidos. A fim de simplificar a escrita as Macro-Taxonomias serão denominadas de Taxonomias.

A taxonomia de receber descreve atividades como receber ordens, pedidos, dados ou informações que tenham relação com o passado, o presente ou o futuro dos eventos. Essa informação funciona como um sinal, indicando modificações que devem ser feitas ou para novas tarefas que devem ser realizadas. Receber a informação pode ser tanto do ponto de vista do Comando recebendo a informação da linha de frente (*feedback*) como do comando repassando uma instrução para a linha de frente (*feed-foward*).

Algumas micro-taxonomias que foram incluídas nesta taxonomia são recebimento de chamados, mensagens em papel, comunicação face a face, diário de trabalho, alarmes,

mudança no cenário, imagens de tempo real e atividades pré-definidas ou pré-planejadas entre outras.

O planejamento engloba todas as atividades relacionadas a preparação, avaliação e escolhas de planos de ação que deverão ser executados. Nestas atividades estão incluídas captura da informação, opções de avaliação, discussão dos efeitos e priorização das alternativas.

A simulação identifica todas as atividades que são relacionadas a simular antes de executar. Nos domínios estudados, com a exceção dos controladores de tráfego aéreo, todos os serviços procuram de alguma forma simular o plano antes de executá-lo.

As comunicações estão relacionadas às atividades de comunicação remota entre os agentes no campo e a central de comando e controle.

O pedido se refere a todas as formas com as quais a central de comando pede ou questiona informações junto às equipes envolvidas.

A monitoração é o conjunto de atividades que tem relação com as mudanças na situação e os eventos que acontecem remotamente. Dentre as atividades incluídas nesta taxonomia está a de gravação de alterações nos planos visando uma análise futura de sua mudança.

A taxonomia de rever está associada a todas as atividades que dizem respeito a reavaliar todas as ações realizadas na fase de resposta. Incluem tanto as que obtiveram maior sucesso como as que obtiveram um menor sucesso. Nela estão incluídas a verificação de gravações realizadas de maneira informal, análise de incidentes, relatórios e outros.

A partir das taxonomias e da análise dos outros modelos apresentados Stanton pode propor seu modelo (Figura 3.5).

A leitura do modelo se inicia no campo INICIO. As atividades de comando e controle

irão seguir um processo até que o campo FIM é atingido. As informações recebidas conterão a missão e a descrição dos eventos que estão ocorrendo. Haverá, inicialmente, uma diferença entre os estados desejado e atual. Essa diferença irá agir sobre o sistema visando aproximar esses estados. Para que isso se torne verdade é necessário avaliar os recursos existentes e os requisitos necessários. A partir daí, planejar, simular e por fim preparar o plano de ação que será aplicado.

Com o plano de ação pronto, é necessário disseminá-lo entre as equipes de resposta. Após a execução haverá o retorno (*feedback*) que será analisado, isto é, serão comparados o estado atual com o estado desejado e será avaliado o efeito obtido.

Algumas mudanças podem ser impostas, tanto em nível de comando, quanto em nível operacional, quando se percebe um efeito negativo entre os estados atual e desejado. As mudanças citadas no parágrafo anterior serão analisadas posteriormente, no momento do *debriefing*, e poderão ser incorporadas aos planos existentes caso seja verificado não se tratar de uma particularidade da situação.

Para este modelo, o Comando compreende pró-atividade, direcionamento, planejamento e coordenação das atividades. Já o Controle compreende a reatividade, direcionamento local, monitoração e comunicação.

Esse último modelo traz consigo uma série de atividades que podem ser facilmente instanciadas nas estruturas de C2 existentes, por se tratar de um modelo genérico algumas simplificações podem ser feitas a fim de aplicá-lo em determinados domínios. Porém, se for comparado ao primeiro modelo apresentado pode-se notar um grande desenvolvimento.

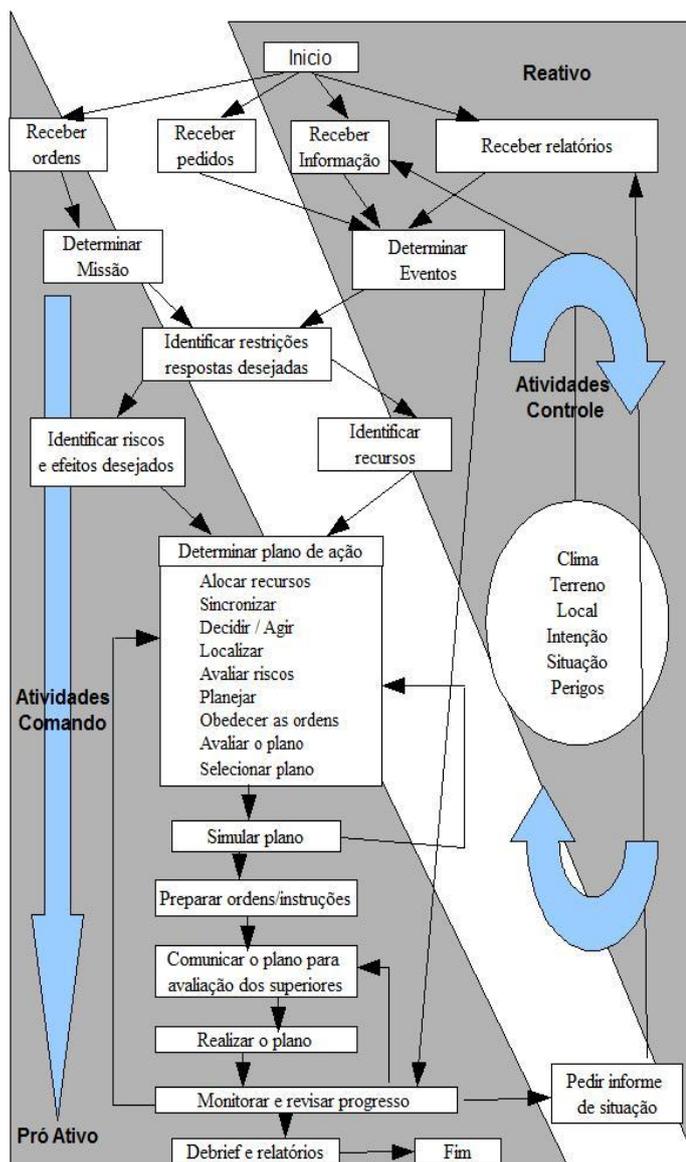


Figura 3.5: Modelo de Stanton (Stanton et. al., 2007)

As taxonomias propostas no trabalho de Stanton indicam como as informações devem ser endereçadas na fase de resposta. Além disso elas indicam como é realizada a troca de informações entre Comando e Operações. Essa troca de informações ficará clara quando este modelo for instanciado na estrutura de emergência.

CAPÍTULO 4 - INFORMAÇÕES NA ESTRUTURA DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA

Neste capítulo será iniciada a discussão da solução proposta. Afim de iniciar essa discussão serão apresentadas duas estrutura de emergências sendo dada especial atenção para estrutura proposta pelo FEMA (FEMA,2005). Na seqüência, a partir de entrevistas realizadas com especialistas, a informação será instanciada na estrutura de emergência. Isso irá resultar em framework de processos que ocorrem na fase de resposta. Esse framework servirá de base para o desenvolvimento de um protótipo que será utilizado em experimentos com o objetivo de verificar a hipótese.

4.1 Estruturas de Emergência

A nível macro, a estrutura de resposta à emergência é fruto de uma política pública de Estado. Ela define como será composta a estrutura de emergência. No Brasil essa estrutura está definida no decreto nº5376/FEV/2005 (DOU, 2005). Nos EUA, essa definição cabe ao Homeland Security Office, que através do NRT¹⁷ regula e define esta estrutura (FEMA, 2007). Eles utilizam o conceito de comando único, o ICS-UC (Incidente Command System- Unified Command). Seu principal objetivo é ser uma ferramenta de gestão para todos os tipos de emergência, desde as de pequeno porte, como animais presos em árvores, até emergências de grande magnitude como atentados terroristas ou desastres a partir de fenômenos da natureza.

O ICS-UC¹⁸ é subdividido em funções e existe segundo uma estrutura básica, conforme a Figura 4.1.

O Comando é responsável por todos os aspectos da resposta incluindo a definição das metas e o gerenciamento de todas as operações. Compõe o Comando a Seção de Segurança a

17 NRT – National Response Team – Órgão do governo federal norte americano responsável por documentar e prover suporte técnico a todos os componentes da estrutura de resposta a incidentes.

18 ICS-UC – Incident Command System- Unified Command – Nos EUA a estrutura de comando e controle é composta por um único comandante, independente das organizações envolvidas, sempre haverá apenas um comandante.

Seção de Informações e a Seção de Ligação.

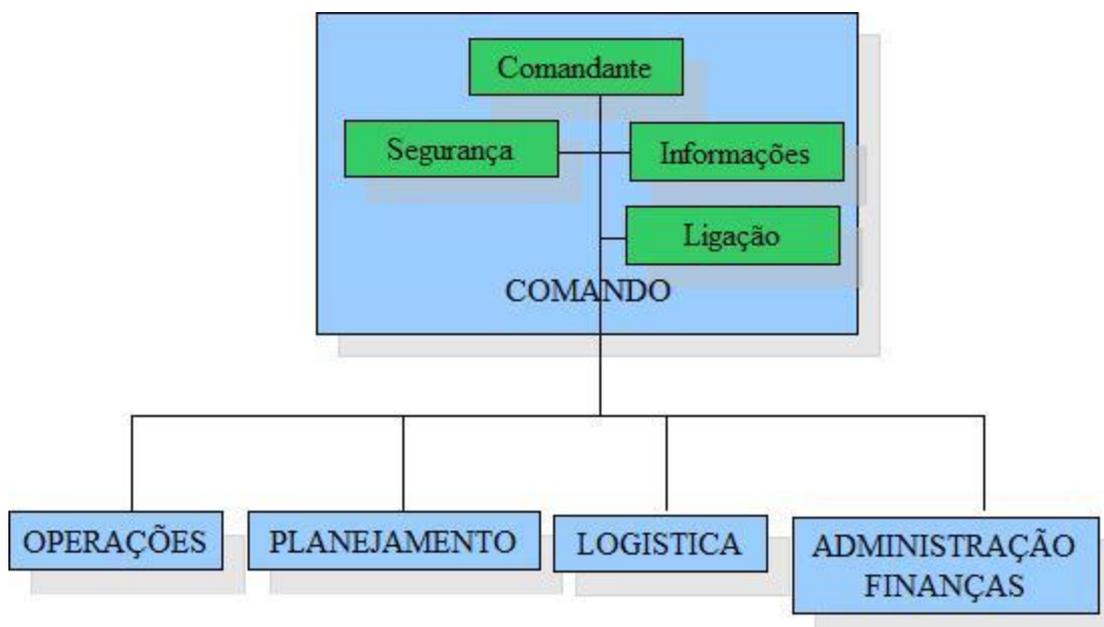


Figura 4.1: Estrutura básica do ICS-UC (FEMA, 2004).

A Seção de Informações tem como principal atribuição a preparação das informações sobre o incidente que serão repassadas para a imprensa e para as outras organizações componentes do grupo de resposta.

A Seção de Ligação é o ponto de contato para assessoramento e coordenação entre o centro de comando e as outras agências que participam da resposta a emergência.

Por fim, a Seção de Segurança é responsável pelas medidas de segurança, visando à integridade das equipes que estão atuando na resposta e assessorar ou antecipar situações de risco e perigo desnecessários. Apesar do nome, esta seção se limita a segurança física, a segurança lógica, isto é, a checagem das informações e a proteção dos dados armazenados. A permissão para acessos, criação de usuários e etc. fica a cargo da Seção de Informações.

Dentre as principais atribuições do Comando estão o estabelecimento de prioridades imediatas, estabilizar o incidente, determinar os objetivos e aprovar os planos de ação.

A Operações é responsável por todas as ações que serão demandadas no campo. Seu

objetivo primário é conter e estabilizar a crise. Compõem essa função, todas as equipes e pessoas que atuam, distribuídas no ambiente, na fase de resposta. Em função disso existe a necessidade de um contato permanente com o Comando a fim de mantê-lo informado sobre a evolução da situação.

O Planejamento é responsável por coletar, preparar e disseminar as informações táticas relacionadas ao incidente. Ele também busca, prepara e documenta os planos de ação.

A Logística é responsável por prover recursos materiais, serviços e facilidades para serem aplicados na resposta;

Finalmente, Finanças/Administração é responsável por contabilizar os custos da operação de resposta e a viabilidade da continuidade da operação.

A manutenção do fluxo de informações é vital para o funcionamento da estrutura de emergências.

4.2 Instanciando as informações na estrutura de comando e controle

Com o objetivo de validar uma sistemática que oriente a análise do domínio e a definição de requisitos de gestão de conhecimento em emergências, Diniz (2006) realizou uma série de entrevistas com especialistas em emergência. Uma dessas entrevistas versou sobre os acontecimentos durante a resposta à emergência. Nela é apresentado o fluxo da informação na estrutura de emergência desde o início da chamada até o momento em que a emergência é controlada. Na Tabela 4.1, abaixo, é apresentado uma instanciação das entrevistas feitas por (Diniz, 2006) na estrutura da FEMA.

Utilizando como base os fatos apresentados na Tabela 4.1 e o modelo de Stanton, apresentado no Capítulo 3 foi possível chegar ao mapa conceitual¹⁹ da Figura 4.2. Nele se

¹⁹ “Mapas conceituais são artefatos para organizar e representar conhecimento. Eles possuem conceitos, usualmente incluídos em caixas ou círculos de algum tipo, e relações entre conceitos ou proposições,

observa a troca de informações segundo a estrutura do FEMA. As setas indicam a informação e o sentido. Os quadrados, com bordas arredondadas representam os elementos da estrutura do FEMA.

Tabela 4.1: Fatos da fase de resposta à emergências aplicados à estrutura do FEMA

<p>Chega ao Comando uma informação de que um incidente está ocorrendo.</p>
<p>O Comando designa um destacamento (Operações) para verificar e confirmar o incidente. Durante o percurso as equipes de Operação e o Comando realizam troca de informações complementares.</p>
<p>A Operação chega ao local do incidente e relata a situação encontrada para o Comando. Uma cópia dessa informação deve ser gerada para o Planejamento;</p>
<p>De acordo com a informação recebida o Planejamento sugere ao Comando algumas linhas de ação. Além disso, são apresentados os planos de contingência, rotas de fuga e protocolos de ação e outros documentos relevantes. O Comando, de acordo com o tamanho da equipe in loco irá definir qual a melhor linha de ação que será aplicada.</p> <p>É possível que entre as linhas de ação exista uma que indique o envio de mais recursos, neste caso, o Planejamento deve acionar a Logística informando sua necessidade, e neste caso a Logística informa ao Planejamento e ao Comando a disponibilidade de recursos.</p>
<p>O Comando, de posse das informações apresentadas no item anterior decide a linha de ação mais adequada, caso a linha de ação escolhida implique no envio de mais recursos, previamente disponibilizados pela Logística, então junto com o envio dos planos para a operação serão disponibilizados os recursos necessários.</p>
<p>A Operação executa os planos recebidos, com os recursos disponibilizados.</p> <p>A dinâmica de uma situação de crise pode tornar uma determinada ação perigosa ou desnecessária. Neste caso a Operação poderá questionar e sugerir uma nova linha de ação ao Comando.</p>
<p>Em todos os instantes da fase de resposta a Operação informa os efeitos da execução dos planos e o estado das equipes.</p>
<p>Periodicamente o Comando informa ao setor de Administração/Finanças a quantidade de recursos que está aplicada na resposta. Este irá responder com o custo da resposta da Operação²⁰.</p>

indicadas por uma linha ou seta conectando dois conceitos. Palavras sobre a linha especificam o relacionamento entre dois conceitos” (Novak, 2006).

20 Durante a atividade de resposta a uma situação de crise pode se concluir que não é viável continuar as ações de resposta, neste caso o custo da operação é um subsídio necessário.

Analisando este mapa conceitual tem-se, por exemplo, que a Operação solicita apoio ao Comando. Uma cópia dessa solicitação é encaminhada para a Logística. A partir do resultado da busca de informações internas a Logística informa a disponibilidade de recursos para o Comando e para o Planejamento. De posse dessa informação, o Planejamento envia ao Comando os planos e linhas de ação. Por fim o Comando envia o apoio para Operação.

4.3 Delimitando o problema

Quando ocorre uma situação de emergência, a primeira providência das autoridades é a criação do centro de comando. Este centro será o concentrador das informações referentes à emergência. A partir dele serão definidos a aplicação dos recursos disponíveis na atividade de resposta. Cada elemento diretamente envolvido na emergência irá desempenhar um papel. Cada papel corresponde a uma ou mais funções de C2. Usualmente ficam centralizadas no centro de comando as funções Comando, Logística, Planejamento, Administração e Finanças e dependendo do domínio de aplicação alguns membros da operação.

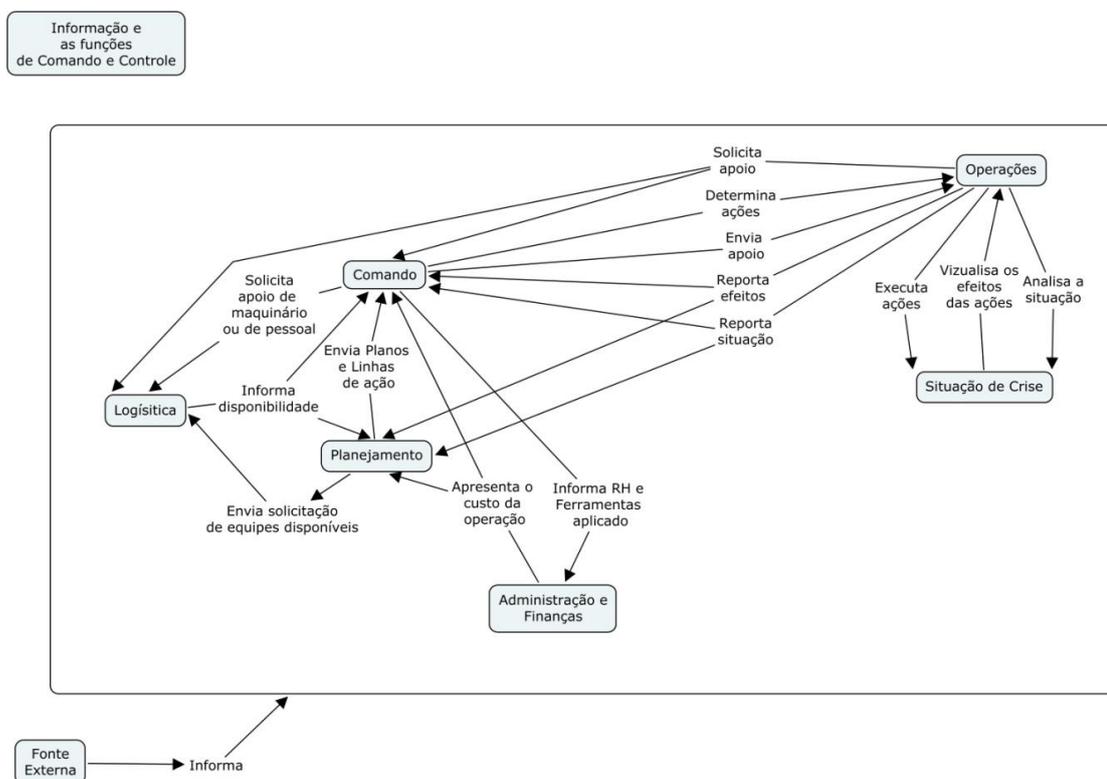


Figura 4.2: Troca de informações entre os componentes de um sistema de C2

O papel direcionado para as equipes de resposta é o da Operação. Ela será responsável por realizar o trabalho de resgate e de estabilização no local da emergência. Dependendo da emergência, poderá existir uma ou mais equipes distribuídas na região atingida. A fase de resposta é eminentemente distribuída e cada equipe envolvida deve possuir uma atribuição. A responsabilidade de cada equipe estará a cargo dos encarregados e cada um deles deverá se comunicar com o chefe das operações. Dependendo do tamanho da área atingida as equipes poderão estar fora do alcance de visão.

Tendo em vista o espalhamento das equipes no local atingido, dois ambientes podem ser claramente definidos. No primeiro irão estar concentradas as funções que ocupam o centro de comando, chamado de ambiente interno. E outro formado pelas equipes de resposta que estão distribuídas no teatro de operações, chamado de ambiente externo.

Existe uma farta literatura focando o ambiente interno de comando e controle (Ianella, 2007; Stanton, 2007; Lawson, 1981). Porém existem poucos estudos visando ampliar a capacidade de troca de informações entre Comando e Operações (Landgreen, 2005; Sapateiro, 2009), ainda assim essa troca é realizada em apenas um sentido. O objetivo desse trabalho é endereçar a troca de informação nos dois sentidos (Figura 4.3).

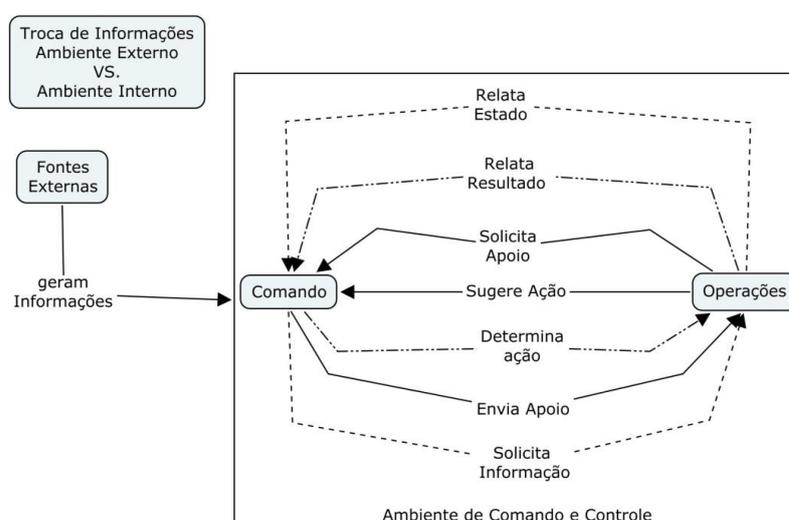


Figura 4.3: Troca de informações no ambiente de Comando e Controle

Para simplificar o problema o Comando irá corresponder à fusão das funções Comando, Logística, Planejamento e Administração/Finanças e a Operação será formado pelas às equipes que atuam na estabilização da emergência. Existe ainda um terceiro elemento que não faz parte das funções de C2. Porém também é fonte de informação para o sistema. Este elemento é a fonte externa. Ela pode ser formada por uma ou mais fontes e também geram informações que podem ser inseridas tanto a partir do Comando, via central de atendimento, como via Operação, através de comunicado in loco com as equipes de resposta. Conforme descrito anteriormente, cada seta corresponde a uma informação, que trafega no sistema, e o sentido da seta indica o sentido do fluxo da informação. Esses fluxos de informação são processos que serão executados por cada um dos elementos no sistema.

4.4 Framework para os Processos da Informação

A Figura 4.3 apresenta a troca de informação existente entre os componentes do sistema de C2. Cada um dos fluxos de informação irá iniciar um processo. Observa-se a existência de oito processos iniciados a partir das três fontes geradoras de informação. Destas fontes, duas o Comando e Operações também são fontes consumidoras de informação. As fontes externas, por outro lado, apenas geram a informação. Com o objetivo de delimitar mais o trabalho as fontes externas de informação serão desprezadas.

Analisando as duas fontes restantes observa-se a existência de 7 processos:

- (1) Solicita Informação;
- (2) Relata Estado;
- (3) Determina Ação;
- (4) Relata Resultado;
- (5) Solicita Apoio;
- (6) Envia Apoio; e

(7) Sugere Ação.

Apesar da Tabela 4.1 apresentar os fatos em uma seqüência lógica, nem sempre esses processos ocorrem desta forma. Durante a fase de resposta eles podem ocorrer simultaneamente. Porém pode-se dizer que existirão eventos que irão marcar o início e o fim de cada um dos processos.

Para modelar esses processos será utilizada a técnica de modelagem de negócio, que consiste em um conjunto de métodos e técnicas que auxiliam a organização na formalização do seu negócio oferecendo uma representação uniforme. A construção de modelos é feita para melhorar o entendimento sobre o sistema que está se construindo. Neste trabalho, para representar os processos será utilizado o modelo de processos. Através dele será possível explicitar a seqüência de atividades que compõe o processo sendo possível avaliar como a informação é requisitada e utilizada durante a fase de resposta.

4.4.1 Processo Solicita Informação

O marco inicial desse processo é a necessidade da informação por parte dos integrantes do processo para tomada de decisão (Comando). Uma mensagem, contendo a solicitação de informação, é enviada para a Operação. A primeira atividade da Operação é receber o pedido, na atividade seguinte ele é avaliado. A atividade de busca vem na seqüência com o objetivo de capturar as informações solicitadas. Essa busca consiste na captura e formatação da informação e pode ter como resultado três saídas possíveis:

- 1- A informação foi coletada e inserida no sistema;
- 2- A informação foi parcialmente coletada e inserida no sistema; ou
- 3- Não foi possível capturar a informação.

A Operação realiza a atividade de transmissão do resultado do processo. O Comando recebe o resultado e o processo se encerra. O processo pode ser observado na Figura 4.4.

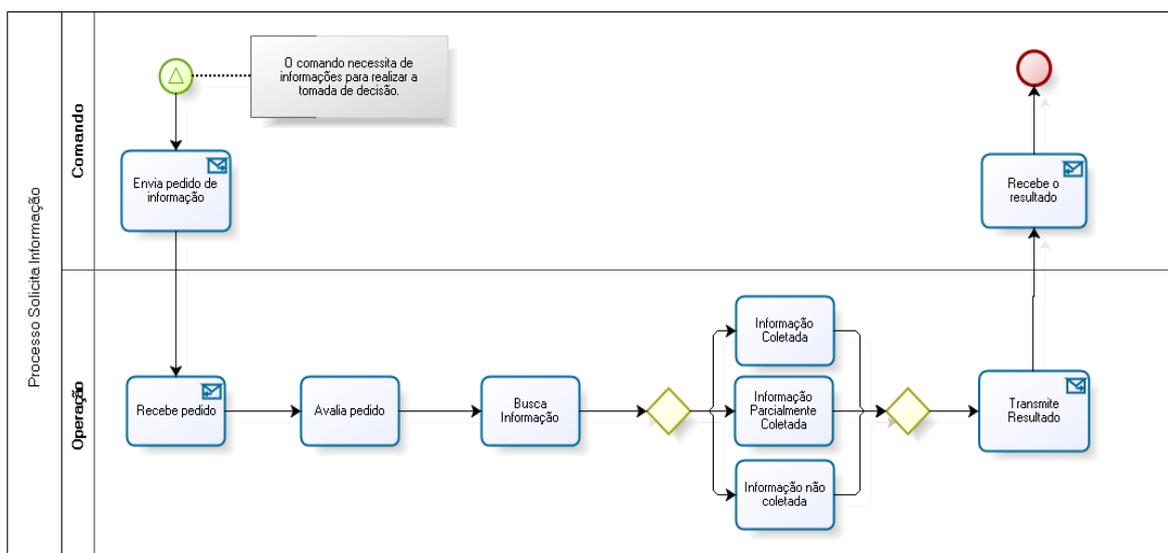


Figura 4.4: Processo Solicita Informação.

4.4.2 Processo Relata Estado

A partir do momento que a atividade de resposta está em andamento é necessário manter o Comando informado do desenvolvimento das operações.

Portanto este processo se inicia a partir de um evento temporal, isto é, as informações são atualizadas a partir de um intervalo de tempo pré-definido. A primeira atividade, realizada pela Operação (Figura 4.5), é a de Busca Informação, que da mesma forma que foi observado no processo anterior irá possuir três saídas:

- 1- Nova Informação inserida; ou
- 2- Informação Anterior Atualizada; ou
- 3- Não houve mudança na situação.

A informação ter sido atualizada ou não, assim como o fato dela ser parcialmente atualizada, ocorre em função da dinâmica da resposta e do intervalo de tempo para o início do processo. Já o fato de ocorrer a captura de uma nova informação ocorre em função da dinâmica da resposta.

Após a atividade de captura a Operação transmite uma mensagem informando o

resultado da captura. O Comando recebe essa informação e o processo se encerra.

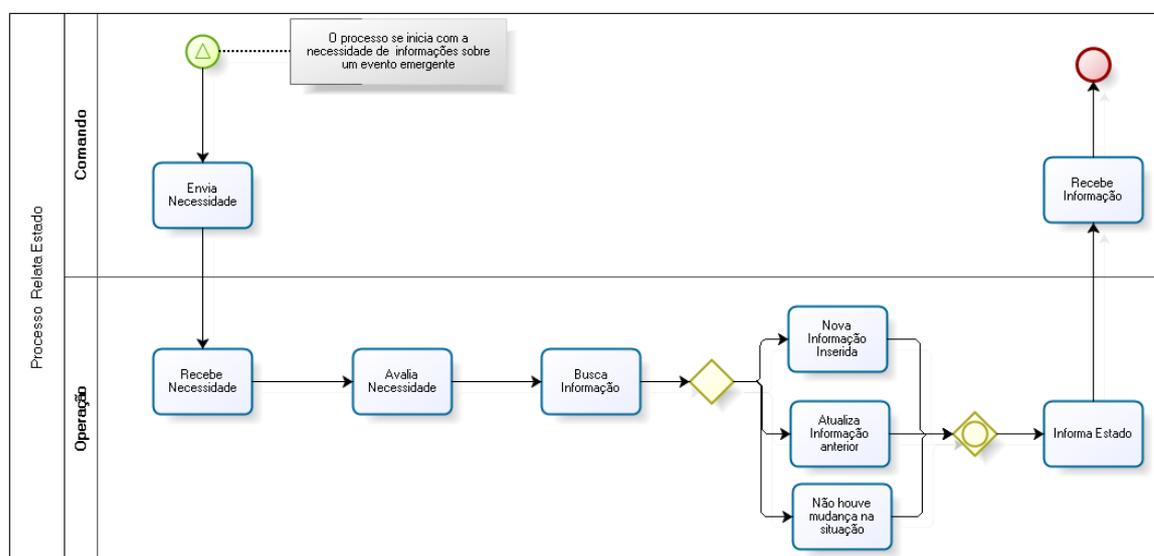


Figura 4.5: Processo Relata Estado.

4.4.3 Processo Determina Ação

O evento inicia esse processo (Figura 4.6) é a necessidade de combater uma situação emergente. A primeira atividade é o Levantamento de Informações, que consiste em verificar se existem informações suficientes para o planejamento de uma operação de resposta. Caso não existam informações o Comando envia uma mensagem solicitando a Operação informações sobre o evento. A Operação recebe essa solicitação e como no processo Solicita Informação realiza a busca e captura das informações. Ao final ela transmite o resultado para o Comando. Este avalia o resultado, se existirem informações atualizadas ele avalia se as informações são suficientes, se não forem duas coisas podem ocorrer, ou se realiza um novo ciclo de busca ou o Comando inicia um planejamento com as informações disponíveis, conforme colocado anteriormente, não é incomum, em situações adversas, que o planejamento e a decisão ocorram com carência de informações. Após o planejamento o comando envia uma série de linhas de ação. Estas serão recebidas pela Operação e o processo se encerra.

No caso das informações serem suficientes, o Comando realizará a atividade de

Planejamento. Na seqüência é tomada a decisão. Por fim a linha de ação (LA) escolhida na atividade anterior é enviada para a Operação. Esta recebe a LA e o processo se encerra.

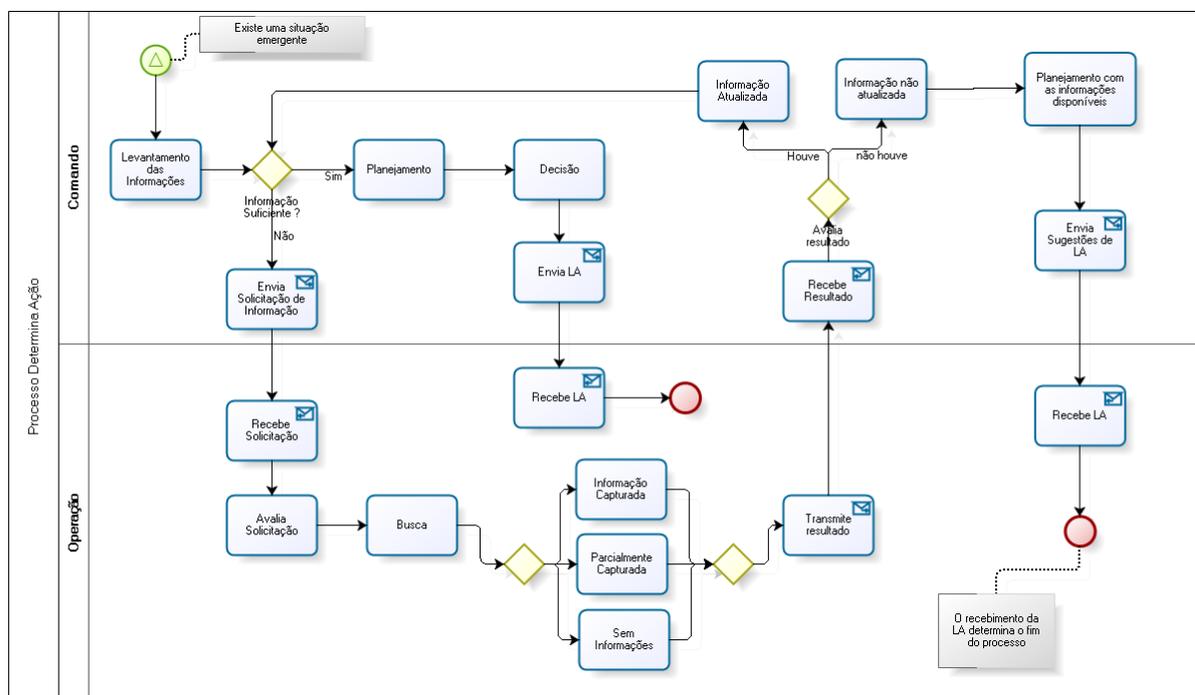


Figura 4.6: Processo Determina Ação.

4.4.4 Processo Relata Resultado

Esse processo (Figura 4.7) se inicia a partir de um evento temporal. Quando o Comando determina uma ação para a Operação este deverá, periodicamente, informar as mudanças ocorridas no cenário ao Comando. A primeira atividade é a de Busca Informação, onde a equipe de resposta irá capturar as informações sobre ações realizadas no cenário para atualizar o comando sobre o andamento da resposta. O resultado dessa atividade pode ter quatro saídas possíveis:

- 1- Informação atualizada; ou
- 2- Informação parcialmente atualizada; ou
- 3- Informação não atualizada; ou
- 4- Nova Informação inserida.

No primeiro caso após as buscas a Operação possui as informações necessárias e

transmite esse resultado para o Comando, este recebe o resultado e o processo se encerra.

No segundo caso, a Operação pode não ter havido tempo suficiente para a coleta de todas as informações, porém as informações existentes já são suficientes. Estas são enviadas ao comando e o processo se encerra.

No terceiro caso a apesar da Operação estar trabalhando na resposta ainda não houve uma mudança no cenário logo não há informações a transmitir, a Operação comunica isso ao Comando e o Processo se encerra.

O último caso corresponde a uma mudança no cenário diferente do que se esperava, neste caso esta nova informação é encaminhada ao Comando. Após receber essa informação o processo se encerra.

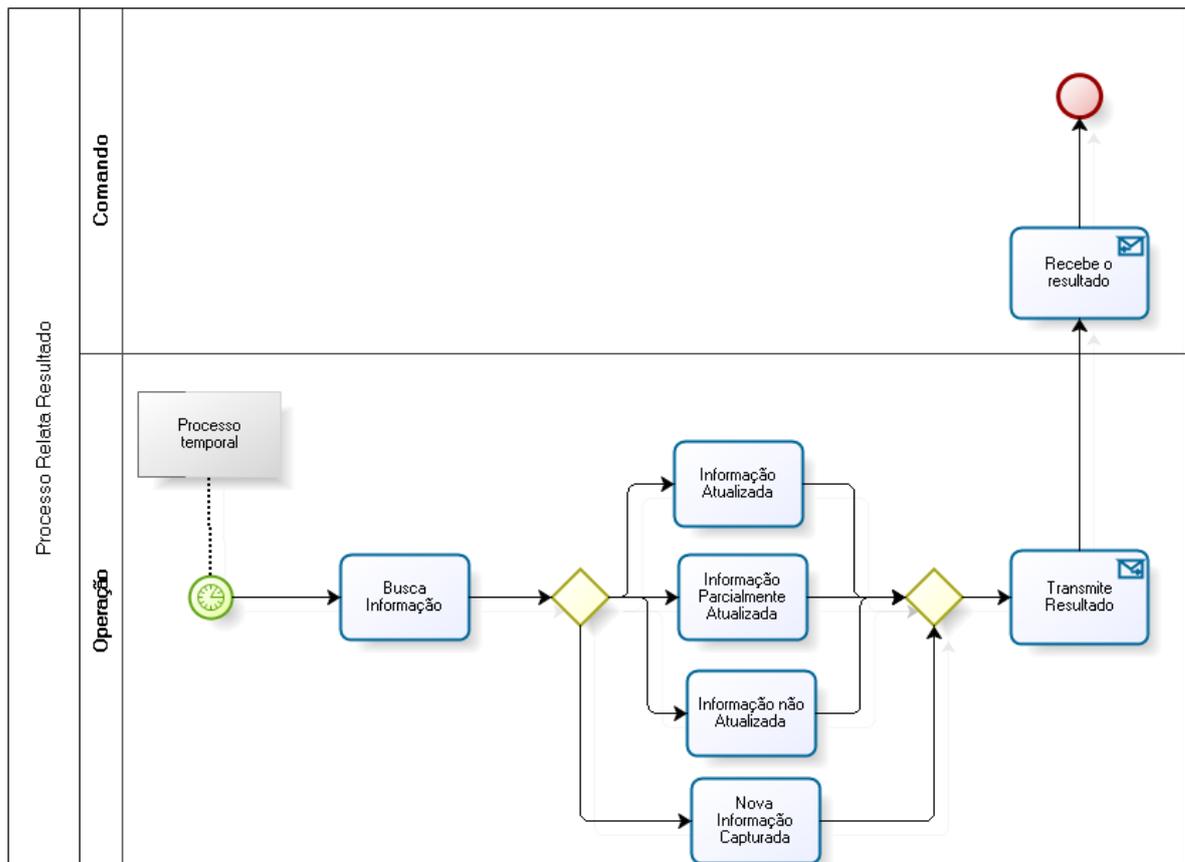


Figura 4.7: Processo Relata Resultado.

4.4.5 Processo Solicita Apoio

Este processo (Figura 4.8) pode ocorrer em diferentes momentos da fase de resposta, seu marco inicial é um evento condicional gerado a partir de uma necessidade. A primeira atividade é realizada pela equipe de Operação e consiste no levantamento da necessidade. Definida esta necessidade é enviada ao Comando.

Ao recebê-la o Comando procede com a atividade de avaliar a solicitação que em termos práticos significa verificar a disponibilidade dos recursos e o tempo para sua aplicação na faixa temporal da emergência. Essa atividade terá duas saídas: Não existe o recurso solicitado, ou o recurso existe. No primeiro caso é informado a Operação a indisponibilidade do recurso. Já no segundo caso após constatar a disponibilidade do recurso, na janela temporal proposta, o Comando executa a atividade de Enviar Recurso (descrita no processo Envia Apoio). Após isso ele informa a Operação o resultado da solicitação. Ao receber o resultado o processo se encerra.

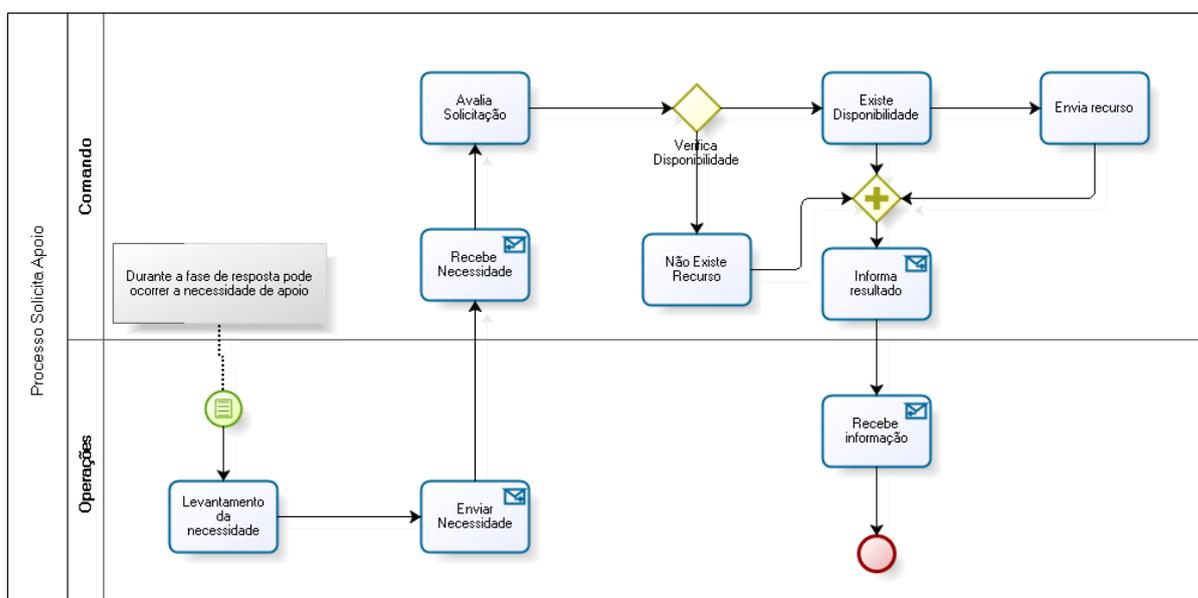


Figura 4.8: Processo Solicita de Apoio

4.4.6 Processo Envia Apoio

Entende-se por “Apoio” qualquer tipo de recurso que amplie a capacidade de resposta

a uma situação de crise. Podemos citar como exemplo de apoio, o envio de recursos humanos, ferramentas, maquinário especial, informações relevantes como mapas, fotos ou vídeos.

O processo (Figura 4.9) é bastante simples e como descrito no processo anterior ele se inicia após a verificação da sua disponibilidade dentro da janela temporal de aplicação. A primeira atividade é “Selecionar Recurso”, que consiste em selecionar, dentro do conjunto de recursos disponíveis, aquele que pode ser aplicado em menor tempo. O recurso selecionado é enviado e a Operação recebe a informação do envio. Após esse recebimento o processo se encerra.

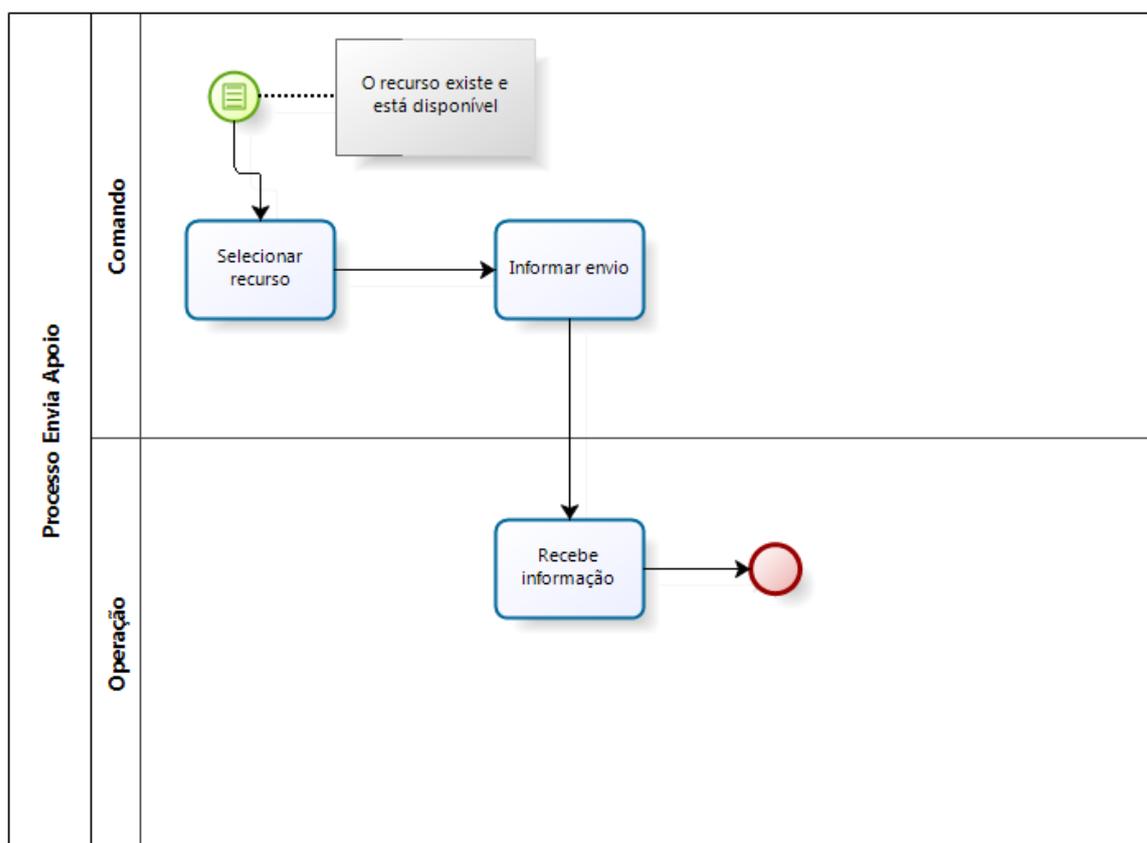


Figura 4.9: Processo Envia Apoio.

4.4.7 Processo Sugere Ação

A atividade de resposta é dinâmica e as mudanças no cenário tornam o planejamento uma atividade extremamente colaborativa, onde tanto Comando como Operações devem trocar informações visando alcançar o mesmo entendimento dos acontecimentos. Este

processo (Figura 4.10) é a materialização da colaboração na fase de resposta. Ele se inicia com a chegada de uma mensagem do Comando informando uma ou mais Linhas de Ação (LA) a serem executadas ou que deverão ser estudadas pela Operação (Vide processo Determina Ação).

A primeira atividade que a Operação executa é a avaliação das LA. Nessa avaliação são verificados se existe a necessidade de mais informações para execução da ação determinada, para essa avaliação existem duas saídas possíveis, a primeira é que não a necessidade de nova informações, isto é a LA está adequada ao contexto. Neste caso, a atividade seguinte será a execução da ação planejada..

Caso as informações não sejam suficientes a Operação irá proceder com a atividade de busca das informações. Essa atividade terá como saída três opções, a informação foi capturada, a informação foi parcialmente capturada ou não houve acréscimo de informações. Nos dois primeiros casos a Operação planeja e Seleciona uma ou mais linhas de ação, em função das informações capturadas e informa ao Comando.

O Comando recebe a sugestão e avalia. Se ela for adequada, através da atividade Autoriza ele manda uma mensagem para a Operação autorizando sua execução. A Operação recebe essa autorização e executa. Ao final ela manda uma mensagem informando que executou a ação. Ao contrário se ela não for adequada, o Comando a partir das novas informações realiza novo planejamento²¹ e o envia para a Operação, iniciando um novo ciclo no processo.

²¹ - O Comando centralizando as informações, significa que as novas informações recebidas, mesmo que forem parciais irão se somar a um conjunto maior de informações provenientes de outras equipes e com isso poderá ter um poder de decisão melhor.

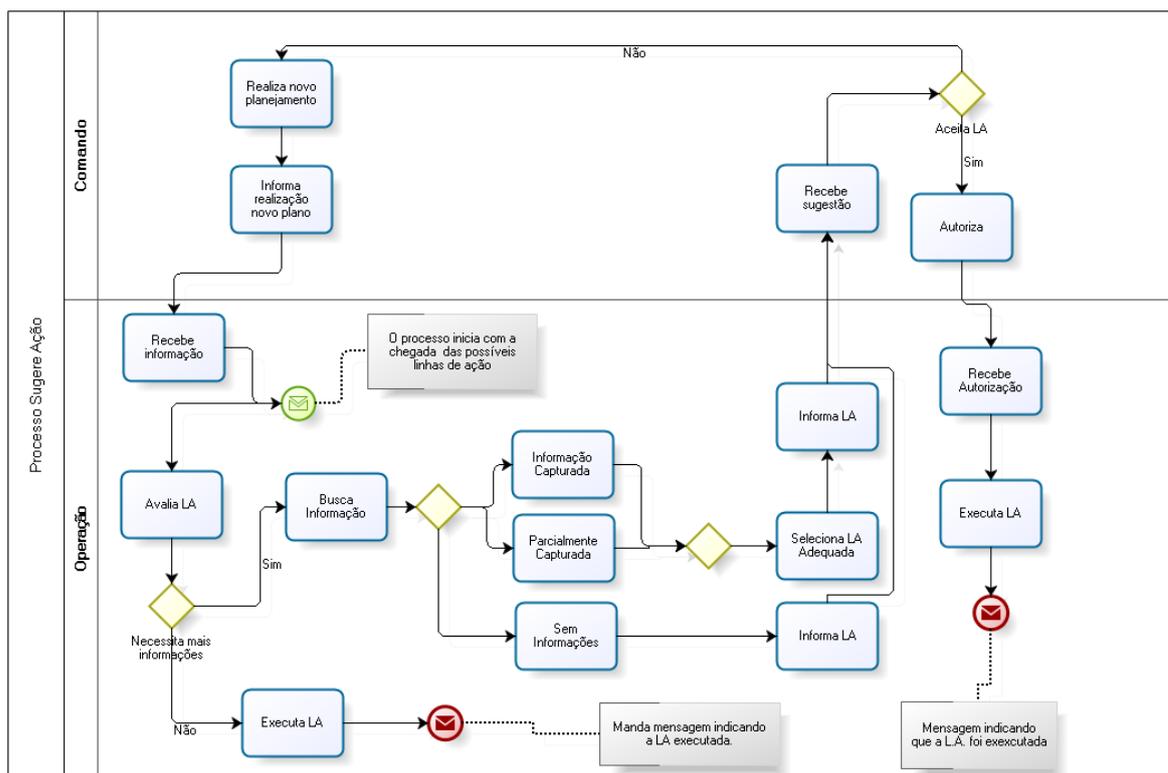


Figura 4.10: Processo Sugere Ação.

Sistemas de Comando e Controle são sistemas complexos que podem ser encarados como um grande banco de dados, onde as informações e dados capturados são inseridos através de alguma interface. Esses dados deverão sofrer diversas transformações até que se transformem em conhecimento e posteriormente em entendimento, que será utilizado como base para tomada de decisão e o desenho das linhas de ação.

No framework apresentado a captura dos dados está embutida nas atividades apresentadas nos processos. No próximo capítulo serão tratados os requisitos para um sistema móvel de C2 objeto desta dissertação, Para tratar desse assunto mais detalhadamente Observando em mais detalhes os processos apresentados, pode-se notar a existência da entrada de dados em algumas das atividades. Essa entrada de dados deve ser feita segundo um modelo pré-definido, de acordo com os requisitos de cada domínio de aplicação. No próximo capítulo será apresentado um modelo genérico de dados, que poderá ser adaptado a qualquer domínio de aplicação, que servirá de base para construção do protótipo de sistema de C2.

Capítulo 5 - REQUISITOS

Neste Capítulo serão apresentados os requisitos para o desenvolvimento de um sistema de computação móvel para apoiar as atividades de C2 das equipes de operação. Iniciaremos com o conceito de Requisitos de Software em seguida serão apresentados os conceitos de Requisitos Funcionais e não Funcionais. Na seqüência serão apresentados os Requisitos de Alto Nível do Sistema e seus Requisitos Funcionais e não Funcionais. O Capítulo encerra apresentando a Arquitetura de Software escolhida para o protótipo.

5.1 Requisitos de software

Segundo Sommerville (2007),

“Os requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidos pelo sistema e as suas restrições operacionais. Esses requisitos irão refletir as necessidades dos usuários e tem por objetivo ajudar na solução de um problema.” (Sommerville, 2007, p.79)

O problema que se deseja resolver é a captura e a troca de informações entre o comando e as equipes de resposta, através de um dispositivo móvel.

Ainda segundo Sommerville,

“Requisitos de software são classificados em requisitos funcionais, não funcionais (...). Os requisitos funcionais são as declarações de serviços e funções que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a entradas específicas e seu comportamento em determinadas situações. Em alguns casos podem estabelecer explicitamente o que o sistema não deve fazer. Os requisitos não funcionais são as restrições e sobre os serviços oferecidos pelo sistema. Eles incluem restrições de *timing*, restrições sobre o processo de desenvolvimento e padrões. Estes requisitos são frequentemente aplicados ao sistema como um todo e podem especificar desempenho, proteção, disponibilidade e outras propriedades do sistema.(...) uma falha no atendimento de um requisito não funcional pode tornar um sistema todo inútil” (Sommerville, 2007, p.80)

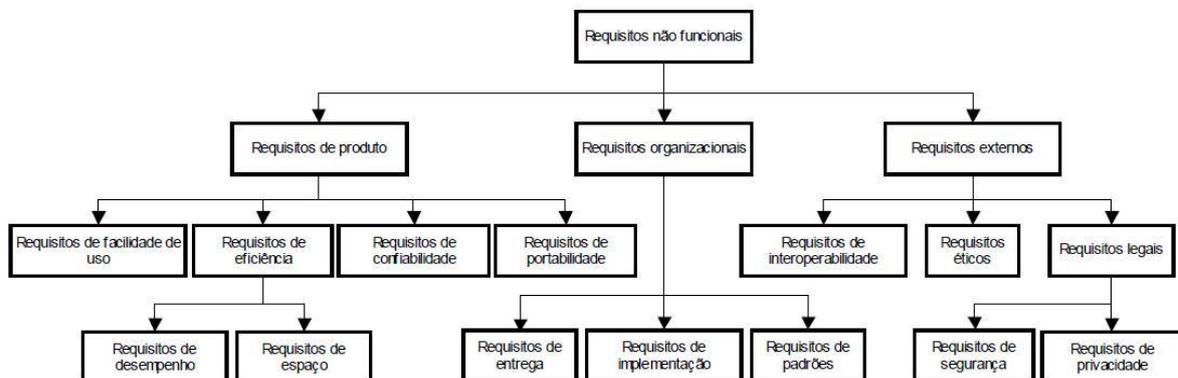


Figura 5.1: Requisitos não funcionais (Sommerville,2007)

Os requisitos não funcionais são aqueles que não são diretamente relacionados com as funções específicas fornecidas pelo sistema. Eles podem especificar desempenho, proteção, disponibilidade e outras propriedades emergentes dos sistemas. A Figura 5.1 representa a classificação dos requisitos não funcionais segundo seu tipo (Sommerville, 2007). Os requisitos de produto especificam seu comportamento. Os requisitos de desempenho indicam a rapidez com que o sistema deve operar e a quantidade de memória requerida. Os organizacionais são derivados de políticas e procedimentos da organização cliente e da organização desenvolvedora como linguagem de programação e processos de desenvolvimento. Finalmente, os requisitos externos, que possuem um nome que permite abranger todos os requisitos derivados de fatores externos ao sistema e seu processo de desenvolvimento como exemplo temos o requisito de interoperabilidade, que é a necessidade do sistema interoperar com outros sistemas similares e requisitos éticos e legais também são abrangidos neste escopo.

Sommerville cita além dos requisitos funcionais e não funcionais, os requisitos de domínio, de usuário e de sistema. O primeiro reflete o domínio da aplicação e pode ser uma restrição de projeto, uma fórmula matemática ou alguma restrição em função da legislação corrente. Os requisitos de usuários são os requisitos funcionais e não funcionais descritos sem aprofundamento técnico para compreensão do usuário. Finalmente os requisitos de sistema são versões expandidas dos requisitos de usuários e muitas vezes são utilizados pelos engenheiros de software como ponto de partida para o projeto do sistema.

Na Engenharia de Software, os requisitos do sistema deverão constar de um documento chamado de especificação de requisitos. Existem várias formas de se apresentar os requisitos. Sommerville (2007), apresenta algumas notações para especificação de requisitos, conforme Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Notações para especificação de requisitos (Sommerville, 2007)

Notação	Descrição
Linguagem estruturada natural	Existe a definição de formulários e padrões para especificação dos requisitos.
Linguagem de descrição de projeto	Utiliza uma linguagem semelhante à linguagem de programação com características mais abstratas.
Notações Gráficas	Uma linguagem gráfica, complementada com anotações de texto é usada para definir os requisitos funcionais do sistema. A UML é um exemplo do uso deste tipo de notação.
Especificações Matemáticas	São notações baseadas em conceitos matemáticos, como máquinas de estados finitos ou conjuntos.

Nesta dissertação os requisitos serão apresentados em linguagem estruturada natural, com apoio de notações gráficas, em particular será utilizada a UML. Os requisitos que serão levantados são fruto do trabalho realizado por Diniz (2006) em sua tese de mestrado, de entrevistas realizadas com especialistas emergências e funcionalidades obtidas através da análise de sistemas militares móveis de comando e controle.

5.1 Requisitos de alto nível

Foram pesquisados dois domínios de aplicação. O domínio militar e o domínio da defesa civil. Apesar de possuírem objetivos claramente divergentes, no primeiro o objetivo é neutralizar uma força inimiga a qualquer custo e perdas de vidas são calculadas em função do custo final da operação. Já no segundo o objetivo é salvar o maior número de vidas humanas, e a perda não tem um custo mensurável. A única diferença entre os requisitos no domínio militar e no domínio da defesa civil é que no meio militar o sistema deve prever a presença de interferências no espectro eletromagnético e considerar a possibilidade de transmissão de dados a uma taxa de 2400 *bauds*.

A Tabela 5.2 contém os requisitos de alto nível de sistemas levantados.

Tabela 5.2: Requisitos de alto nível

Requisito	Descrição
Confiabilidade	O sistema deve garantir ao usuário de que as ordens emanadas do comando cheguem às equipes corretas em tempo para sua execução
Segurança	O sistema deve prover a segurança para que somente pessoas autorizadas tenham acesso às informações que estão trafegando
Continuidade	O sistema deve ser capaz de funcionar continuamente, sem haver interrupções de qualquer natureza
Flexibilidade	O sistema deve poder ser utilizado de formas diversas em diferentes tipos de operações e ser adaptável as novas situações, sem queda de eficiência
Interoperabilidade Interna	O sistema deve ser capaz de permitir a troca de informações em todos os níveis, dentro da organização
Interoperabilidade Externa	O sistema deve ser capaz de trocar informações com outros sistemas de outras organizações
Mobilidade	O sistema deve ser capaz de possibilitar o fluxo vertical e horizontal da informação a fim de apoiar o as organizações na atividade de resposta
Orientado ao Usuário	O sistema deve ser de fácil compreensão para utilização do usuário, independente do nível de instrução do usuário

Estes requisitos formam um conjunto de requisitos funcionais e não funcionais que serão abordados nas próximas seções. Cabe ressaltar que este trabalho não esgota o assunto, mas se limita a apresentar os requisitos que irão compor o protótipo que será utilizado no experimento.

5.2 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais descrevem o que o sistema deve fazer (Sommerville, 2007). A fim de tornar o entendimento dos requisitos mais claro optou-se por utilizar a linguagem natural.

Requisitos Funcionais Levantados:

- 1) O sistema deverá possuir uma tela de acesso pelo qual o usuário irá ingressar sua identificação e sua senha;
- 2) Após a identificação do usuário o sistema deverá apresentar um conjunto de opções de ação;
- 3) As opções deverão ser diferente em função do nível de acesso de cada usuário;
- 4) Para o usuário com privilégio mais alto as opções serão:
 - a) Ordens;
 - b) Apoio;
 - c) Relatórios;
 - d) Ações Sugeridas;
 - e) Localização;
- 5) A seleção das opções poderá ser feita tanto através da navegação, utilizando o cursor do dispositivo como pela simples digitação do número correspondente de cada ação;
- 6) A opção Ordens deverá levar o usuário para outra tela onde o existirão as seguintes opções:
 - a) Buscar Ordens Gravadas;
 - b) Buscar Novas Ordens;
 - c) Voltar ao menu inicial;
- 7) Ao selecionar a opção buscar ordens gravadas o dispositivo irá listar as ordens recebidas em um momento anterior que estão gravadas na memória do dispositivo;
- 8) Ao selecionar a opção buscar novas ordens o dispositivo irá fazer uma busca na base de dados remota por novas ordens ingressadas após o último acesso, irá apresentá-las por ordem de prioridade. Nesta tela o usuário terá a opção de gravar a ordem recebida ou de voltar à página anterior;
- 9) A opção Voltar ao menu inicial faz com que o dispositivo apresente a tela de opções inicial.

- 10) Ao selecionar a opção Apoio o sistema irá abrir uma nova tela onde aparecerão as seguintes opções:
 - a) Pessoal Especializado;
 - b) Pessoal não especializado;
 - c) Equipamento especial;
 - d) Ajuda Humanitária;
 - e) Outras Organizações;
 - f) Mapas;
 - g) Informação Externa;
- 11) Além dessas opções o usuário deverá possuir a opção de voltar ao menu inicial;
- 12) Ao selecionar a opção Pessoal Especializado o sistema abrirá uma tela para que o usuário indique a especialidade necessária.
- 13) Ao selecionar a opção Pessoal não especializado o sistema deverá solicitar a atividade para qual se deseja o reforço de pessoal.
- 14) Ao selecionar a opção Equipamento especial o sistema irá solicitar que o usuário indique o tipo de equipamento solicitado.
- 15) Ao selecionar a opção Ajuda Humanitária o sistema irá abrir a possibilidade para o ingresso de itens de ajuda e quantidade necessária, ao final do ingresso de cada item o usuário sempre terá a opção de enviar a solicitação, para encerrar basta o usuário selecionar a opção voltar;
- 16) Ao selecionar a opção Outras Organizações o sistema abrirá um campo para que o usuário indique qual organização ou atividade é de apoio a outra organização deverá prestar;
- 17) Ao selecionar a opção Mapas o sistema irá abrir a opção para o usuário indicar as latitudes e longitudes inicial e final do mapa;
- 18) Ao selecionar a opção Previsão do tempo o sistema abrirá uma opção para que o usuário indique para qual latitude/longitude se deseja a previsão do tempo.
- 19) Em todas as páginas o sistema sempre deverá possuir as opções de ir para o menu principal, voltar ao menu anterior e sair do sistema;
- 20) Ao selecionar a opção Relatórios, no menu principal o sistema irá abrir uma tela com duas opções, Situação Inicial e Atualização;
- 21) Ao selecionar a opção Situação Inicial o sistema irá abrir uma nova tela onde deverão ser ingressados os dados referentes à situação inicial encontrada;

- 22) Ao selecionar Atualização, o sistema irá apresentar os eventos em andamento, o usuário irá selecionar um dos eventos e o sistema irá abrir uma tela onde o usuário poderá ingressar os dados atualizados do referido evento.
- 23) Ao selecionar a opção Ações sugeridas o sistema irá abrir uma janela onde o usuário poderá inserir a ação que acha mais adequada tendo em vista a dinâmica dos acontecimentos.
- 24) Ao selecionar a opção Localização o sistema irá abrir uma tela onde o usuário deverá ingressar sua posição. A posição será expressa pelo endereço mais próximo da posição do usuário ou da latitude e longitude do usuário.

5.3 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais são aqueles não diretamente relacionados com as funções específicas fornecida pelo sistema. Assim como no caso anterior optou-se pelo uso da linguagem natural para a descrição dos requisitos não funcionais (Tabela 5.4).

Tabela 5.3: Requisitos não funcionais do protótipo

Requisitos não Funcionais do Protótipo
O sistema deve poder ser aplicado em dispositivos de baixo custo e robustos.
A interface com o usuário deve ser de fácil compreensão e deve ser desenvolvida tendo em mente os aspectos operacionais em que o sistema será utilizado.
Visando a maior interoperabilidade com o maior número de dispositivos possíveis o sistema deve ser desenvolvido utilizando o J2ME e não deve utilizar API de fabricantes específicos.
O sistema deve optar pelo uso de padrões abertos, evitando gastos com aquisição de licenças.
Deve se observar o uso das técnicas de orientação a objetos durante o desenvolvimento do sistema;

5.4 Arquitetura do sistema

O sistema segue a arquitetura MVC (Model-View-Controller). Essa arquitetura tem sua origem na década de 70 e segundo (Gamma et al.,2000) e foi desenvolvida para ser utilizada em projetos de interface visual na linguagem de programação Smalltalk. Ela é um padrão arquitetural e tem como principal objetivo ajudar na tarefa de separar as responsabilidades promovendo baixo acoplamento e alta coesão, tornando o sistema escalável.

Segundo (Gamma et. al.,2000),

“MVC é composto por três tipos de objetos. O modelo é o objeto de aplicação, a vista é a apresentação na tela e o controlador define a maneira como a interface do usuário reage às entradas do mesmo. Antes do MVC, os projetos de interface para o usuário tendiam em agrupar esses objetos.” (Gamma et al. 2000, p. 20).

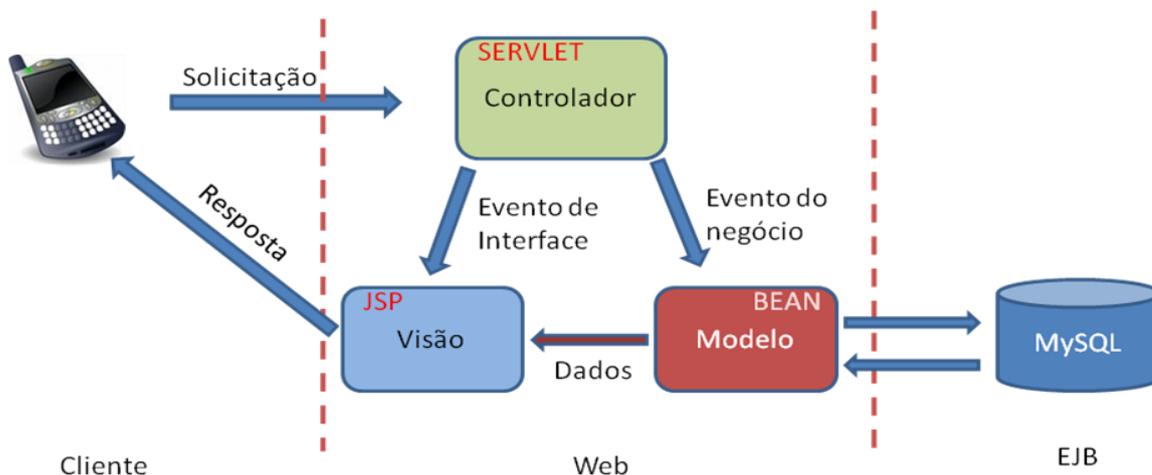


Figura 5.2: Padrão MVC

O MVC tem como principal objetivo: separar dados ou lógica de negócios (Modelo) da interface do usuário (Visão) e o fluxo da aplicação (Controlador), a idéia é permitir que uma mensagem da lógica de negócios possa ser acessada e visualizada através de várias interfaces. Nesta arquitetura, a lógica de negócios, ou seja, o Modelo não sabe quantas nem quais as interfaces com o usuário estão sendo exibidas. A Visão não se importa de onde esta recebendo os dados, mas ela tem que garantir que sua aparência reflita o estado do modelo, ou seja, sempre que os estados do modelo mudam, o modelo notifica as Visões para que as mesmas se atualizem.

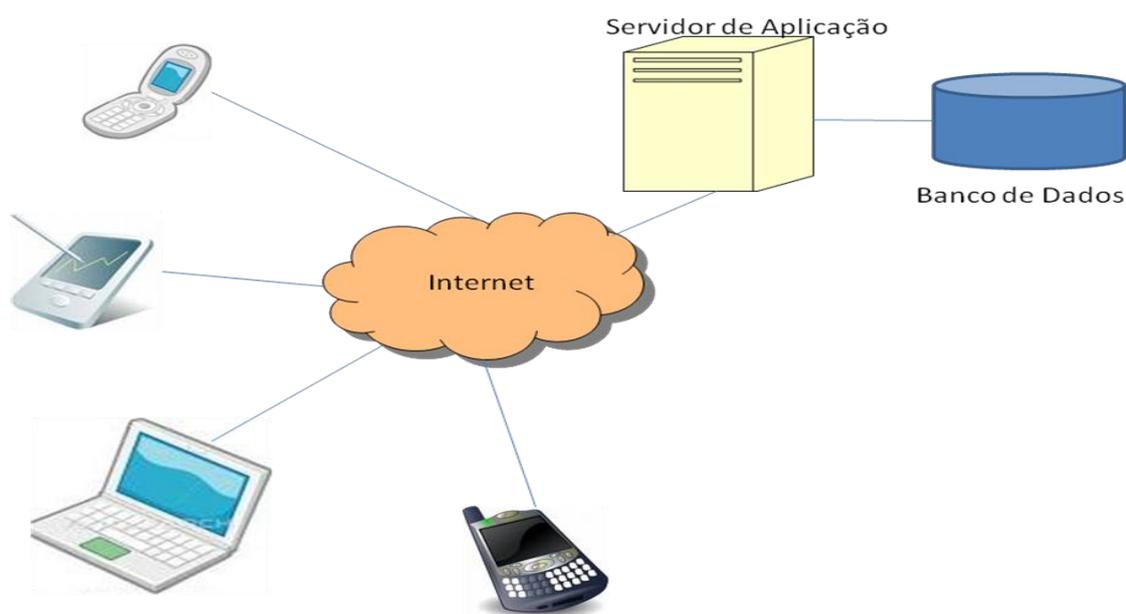


Figura 5.3: Aplicação sendo acessada por diversas interfaces

A vantagem para o uso dessa arquitetura é que as interfaces são totalmente independentes do dispositivo que está sendo utilizado. Isso aumenta a flexibilidade do sistema. A Figura 5.3 apresenta essa flexibilidade.

Capítulo 6 PROTÓTIPO – Sistema SisC2Celular

Neste capítulo serão apresentados, a tecnologia e as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do sistema. Além disso, serão apresentados os diagramas de caso de uso, suas respectivas descrições, os diagramas de atividade e o diagrama de classes.

A fim de possibilitar uma representação legível dos casos de uso optou-se por representá-los em grupos de três e quatro.

6.1 Tecnologia e plataforma

No Capítulo 5, na Tabela 5.4 o primeiro requisito não funcional especifica que o sistema deve ser aplicado em um dispositivo de baixo custo e robusto. Algumas pesquisas realizadas em laboratórios de tecnologia, como o InfoLAB, tem demonstrado a robustez dos aparelhos de telefonia celular e de *smartphones* ao longo dos últimos anos. Além disso suas dimensões reduzidas permitem atender outros requisitos de alto nível como o de mobilidade e flexibilidade. Em função desses fatos pode se concluir que esta é a melhor plataforma para o aplicação do sistema de informação proposto.

Ainda na Tabela 5.4, pode se constatar a existência do requisito de o uso da linguagem Java, mais especificamente da API J2ME²², da Sun, para o desenvolvimento do protótipo, tendo em vista fatores como a possibilidade de aplicar o sistema independente do fabricante do equipamento.

Outro requisito é a condição de desenvolver o protótipo utilizando bibliotecas consideradas padrão. Após avaliar os requisitos citados, três plataformas de desenvolvimento se apresentaram como candidatas de ferramentas de desenvolvimento do protótipo: o Eclipse Ganymede, o NetBeans 6.7 e o IDE J2ME da Sun.

As facilidades de desenvolvimento das interfaces gráficas do aplicativo fizeram com

²² J2ME – Interface de programação de aplicativos voltada para o desenvolvimento de aplicações móveis voltada a todo tipo de dispositivos suportados por esta tecnologia.

que o NetBeans fosse escolhido como IDE de desenvolvimento. Além de permitir a programação visual da interface, é possível projetar gráficamente o fluxo de navegação entre as telas do sistema, incluindo facilidades como comandos de voltar e de sair de maneira automática, não tendo a necessidade de digitar nenhuma linha de código.

A última plataforma analisada foi a da Sun, liberada no final do ano de 2009, ela possui facilidades semelhantes ao do NetBeans. Apesar disso o pouco tempo disponível para o desenvolvimento aliado à necessidade de desenvolvimento dos Servlets que irão responder as solicitações do cliente tornaram o NetBeans a ferramenta ideal para esse desenvolvimento. Além disso, em função da compatibilidade a migração de um projeto do NetBeans para o Eclipse é totalmente transparente.

A escolha do provedor de serviços Web, responsável por receber as solicitações do cliente e por respondê-las ficou a cargo da tecnologia utilizada pelo NetBeans. A Sun disponibiliza dois provedores o Apache Tomcat, conhecido de longa data dos desenvolvedores e o novíssimo Glassfish. Este último pretende ser o substituto do Apache e, segundo a Sun, é desenvolvido para atender a nova tecnologia de Arquitetura Orientada a Serviços. A escolha natural pelo Apache foi feita em função da grande quantidade de documentação e de usuários pelo mundo.

Finalmente a ferramenta de base de dados, onde todas as informações serão gravadas. De maneira análoga ao provedor de serviços, o Netbeans possui uma grande integração com o MySQL, permitindo a criação de tabelas, a manipulação dos dados entre outras facilidade. Partindo desse ponto de vista ela se tornou o candidato natural para essa função. A Tabela 6.1 traz um resumo das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do protótipo.

Tabela 6.1: Plataformas utilizadas no desenvolvimento do sistema

Plataforma alvo	Telefones celulares ou <i>Smartphones</i> com suporte para Java.
API de desenvolvimento	J2ME e Java Servlet
IDE para o desenvolvimento	NetBeans 6.5
Provedor de Serviços WEB	Apache TomCat 6.0
Ferramenta de Base de Dados	MySql
IDE para Modelagem UML	ArgoUML
IDE para modelagem de processos	BizAgi Process Modeler (Free edition)

6.2 Diagramas de Casos de Uso

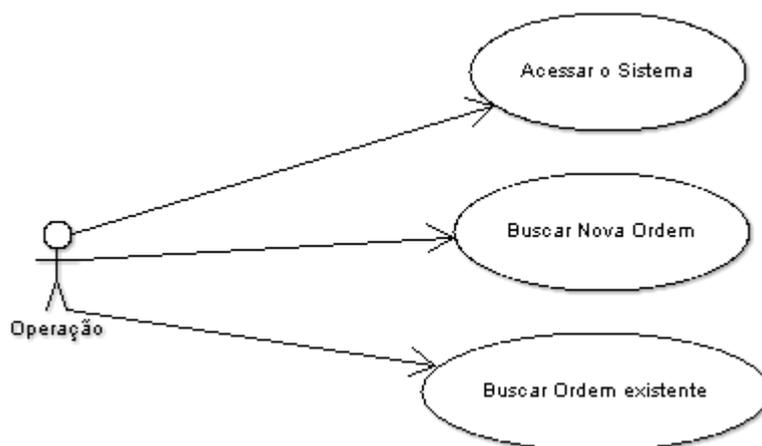
Na tabela 6.2 estão os casos de uso e o número de referência de suas descrições.

Tabela 6.2: Casos de uso identificados para o protótipo

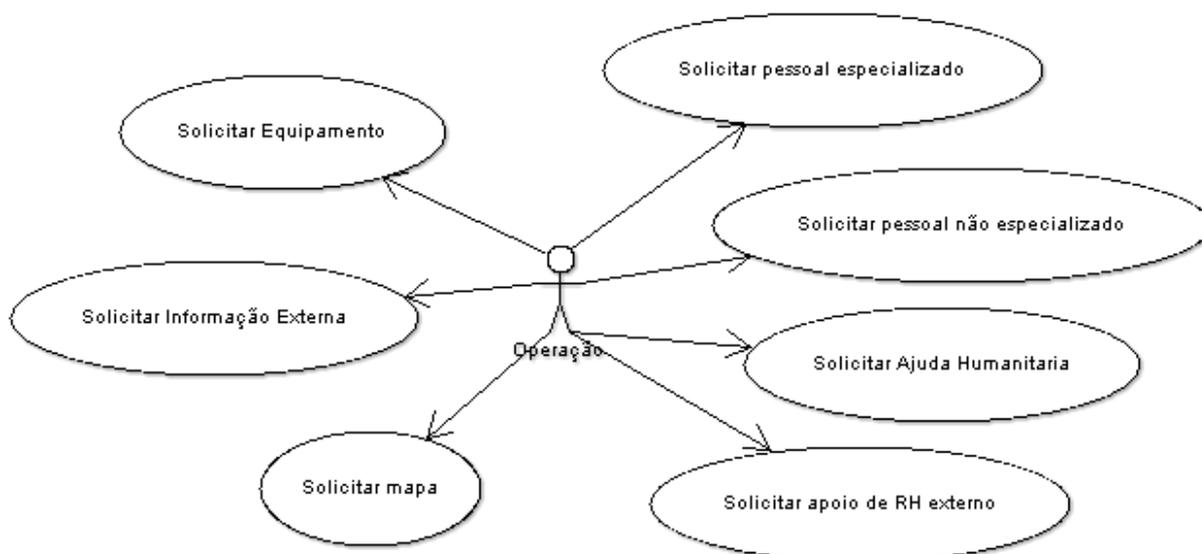
Nome do Caso de Uso	NR 6.3.
Acessar o sistema	1
Buscar ordem existente	2
Buscar nova ordem	3
Solicitar equipamento	4
Solicitar pessoal especializado	5
Solicitar pessoal não especializado	6
Solicitar ajuda humanitária	7
Solicitar mapa	8
Solicitar informação externa	9
Solicitar apoio de recursos humanos externos ²³	10
Enviar relatório de situação inicial	11
Enviar relatório de atualização	12
Enviar sugestão de linha de ação	13
Enviar localização	14

²³Entende-se por Recurso Humano externo aquele que não está diretamente subordinado as equipes da defesa civil. Exemplos: Polícia Militar, Marinha, Exército, Aeronáutica, Corpo de Bombeiros Militar e etc.

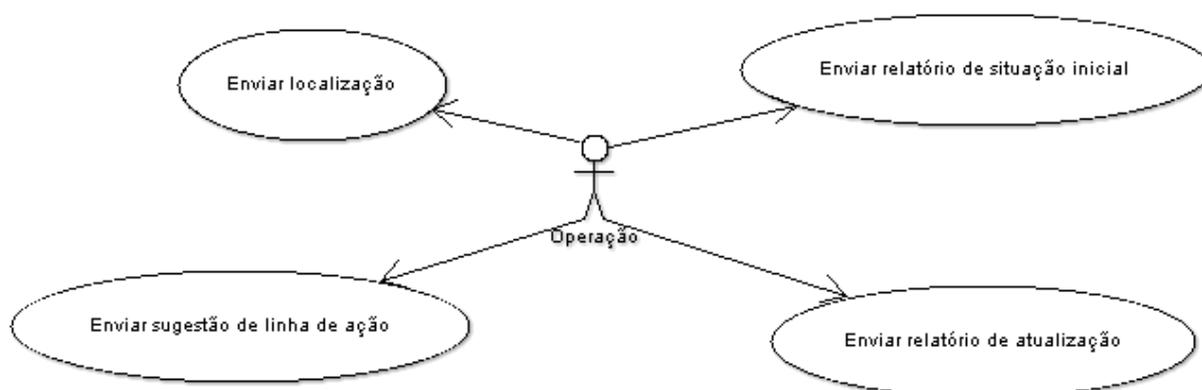
Na Figura 6.1 a), b) e c) a seguir serão apresentados os casos de uso do sistema.



a)



b)



c)

Figura 6.1: Casos de uso do Sistema

Um único ator foi identificado em todos os casos de uso.

6.3 Descrição dos casos de uso do sistema

As descrições de caso de uso serão feitas em formato de tabela. A tabela irá conter a descrição geral do caso de uso, os atores, o evento que inicia o caso de uso, em seguida serão apresentados os fluxos típicos e alternativos de cada caso de uso.

6.3.1 Caso de Uso Acessar o sistema

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de acessar o sistema.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário inicia o sistema no dispositivo móvel.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O programa irá apresentar a tela de acesso;
2. O usuário irá ingressar o seu login e sua senha;
3. O usuário seleciona a opção ENVIAR;
4. O sistema envia os dados;
5. O usuário recebe o resultado;
6. O sistema apresenta a tela de Menu principal e encerra este caso de uso.

Fluxos Alternativo:

Alternativa 1: O resultado recebido foi inválido

Ação:

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.

Alternativa 2: O usuário escolhe a opção sair

Ação:

3. O usuário seleciona a opção SAIR;
4. O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado.

6.3.2 Caso de Uso Buscar Nova Ordem

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de buscar nova ordem.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Ordens no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção ORDENS;
3. O sistema irá apresentar a tela de ORDENS;

4. O usuário seleciona a opção BUSCAR NOVAS ORDENS;
5. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
6. O provedor de serviços busca na base de dados as novas ordens;
7. O provedor envia a resposta para o sistema;
8. O sistema apresenta o resultado da solicitação;
9. O usuário seleciona a opção SALVAR ORDEM;
10. O sistema salva a ordem no dispositivo;
11. O sistema retorna ao Menu Ordens;
12. O sistema encerra o caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário seleciona a opção VOLTAR

Ação:

4. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
5. O sistema retorna ao menu principal;
6. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 2: O usuário escolhe a opção SAIR

Ação:

4. O usuário seleciona a opção SAIR;
5. O sistema é encerrado e o caso de uso é finalizado;

Alternativa 3: O usuário escolhe a opção Voltar sem salvar a ordem recebida

Ação:

9. O usuário seleciona a opção Voltar sem salvar;
10. O sistema retorna ao Menu de Ordens;
11. O sistema encerra este caso de uso.

6.3.3 Caso de Uso Buscar Ordem Existente

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de buscar ordem existente.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Ordens no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção ORDENS;
3. O sistema irá apresentar a tela de ORDENS;
4. O usuário seleciona a opção BUSCAR ORDENS EXISTENTES;
5. O sistema busca na base de dados do dispositivo as ordens gravadas anteriormente;
6. O sistema apresenta uma lista com as ordens gravadas;
7. O usuário seleciona uma ordem na lista;
8. O sistema apresenta os detalhes da ordem;
9. O usuário seleciona a opção Voltar ao Menu principal;
10. O sistema retorna para o menu principal;
11. O sistema encerra o caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: Não existem ordens gravadas.

Ação:

6. O sistema apresenta uma mensagem informando não haver ordens gravadas;
7. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 2: O usuário escolhe a opção Apagar Ordem.

Ação:

8. O usuário seleciona a opção Apagar Ordem;
9. O sistema apaga a ordem selecionada da base de dados do dispositivo;
10. O sistema retorna a tela de BUSCAR ORDENS EXISTENTES;
11. O sistema encerra este caso de uso.

6.3.4 Caso de Uso Solicitar Equipamento

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Equipamento.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Equipamento;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação de Equipamento;
6. O usuário insere o tipo de equipamento;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação do equipamento;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao menu principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de equipamento realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de equipamento realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;

11. O usuário seleciona a opção voltar ao menu principal;
12. O sistema retorna ao menu principal e encerra este caso de uso.

6.3.5 Caso de Uso Solicitar Pessoal Especializado

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Pessoal Especializado.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no menu principal;

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Pessoal Especializado;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação de Pessoal Especializado;
6. O usuário insere a especialização necessária;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação de pessoal especializado;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao menu principal e encerra este caso de uso.

6.3.6 Caso de Uso Solicitar Pessoal não Especializado

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Pessoal não Especializado.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Pessoal não Especializado;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação de Pessoal Especializado;
6. O usuário indica qual será a aplicação do pessoal;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação de pessoal especializado;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao menu principal;

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao *menu* principal e encerra este caso de uso.

6.3.7 Caso de Uso Solicitar Ajuda Humanitária

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Ajuda Humanitária.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no *menu* principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do *menu* principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Ajuda Humanitária;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação de Ajuda Humanitária;
6. O usuário insere o tipo de ajuda necessária e a quantidade;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação realizada;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao *menu* principal e encerra este caso de uso.

6.3.8 Caso de Uso Solicitar Mapa

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Mapa.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no *menu* principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Mapa;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação Mapa;
6. O usuário insere as coordenadas do mapa na forma de (Latitude e Longitude, inicial e final);
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;

9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação realizada;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao *menu* principal e encerra este caso de uso;

6.3.9 Caso de Uso Solicitar Informação Externa

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Informação Externa.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Informação Externa;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação Informação;
6. O usuário insere a informação que deseja receber;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação realizada;
10. O sistema encerra este caso de uso;

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao *menu* principal e encerra este caso de uso.

6.3.10 Caso de Uso Solicitar Apoio de RH Externo

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Solicitar Apoio de Recursos Humanos Externos.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no *menu* principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção APOIO;
3. O sistema irá apresentar a tela de Apoio;
4. O usuário seleciona a opção Solicitar Apoio de RH Externos;
5. O sistema irá apresentar a tela de Solicitação de RH Externo;
6. O usuário seleciona o recurso desejado e indica a aplicação;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR SOLICITAÇÃO;
8. O sistema envia a solicitação;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação realizada;
10. O sistema encerra este caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao menu principal.

Alternativa 2: O usuário seleciona a opção Solicitações Anteriores.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Solicitações Realizadas;

7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O sistema apresenta uma lista com as solicitações anteriores;
9. O sistema encerra este caso de uso.

Alternativa 3: O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação

Ação:

6. O usuário seleciona a opção Buscar Resposta Solicitação;
7. O sistema busca na base do dispositivo uma lista com as solicitações de pessoal especializado realizadas anteriormente;
8. O usuário seleciona a solicitação que ele deseja ver o resultado;
9. O sistema envia a solicitação ao provedor de serviços;
10. O sistema recebe a resposta do provedor e apresenta ao usuário;
11. O usuário seleciona a opção voltar ao *menu* principal;
12. O sistema retorna ao *menu* principal e encerra este caso de uso.

6.3.11 Caso de Uso Enviar Relatório de Situação Inicial

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Enviar Relatório de Situação Inicial.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no *menu* principal.

Fluxo Típico

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção Relatórios;
3. O sistema irá apresentar a tela de Relatórios;
4. O usuário seleciona a opção Situação Inicial;
5. O sistema irá apresentar a tela de Situação Inicial;
6. O usuário ingressa o código CODAR, o código do evento e a descrição da situação encontrada;
7. O usuário seleciona a opção ENVIAR;
8. O sistema envia o relatório;
9. O sistema grava na base do dispositivo a solicitação realizada;
10. O sistema encerra este caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

6.3.12 Caso de Uso Enviar Relatório de Atualização

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Enviar Relatório de Atualização.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no *menu* principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção Relatórios;

3. O sistema irá apresentar a tela de Relatórios;
4. O usuário seleciona a opção Atualização;
5. O sistema irá apresentar a tela de Eventos em Andamento;
6. O usuário seleciona o evento que deseja atualizar a informação;
7. O sistema abre a tela de atualização;
8. O usuário escolhe a opção Nova Informação;
9. O sistema abre a tela de nova informação;
10. O usuário insere a nova informação e seleciona ENVIAR;
11. O sistema grava a informação no dispositivo e envia para provedor de serviços;
12. O sistema encerra esse caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

6. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
7. O sistema retorna ao *menu* principal.

6.3.13 Caso de Uso Enviar Sugestão de linha de ação

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Enviar sugestão de linha de ação.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Apoio no menu principal.

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário Seleciona a opção Ações Sugeridas;
3. O sistema irá apresentar a tela de Ações Sugeridas;
4. O usuário indica a ação que deseja realizar e seleciona enviar;
5. O sistema irá gravar a ação sugerida;
6. O sistema irá enviar a ação sugerida para o provedor de serviços;
7. O sistema encerra esse caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de enviar sugestão.

Ação:

4. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
5. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário quer saber o resultado da solicitação.

Ação:

4. O usuário seleciona a opção Verificar resultado;
5. O sistema busca no provedor a resposta sobre a sugestão;
6. O sistema apresenta o resultado;
7. O sistema encerra esse caso de uso.

6.3.14 Caso de Uso Enviar Localização

Descrição Geral: Este caso de uso detalha o processo de Enviar Localização.

Atores: Todos os elementos que compõe as equipes de resposta com direitos de acesso ao sistema.

Início: Este caso de uso inicia quando o usuário seleciona a opção Localização no *menu* principal

Fluxo Típico:

Ação:

1. O sistema apresenta as opções do menu principal;
2. O usuário seleciona a opção Localização;
3. O sistema irá apresentar a tela de Localização;
4. O usuário seleciona a opção Ingressar Lat/Long;
5. O sistema irá apresentar a tela para ingresso da Latitude e Longitude;
6. O usuário ingressa os valores e seleciona enviar;
7. O sistema envia a informação para o provedor;
8. O sistema encerra esse caso de uso.

Fluxos Alternativos:

Alternativa 1: O usuário desiste de iniciar a solicitação.

Ação:

4. O usuário seleciona a opção VOLTAR;
5. O sistema retorna ao *menu* principal.

Alternativa 2: O usuário escolhe ingressar posição pelo endereço

Ação:

4. O usuário seleciona a opção ingressar localização por endereço;
5. O sistema abre a tela para ingresso do endereço;
6. O usuário seleciona a opção Enviar;
7. O sistema envia a informação e encerra este caso de uso.

6.4 Diagramas de Atividades

Nesta seção serão apresentados os diagramas para os casos de uso 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.3.11, 6.3.12 e 6.3.13. Para os casos de uso 6.3.4 até o caso de uso 6.3.10 será apresentado um diagrama genérico tendo em vista a semelhança entre eles. O mesmo ocorre para os casos de uso 6.3.12, 6.3.13 e 6.3.14.

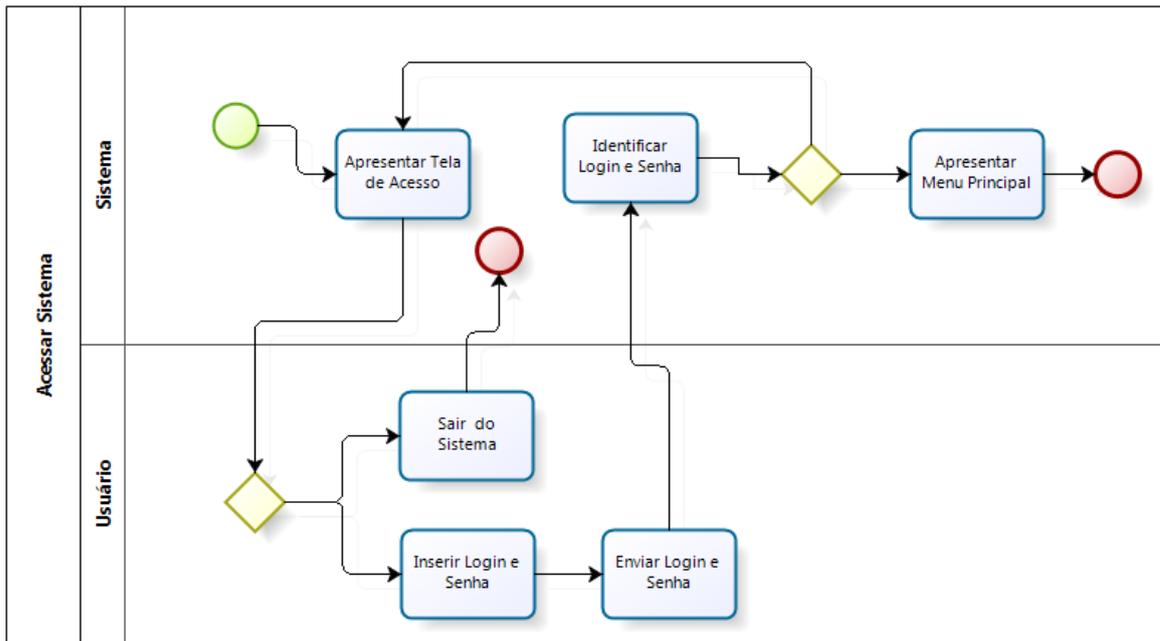


Figura 6.2 Diagrama de atividades do caso de uso 6.3.1

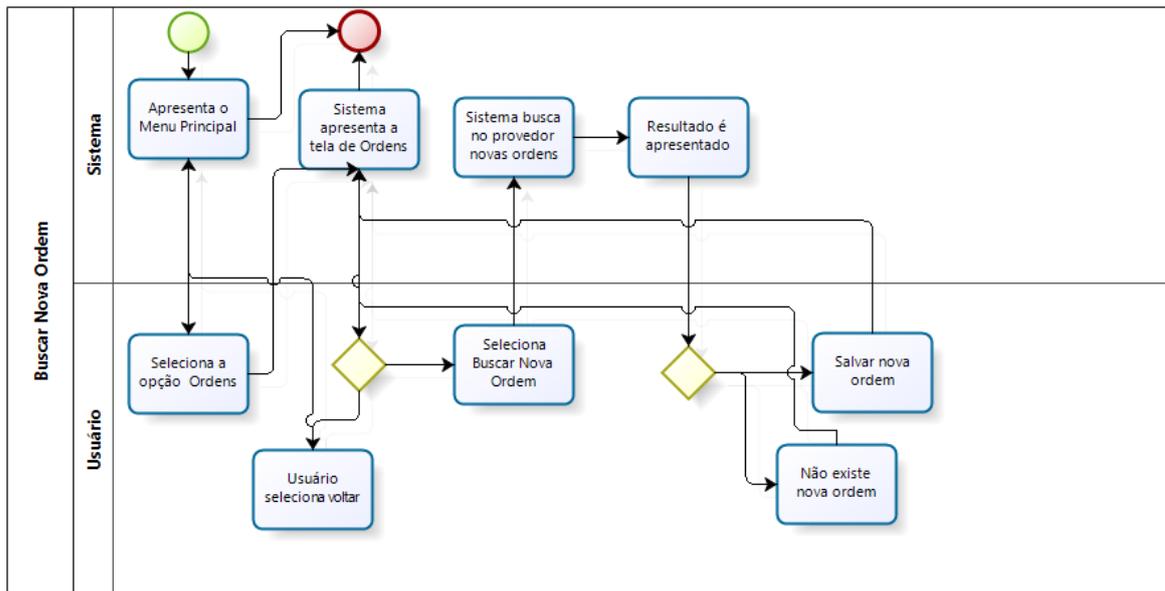


Figura 6.3: Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.2

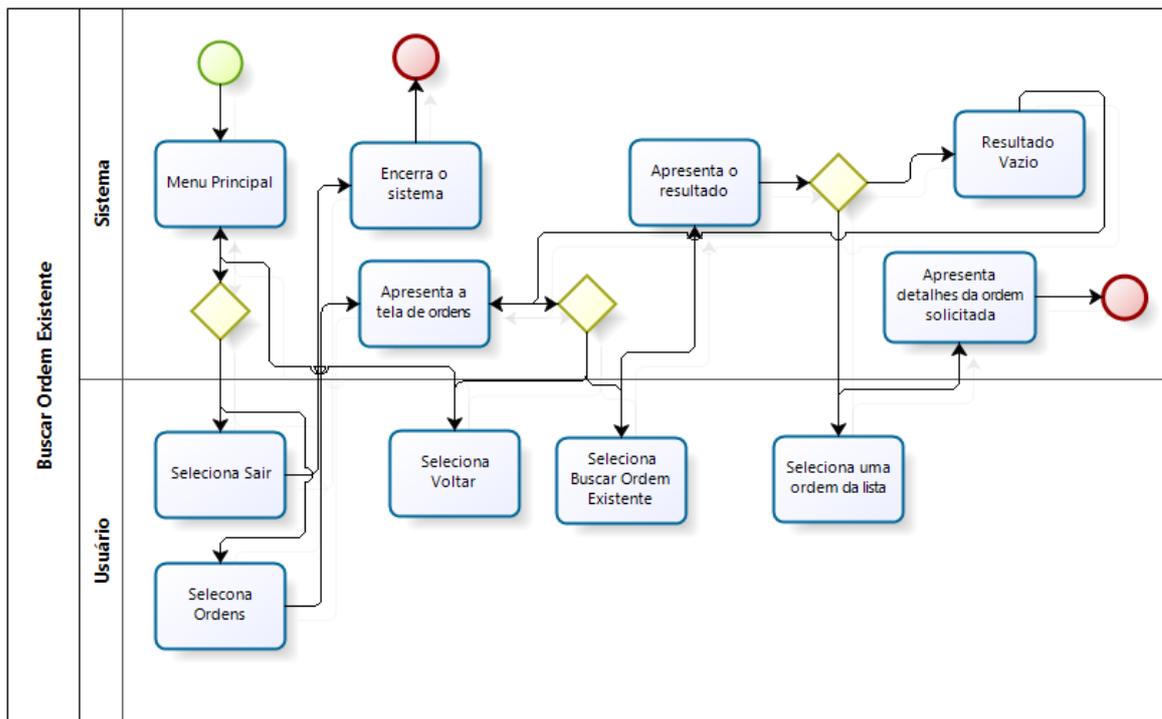


Figura 6.4 Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.3

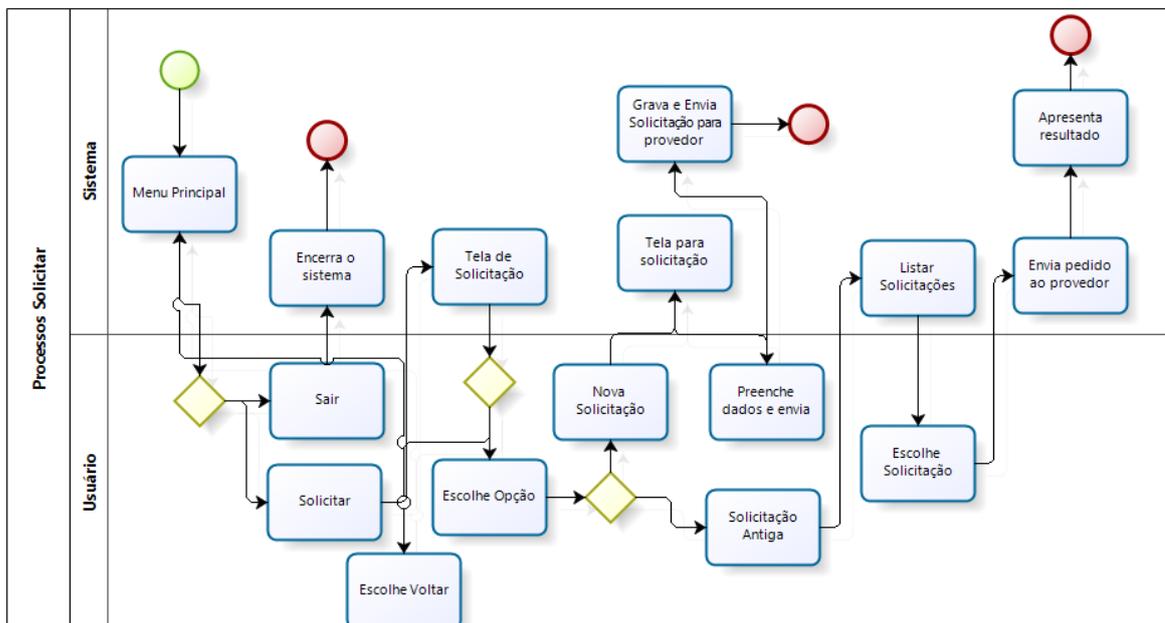


Figura 6.5 Diagrama de atividades para os casos de uso de 6.3.4 até 6.3.10

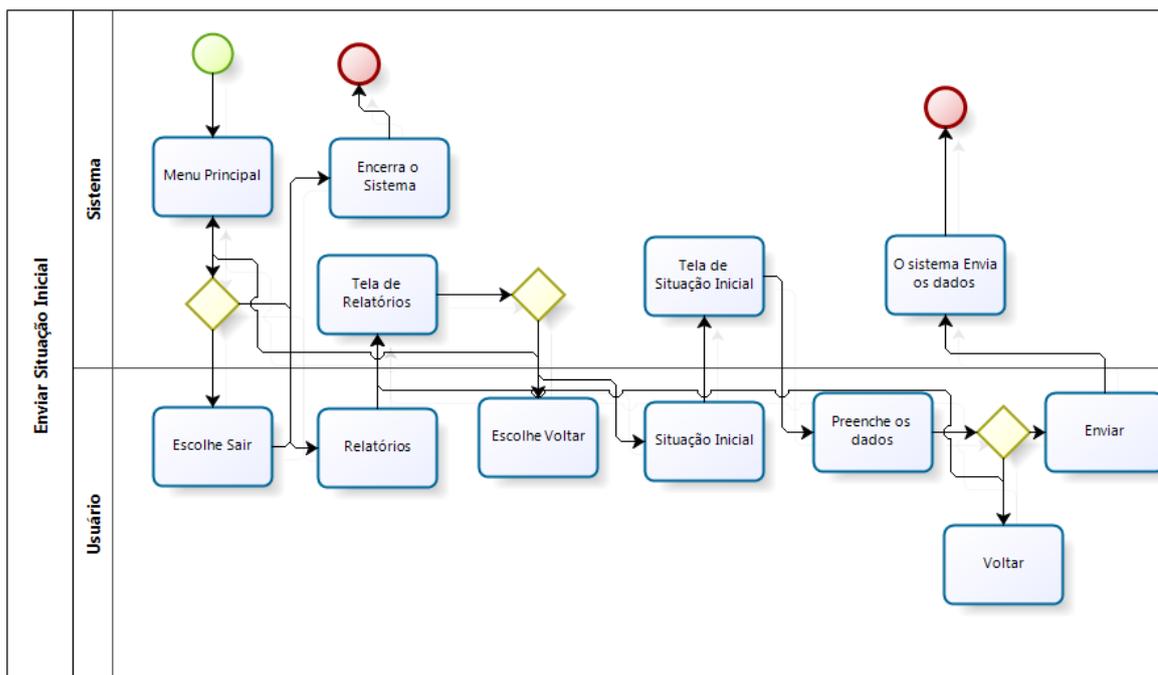


Figura 6.6 Diagrama de atividades para o caso de uso 6.3.11

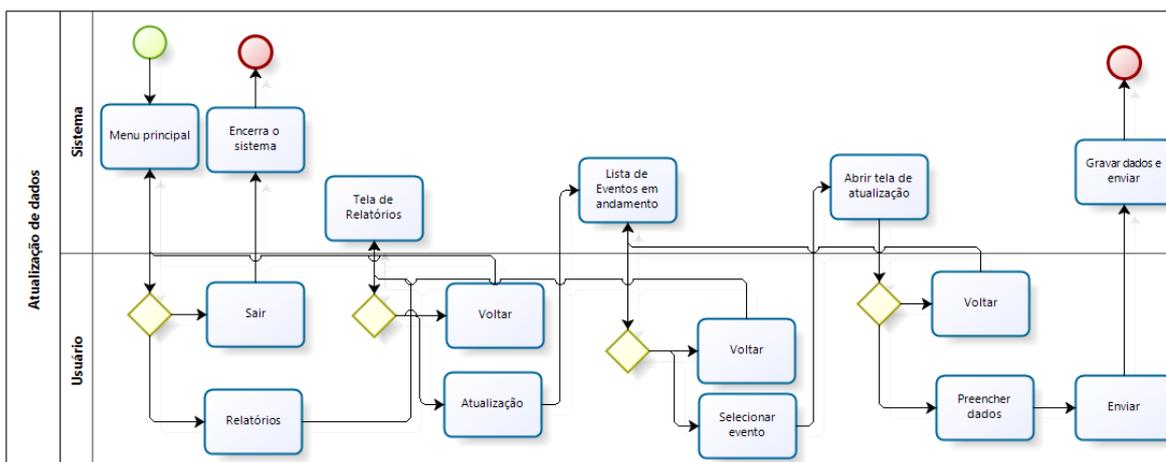


Figura 6.7 Diagrama de atividades para os casos de uso 6.3.12, 6.3.13 e 6.3.14

6.5 Modelos de Dados

O dispositivo celular possui uma ferramenta bastante rudimentar para fazer acesso aos dados que estão gravados no aparelho. Em regra geral o acesso é sequencial. Manter bases grandes ou muitos dados no celular pode comprometer o sistema, dessa forma optou-se por utilizar os repositórios do celular apenas como apoio. Essa utilização segue os princípios utilizados pelos primeiros browsers gráficos desenvolvidos. Os dados no celular deverão ser

apenas uma memória para acesso aos dados mais recentes. Essa estratégia tem como objetivo reduzir o número de acessos ao provedor de serviços.

O modelo de dados que foi idealizado e apresentado na figura 6.7 será instalado no provedor de serviços.

Pode-se observar que existem cinco classes principais: Pessoa, Equipe, Informação, Equipamento, Evento. A classe Pessoa é onde todos os dados relevantes de todos os membros da equipe estarão gravados. As classes filhas são Usuário e Informante. Uma vez que o sistema terá dados de todos os elementos componentes das equipes de resposta é importante diferenciar quem são os usuários. A classe Informante é um caso particular, o Informante pode não ser um membro de nenhuma equipe, mas deverá receber uma qualificação futura quanto sua confiabilidade.

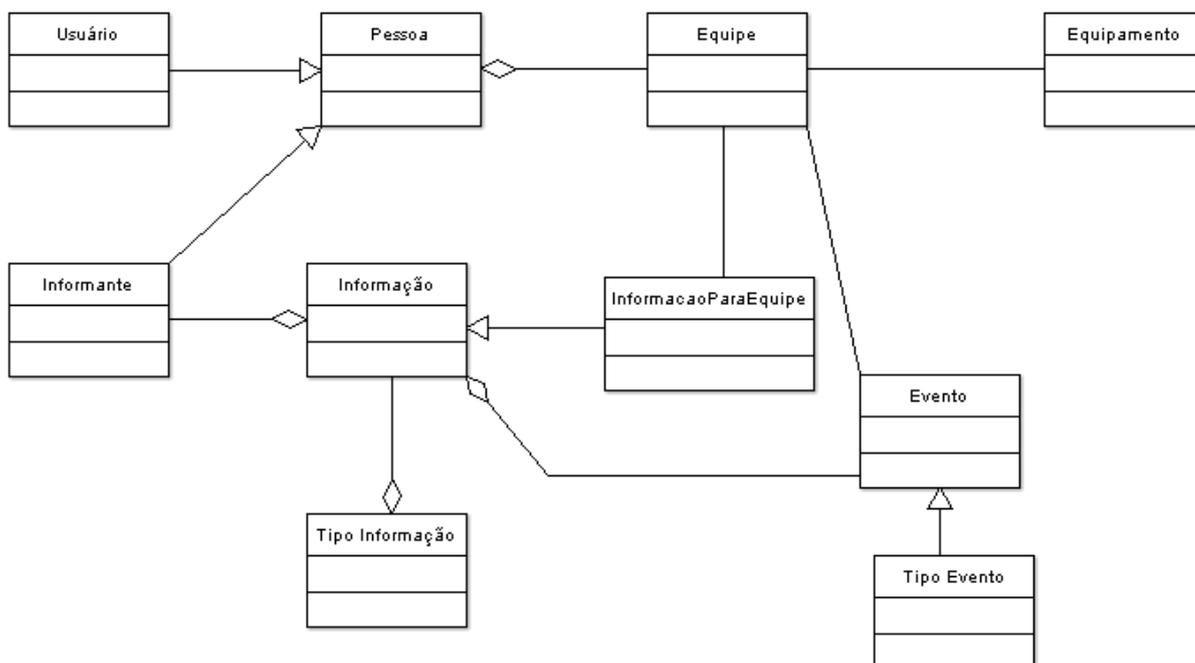


Figura 6.8: Diagrama de classes do sistema SisC2Celular.

A classe Equipe possui um relacionamento com Pessoa que significa que não existem equipes sem pessoas. Além disso Equipe tem um relacionamento de agregação com Equipamento e com Evento, isso significa que um Equipamento não necessariamente pertence a uma Equipe. Da mesma forma uma Equipe pode não estar envolvida em um Evento.

A classe Informação possui duas classes filha, uma chamada InformaçãoParaEquipe e a outra chamada TipoInformação. A primeira, InformaçãoParaEquipe, existe para controlar para quais equipes uma informação foi enviada e para saber se a equipe leu a informação. A segunda, TipoInformação, qualifica a informação que foi enviada. Os tipos de informação podem ser resposta a solicitações, resposta a informações, ordens e atualizações. Toda Informação irá conter essa classificação, que é feita automaticamente pelo sistema. Finalmente, existe ainda o relacionamento dessa classe com a classe Informante. A existência de uma Informação implica na existência de um Informante.

A classe Equipamento existe para registrar a necessidade de equipamentos especiais como caminhões, rabeções, retro escavadeiras e outros equipamentos e ferramentas necessários na atividade de resposta.

Finalmente a classe Evento, ela necessariamente estará relacionada a pelo menos uma informação. Um Evento pode possuir de um até n informações. É importante ressaltar que um Evento só existe se houver uma Informação. A classe filha que é a classe TipoEvento. Assim como TipoInformação, ela classifica o tipo de evento. Essa classificação serve para saber qual o tipo de emergência que está sendo tratada e com isso verificar se as solicitações de equipamentos e ferramentas especiais são válidas. Por exemplo, no caso de uma inundação causada pela cheia de um rio é comum serem necessários barcos para se resgatar pessoas ilhadas, porém não é comum o uso de caminhões para retirada de entulho, pelo menos não num primeiro momento.

Capítulo 7 - EXPERIMENTAÇÃO

Nos Capítulos 2, 3 e 4 foi construído um arcabouço conceitual sobre comando e controle. Esse arcabouço somado às entrevistas realizadas com especialistas em emergência deu origem a um conjunto de requisitos que foram apresentados no Capítulo 5. A partir deles foi feita a especificação de um sistema de informação apresentado no Capítulo 6.

Neste capítulo será apresentado o planejamento e o resultado de um experimento que tem como objetivo principal avaliar a hipótese deste trabalho. Na hipótese supomos que ao dotarmos as equipes de resposta de um dispositivo que permita troca de informações tanto as equipes de resposta quanto o comando conseguirão alcançar um entendimento comum mais rápido e uma melhor consciência situacional. Como consequência haverá um aumento na agilidade para tomada de decisão. Como objetivo secundário o experimento busca avaliar o impacto da inserção de um novo dispositivo na atividade de resposta.

Nas próximas seções serão apresentados os sistemas de apoio, o cenário de aplicação do sistema, os pontos que devem ser observados do sistema e os resultados obtidos.

7.1 Sistemas de apoio

Conforme apresentado no Capítulo 5 após quatro visitas ao Centro Estadual de Administração de Desastres da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro (CESTAD) pode ser constatado a existência de um sistema de apoio a gestão de emergência em fase de testes. Essa ferramenta seria ideal para realização dos testes e da simulação do experimento. Porém o responsável pelo desenvolvimento do sistema não apresentou as informações necessárias para essa integração. Assim, para realizar o experimento foi necessário desenvolver outros sistemas de apoio.

O principal sistema de apoio desenvolvido foi o SisC2Desktop. Inicialmente ele foi idealizado para funcionar como uma página web dinâmica. Porém, o pouco tempo disponível

para o desenvolvimento de um sistema dessa natureza motivou uma mudança de estratégia. O sistema foi desenvolvido utilizando uma plataforma de desenvolvimento *.Net* da Microsoft.

O sistema possui funcionalidades de cadastro e de consulta. Na funcionalidade de cadastro temos: cadastro de equipe, pessoa, usuário, evento e CODAR (Código de Desastres, Ameaças e Riscos). Na parte de consulta temos: A consulta a todos os elementos cadastrados e a tela de acompanhamento da resposta, onde é possível visualizar todas as mensagens trocadas entre as equipes de resposta e o comando.

Outra funcionalidade do sistema é uma tela chamada Ingresso de Ordem. Nela o Comando pode inserir uma Ordem para uma ou mais equipes de resposta. Essas ordens inseridas no SisC2Desktop podem ser recuperadas através do celular, utilizando o comando de busca de novas ordens.. Outra funcionalidade desenvolvida foi a Resposta a Solicitações. Nela o comando visualiza e analisa todas as solicitações e pode inserir uma resposta a cada uma destas solicitações.

Por fim a Verificação de Equipes é a tela pela qual o comando pode ver o estado dos membros da equipe de resposta e sua localização. Esta última informação depende dela ter sido enviada pela equipe de resposta.

Outro problema encontrado para realizar o experimento foi a necessidade de um provedor de Internet. No CESTAD havia um provedor mas o mesmo não foi liberado para ser utilizado. O provedor tem como principal função possibilitar a troca de informações entre Comando e Equipes de Resposta. Para que essa troca fosse viabilizada, em função da arquitetura escolhida, foi criado um provedor web. Para isso foi utilizada a tecnologia disponibilizada no site www.no-ip.org. Nela é possível instalar um aplicativo que possibilita a visualização de qualquer provedor na Internet, sem a necessidade de se comprar ou registrar um domínio.

7.2 Cenários

Com os sistemas de apoio desenvolvidos teve início a segunda fase da preparação do experimento. Essa fase consiste em projetar um cenário para aplicação do sistema. A própria natureza se encarregou de apresentar um cenário onde o sistema pode ser aplicado. Inicialmente foi pensado em se realizar vários exercícios. Porém, em função do pequeno número de voluntários, foram realizados três exercícios. O cenário projetado consiste de uma história onde os voluntários irão trocar solicitações e informações de forma a alcançar o mesmo entendimento.

7.2.1 Cenário projetado

O Estado Azul segue com previsão de fortes chuvas para o Reveillon. Em função disso a Defesa Civil estadual eleva o nível de alerta para o nível um. Com o início das chuvas o nível de alerta é alterado para o nível dois. A previsão indica que a frente fria iria chegar ao estado do Azul, mais precisamente em sua capital. Porém, uma mudança climática fez com que ela ficasse estacionada no Sul do Estado.

Entre a noite do dia trinta e um de dezembro e o início da madrugada do dia primeiro de janeiro chegam informações de vários deslizamentos ocorridos no município Amarelo e em seus arredores. As informações dão conta de que os deslizamentos ocorreram numa região conhecida pelo nome de Ilha Verde.

Em função destes acontecimentos, a equipe de comando localizada na sede da Defesa Civil estadual decide aumentar o nível de alerta de dois para três. Antecipando-se as ordens que possam ser emanadas do governador de Azul. Tem início a mobilização das equipes de resposta.

No local dos incidentes, equipes do Corpo de Bombeiros auxiliados por equipes da Defesa Civil Municipal de Amarelo, estão realizando ações de contenção e de buscas à vítimas e sobreviventes.

Por volta das três horas da madrugada do dia primeiro de janeiro autoridades deste município solicitam suporte da Defesa Civil estadual. De imediato o nível de alerta de três para quatro e os efetivos previamente mobilizados são deslocados para o local do incidente. O objetivo primário é avaliar a situação e emitir um relatório para o Governador de Azul.



Figura 7.1: Mapa do local do incidente no Estado Azul

As equipes no município Amarelo recebem a informação de pelo menos 50 pessoas desaparecidas, sendo 15 na região de Ilha Verde e 20 no continente. O número de desabrigados passa de 100 que são cadastrados por agentes da Defesa Civil, a fim de receber o aluguel social. Após o cadastramento, aqueles que não têm casa de parentes ou pessoas conhecidas para se alojar são encaminhados aos abrigos disponibilizados pela prefeitura do município Amarelo.

As equipes em Ilha Verde solicitaram o apoio da Marinha e da Polícia Federal a fim de auxiliar nas buscas de corpos pelo mar. Na Região atingida do município Amarelo uma tropa da polícia está com cães farejadores no local do deslizamento para que eles possam indicar a localização dos corpos das pessoas desaparecidas. A solicitação da equipe da polícia foi feita por elementos da Defesa Civil estadual. Eles também solicitaram o envio de um reforço de rabeções com a finalidade de transportar os corpos para o IML da capital do estado.

Novos pontos de deslizamento aparecem nas estradas que ligam o sul do estado Azul à capital. As equipes no local solicitam auxílio para controlar o tráfego na região. O prefeito de Amarelo determinou que uma equipe da Secretaria de Obras fosse ao local para avaliar os estragos e identificar as ferramentas e materiais necessários para o reparo e liberação das estradas. Junto com essa equipe irá um membro da Defesa Civil como observador.

Ao chegar ao local, as equipes de resposta constataam e informam o pequeno risco de novos deslizamentos. Além disso, para desafogar o tráfego as equipes da Secretaria de Obras solicitam uma retro-escavadeira e dois caminhões para a retirada de entulhos.

Já se passaram mais de trinta horas desde a mobilização da Defesa Civil estadual. As chuvas se encerraram e a fase mais aguda da resposta está concluída. O CESTAD reavalia o nível de alerta colocando-o de volta ao nível três. As equipes estaduais da Defesa Civil são desmobilizadas e o exercício é encerrado.

7.2.2 Pontos que deverão ser avaliados

Os objetivos do experimento são avaliar a hipótese da tese de mestrado que é a de que um sistema de informação móvel permitirá uma maior consciência situacional e um entendimento comum dos fatos.

Os aspectos da Tabela 7.1 devem ser observados e classificados por uma pontuação.

Tabela 7.1 Principais elementos que devem ser observados em função do experimento

<i>Aspecto</i>	<i>Nota de Classificação</i>
1) Facilidade de uso	De 0 a 10 onde – 0 é muito difícil e 10 é muito fácil
2) Velocidade de transmissão dos dados	De 0 a 10 onde – 0 é muito lento e 10 é muito rápido
3) Velocidade de recepção dos dados	De 0 a 10 onde – 0 é muito lento e 10 é muito rápido
4) Navegabilidade	De 0 a 10 onde – 0 é muito difícil e 10 é muito fácil
5) Compreensão da situação	De 0 a 10 onde – 0 não melhora a compreensão e 10 melhora a compreensão
6) Portabilidade	De 0 a 10 onde – 0 é não portátil e 10 é totalmente portátil

Além dos parâmetros listados acima, cada voluntário poderá escrever no campo destinado à observação quaisquer problemas encontrados e sugerir mudanças para melhorar seu desempenho.

7.2.3 – Metodologia

Para poder avaliar o experimento foi utilizado o método da observação participativa, neste método o observador atua e interage como um dos participantes.

Além disso, para identificar e consolidar melhor os dados, foi utilizado o método de entrevistas. Neste método, ao final de cada experimento, são realizadas feitas entrevistas com os participantes. Estas entrevistas tem como principal objetivo colher informações sobre o desempenho, usabilidade e propostas de melhorias do sistema.

7.3 O Experimento

7.3.1 Primeiro Experimento

Este experimento teve como principal objetivo familiarizar os usuários com o sistema, verificar os erros e corrigi-los. O sistema foi instalado no celular dos participantes. Logo após a instalação foi feita uma apresentação prática sobre as funcionalidades e como utilizar o sistema. Iniciou-se pelo acesso ao sistema, e foram percorridos todas as funcionalidades implementadas, cada usuário pode realizar testes de envio e recebimento de informações além dos testes de envio de informações SMS entre equipes.

O experimento alcançou seu objetivo e capacitou os usuários na sua utilização. Alguns erros foram encontrados, a maioria consistia na formação das mensagens transmitidas. Também foram anotadas e implementadas algumas sugestões como a inclusão da indicação do número de telefone do remetente da informação e a sinalização sonora na chegada das mensagens.

7.3.2 Segundo Experimento

Este experimento teve como objetivo avaliar o sistema de acordo com os itens listados na Tabela 7.1. Os participantes assumiram papéis de equipes de resposta. Na medida em que o cenário era apresentado eles realizavam diversas trocas de informações.

No início do experimento cada participante ficou responsável por uma equipe diferente no cenário. Um participante ficou responsável pelas equipes de resgate no município amarelo, o outro participante ficou responsável pela equipe de resgate na Ilha Verde.

O cenário foi apresentado de forma sequencial. A cada fato novo apresentado os participantes tinham um tempo para pensar nas ações que seriam desempenhadas. Decididas as linhas de ação os participantes encaminhavam as solicitações e relatórios para o centro de comando. Por se tratar de um cenário simulado e relativamente simples não foi exigido muita criatividade dos participantes e o experimento foi concluído rapidamente.

O experimento teve a duração de 30 minutos. Os participantes consideraram o experimento bastante proveitoso.

O fato que mais chamou a atenção dos participantes foi o tempo entre o envio das mensagens pelo celular e seu surgimento na tela do SisC2Desktop. Outro fato observado pelos participantes foi a troca de mensagens pré-definidas entre as equipes, facilitando em muito o processo de compartilhamento da informação.

7.4 Resultados

Após os experimentos cada participante foi entrevistado. Nessa entrevista foram perguntados aspectos do funcionamento do sistema (Tabela 7.1) e quais melhorias poderiam ser implementadas em função da experiência pessoal de cada um em gestão de emergências.

A principal observação realizada pelos participantes foi o aumento da velocidade com que a informação chega ao centro de comando. Isto permite uma aplicação mais rápida dos recursos disponíveis. Segundo um dos participantes, o maior problema que a Defesa Civil enfrenta, quando está envolvida em uma operação de resposta, é o esforço despendido com o objetivo de confirmar informações que são divulgadas pela imprensa. Segundo ele, isso ocorre por que a imprensa monta uma rede de informações com a participação de populares. Apesar da baixa confiabilidade dessas informações elas são divulgadas. A partir da divulgação das informações, as autoridades governamentais questionam as organizações que estão atuando na resposta. O participante concluiu dizendo que com os membros da equipe de

resposta dotados de um sistema de informação como este é possível que a informação chegue ao comando antes da divulgação pela imprensa, reduzindo o esforço para sua confirmação.

Outra observação é a capacidade de registrar e recuperar as informações trocadas, tanto entre as equipes de resposta como entre equipes de resposta e comando. Essa capacidade permite a construção de um histórico dos acontecimentos. A partir desse histórico é possível montar uma linha do tempo e realizar uma análise qualitativa das atividades que foram realizadas. O resultado dessa análise permite validar a eficácia das ações realizadas, permitindo a alteração de procedimentos em situações de emergência que possam ocorrer no futuro.

Também foi comentada a navegabilidade do sistema. Segundo a experiência dos participantes, em algumas situações reais, existe a necessidade de uma navegação mais rápida, entre determinadas páginas do sistema. Uma proposta feita pelos entrevistados foi a criação de atalhos para determinadas funções ou a criação de usuários que teriam acesso direto a essa função.

Uma última observação feita pelos entrevistados foi a aplicabilidade do sistema apresentado em uma situação real. Segundo eles, o sistema é uma ótima solução, mas para a sua utilização na prática seria necessário apresentar a solução aos setores de tecnologia das organizações. Estes setores fariam um estudo ampliando os requisitos do sistema e adaptando o sistema à realidade das organizações. Com relação aos dados da Tabela 7.1 as notas dadas pelos participantes estão consolidadas na Tabela 7.2.

Tabela 7.2: Notas dadas pelos participantes e média final.

Item	1	2	3	4	5	6
P1 -Nota	8	6	7	8	8	10
P2- Nota	9	7	7	9	9	10
Média	8.5	6.5	7	8.5	8.5	10

As respostas dos participantes permite concluir que o sistema é de fácil utilização (1), não sendo necessário curso de longa duração para sua utilização, fácil navegabilidade (4), velocidade aceitável na transmissão e recepção dos dados (2 e 3), permitem uma compreensão dos fatos(5) além de possuir alta mobilidade (6).

Os resultados iniciais foram muito além das expectativas. O protótipo desenvolvido foi visto por um dos participantes como uma solução que poderia ser imediatamente implantada.

É importante ressaltar que pelo fato de apenas dois participantes terem participado dos experimentos a robustez do sistema não ficou comprovada. Outra observação foi a demora, em alguns momentos, na chegada das mensagens de informação ou na recuperação de ordens.

Participaram da experiência um Tenente-Coronel Bombeiro, com mais de vinte anos de experiência e com profundo conhecimento na área de gestão de emergências. O outro participante era um Coronel Bombeiro com vinte e cinco anos de experiência na área de socorro e gestão de emergências. Ele considerou o tempo de resposta razoável (6) segundo ele, no caso de aplicações voltadas para o socorro, essa informação deve trafegar em tempo real.

Capítulo 8 - CONCLUSÃO

Neste capítulo será apresentada a conclusão alcançada do trabalho. Ela inicia com um pequeno resumo sobre o que foi feito. Em seguida serão apresentadas as contribuições do trabalho. Na sequência serão discutidas as limitações e os trabalhos futuros que podem ser feitos a partir das contribuições.

8.1 RESUMO

A idéia inicial deste trabalho era apresentar um modelo de dados para ser aplicado em um sistema que fossem apoiar a gestão de emergências. Porém a oportunidade de poder trabalhar com várias tecnologias emergentes e de se avaliar até quando um sistema de informação pode apoiar as equipes de resposta motivaram o desenvolvimento de um protótipo.

Muito dos requisitos foram levantados aproveitando o estudo realizado por Diniz (2006). A fim de complementar estes requisitos novas entrevistas e apresentações foram realizadas. Como resultado, chegou-se a especificação de um sistema móvel para apoio a gestão de emergência.

O principal objetivo do protótipo era comprovar a hipótese. No entanto, o que pode ser observado é que ao dotar as equipes com este protótipo não só foi possível alcançar um entendimento comum da situação mais rapidamente como também foi constatado uma maior agilidade na transmissão da informação. Isso permitiu uma análise mais rápida e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis.

Imaginando uma linha temporal a partir de 2006 foi apresentado um método para levantamento de requisitos para sistemas voltados para emergência, em 2007 foram apresentados novos modelos de Comando e Controle e em 2009 foi desenvolvido um protótipo de sistema móvel para auxiliar a gestão de emergência.

O experimento, por ter sido realizado em ambiente controlado, não permitiu avaliar o sistema em operações reais. Essa avaliação poderá ser feita na medida em que o sistema for integrado ao sistema de C2 da Defesa Civil e for disponibilizado para as equipes de resposta.

8.2 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho apresenta diversas contribuições, a primeira contribuição e principal é a apresentação de uma tecnologia, de baixo custo e amplamente difundida na sociedade que pode ser aplicada como ferramenta de suporte para gestão de emergência. Depois do uso de *Notebooks* robustecidos (Landgreen, 2005), de *palmtops* (Jiang et. al., 2004) e de *Smartphones* (Monares et. al., 2008). Este trabalho apresenta o uso de telefones celulares como ferramenta de apoio a troca de informações.

O uso dessa tecnologia apresenta a segunda contribuição que é a possibilidade da troca de imagens entre Comando e Operações, incluindo a transmissão de imagens em tempo real. Isso permitiria um maior controle e melhor acompanhamento da atividade de resposta.

A terceira contribuição deste trabalho foi focar na troca de informações entre o centro de comando e as equipes operacionais no local do incidente. Trabalhos anteriores focaram a troca de informações entre as equipes no local do incidente (Monares et. al., 2008), a infraestrutura crítica de comunicações (Meinrath, 2006) e o envio unidirecional das informações para as equipes no campo (Jiang, 2004) e (Landgreen, 2005). Neste trabalho além de possibilitar a troca de informações entre as equipes no local do incidente é possível a participação das equipes de resposta no planejamento das ações que serão desempenhadas através do envio de informações, sugestões e imagens para o centro de comando.

O fato de focar o trabalho na troca de informações entre as equipes de resposta e as equipes de comando foi uma delimitação. Uma quarta contribuição deste trabalho é a

apresentação de todas as informações que trafegam entre as funções de Comando e Controle. Isso possibilita ampliar o trabalho para desenvolver um sistema integrado de C2.

Outra contribuição foi o uso da metodologia apresentada por (Diniz, 2006) e do modelo de (Stanton et. al., 2007) demonstrando uma integração deste trabalho com trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores. Não menos importante, o arcabouço conceitual construído nos primeiros capítulos permite identificar a importância da Informação, do Conhecimento e do Entendimento na tomada de decisão. Além disso, permite integrar o fluxo de dados com os modelos de C2.

Por fim, a apresentação deste protótipo demonstra o uso de uma tecnologia altamente difundida na sociedade moderna.

8.3 LIMITAÇÕES

A maior limitação deste trabalho diz respeito à comprovação da hipótese. Apesar dos resultados altamente positivos alcançados no experimento, ainda é cedo para comprovar a hipótese. Tal comprovação, apesar de implícita nos resultados, só será alcançada através do uso efetivo deste sistema em situações reais.

A outra limitação foi o uso de uma infra-estrutura de TI limitada. O servidor utilizado é um computador de uso pessoal e, portanto não está preparado e configurado como um provedor de serviços. Outro aspecto da TI foi o celular utilizado, apesar de ter funcionado a contento as dimensões da tela limitaram a visualização das informações gráficas.

8.4 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros sugere-se otimizar o sistema existente e acrescentar novas funcionalidades a partir de novos requisitos como o uso de dispositivos dotados nativamente de GPS. Tais requisitos poderão permitir um efetivo controle sobre as equipes de resposta.

Nessa otimização é importante integrar o sistema com os sistemas em uso pelas organizações de resposta. O resultado dessa integração possibilitará a avaliar o impacto deste sistema nas organizações de resposta. Essa avaliação poderá ser feita através de métodos etnográficos ou da observação da utilização deste sistema em situações reais.

Outro trabalho que pode ser sugerido seria acrescentar ao sistema a capacidade de transmitir imagens em tempo real. E avaliar como essas imagens irão influenciar o planejamento das ações de resposta.

Referências Bibliográficas

- Bigley G.** e Karlene H. Roberts, “The Incident Command System: High Reliability Organizing for Complex and Volatile Task Enviroments”, *Academy of Management Journal*, Volume 44, pp 1281 – 1300, 2001.
- Boyd, J.**, ” A discourse on winning and losing”. Maxwell Air Force Base, AL: Air University Library Document No. M-U 43947 (Briefing slides. Available at www.belisarius.com), 1987.
- Departament Of Defense (DoD)**, “MCDP6 – Command and Control”, <http://ftp.fas.org/irp/doddir/usmc/mcdp6/toc.htm>, acessado em Junho de 2008.
- Diniz V.**, “Uma Abordagem para Definição de Sistemas de Gestão de Conhecimento no Tratamento de Emergências”, Tese de Mestrado, 2006.
- DOU** , Diário Oficial da União, <http://www.in.gov.br>, acessado em Março de 2008, 2005.
- Dynes R. R.**, “Community Emergency Planning: False Assumptions and Innappropriate Analogies”, Washington: *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, University of Delaware, Disaster Research Center, Volume 12, nº 2, pp 141-158, 1994.
- FEMA** , <http://www.fema.gov/emergency/nims/index.shtm>, acessado em Abril de 2008, 2007.
- Gamma**, Erich et Al. “Padrões de Projeto: Soluções reutilizáveis de software Orientado a Objetos.” Porto Alegre: Bookman, 2000.
- Haddow**, George D.; Jean A. Bullock (2004), “Introduction to Emergency Management”, Amsterdam: Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7686-2.
- Heath R.**, “Dealing with the complete crisis—the crisis management shell structure”, Londres: Safety Science, Elsevier, Volume 30 Issues 1-2, pp 139-150, 1998.
- Hollnagel E.**, Woods D., “Joint Cognitive Systems Foundation of Cognitive Systems Engeneering”, Taylor & Francis, ISBN 0-8493-2821-7, 2004.
- Ianella R.**, Karen Henriksen, “Managing Information in Disaster Coordination Centre: Lessons and Opportunities”, ISCRAM, Harbin, China, 26-27 Agosto, 581-590, 2007.
- Jiang, X.** et al. Siren: Context-aware Computing for Firefighting. In the Proceedings of Second International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2004). , Vienna, Austria, April 18 - April 23, 2004.
- Klein G.** Orasuno, J. Galderwood, R. and Zsombok, C. E. (1993), “Decision Making in Actions: Models and Methods”, Ablex Publishing Corp, New Jersey, USA.
- Klein G.** “The current status of naturalistic decision making framework”. In *Decision Making under Strsss: Emerging themes and applications*, R. Flin, E. Salas, M. Strub and L. Martin, (Eds), Ashgate Publishing Ltd, UK, pp.13-25, 1997.
- Klein, G.** “A recognition- primed Decision model of rapid decision making”, In *Decision making in actions: models and methods*, Klein et. al. eds Abex Publishing Corp, New Jersey, USA, pp. 139-147, 1993.
- Landgren J.**, “Shared Use of Information Technology in Emergency Response Work: Results from a Field Experiment”, ISCRAM, Bruxelas, Bélgica, 17-19 Abril, pp. 35-40, 2005.

Mendonca D., Giampiero E.G. Beroggi, William A. Wallace, “Decision support for improvisation during emergency response operations”, *International Journal of Emergency Management*, Volume 1, nº1, pp. 30–38, 2001.

Mittrof, I., “Managing Crisis before They Happen”, Saranac Lake, NY, USA, AMACOM, p.101, 2000.

Newell A., “The Knowledge Level, Artificial Intelligence”, No. 18, pp. 87-127, 1982.

Perrow C., “Normal Accidents Living with the High Risk Technologies”, Princeton: Princeton University Press, 1999.

Ryde, “Information skills on the School”, <http://www.nswtl.net/info/syllabus/infoproc.htm>, acessado em 12 de Março 2009.

Rasmussen J., “The human data processor as a component: Bits and pieces of a model (Relatório N° Ris0-M-1722). Danish Atomic Energy Comission, Roskilde, Denmark, 1974.

Stanton N. A., C. Baber, G. H. Walker, R. J. Houghton, R. McMaster, R. Stewart, D. Harris, D. Jenkins, M. S. Young and P. M. Salmon, “Development of a generic activities model of command and control”, Londres: Springer-Verlag, *Cognition, Technology & Work*, pp 209-220, 2007.

Stanton N.A. et. al. “Testing Hollnagel’s contextual control model: assessing team behavior in a human supervisory control task”, *Int J Cogn Ergon* 5(1), pp. 21-33, 2001

Salmon P. et. al, “Situation Awareness Measurement: A review of applicability for C4I enviroment”, Clayton, Australia: ELSEVIER, *Applied Ergonomics* vol. 37, pp 225-238, 2006.

Sapateiro C., Antunes P., “Crisis Management: A collaboration model for unstructured activities”

Silver, D. and Shakshuki, E.. *Knowledge Management: Integrating Perspectives. Proceedings of I-KNOW'02 the 2nd International Conference on Knowledge Management*, Graz, Austria, July 11-12, 2002, Kluas Tochtremann, Herman Mauer (Eds.). Special Issue of J.UCS, 2002, p.254-259, 2002.

Sinha R., “Impact of Experience on Decision Making in Emergency Situation”, <http://epubl.luth.se/1402-1781/2005/15/LTU-CDUPP-0515-SE.pdf>, acessado em Julho de 2009.

Smalley J., “Cognitive factors in the analysis, design and assessment of command and control systems. In: Honnagel E (ed) *Handbook of cognitive task design*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, pp 223-253, 2003.

Sommerville, Ian. *Engenharia de Software – 8ª edição*. São Paulo: Addison Wesley, 2007.

Trnka J., Michael Le Duc, Åke Sivertun, “Inter-Organizational Issues in ICT, GIS and GSD – Mapping Swedish Emergency Management at the local and regional level”, *ISCRAM*, Bruxelas, Bélgica, 17-19 Abril, pp. 75-82, 2005.

Wiig K., “The Knowledge Management Forum – Information vs. Knowledge”, <http://www.km-forum.org/t000008.htm>, acessado em 09 de Março de 2009.

Weik K. E., ”The collapse of sensemaking in organizations: the Mann Gulch disaster”, *Administrative Science Quartely*, volume 38, pp 628-652, 1993.

Apêndice A – Telas do sistema móvel



Telas de Login para acesso ao sistema.



Menu principal do sistema.



Após a seleção do Menu Ordens.



Menu ver ordens gravadas e busca nova ordem.



Menu Solicita Apoio.



Opção Solicitação de apoio de pessoal especializado ou não.



Opção de Solicitação de Equipamento.



Opção de Ajuda Humanitária.



Opção de Outras Organizações.



Opção de envio de mapas de apoio.



Solicitação de apoio de informações extras.



Opção de envio da informação via torpedo SMS.



Menu Relatórios



Telas de ingresso de informações de Situação Inicial.



Opções do Menu.



Opção de Ações Sugeridas.

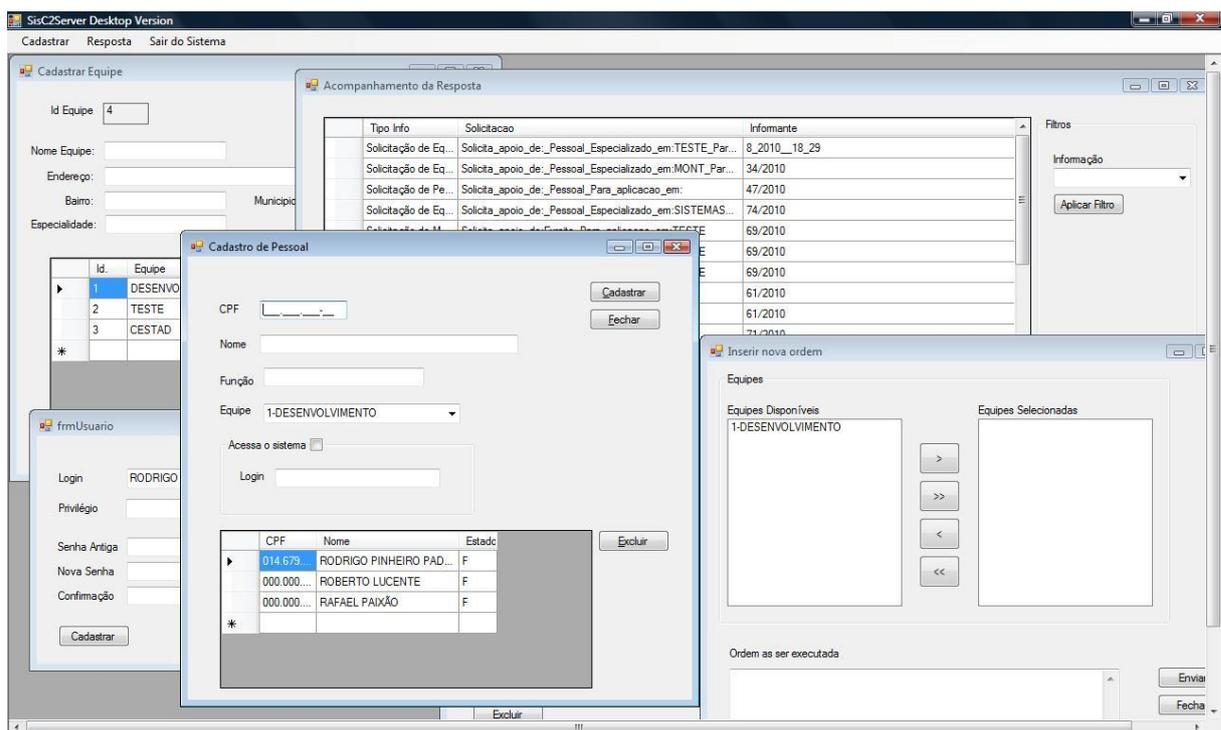


Opção de Localização.

Apêndice B – Telas do sistema de apoio



Tela de Login



Janelas sobrepostas do sistema de apoio