PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Bruno Santos do Nascimento

SELEÇÃO E APRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES CONTEXTUAIS EM AMBIENTES COMPLEXOS

TESE DE DOUTORADO

Instituto de Matemática

Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
INSTITUTO TÉRCIO PACITTI DE APLICAÇÕES E PESQUISAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA – PPGI

BRUNO SANTOS DO NASCIMENTO

SELEÇÃO E APRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES CONTEXTUAIS EM AMBIENTES COMPLEXOS

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacciti da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Informática.

Orientadores: Prof. Marcos Roberto da Silva Borges, Ph.D
Profª. Adriana Santarosa Vivacqua, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
2016

CIP - Catalogação na Publicação

N244s

Nascimento, Bruno Santos do
Seleção e Apresentação de Informações Contextuais em Ambientes Complexos / Bruno Santos do Nascimento. -- Rio de Janeiro, 2016.
165 f.

Orientador: Marcos Roberto da Silva Borges.
Coorientadora: Adriana Santarosa Vivacqua.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Programa de Pós Graduação em informática, 2016.

1. Sobrecarga de informações. 2. Visualização de informações. 3. Dashboards. 4. Gestão de emergências. I. Borges, Marcos Roberto da Silva, orient. II. Vivacqua, Adriana Santarosa, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
INSTITUTO TÉRCIO PACITTI DE APLICAÇÕES E PESQUISAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA – PPGI

BRUNO SANTOS DO NASCIMENTO

SELEÇÃO E APRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES CONTEXTUAIS EM AMBIENTES COMPLEXOS

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DO INSTITUTO DE MATEMÁTICA E INSTITUTO TÉRCIO PACCITI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM INFORMÁTICA.

Aprovado em 30 de setembro de 2016.

Prof. Marcos Roberto da Silva Borges, Ph.D. (Orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Profª. Adriana Santarosa Vivacqua, D.Sc. (Coorientadora)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. José Orlando Gomes, D.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Jorge Xavier da Silva, Ph.D.
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Alberto Barbosa Raposo, D.Sc.
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Prof. João Porto de Albuquerque, D.Sc.
University of Warwick

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
2016

Deus, minha fonte de fé e força
para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Me lembro de quando decidi fazer o doutorado. Pensei silenciosamente: “um novo desafio me aguarda”. Eu era mais jovem e não sabia o que era desafio. Hoje, já mais relaxado – pós-defesa – olho para trás e vejo o quão importante o doutorado foi na minha vida. Aprendi que algumas coisas não se explicam, se vivem.

A jornada do doutorado foi um período de muitas aventuras, aprendizados, idas e vindas. Foram momentos marcantes que facilmente renderiam um capítulo a mais nesta tese, quiçá até um livro. Obviamente, não posso deixar de reconhecer que muitas pessoas tornaram essa jornada menos difícil, mais prazerosa de seguir, ou pelo menos mais enriquecedora com muita troca de conhecimento. E são essas pessoas que eu gostaria de agradecer.

Agradeço a minha companheira Paula Nascimento, pelo carinho dispensado durante a elaboração desta tese, por ter me ensinado que não devemos desistir dos nossos objetivos e por ter me presenteado com meu filho Bento.

Ao meu filho Bento que mesmo sendo ainda bebê me ensinou a dar mais valor aos pequenos momentos. Tenho certeza que as noites em claro valeram a pena.

Aos meus pais, Mauro e Abilde, e minha irmã Flávia, por todo o incentivo e por serem sempre, em suas vidas, exemplos de trabalho e retidão. Meu muito obrigado pelas orações. Fizeram toda a diferença.

Aos meus orientadores, Marcos Borges e Adriana Vivacqua, por todas as oportunidades de desenvolvimento, crescimento profissional e pessoal. Seus incentivos ao longo do curso como professores e orientadores foram decisivos na realização deste trabalho. Meu verdadeiro muito obrigado!

Aos professores José Orlando, Jorge Xavier, Aberto Raposo e João Porto, pela pronta aceitação de participar da banca avaliadora, contribuindo para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os professores do PPGI, que contribuíram para meu aperfeiçoamento acadêmico.

Aos amigos do Laboratório (Alan, Angélica Dias, Bruna Diirr, Bruno Lage, Danilo Pestana, Edmar Oliveira, Fabrício Firmino, Fran Weidt, Inês Bosca, Ivison Rubim, Juliana França, Kelli Cordeiro, Marcus Machado, Rodrigo Andrade, Tiago Marino e Viviane Azevedo) que, de uma forma ou outra, tornaram mais ameno o caminho de construção desta tese.

Ao Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndio – GTSAI e a Secretaria Municipal de Defesa Civil e Políticas de Segurança do Município de Duque de Caxias. Meu especial agradecimento ao Tenente-coronel BM Marcelo Leite, ao Subtenente BM Castro, ao Tenente-coronel BM Gil Kempers e ao Meteorologista Thiago Sousa que me apoiaram para realização dos experimentos.

Aos amigos e alunos da Fundação Educacional Unificada Campograndense pelo apoio ao longo de todo período de doutorado.

A Universidade Federal do Rio do Janeiro, pela qualificada formação oferecida.

A todos os funcionários do IM/NCE pela alegria e disposição com que recebem a todos que a eles recorrem.

Estendo meus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me apoiou financeiramente e tornou este projeto possível.

E a todos que não foram citados, por esquecimento, e que de alguma forma contribuíram com esse trabalho, o meu muito obrigado!

RESUMO

NASCIMENTO, Bruno Santos do. **Seleção e Apresentação de Informações Contextuais em Ambientes Complexos**. Orientadores: Prof. Marcos Roberto da Silva Borges e Profa. Adriana Santarosa Vivacqua. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGI/IM/NCE, 2016. Tese (Doutorado em Informática).

Com os recentes avanços na tecnologia da informação e da Internet, a quantidade de dados disponíveis para os usuários continua a aumentar em um ritmo sem precedentes. A falta de capacidade em lidar corretamente com os grandes volumes de dados faz com que tempo e dinheiro sejam desperdiçados. Nos mais diversos ambientes, usuários precisam processar uma quantidade cada vez maior de informação e executar tarefas cada vez mais complexas em um pequeno intervalo de tempo. Essa dinâmica gera um dos principais problemas da sociedade contemporânea conhecido na literatura como sobrecarga de informações. Se levarmos em consideração ambientes complexos como o de gestão de emergência o problema da sobrecarga de informações se torna ainda mais difícil de lidar. Geralmente nestes tipos de ambiente os usuários possuem pouca ou nenhuma personalização no acesso e na visualização das informações. Outras vezes eles atuam em ambientes onde diversos sistemas de informação (minimamente integrados) competem por atenção, sobrecarregando-os com relatórios e dados ofertados. Dados que são muitas vezes irrelevantes, e relatórios que são mal concebidos em relação à forma de apresentação e consequentemente de difícil compreensão. Visando uma solução para os problemas mencionados, buscou-se elaborar uma nova abordagem e sistema que permita reduzir a sobrecarga de informações levando em consideração que em tempo de projeto, não é possível saber quais informações são necessárias ou qual é a melhor forma de apresentação da informação para atender demandas em contextos específicos. A solução proposta nesta tese tem objetivo de auxiliar um usuário a realizar a seleção e a forma de apresentação das principais informações do seu interesse de maneira interativa. Através de uma transição entre modelos o usuário pode selecionar informações a partir de fontes de dados brutos oriundos do domínio e terminar com as formas de apresentação adequadas para cada tipo de informação compondo um *dashboard.* O trabalho foi realizado em quatro grandes etapas, cada qual seguindo os respectivos procedimentos metodológicos da área específica, a saber: pesquisa bibliográfica, pesquisa exploratória realizada no CICC-RJ, desenvolvimento de sistema (*dashboard*), aplicação de dois estudos quali-quantitativos realizados junto ao Grupamento Técnico de Suprimento de Água – GTSAI/CBMERJ e também junto a Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias, para fins de avaliação da proposta.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Bruno Santos do. **Selection and Presentation of Contextual Information in Complex Environments**. Advisors: Prof. Marcos Roberto da Silva Borges e Profa. Adriana Santarosa Vivacqua. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGI/IM/NCE, 2016. Thesis (Doctor in Computer Science).

With recent advances in information technology and the Internet, the amount of data available to users continues to increase at an unprecedented rate. The lack of ability to properly handle the large volumes of data means that time and money are wasted. In many different environments, users need to process an ever increasing amount of information and perform increasingly complex tasks in a short time. This dynamic creates a major problem of contemporary society known in the literature as information overload. If we consider complex environments such as emergency management the problem of information overload becomes even more difficult to handle. Generally these types of environment users use a defined at design time approach, with little or no customization access and visualization of information. Sometimes users operate in an approach where several (minimally integrated) information systems compete for your attention, burdening them with reports and data offered often irrelevant, poorly designed in relation to the form of presentation and therefore difficult to understand. Considering the problem mentioned an approach and proposed system has been designed to reduce information overload in environments that can not know what information is needed or what is the best way of presenting information to meet demands in specific contexts. The study was conducted in four stages, each following their methodological procedures of specific area: bibliographic research, exploratory survey conducted in the CICC-RJ, development system (dashboard), application of two quali-quantitative studies in Technical Grouping of Water Supply for Fire and the Department of Civil Defence and Security Policy of the Duque de Caxias City to evaluate the proposal.

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 17

1.1. MOTIVAÇÃO 17

1.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 17

1.3. HIPÓTESE 18

1.4. OBJETIVOS 19

1.5. ENFOQUE DE SOLUÇÃO 20

1.6. METODOLOGIA 21

1.7. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 23

2 **O PROBLEMA DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO** 25

2.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS 25

2.2. CAUSAS DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO 28

2.3. SINTOMAS DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO 33

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 35

3 **VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES** 37

3.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS 37

3.2. MODELOS DE REFERÊNCIA 41

3.3. CRITÉRIOS PARA UMA VISUALIZAÇÃO ÚTIL E SUAS DEPENDÊNCIAS 43

3.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO 44

3.5. VISUALIZAÇÃO COLABORATIVA 46

3.6. INFOVIS NA PRÁTICA: SISTEMAS, FRAMEWORKS E ÁREAS DE PESQUISA 50

3.6.1. **Sistemas e frameworks** 50

3.6.2. **Áreas de pesquisa** 52

3.7. DESAFIOS TÉCNICOS 53

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 54

4 **DASHBOARDS** 55

4.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS 55

4.2. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM DASHBOARD 57

4.3. ERROS MAIS COMUNS 62

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 74

5 **ESTUDO EXPLORATÓRIO** 75

5.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO EXPLORATÓRIO 75

5.1.1. **[OB] Observação in-loco** 79

5.1.2. **[AD] Análise de documentos** 81

5.1.3. **[ES] Entrevistas semiestruturadas** 81

5.2. REQUISITOS ESSENCIAIS 82

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 84

6 **PROPOSTA DE SOLUÇÃO** 85

6.1. DESCRIÇÃO DE UM CENÁRIO DE USO 85

6.2. ARQUITETURA CONCEITUAL 86

6.2.1. **Modelo raiz** 87

6.2.1.1. Caracterização dos dados (ou informações) 88

6.2.2. **Modelo de seleção contextual** 90

6.2.3. **Modelo de apresentação** 92

6.2.3.1. Mapeamento visual 92

6.2.3.2. Escolha da visualização 93

6.2.3.3. Criação de visões ou alertas 94

6.3. EXTENSÃO DA ARQUITETURA CONCEITUAL 95

6.4. ARQUITETURA DE SOFTWARE 96

6.4.1. **Descrição dos módulos do sistema** 98

6.4.1.1. Módulo extrator 98

6.4.1.2. Módulo de armazenamento 99

6.4.1.3. Módulo de seleção 102

6.4.1.4. Módulo de apresentação 104

6.4.1.5. Módulo de colaboração 105

6.4.1.6. Módulo de interface 105

6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 106

7 **TRABALHOS RELACIONADOS** 108

7.1. INTELLIGENT VISUALIZATION AND INFORMATION PRESENTATION FOR CIVIL CRISIS MANAGEMENT 108

7.2. DETERMINING A CRITICAL-SKILL HIERARCHY FOR COMMAND POST OF THE FUTURE (CPOF) 109

7.3. SOKNOS: AN INTERACTIVE VISUAL EMERGENCY MANAGEMENT FRAMEWORK 109

7.4. BUILDING GEOSPATIAL MASHUPS TO VISUALIZE INFORMATION FOR CRISIS MANAGEMENT 109

7.5. DIGITAL TABLETOPS FOR SITUATIONAL AWARENESS IN EMERGENCY SITUATIONS 110

7.6. VISUALIZATION OF RELEVANT INFORMATION ON MOBILE DEVICES FOR EMERGENCY SITUATIONS 110

7.7. CONTEXT-BASED ELECTRONIC HEALTH RECORD: TOWARD PATIENT SPECIFIC HEALTHCARE 111

7.8. GETTING USER-GENERATED CONTENT STRUCTURED: OVERCOMING INFORMATION OVERLOAD IN EMERGENCY MANAGEMENT 111

7.9. EMERGENCIA: PRO-ACTIVE DECISION SUPPORT FOR EMERGENCY COORDINATION THROUGH ACTIONABLE EMERGENCY PLANS 111

7.10. COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS APRESENTADOS 112

7.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS 114

8 **AVALIAÇÃO DA PROPOSTA** 116

8.1. VISÃO GERAL 116

8.2. ASPECTOS ÉTICOS 117

8.3. ESTUDO 1 118

8.3.1. **Descrição do processo atual** 118

8.3.2. **Descrição do processo futuro** 123

8.3.3. **Discussão** 132

8.4. ESTUDO 2 137

8.4.1. **Descrição do processo atual** 137

8.4.2. **Descrição do processo futuro** 140

8.4.3. **Discussão** 144

8.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 146

9 **CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS** 148

9.1. RESUMO DA TESE 148

9.2. CONTRIBUIÇÕES DA TESE 149

9.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS 152

9.4. TRABALHOS FUTUROS 153

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 155

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Processo de pesquisa da tese 21
Figura 2 Estrutura da tese 24
Figura 3 Sobrecarga da informação, uma curva U invertido (EPPLER; MENGIS, 2003) 26
Figura 4 Modelo Conceitual para pesquisas acerca da sobrecarga de informações (EPPLER; MENGIS, 2003) 36
Figura 5 Exemplo de SciVis 38
Figura 6 Exemplo de InfoVis 39
Figura 7 Modelo de Referência de Visualização (CARD et al., 1999) 42
Figura 8 Extensão do modelo de visualização (WOOD et al., 1997) 48
Figura 9 Visualização Colaborativa pode ocorrer em muitos cenários de acordo com a matriz adaptada de (ISENBERG, 2011) 48
Figura 10 Visualização Colaborativa distribuída e co-localizada (ISENBERG et al., 2011) 49
Figura 11 Painel de Controle de uma aeronave 58
Figura 12 Exemplos de uso de diferentes tipos de tela em um Centro de Comando e Controle ... 61
Figura 13 Exemplo de informação fragmentada em um dashboard (FEW, 2006b) 62
Figura 14 Informações sobre diferentes produtos separadas em um mesmo dashboard (FEW, 2006b) 63
Figura 15 Dashboard com barra de rolagem (FEW, 2006b) 63
Figura 16 Indicadores de um dashboard sem contexto adequado (FEW, 2006b) 64
Figura 17 Exemplo de dashboard com informações desnecessárias (FEW, 2006b) 65
Figura 18 Exemplo de gráfico que não expressa diretamente a mensagem pretendida (FEW, 2006b) 66
Figura 19 Este gráfico ilustra um problema comum com gráficos de pizza (FEW, 2006b) 66
Figura 20 Exemplo de dashboard com uma variedade de formas de apresentação desnecessárias para uma mesma informação (FEW, 2006b) 67
Figura 21 Exemplo de gráfico de pizza com cores muito semelhantes (FEW, 2006b) 68
Figura 22 Este gráfico de barras apresenta os valores de forma imprecisa ao não começar a escala no zero (FEW, 2006b) 69
Figura 23 Exemplo de dashboard com informações mal organizadas (FEW, 2006b) 70
Figura 24 Exemplo de dashboard que não diferencia as informações por sua importância (FEW, 2006b) 71
Figura 25 Exemplo de dashboard com efeitos visuais inúteis (FEW, 2006b) 72
Figura 26 Exemplo de gráfico com abuso de cores (FEW, 2006b) 73
Figura 27 Exemplo de um dashboard com apresentação visual pouco atraente (FEW, 2006b) 74

Figura 28 Ciclo de Gestão de Emergência 75
Figura 29 Planta baixa do segundo pavimento do CICC-RJ 78
Figura 30 Sala com telas para monitoramento 79
Figura 31 Arquitetura Conceitual (proposta pelo autor) 86
Figura 32 Etapas do modelo raiz 87
Figura 33 Etapa do modelo de seleção contextual 90
Figura 34 Exemplo de informações contextuais 92
Figura 35 Etapas do modelo de apresentação 92
Figura 36 Exemplo de mapeamento visual 93
Figura 37 Espaço de trabalho que é representado pela seleção das informações e formas de apresentação definidas pelo seu contexto 94
Figura 38 Extensão da arquitetura conceitual 96
Figura 39 Arquitetura de software da proposta de solução 97
Figura 40 Exemplo de um conteúdo extraído de uma fonte de dados formatado em XML 99
Figura 41 Visão geral da estrutura do componente Modelo EAV 100
Figura 42 Exemplo de tabela EAV, considerando dados extraídos do módulo extrator 101
Figura 43 Percepção da organização dos dados a partir de um DER 102
Figura 44 Proposta de interface de seleção e o resultado 103
Figura 45 Exemplos de estruturas visuais disponíveis na biblioteca D3.js 104
Figura 46 Trecho de código do D3.js e o resultado para o usuário 105
Figura 47 Exemplo de interface do Emergency Dashboard 107
Figura 48 Processo atual para o Estudo 1 119
Figura 49 Execução da Corrida de Área pela equipe de campo 121
Figura 50 Relatório de Corrida de Área 122
Figura 51 Processo futuro para o Estudo 1 124
Figura 52 Criação de novo datasource 127
Figura 53 Dashboard criado durante o treinamento 127
Figura 54 Interface para escolha do conjunto de informações 129
Figura 55 Criação de filtro de dados 130
Figura 56 Escolha das formas de apresentação 130
Figura 57 Dashboard com informações da Corrida de Área 131
Figura 58 Interface para criação de alertas 132
Figura 59 Processo atual para o Estudo 2 138
Figura 60 Processo futuro para o Estudo 2 142
Figura 61 Dashboard contendo radares meteorológicos 144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Causas da sobrecarga de informações (EPPLER; MENGIS, 2003) 30
Tabela 2 Sintomas da Sobrecarga de Informações 34
Tabela 3 Exemplo de Sistemas e Frameworks para InfoVis 50
Tabela 4 Resultados das Observações in loco 80
Tabela 5 Resultados das entrevistas - estudo exploratório 82
Tabela 6 Requisitos essenciais 83
Tabela 7 Dados pluviométricos (dados brutos) 88
Tabela 8 Caracterização dos dados (ou informações) (FREITAS; WAGNER, 1995) 89
Tabela 9 Análise comparativa dos trabalhos relacionados 113
Tabela 10 Participantes do processo atual do Estudo 1 120
Tabela 11 Participantes do processo futuro do Estudo 1 125
Tabela 12 Participantes do processo atual para o Estudo 2 139
Tabela 13 Participantes do processo futuro para o Estudo 2 143

LISTA DE SIGLAS

ACM	Association for Computing Machinery
API	Application Programming Interface
BPM	Business Performance Management
CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CEO	Chief Executive Officer
CICC	Centro Integrado de Comando e Controle
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
DATAVIS	Visualização de Dados
EAV	Entidade-Atributo-Valor
ETL	Extract Transform Load
GTSAI	Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndio
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDC	International data Corporation
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INFOVIS	Visualização de Informações
JSON	JavaScript Object Notation
KPI	Key performance indicator
OLAP	Online Analytical Processing
PPGI	Programa de Pós Graduação em Informática
RADIVIZ	Visualização de Coordenadas Radiais
REDEMET	Rede de Meteorologia da Aeronáutica
SCIVIS	Visualização Científica
SQL	Structured Query Language

URL	Uniform Resource Locator
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language

1 INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

Com os recentes avanços na tecnologia da informação e da Internet, a quantidade de dados disponíveis para os usuários continua a aumentar em um ritmo sem precedentes. De acordo com um estudo realizado pelo *International Data Corporation* – IDC, até 2020 existirão 40 zettabytes (1 *zettabyte* = 2^{70} bytes) de dados digitais disponíveis, o que representará uma duplicação do volume de dados a cada dois anos (GANTZ; REINSEL, 2011). Devido a essa grande quantidade de dados disponíveis, decidir o que deve receber a atenção tornou-se uma tarefa frequente nos ambientes de trabalho com informação. Vivemos em uma época em que os usuários precisam processar uma quantidade cada vez maior de informação e executar tarefas cada vez mais complexas em um pequeno intervalo de tempo. Essa dinâmica gera um dos principais problemas da sociedade contemporânea conhecido na literatura como sobrecarga de informações (KEIM et al., 2006; BLANCO FERNÁNDEZ, 2007; PIJPERS, 2010; SILVA, 2011; LI, 2015).

A sobrecarga de informações faz com que os usuários gastem muito tempo processando grandes volumes de dados na tentativa de extrair algum conhecimento significativo. Praticamente todos os ramos da indústria, ou negócios ou qualquer outra atividade pessoal nos dias de hoje geram grandes quantidades de dados e na maioria das vezes, os dados são de diversas fontes, sendo armazenados sem filtragem ou refinamento para uso posterior.

A falta de capacidade em lidar corretamente com os grandes volumes de dados faz com que tempo e dinheiro sejam desperdiçados. Segundo Keim, Andrienko e Fekete (2008) as possibilidades de coletar e armazenar dados vem aumentando a um ritmo mais rápido do que a capacidade de uso para tomar decisões. Ele ainda destaca que a aquisição de dados brutos não é mais uma barreira para os usuários, o desafio atual está em tirar proveito do excesso de dados, totalmente dinâmicos, heterogêneos e provenientes de distintas fontes.

1.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Levando em consideração que os usuários atuam cada vez mais em ambientes complexos, que se caracterizam pela ação de diversos tipos de atores, a imprevisibilidade de acontecimentos, a

troca de informações de diferentes formas e a adaptação ao longo da evolução de uma situação (MITCHELL, 2009), o problema da sobrecarga de informações se torna ainda mais difícil de lidar.

Diversas publicações acadêmicas – (ANDRIENKO; ANDRIENKO, 2007; BHAROSA et al., 2009; CANÓS et al., 2010; PRASITRATANAPORN, 2010; JOHNSON et al., 2011; ENGELBRECHT et al., 2011; COMES et al., 2012; ZAGORECKI et al., 2012; YIGITBASIOGLU; VELCU, 2012; LI, 2015) – relatam ambientes complexos que exigem um grande esforço e tempo dos usuários na preparação, organização, seleção e apresentação da informação de interesse para a execução de suas tarefas. Muitas vezes, os usuários destes ambientes possuem pouca ou nenhuma personalização no acesso e visualização das informações. Outras vezes os usuários atuam em ambientes onde diversos sistemas de informação (minimamente integrados) competem por atenção, sobrecarregando-os com relatórios e dados ofertados irrelevantes, mal concebidos em relação à forma de apresentação e consequentemente de difícil compreensão.

A sobrecarga de informações não é um problema novo e devido as novas variáveis que surgem, esse problema sempre deve ser revisto. Soluções para este problema muitas vezes utilizam de abordagens orientadas a tecnologia e definidas em tempo de projeto, o que significa que sua utilização por usuários finais é severamente limitada e por vezes não atendem necessidades específicas do usuário. Na perspectiva de lidar com o problema, formulou-se a seguinte questão de pesquisa:

Como lidar com a sobrecarga de informações levando em consideração que em tempo de projeto, não é possível saber quais informações são necessárias ou qual é a melhor forma de apresentação da informação para atender demandas em contextos específicos?

1.3. HIPÓTESE

Para responder à questão proposta, assumiu-se as seguintes premissas de pesquisa:

(i) Em ambientes complexos as demandas e ofertas de informações se alteram de acordo com o contexto;

(ii) É o usuário que determina o que é o seu contexto. É ele quem define quais informações devem ser disponibilizadas para o cumprimento da tarefa;

(iii) A visualização adequada de uma informação facilita a percepção, compreensão e uso da mesma.

A hipótese a ser avaliada é:

> *A sobrecarga de informações pode ser reduzida, se o usuário definir de maneira interativa o seu próprio espaço de trabalho, que é representado pela seleção das informações e formas de apresentação definidas pelo seu contexto.*

Da hipótese pode-se destacar duas palavras chaves: seleção e apresentação. Ambas devem ser definidas de acordo com o contexto do usuário. Segundo Fischer (2012), o contexto pode ser determinante para o sucesso de uma tarefa, devendo ser utilizado para obter a informação certa, no momento certo, no lugar certo, para a pessoa certa na forma de apresentação certa. É o contexto que torna único e compreensível uma determinada situação (DEY, 2001). Dessa forma, enquanto alguns podem achar um dado em particular desinteressante, outros trabalhadores de informações podem extrair informações com valor do mesmo dado ou podem exigir formas de apresentação distintas para diferentes fins.

1.4. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é lidar com o problema de sobrecarga de informações. Para este fim, propõe-se uma abordagem e um sistema que auxiliem um usuário a realizar a seleção e apresentação das principais informações do seu interesse de maneira interativa.

Para atingir este objetivo serão necessários cumprir uma série de objetivos específicos:

- Estabelecer modelos genéricos do ponto de vista da informação, de forma a permitir a seleção, transformação e mapeamento de informações para uma ou mais formas distintas de visualização;
- Disponibilizar um protótipo independente de domínio, aplicado a um cenário exemplo;
- Evidenciar e avaliar o problema abordado em cenários de aplicação real;

1.5. ENFOQUE DE SOLUÇÃO

O enfoque de solução desta tese foi construído a partir de evidências do problema da sobrecarga de informações em ambientes complexos. Este problema é amplo e sempre deve ser revisitado. Buscou-se explorar o tema através de uma combinação entre o campo teórico e o domínio de aplicação (gestão de emergência), conforme descrito nos Capítulos de 2 a 5.

Para avaliar a hipótese é proposto uma abordagem e sistema que permite ao usuário lidar com a grande quantidade de dados disponíveis e focar somente nas informações do seu interesse. É o usuário quem define o que é importante em um dado momento, devendo escolher quais informações fazem parte do seu contexto e como essas informações devem ser apresentadas a ele.

O enfoque de solução da tese teve como base duas arquiteturas. A primeira é a arquitetura conceitual e está relacionada com a abordagem da tese. Ela fornece uma visão geral da organização dos dados e as funcionalidades do sistema. A arquitetura conceitual é comparável aos modelos de referência de Visualização de Informações – InfoVis descritos no Capítulo 3. A abordagem apresentada vai da seleção até a visualização das informações através de uma transição entre modelos. Ela começa com os dados oriundos do domínio e termina com as formas de apresentação adequadas para cada tipo de informação compondo um *dashboard.* O uso de um *dashboard* se justifica pelo interesse de apresentar ao usuário todo o seu espaço de informação de uma única vez, permitindo que ele obtenha conclusões rapidamente e reduza o problema da sobrecarga de informações. Segundo Few (2006a), *dashboards* podem oferecer uma solução ao problema de sobrecarga de informação, permitindo uma representação visual das informações mais importantes e necessárias consolidadas e organizadas em uma única tela.

Cabe destacar que a abordagem proposta é um processo interativo. Isso é útil porque os usuários estão interessados apenas em informações relevantes ao desenvolvimento da tarefa atual. Desta forma, levando em conta a imprevisibilidade de acontecimentos do ambiente, o usuário sempre que necessário pode optar por redefinir seu *dashboard*.

Já a segunda arquitetura é a de software. Ela descreve a estrutura do sistema em termos de componentes de software. Ambas arquiteturas são apresentadas em detalhes no Capítulo 6.

Quanto a avaliação a ser executada buscou-se verificar se a utilização da abordagem proposta reduz a sobrecarga de informações dos usuários que atuam em ambientes complexos. A

proposta é instanciada no domínio de aplicação de gestão de emergências por meio de trabalhos de campo realizados no Centro Integrado de Comando e Controle do Estado do Rio de Janeiro – CICC-RJ, Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndio – GTSAI e na Secretaria de Defesa Civil e Políticas Públicas da Prefeitura de Duque de Caxias. Dessa forma, pôde-se obter uma avaliação quali-quantitativa da solução, verificando sua aplicabilidade no domínio, bem como identificando se a solução proposta oferece indícios de ter diminuído a sensação da sobrecarga de informações (Capítulo 8).

1.6. METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado em quatro grandes etapas, cada qual seguindo os respectivos procedimentos metodológicos da área específica, a saber: pesquisa bibliográfica; estudo exploratório, desenvolvimento de sistema e aplicação de estudos em campo para avaliação da proposta. Devido a esta diversidade, a metodologia empregada em cada etapa será abordada separadamente. A Figura 1 mostra todo o processo de investigação da pesquisa. Este processo de investigação foi concebido com base nos trabalhos de Oates (2005) e Wazlawick, (2009).

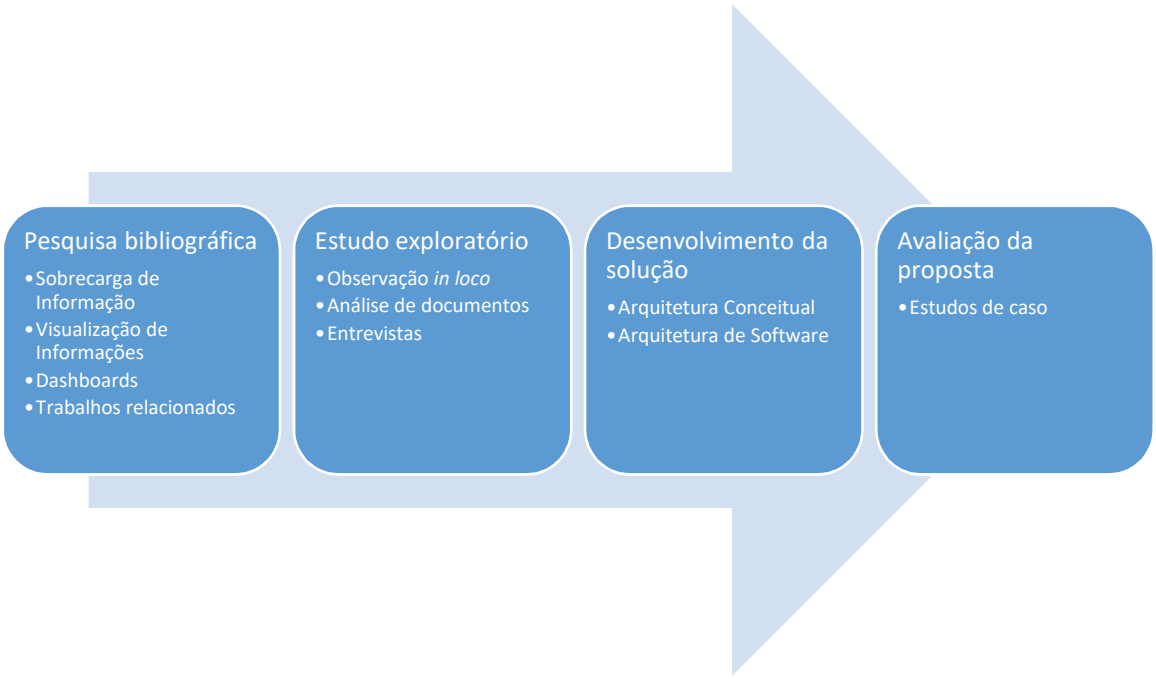


Figura 1 Processo de pesquisa da tese

Pesquisa bibliográfica

Existe grande quantidade de trabalhos relacionados aos temas-chave desta tese (Sobrecarga de Informação, Visualização de Informações e *Dashboards*). Nos Capítulos de 2 a 4 é apresentado uma revisão de literatura, que permitiu estabelecer a fundamentação teórica necessária para uma melhor compreensão do problema e das áreas relacionadas à proposta de solução. Já no Capítulo 7 é apresentado uma análise de trabalhos encontrados na literatura que mais se correlacionam com a solução proposta.

Estudo exploratório

Um estudo exploratório foi realizado com profissionais atuantes na área de emergência, visando obter uma maior compreensão e precisão na caracterização do problema abordado na tese. O estudo permitiu ao pesquisador ter maior familiaridade com o cenário de aplicação, além de elicitar requisitos essenciais para solução proposta. O estudo foi realizado por meio de diversas técnicas como: observação *in loco*, pesquisa a documentos e entrevistas semiestruturadas. Esse estudo é detalhado no Capítulo 5.

Desenvolvimento da solução

O desenvolvimento da solução teve como foco estabelecer uma nova abordagem – baseada em modelos de visualização – e no desenvolvimento do sistema. Para o desenvolvimento do sistema optou-se pela implementação de um gerador de *dashboard*. Visto que os *dashboards* podem oferecer uma solução ao problema da sobrecarga de informação, auxiliando o usuário na visualização das principais informações do seu interesse em uma única tela (FEW, 2006a; YIGITBASIOGLU; VELCU, 2012).

Avaliação da proposta

A avaliação buscou verificar se a utilização da abordagem proposta reduz a sobrecarga de informações dos usuários que atuam em ambientes complexos. A avaliação foi realizada no domínio de emergência, sendo aplicada estudos de caso junto ao Grupamento Técnico de Suprimento de Água – GTSAI/CBMERJ e também junto a Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias. Optou-se por uma avaliação quali-quantitativa, objetivando coletar dados e evidências dos problemas de sobrecarga de informações enfrentados pelos gestores. Para isso, em ambos estudos de caso são descritos o

processo atual (como é feito) e o processo futuro (abordagem proposta na tese) das atividades realizadas. Além disso, ao final de cada estudo é apresentado uma discussão quanto as evidências de sobrecarga encontradas ao se comparar os processos.

1.7. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O capítulo 2 discorre sobre o problema de sobrecarga de informações, tratando sua definição e conceitos, suas causas e sintomas.

O Capítulo 3 aborda os conceitos relacionados a área de Visualização de Informações.

O Capítulo 4 apresenta os princípios fundamentais para a elaboração de um *dashboard.*

O Capítulo 5 apresenta um estudo exploratório realizado no CICC-RJ.

O Capítulo 6 apresenta a proposta de solução descrevendo duas arquiteturas bases: conceitual e de software.

O Capítulo 7 apresenta uma análise de trabalhos encontrados na literatura (dos últimos 10 anos, no máximo) que exploram a seleção e visualização de informações e/ou *dashboards*.

O Capítulo 8 apresenta dois estudos de caso realizados para avaliação da proposta.

Finalmente, as considerações finais e trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 9.

A Figura 2 apresenta esquematicamente a organização desta tese em capítulos.

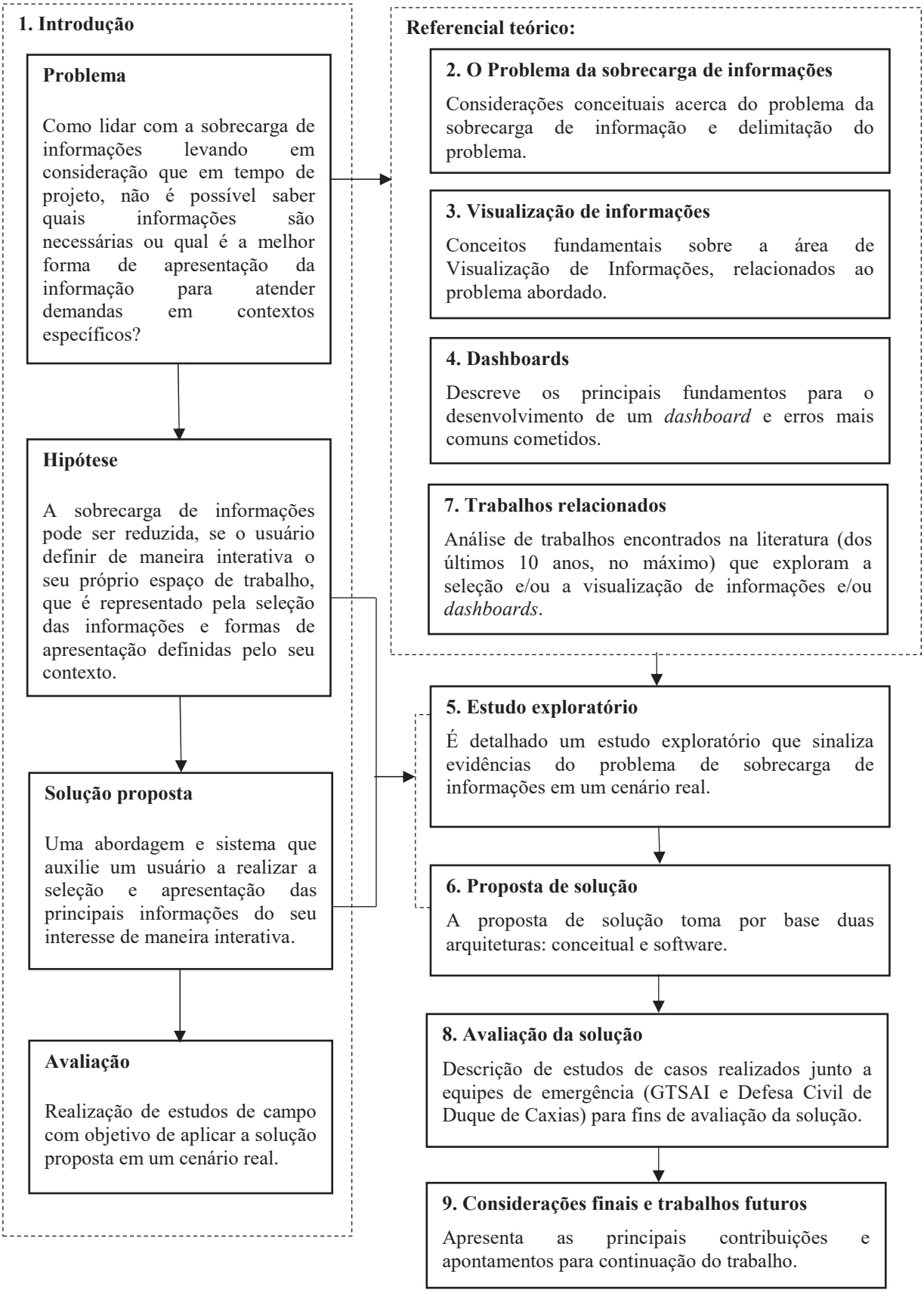


Figura 2 Estrutura da tese

2 O PROBLEMA DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO

Este capítulo tece algumas considerações conceituais acerca do problema da sobrecarga de informação, suas causas e sintomas. Além disso, é apresentado a delimitação deste problema a ser abordado na tese.

2.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS

Com o advento dos computadores, e sobretudo da internet, a sociedade vem mudando radicalmente seu comportamento quanto ao uso da informação. Até poucas décadas atrás, vivia-se em uma sociedade em que a maior parte das informações disponíveis possuíam alto custo, eram escassas e de difícil obtenção. A preocupação que havia era não conseguir informação suficiente para um determinado propósito. Atualmente observa-se uma inversão desta situação. As dificuldades para se obter informações foram substituídas pelos obstáculos de se lidar com grande quantidade de informações e perceber quais são as informações relevantes (SABEEH; ISMAIL, 2013). De acordo com Pijpers (2010) essa crescente quantidade de informações disponíveis faz com que a capacidade de processamento das pessoas seja excedida. A este fenômeno dá-se o nome de sobrecarga de informação.

Kerren e outros autores (KERREN et al., 2006; PIJPERS, 2010; PRASITRATANAPORN, 2010) mencionam que diversos estudos vêm tentando analisar e definir a sobrecarga de informações, levando a vários conceitos, sinônimos e termos relacionados. De acordo com Pijpers (2010) o problema da sobrecarga de informações foi primeiramente reconhecido e estabelecido na área de psicologia clínica. Entretanto, encontram-se na literatura outros termos para o problema como: *sensory overload* (MALHOTRA, 1984); *information input overload* (MILLER, 1960); *information fatigue syndrome* (MCCUNE, 1998); *overabundance of information* (BARTOO; SIAS, 2004); *cognitive overload* (MULDER et al., 2006) e *content overload* (HIMMA, 2007), para citar alguns.

Pijpers (2010) ratifica que ainda não existe uma definição única aceita para o fenômeno da sobrecarga de informações. Em seu trabalho descreve algumas importantes definições e relata que o fenômeno da sobrecarga de informações pode ser descrito de duas maneiras: 1) quando o usuário recebe mais informações do que ele consegue absorver e 2) quando a demanda por

processamento de informações excede a capacidade de recursos disponíveis para processá-las. Acrescido a essas duas descrições, nesta tese considera-se também 3) a forma de apresentação inadequada frente ao volume de informações, conforme apresentado em (KEIM et al., 2008).

Segundo Pijpers (2010) alguns estudiosos relacionam a sobrecarga de informações a uma preocupação com o indivíduo. Outros afirmam que ela está relacionada com as organizações onde as pessoas trabalham. Já outros pesquisadores acreditam que o excesso de informação é causado pelas limitações de hardware e software, e, portanto, o problema pode ser resolvido com alguma tecnologia específica disponível. De certa forma e em concordância com essas afirmações, existe uma relação entre todos os pontos de vista, pois a capacidade de lidar com a informação depende da relação entre as pessoas, as práticas dentro das organizações e as tecnologias.

A sobrecarga de informação é um problema insolúvel, pois as pessoas, as organizações e as tecnologias mudam constantemente. Segundo Eppler e Mengis (2003), há um ciclo contínuo de melhoria e refinamento. Ainda de acordo com os autores a curva em U invertida vista na Figura 3 foi uma das primeiras definições de sobrecarga de informação. Eles mencionam que, no meio acadêmico, existe um consenso de que uma carga pesada de informações pode afetar o desempenho de um indivíduo negativamente (se medido em termos de precisão ou velocidade).

Figura 3 Sobrecarga da informação, uma curva U invertido (EPPLER; MENGIS, 2003)

Na Figura 3 pode-se perceber que a precisão da tomada de decisão para um indivíduo correlaciona-se positivamente com a quantidade de informações que ele recebeu até um certo ponto. Se a quantidade de informação ultrapassar esse ponto haverá um rápido declínio no desempenho do indivíduo. As informações fornecidas para além deste ponto não serão integradas ao processo de tomada de decisão e a sobrecarga de informações será o resultado. De acordo com Vigil (2011), altos níveis de sobrecarga de informações confundirão o indivíduo, afetando sua capacidade de estabelecer prioridades, ou tornando a informação prévia mais difícil de ser lembrada.

A Figura 3 também pode ser observada em termos de velocidade de processamento. Este tipo de interpretação é de grande relevância em cenários onde existe pressão do tempo no processamento de informações. De acordo com Schick et al. (1990), o tempo para processar a informação é uma combinação do tempo necessário para interagir com outras organizações e o tempo requerido para processar a informação. Quando o tempo requerido para processar a informação excede o tempo disponível ocorre a sobrecarga de informação.

Situações complexas onde a tomada de decisões envolve extrema pressão do tempo se tornam mais suscetíveis a agravar condições da sobrecarga de informação. Por exemplo, no cenário de emergência, grupos que respondem a situações de emergência muitas vezes experimentam a sobrecarga, principalmente devido a multiplicidade de sistemas de informações disponíveis, ou a necessidade de lidar com a informação de forma imprevista, fazendo com que a predefinição dos sistemas não seja suficiente para atender as constantes mudanças do contexto (NASCIMENTO et al., 2016). A ação de diversos tipos de atores, a imprevisibilidade de acontecimentos, a troca de informações de diferentes formas e a adaptação ao longo da evolução de uma situação agravam o problema. Durante uma emergência, sem as condições apropriadas para tomar decisões, o gestor pode tomar decisões equivocadas (ENGELBRECHT et al., 2010).

Para Lazarte (2000), a informação só tem sentido se for relevante e se ajudar na tomada de decisões. Segundo ele, em boa parte das pesquisas diárias por informações, os trabalhadores acabam por perder tempo e atenção na separação do que é relevante. Fischer (2012) descreve que “menos é mais”, devendo-se buscar uma menor quantidade e maior qualidade de informação. O fato é que a informação deve ser objetiva e para que seja possível transcender os obstáculos da sobrecarga de informações, faz-se necessário criar meios mais sofisticados

para selecionar a informação. No que tange o desenvolvimento de futuros ambientes computacionais, o desafio não é fornecer mais informações de forma deliberada para qualquer pessoa, em qualquer momento, e em qualquer lugar, mas, fornecer a informação “certa”, no tempo “certo”, no lugar “certo”, para a pessoa “certa”. Estes tipos de serviços requerem ainda meios adicionais para que a informação possa ser compreendida e transformada em conhecimento. Nesse sentido, a área de visualização de informações pode ser utilizada a fim de melhorar a qualidade da informação e reduzir a sobrecarga. Esta área será detalhada no Capítulo 3.

2.2. CAUSAS DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO

O trabalho de Eppler e Mengis (2003) agrupa as possíveis causas para a sobrecarga em cinco constructos: fatores pessoais (as pessoas que lidam com a informação), as características da informação, as tarefas e os processos que precisam ser completados, o desenho organizacional e a tecnologia da informação. De acordo com os autores não existe uma única causa para sobrecarga de informações, mas uma combinação de causas.

Fatores Pessoais

O constructo Fatores pessoais é importante para determinar em qual ponto pode ocorrer a sobrecarga de informações frente a temas relacionados ao ser humano. Determinadas causas podem sobrecarregar a capacidade de processamento das pessoas. De acordo com Vigil (2011) as pessoas tentam manter o controle da quantidade de informações para lidar com a sobrecarga tendendo a recodificar, ou filtrar ou até omitir informações, de forma a aumentar a quantidade de informações úteis.

Característica da informação

O constructo Característica da Informação possui temas relacionados à informação em si, tais como: quantidade, ambiguidade, complexidade, intensidade, dimensões, qualidade. A característica da informação pode determinar casos exóticos, por exemplo, informações ambíguas podem ser compreendidas de diferentes formas, causando a sobrecarga. Em casos em que a mesma informação é fornecida repetidamente no mesmo formato ou em formatos distintos, a característica da informação pode permitir a manifestação da preferência, ou seja, os usuários optam por ter o acesso à informação pela mídia que mais lhes convém ou agrada,

conforme seu background de conhecimento ou de acordo com a tecnologia utilizada. Entretanto, em alguns cenários complexos, como é o caso dos operadores de emergência, o volume de informações disponíveis pode criar sobrecarga e confusões na compreensão das informações pelas diferentes equipes envolvidas.

Tarefas e Processos

O constructo Tarefas e Processos aborda fatores relacionados a complexidade do trabalho. Quanto mais complexa for uma tarefa, mais provável será a ocorrência de sobrecarga de informações. De acordo com Pijpers (2010), muitos trabalhadores da informação têm de desempenhar funções que não são padronizadas. Isso requer uma grande quantidade de informações que aliado a pressão do tempo, podem levar a sobrecarga de informações. A sobrecarga de informações também é provável se os trabalhadores de informação têm de executar várias tarefas em paralelo, pois irão gastar um maior tempo alternando entre as tarefas e, ao fazê-lo, eles têm que verificar onde pararam de executar a tarefa, gastando tempo e aumentando o esforço mental. De acordo com Vigil (2011), quando a quantidade de tempo disponível não for igual ao tempo necessário para completar uma tarefa, ajustes serão feitos para acomodar a falta de tempo, entretanto, resultará em imprecisões.

Desenho organizacional

O constructo Desenho organizacional aborda fatores relacionados ao ambiente de trabalho: colaboração entre grupos, comunicação, demonstração de poder, centralização ou descentralização. De acordo com Vigil (2011) a estrutura organizacional de uma empresa influencia a ocorrência da sobrecarga de informações. Segundo Pijpers (2010), as novas formas de organização e comunicação, as novas formas de trabalhar em conjunto (por exemplo, o trabalho colaborativo, as equipes virtuais), e o processo de globalização podem criar uma necessidade de comunicação e coordenação mais intensas. Como resultado, mais informações devem ser trocadas, levando a sensações de sobrecarga de informação.

Tecnologia da informação

O constructo Tecnologia da informação aborda fatores tecnológicos. As novas tecnologias de comunicação, principalmente a Internet, têm alavancado a produção de informações disponíveis fato que é universalmente visto como uma importante fonte de sobrecarga de

informação. Atualmente, a informação pode estar acessível em todos os lugares, sendo distribuída através de mídias diversas. Como o usuário pode acessar as informações a partir de múltiplas fontes de informação, ele é obrigado a se adaptar ao conteúdo, bem como as demandas feitas por cada fonte individual. O usuário também pode ter dificuldade em encaixar as informações dentro de uma estrutura cognitiva utilizável. Além disso, o meio através do qual a informação é transmitida, e a forma em que a informação é apresentada, podem também provocar sensações de sobrecarga (PIJPERS, 2010).

A lista completa desenvolvida no trabalho de Eppler e Mengis (2003) referente às causas da sobrecarga estão dispostas na Tabela 1. A tabela está estruturada de acordo com os cinco constructos discutidos anteriormente. Esses constructos serviram como base para a avaliação qualitativa da proposta descrita no Capítulo 8.

Tabela 1 Causas da sobrecarga de informações (EPPLER; MENGIS, 2003)

	Causas da Sobrecarga de Informações	**Referências**
Fatores pessoais	Limitações na capacidade de processamento	Herbig e Kramer, 1994
	Escopo de decisão e necessidade de documentação resultante	Kock, 2001
	Motivação, atitude, satisfação	Muller, 1984
	Características pessoais (experiência, habilidades, ideologia, idade)	Owen, 1992; Hiltz e Turoff, 1985; Muller, 1984; Schneider, 1987; Swain e Haka, 2000
	Situação pessoal (hora do dia, barulho, temperatura, quantidade de sono)	Owen,1992; O'Reilly,1980
	Informações da tela de remetentes de saída insuficientes	Van Zandt, 2001
	Usuários se adaptam a forma de interagir com computadores muito lentamente em	Maes, 1994

	relação ao desenvolvimento tecnológico	
	Quebra nas barreiras de comunicação social	Schultze e Vandenbosch, 1998
Características da Informação	Número de itens de informação aumentando	Bawden, 2001; Herbig e Kramer, 1994; Jacoby et al., 1974; Jacoby 1977, 1984;
	Incerteza da informação (informação necessária versus informação disponível)	Schneider, 1987; Tushman e Nadler, 1978
	Diversidade de informações e aumento no número de alternativas	Bawden, 2001; Inselin, 1988; Schroder et al., 1967
	Ambiguidade da informação	Schneider, 1987; Sparrow, 1999
	Novidades de informações	Schneider, 1987
	Complexidade da informação	Schneider, 1987
	Intensidade da informação	Schneider, 1987
	Aumento nas dimensões da informação	Schroder et al., 1967
	Qualidade da informação, valor	Sparrow, 1998, 1999
	Abundância de informações irrelevantes	Ackoff, 1967
Tarefas e processos	Tarefas são menos rotineiras	Tushman & Nadler, 1975
	Complexidade das tarefas e interdependência entre elas	Tushman & Nadler, 1975
	Pressão de tempo	Schick et al., 1990
	Interrupções em tarefas complexas	Speier et al., 1999

	Excesso de detalhes	Schick et al., 1990
	Entradas simultâneas de informações nos processos	Grise e Gallupe, 1999/2000
	Rápida evolução da inovação - redução no ciclo de vida	Herbig e Kramer, 1994
	Trabalhos interdisciplinares	Bawden, 2001
Desenho organizacional	Trabalho colaborativo	Wilson, 1996
	Centralização (gargalos) ou desintermediação (busca de informação é feita por usuários finais ao invés de profissionais de informações)	Schneider, 1987
	Acumulação de informações para demonstrar poder	Edmunds e Morris, 2000
	Heterogeneidade nos grupos de trabalho	Grise e Gallupe, 1999
	Novas informações e tecnologias de comunicação	Bawden, 2001; Schultze e Vandenbosch, 1998; Speier et al., 1999
Tecnologia da informação	*Push systems*	Bawden, 2001
	E-mails	Bawden, 2001
	Intranet, extranet, Internet	Bawden, 2001
	Aumento no número de canais de TV	Edmunds e Morris, 2000
	Diferentes canais de distribuição para o mesmo conteúdo	Edmunds e Morris, 2000
	Grande capacidade de armazenamento dos	Schultze e Vandenbosch,

sistemas	1998
Redução de custos de duplicação da informação	Schultze e Vandenbosch, 1998
Velocidade de acesso	Schultze e Vandenbosch, 1998

2.3. SINTOMAS DA SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO

A sobrecarga de informação pode ser percebida através de uma variedade de sintomas que afetam a pessoa que lida com informações, bem como o seu desempenho no trabalho. Muitos desses sintomas vêm sendo descritos por diferentes autores, conforme mostrado na Tabela 2.

Davenport e Beck (2001) descrevem a sensação existente quanto à quantidade de informações disponíveis e seus efeitos. Em seu trabalho os autores destacam que frente a grande quantidade de informações disponíveis, o recurso mais escasso é a atenção.

Eppler e Mengis (2003) discutem as reações de usuários quando expostos a uma carga pesada de informações. Os autores destacam que o maior problema de pesquisa sobre os efeitos ou sintomas da sobrecarga de informação diz respeito à questão de saber se e como a sobrecarga de informação afeta a precisão da decisão, tempo para tomada de decisão e desempenho de uma forma geral. Ainda segundo os autores há um amplo consenso na academia que uma carga pesada de informações pode afetar o desempenho de um indivíduo de forma negativa.

Pijpers (2010) utiliza dois termos para descrever os sintomas da sobrecarga de informações: (1) Ansiedade de informações e (2) Fadiga de informações. O primeiro diz respeito ao sentimento de ansiedade de um indivíduo quando a informação não diz o que indivíduo quer ou precisa saber. O segundo está relacionado a fisiologia humana não ser capaz de lidar com grandes quantidades de informações. De acordo com o autor, quando um indivíduo é exposto a uma grande quantidade informações irrelevantes para obter o que precisa, o resultado são sentimentos de irritação, frustração, impotência, impaciência, para citar alguns, corroborando desta forma com Davenport e Beck (2001). Já Zhuang, Qiu e Peng (2011) destaca o intenso interesse da comunidade acadêmica em identificar sintomas da sobrecarga de informação, que

incluem a incapacidade de usar informações de forma eficaz, uma maior tolerância de erro, uma falta geral de perspectiva e tensão cognitiva, estresse, menor satisfação no trabalho e até mesmo doenças físicas.

Tabela 2 Sintomas da Sobrecarga de Informações

Referências	Sintomas
Davenport e Beck (2001)	Incapacidade de tomar decisões ou de enfrentar a situação de outras maneiras.
	Irritabilidade e raiva.
	Dor no estômago e nos músculos.
	Sentimento frequente de desamparo, desânimo e letargia.
	Insônia.
	Escassez de atenção.
Eppler e Mengis (2003)	Estratégias limitadas ao pesquisar informações.
	Análise e organização arbitrária de informação.
	Tomada de decisões subótimas.
	Exaustão.
	Confusão e falso senso de segurança devido à redução de incerteza (excesso de confiança).
Pijpers (2010)	Ansiedade de Informação: gap existente entre o que as pessoas conhecem e o que elas pensam que deveriam conhecer. Um buraco negro entre os dados e o conhecimento.
	Síndrome da Fadiga de Informações: tecnologias que processam, armazenam e entregam informações estão avançando rapidamente, enquanto o cérebro humano e o sistema nervoso permanecem inalterados.

Zhuang, Qiu e Peng (2011)	Incapacidade de utilizar a informação de forma eficaz.
	Maior tolerância ao erro.
	Falta de perspectiva.
	Menor satisfação no trabalho.
	Desenvolvimento de doença física, tensão e estresse.

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando a literatura nota-se que as definições sobre o tema sinalizam em comum: a capacidade limitada do nosso cérebro no processamento de informações.

Em ocasiões que há mais informação do que se consegue absorver, ou quando a informação chega mais rápido do que podemos processá-la, ou até mesmo quando a forma de apresentação da informação não é adequada as nossas preferências, o resultado será a sobrecarga de informações.

Esta tese lida com o problema da sobrecarga de informações em ambientes complexos. Estes tipos de ambiente são caracterizados pela interação não previsível dos seus agentes entre si e também com o ambiente (CORDEIRO, 2015). Os agentes podem ser de diferentes tipos: pessoas, organizações, equipamentos e sistemas de informação, e devem coevoluir constantemente à medida que aumenta a imprevisibilidade da evolução da situação.

Através da revisão bibliográfica foi observado que uma grande quantidade de informações pode afetar o desempenho de um indivíduo negativamente (se medido em termos de precisão ou velocidade). Verificou-se que a sobrecarga de informações é um fenômeno complexo que deve ser estudado constantemente em um ciclo contínuo de melhoria e refinamento (EPPLER; MENGIS, 2003). Eppler e Mengis pesquisaram a obra de mais de uma dezena de autores e sugeriram causas fundamentais da sobrecarga de informações. Estas por sua vez levam a sintomas que pedem contramedidas (soluções) para redução de suas causas. Este processo

cíclico foi apresentado no trabalho dos autores (Figura 4) e suas causas foram utilizadas como base para avaliação desta tese.

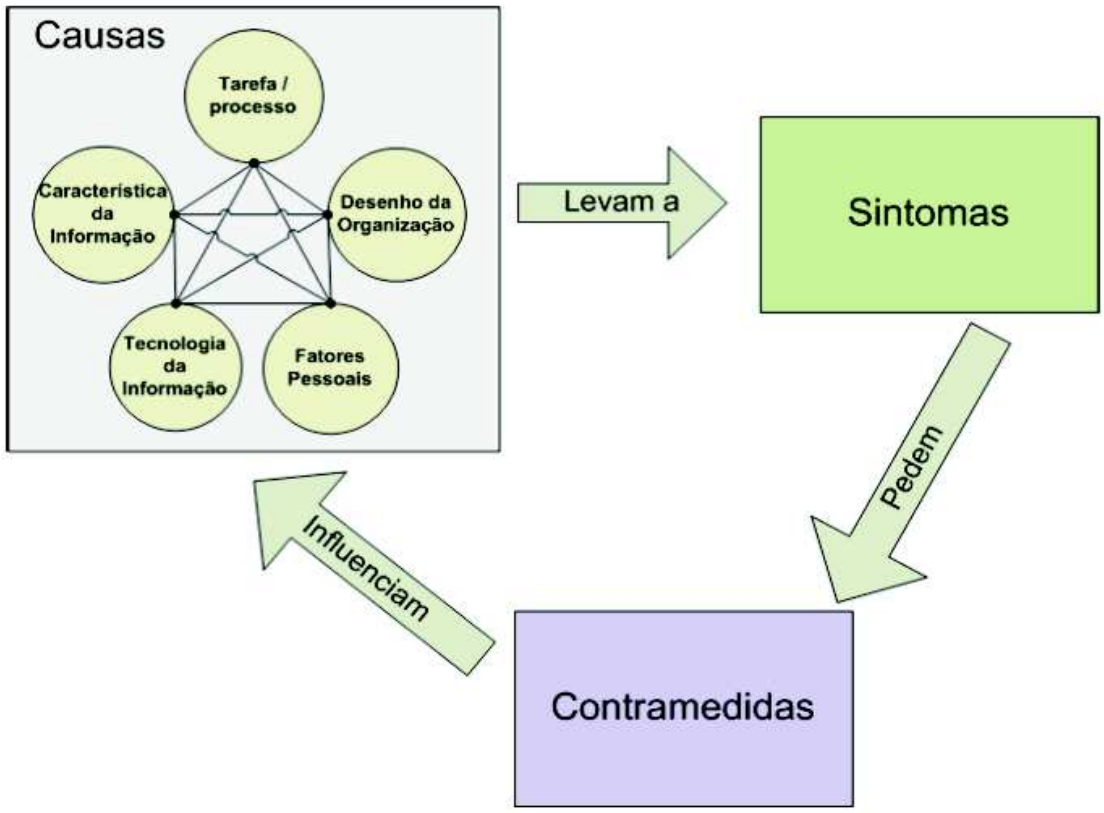


Figura 4 Modelo Conceitual para pesquisas acerca da sobrecarga de informações (EPPLER; MENGIS, 2003)

A investigação do problema desta tese foi delimitada a ambientes complexos no âmbito da Gestão de emergências. Buscou-se a identificação do problema de sobrecarga em situações reais enfrentadas por gestores de emergência, no qual a dinâmica do processo de resposta de emergência é rápida e extremamente complexa. O detalhamento das evidências deste problema é descrito no Capítulo 5.

Nos próximos capítulos serão apresentados dois tópicos que são fundamentais para a elaboração da proposta de solução desta tese. A área de pesquisa denominada Visualização de Informação é apresentada no Capítulo 3. Esta área estuda maneiras de como o uso de computadores, na criação de representações visuais interativas a partir de dados abstratos, pode ampliar a cognição. Já no Capítulo 4 são apresentados os conceitos para o desenvolvimento de um *dashboard*.

3 VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Este capítulo apresenta conceitos fundamentais sobre a área de Visualização de Informações, relacionados ao problema abordado nesta tese e a solução proposta a ela.

3.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS

Conforme apresentado no Capítulo 2 vivemos em uma sociedade que sofre com os efeitos da sobrecarga de informação. Atualmente, nos mais diferentes domínios, usuários acessam grandes e diversificadas bases de dados obtendo facilmente um grande volume de informações, dentre as quais muitas podem ser irrelevantes para os objetivos da tarefa que está sendo realizada. De acordo com Neto (2008), o processo humano de aquisição e uso de conhecimento, chamado de cognição, é por si próprio um processo limitado. Segundo Norman (1993), "Sem ajuda externa, a memória, o pensamento e o raciocínio são todos restritos".

Na finalidade de auxiliar externamente a cognição, a humanidade vem desenvolvendo ao longo de sua história artefatos como forma de registrar e expressar dados para serem posteriormente analisados por meio de nossos sentidos, em especial a visão (SILVA, 2006). De acordo com Ware (2012), o sentido da visão, apresenta maior largura de banda em relação a outros sentidos e, além de ser rápido e paralelo, é treinado para reconhecer padrões em dados representados pelos artefatos, trazendo à tona informações que seriam difíceis de entender caso fossem apresentadas de outras formas. Principalmente após o advento dos computadores e, mais recentemente, com a disseminação de microcomputadores de alta velocidade de processamento, a utilização da percepção visual tem sido amplamente estudada como amplificadora da cognição. Esse interesse sobre a maneira como artefatos visuais podem facilitar o processo de aquisição e uso de conhecimento levou a comunidade científica a investir na área de Visualização.

Entende-se por Visualização a área na qual técnicas de computação gráfica e de interação são empregadas para auxiliar o processo de análise e compreensão de um conjunto de dados, por meio de representações visuais manipuláveis. Segundo Few (2009), Visualização pode ser acompanhada por três palavras, criando três termos com significados diferentes:

- Visualização de Dados (DataVis).

- Visualização Científica (SciVis).
- Visualização de Informações (InfoVis).

De acordo com Few (2009), DataVis é um termo “guarda-chuva” que cobre todos os tipos de representações visuais, seja SciVis ou InfoVis. Na SciVis os dados a serem apresentados geralmente correspondem a medidas associadas a objetos físicos, fenômenos ou posições num domínio espacial. Como exemplo de visualizações nessa linha, podemos citar a visualização de órgãos do corpo humano, de fluidos em movimento e, até mesmo, de funções matemáticas. Enquanto isso, InfoVis trata dados abstratos como relacionamentos ou informações inferidas a partir de dados mensurados (CARD et al., 1999). Um exemplo desta distinção está ilustrado nas Figuras 5 e 6. No âmbito desta tese trataremos de InfoVis, devido ao fato de que em muitas situações práticas relacionadas aos cenários de aplicação desta tese, demandam uso de técnicas desta área.

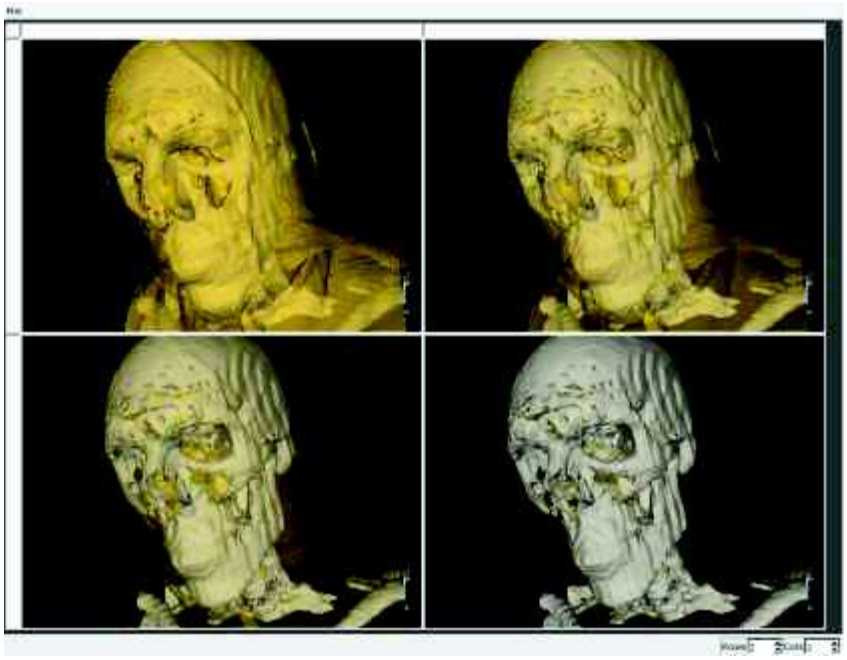


Figura 5 Exemplo de SciVis

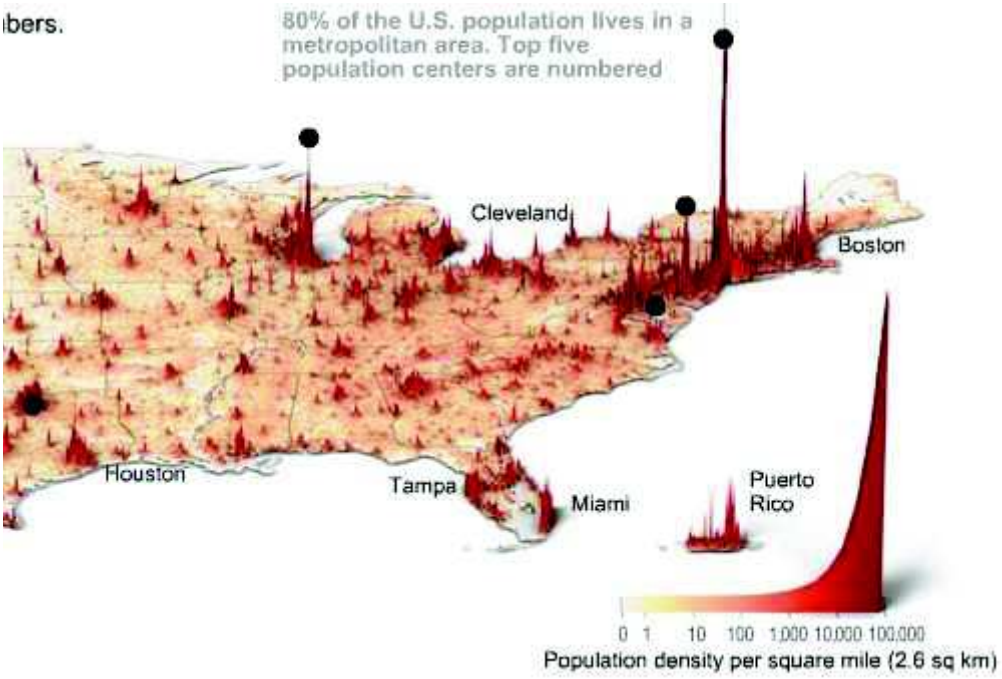


Figura 6 Exemplo de InfoVis

Segundo Nascimento e Ferreira (2005), InfoVis é uma área de pesquisa que estuda formas de apresentar dados visualmente de tal modo que relações entre os mesmos sejam melhor compreendidas ou novas informações possam ser descobertas. Reunindo aspectos de diversas áreas científicas como a computação gráfica, interfaces homem-computador e mineração de dados, InfoVis procura transformar em uma representação gráfica e interativa um conjunto de dados brutos. De acordo com Card, Mackinlay e Shneiderman (1999), Infovis é definida como:

"O uso de representações visuais de dados abstratos, suportadas por computador e interativas para amplificar a cognição".

Ao observar a definição proposta por Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) pode-se detalhar e identificar as seguintes características:

- *Representações visuais:* a informação é apresentada de forma visual, usando atributos como localização, tamanho, forma, cor e tamanho dos objetos para formar uma imagem dos dados e, assim, nos permite ver padrões, tendências e exceções que possam não ser visíveis;

- *Dados abstratos:* informações tais como dados quantitativos, processos ou relações são consideradas abstratas, em contraste com as representações visuais de objetos físicos;
- *Suportados por computador:* a visualização é exibida por um computador, geralmente em uma tela;
- *Interativo:* a visualização pode ser manipulada de forma simples e direta, através de ações em diferentes níveis. Estas ações ocasionam alterações na representação visual de modo que novos aspectos do conjunto de dados possam ser observados.
- *Amplificar a cognição:* interagindo com essas visualizações a capacidade de pensar sobre a informação é ampliada através de uma representação dos dados que pode ser facilmente compreendida.

Todas essas características são importantes para a definição, mas nenhuma é mais importante que a última: amplificar a cognição. De acordo com Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) existem seis formas principais pelas quais a visualização pode amplificar a cognição:

1. Aumentando os recursos de memória e de processamento disponíveis para os usuários, através do uso direto dos recursos do sistema visual e da memória de trabalho externa e visual.
2. Reduzindo a busca por informação, de diversas formas: agrupando ou relacionando visualmente informações, compactando-as, exibindo uma visão geral ou mesmo mostrando detalhes sob demanda.
3. Usando representações visuais para melhorar a detecção de padrões.
4. Habilitando operações de inferência perceptiva, como tornar óbvia a resposta de um problema através de uma representação visual.
5. Usando mecanismos de atenção perceptiva para efetuar monitoramento de uma grande quantidade de eventos potenciais.
6. Codificando informação numa mídia manipulável.

De uma forma geral, InfoVis possibilita a recuperação de informações relevantes e um maior número de “insights” sobre um conjunto de informações. Sem o suporte de uma representação visual, seria necessário um grande esforço cognitivo para descobri-los (SOUZA, 2008). Através de InfoVis, uma grande quantidade de dados pode ser condensada em uma simples representação visual facilitando a aquisição e uso de conhecimento. Além disso, as representações visuais são utilizadas para transmitir (comunicar) informações para outras

pessoas, seja para ilustrar alguma coisa, ou para convencê-las do nosso ponto de vista (SCHÖNHAGE, 2001). Por essas e outras razões, InfoVis surge como uma abordagem promissora para atenuar os problemas inerentes da sobrecarga de informação, citados no Capítulo 2. Entretanto, para que uma representação visual dos dados seja útil, é fundamental que o mapeamento preserve o dado original (CARD et al., 1999). Esse processo de mapeamento será apresentado na próxima seção.

3.2. MODELOS DE REFERÊNCIA

De acordo com Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) um modelo de referência para visualização é o processo computacional que converte a informação numa visualização com a qual os usuários poderão interagir. Existem vários modelos de referência para visualização de informações que descrevem as diferentes etapas através das quais os usuários convertem informações e utilizam visualizações para obter insights. O trabalho de Valiati (2008) menciona que o emprego de um modelo tem como objetivo oferecer referências importantes de como criar visualizações a partir de dados brutos, identificando-se componentes essenciais a serem considerados na utilização de uma determinada técnica ou no desenvolvimento de uma nova.

Um dos modelos mais reconhecidos na literatura foi o proposto por Card, Mackinlay e Shneiderman (1999), conforme mostrado na Figura 7. Dentre os modelos encontrados na literatura, este modelo é o que mais se aproxima mais da proposta de solução desta tese, apresentada no Capítulo 6. Exceções a este modelo são apresentadas nos trabalhos de Chi e Riedl (1998), Hoffman (1999), Spence (2001) e Ware (2004), descritas a seguir.

Chi e Riedl (1998) apresentaram o Modelo de Estado de Dados, que usa um *operator interaction framework* para caracterizar diferentes técnicas de visualização (científicas e de informações). Chi também analisou diferentes técnicas de visualização e mostrou como elas se encaixam no modelo de estado de dados (CHI, 2000). Hoffman (1999) propôs um modelo formal de visualizações tabulares, baseado em uma abstração, como uma tentativa de prover um modelo unificado para algumas técnicas de visualizações tabulares (Coordenadas Paralelas, Survey Plot, Visualização de Coordenadas Radiais (Radviz) e Matriz de Scatterplots). Spence (2001) identificou as etapas de seleção, codificação e apresentação como as principais etapas da transformação de dados brutos para visualização. Já Ware (2004)

elaborou um modelo que leva em conta a coleta de dados, mas não faz distinção entre tabelas de dados, estruturas visuais e visões. O modelo de Ware contém quatro etapas: coleta e armazenamento de dados, pré-processamento dos dados, a construção da imagem, e o sistema cognitivo e de percepção humana.

Figura 7 Modelo de Referência de Visualização (CARD et al., 1999)

Nesse modelo, na primeira transformação os dados brutos são processados e organizados em uma representação lógica mais estruturada, geralmente na forma de tabelas de dados[1]. A tabela de dados pode ainda ser transformada, por exemplo, através de filtragem ou agrupamento dos dados relevantes, ou com a inclusão de novas informações (média, soma, desvios, etc.) realizada sobre os dados brutos. O próximo passo consiste no mapeamento das tabelas para estruturas visuais (mapeamentos visuais), que são mecanismos para representações visuais. As representações visuais ou gráficas correspondem às "figuras" ou "imagens" empregadas para representar o conjunto (ou subconjunto) de dados sob análise. Além dos gráficos tradicionalmente utilizados para apresentação de dados como os gráficos de pontos, de linha, de barras, de pizza e histogramas de frequência, que permitem observar relações entre atributos, uma série de representações gráficas mais ou menos complexas são empregadas para codificar através de elementos visuais (cores ou símbolos geométricos) tanto valores como relacionamentos entre entidades ou elementos de dados. Já o último passo consiste nas

[1] O uso de tabelas é uma simplificação desnecessária, visto que os dados podem ser representados em outros tipos quaisquer de estrutura de dados, dependendo da aplicação.

transformações visuais, isto é, as possíveis interações que um usuário pode realizar sobre as estruturas visuais e com isso obter diferentes visões das mesmas. De acordo com Grammel, Tory e Storey (2010) o usuário interpreta a visão com uma tarefa em mente, e pode interagir com a visualização, alterando as transformações de dados ou os mapeamentos visuais da exibição corrente.

3.3. CRITÉRIOS PARA UMA VISUALIZAÇÃO ÚTIL E SUAS DEPENDÊNCIAS

Conforme já comentado, a visualização é uma ferramenta promissora para analisar grandes volumes de dados e atenuar problemas inerentes da sobrecarga de informação. Para que isso seja possível é necessário que a visualização seja útil para o usuário. Se a visualização for feita corretamente, a informação relevante pode ser percebida de forma intuitiva e os dados subjacentes podem ser entendidos mais facilmente (TOMINSKI, 2008). Por visualização útil, entende-se que uma representação visual deve ter expressividade, efetividade e ser adequada. De acordo com Aigner *et al.* (2011) esses são critérios que qualquer visualização deve satisfazer.

1. Expressividade: o mapeamento visual deve fazer com que a estrutura visual expresse todos os dados de interesse do usuário, e somente eles.
2. Efetividade: refere-se à capacidade de permitir rápida interpretação dos dados e fácil distinção entre eles, levando à menor quantidade possível de erros de interpretação.
3. Adequação: envolve uma relação de equilíbrio de custo-valor, a fim de avaliar o benefício do processo de visualização em relação à uma tarefa.

De acordo com Souza (2008), estes critérios são importantes, porque sem os mesmos, uma visualização pode não ser capaz de enfatizar padrões relevantes nos dados, não trazendo, assim, quaisquer informações novas além daquilo que já é trivialmente conhecido. Além disso, uma visualização também pode ser de difícil entendimento ou, até mesmo, sugerir padrões que na verdade não existem, o que pode levar a uma interpretação errônea dos dados (CARD et al., 1999).

3.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO

Para que uma visualização satisfaça os critérios apresentados anteriormente, o processo de visualização dependente de vários aspectos. Estes aspectos podem servir como uma base para a determinação de qual técnica de visualização deve ser usada.

De acordo com Valiati (2008) existe uma diversidade muito grande de técnicas de visualização e nem todas se encaixam corretamente nas classificações existentes, pois as características que separam cada classe não são precisas e completas. Desta forma, muitas representações visuais podem ser consideradas híbridas de várias técnicas.

A classificação das técnicas de visualização fornece aos pesquisadores um quadro comum, e fornece um rico catálogo de resultados que servem como referência para outros pesquisadores (BULL, 2008). Diversos pesquisadores, na tentativa de padronizar as técnicas de visualização, sugerem classificações que são feitas de diferentes maneiras.

Freitas e Wagner (1995) apresentam uma proposta de caracterização de dados baseada na: classe (tipo) de informação, tipos de valores, e natureza e dimensão do domínio.

Shneiderman (1996) classificou as técnicas segundo os tipos de dados e as tarefas a serem realizadas pelo usuário. De acordo com Schneiderman os dados podem ser: temporais, unidimensionais (1D), bidimensionais (2D), tridimensionais (3D), multidimensionais (nD) e dirigidos à visualização de hierarquias e de relacionamentos (grafos).

Tweedie (1997) classificou um número de técnicas de visualização segundo os dados que eles representam, a interatividade que eles suportam, bem como as suas relações de entrada/saída ao longo do tempo. Card e Mackinlay (1997) adotaram uma abordagem semelhante a Tweedie e classificaram as variáveis usadas em uma técnica de visualização em termos dos tipos de dados (ordinal, quantitativa, espacial, etc.), função de gravação, tipo de marca visual, as propriedades gráficas (cor, tamanho, área ou volume da marca, a orientação o sentido e a inclinação de marcas do tipo linha, a textura de uma marca na forma de área), posição no espaço/tempo, entre outros.

Chi (2000) apresentou o Modelo de Estado de Dados, um catálogo de 36 técnicas de visualização. Para cada técnica de visualização, Chi delineou as abstrações e as transformações que poderiam ser aplicadas. Em seu trabalho Chi mostra que o Modelo de Estado de Dados

não só ajuda os pesquisadores a entender o espaço de design, mas também ajuda aos desenvolvedores a entender como as técnicas de visualização de informações podem ser aplicadas de forma mais ampla.

Keim (2002) sugere uma classificação segundo: a natureza do dado a ser visualizado, a abordagem de mapeamento adotada pela técnica e os métodos de interação e distorção usados para manipular a representação visual. Quanto à natureza dos dados, estes podem ser unidimensional (1D), bidimensional (2D), multidimensional (nD), texto e hipertexto, hierarquias/grafos e algoritmos/softwares. A abordagem para interagir com os dados visualmente podem ser projeções, filtragem, zoom, distorção e Seleção/Ligação. Já as Técnicas de Visualização estão classificadas como Técnicas 2D/3D Tradicionais, Técnicas de Projeções Geométricas, Técnicas Iconográficas, Técnicas Baseadas em Pixel e Técnicas de Empilhamento de Dimensões.

Pfitzner, Hobbs e Powers (2003) considera cinco aspectos em sua taxonomia de visualização de informações: dados, tarefa, interatividade, experiência do usuário e contexto. Embora esta seja uma das taxonomias mais abrangentes e próximas a este trabalho, o trabalho destes autores não categoriza todas as técnicas de visualização usando sua taxonomia.

Tory e Moller (2004) estenderam o trabalho feito por Shneiderman dividindo as técnicas de visualização em duas categorias, visualizações que são adequadas para dados contínuo vs dados discretos.

Neto (2008) sugere uma extensão do trabalho de Keim (2002), considerando três novos grupos, a saber: Técnicas Hierárquicas, Técnicas Dinâmicas e Técnicas Híbridas. As Técnicas Empilhamento de Dimensão foram colocadas juntas às Técnicas Hierárquicas devido à natureza hierárquica dos dados.

De acordo com Bull (2008), as taxonomias propostas visam: (1) designers que criam novas visualizações e (2) engenheiros de software que estão simplesmente usando a visualização de informações como uma ferramenta. No contexto deste trabalho, em que os dados são muitos, de diferentes fontes e características, juntar essa “confusão” de informações em uma visualização completa e intuitiva, não será uma tarefa fácil. A partir deste princípio, pode-se imaginar o quanto a tarefa de escolher e avaliar qual o método melhor para ser aplicado será difícil.

3.5. VISUALIZAÇÃO COLABORATIVA

Como visto nas subseções anteriores, InfoVis pode alavancar o sistema visual humano e proporcionar uma amplificação cognitiva, apoiando os usuários na análise, no entendimento e na comunicação de grandes quantidades de informações. Apesar da área de visualização ser apontada como possível solução para lidar com problemas de sobrecarga de informação nos mais variados domínios, sua abordagem deve levar em conta que os problemas atuais enfrentados pelos usuários estão se tornando cada vez mais amplos e complexos, para não mencionar incertos e mal definidos (ISENBERG et al., 2011). Muitas vezes, não é mais possível para um único usuário enfrentar os imensos conjuntos de dados disponíveis e tomar decisões isoladamente, portanto, deve-se idealizar formas de transcender os tradicionais sistemas de visualização, passando de uma estrutura monolítica – somente um usuário interagindo – para uma estrutura com suporte a colaboração.

De acordo com Hu *et al.* (2012), com os crescentes desafios de análise de dados e visualização, a resolução de problemas que envolvem colaboração tem atraído o interesse de pesquisadores de visualização. O campo de pesquisa que envolve visualização e aspectos de colaboração é denominado Visualização Colaborativa. Este termo refere-se a um subconjunto de aplicações da área de *Computer-Supported Cooperative Work* (CSCW) no qual o controle de parâmetros ou produtos do processo de visualização são compartilhados (JOHNSON; ELVINS, 1998). Segundo Isenberg *et al.* (2011), uma definição mais ampla para visualização colaborativa é:

"O uso compartilhado de representações visuais de dados, suportadas por computador e interativas, com o objetivo comum de contribuir para as atividades de processamento de informação em conjunto"

Esta definição é derivada da definição de InfoVis mencionada na Seção 3.1. Cabe enfatizar que em relação a definição de InfoVis adotada nesta tese, o termo "cognição" foi substituído pelo termo "processamento de informação". Esta substituição, sugerida no trabalho de Isenberg *et al.* (2011), deve-se ao fato de que existem diferentes teorias para como a cognição se aplica quando grupos se reúnem para pensar e raciocinar de forma conjunta. Desta forma, evita-se o favorecimento de qualquer teoria ou unidade de análise específica.

Visualização Colaborativa facilita o desenvolvimento de sistemas que permitem aos colaboradores visualizar e analisar o mesmo conjunto de dados, ou imagens, destacando os seus elementos. De acordo com Isenberg e Carpendale (2007), em muitos domínios o aumento da colaboração levou a mais inovação, promovendo a partilha de conhecimentos, habilidades e ideias. A análise compartilhada de informações não só eleva a capacidade de processamento de informação, mas também permite a uma equipe compartilhar, negociar e discutir os seus pontos de vista e interpretações sobre um conjunto de dados e contribuir perspectivas únicas sobre um determinado problema.

Por exemplo, em uma situação de emergência, a colaboração entre as agências e os primeiros socorristas na resposta é essencial. Agências, incluindo os governos federais, estaduais e locais colaboram e compartilham os recursos disponíveis. Eles devem manter um entendimento e status compartilhado dos recursos disponíveis, sejam eles carros de bombeiros ou de leitos hospitalares. Em caso de emergência, as decisões devem ser tomadas rapidamente usando a melhor informação disponível. Este tipo de cenário será utilizado como domínio de aplicação desta tese, sendo detalhado no Capítulo 6.

Segundo Hu *et al.* (2012), sistemas de visualização colaborativa vem sendo desenvolvidos por grandes projetos científicos, bem como em InfoVis. No trabalho de Wood, Wright e Brodie (1997) é apresentado uma extensão do modelo de visualização científica (Figura 8) proposto por Haber e Mcnabb (1990) que serve como base para o desenvolvimento destes tipos de aplicações. Este modelo apresenta o processo de visualização como um *pipeline*. Este *pipeline* é iniciado com a entrada de dados que passam por processos de filtro, mapeamento e renderização até a geração de uma imagem final. No trabalho de Wood, Wright e Brodie (1997) é proposto um *pipeline* de visualização para cada colaborador considerando a atuação de vários participantes independentes. Em seu modelo a troca de dados é feita em pontos arbitrários do *pipeline* permitindo enviar e receber dados. Também é possível realizar o controle compartilhado, onde a definição de parâmetros deve ser controlada localmente pelo usuário ou externamente por um colaborador.

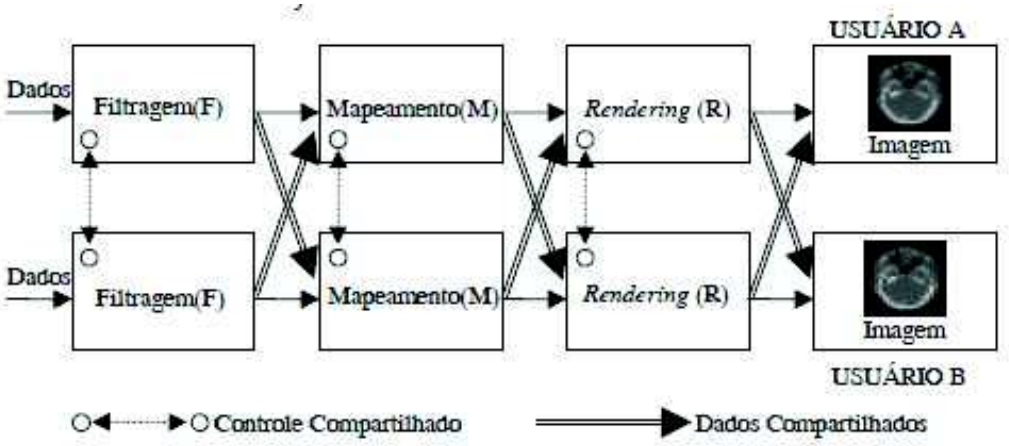


Figura 8 Extensão do modelo de visualização (WOOD et al., 1997)

A extensão do modelo de visualização pode ser aplicada em diversos cenários colaborativos. Estes cenários podem ser posicionados em um modelo "espaço-tempo" normalmente adotado pela comunidade de CSCW (ELLIS et al., 1991). Em outras palavras, este modelo ajuda a classificar os cenários colaborativos de acordo com a ocorrência no espaço (distribuído x colocado) e em tempo (síncrono x assíncrono). A Figura 9 apresenta diversos cenários no qual a visualização colaborativa pode ocorrer, entretanto, é importante ressaltar que estas distinções para sistemas ou ferramentas não são rígidas.

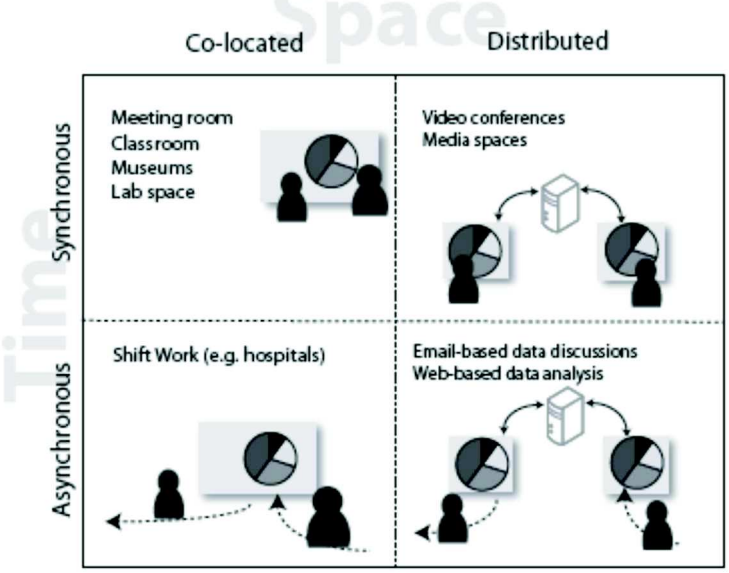


Figura 9 Visualização Colaborativa pode ocorrer em muitos cenários de acordo com a matriz adaptada de (ISENBERG, 2011)

Nos trabalhos de Brodlie *et al.* (2004), Hu *et al.* (2012), Isenberg e Carpendale (2007) e Isenberg *et al.* (2011) são descritas duas grandes correntes de pesquisa em visualização colaborativa: distribuída e co-localizada. A visualização colaborativa distribuída (imagem esquerda da Figura 10) tem seu foco nas arquiteturas e mecanismos de sincronização para permitir o trabalho remoto e eficiente, permitindo a colaboração tanto a nível de sistema quanto a nível de usuário. Um ambiente distribuído é um cenário comum para visualização colaborativa. Este tipo de ambiente permite que usuários de diferentes locais acessem dados, compartilhem imagens e análises dos resultados, interação e cooperação, através de uma rede, sejam por meio de interações síncronas (veja: sistema CoMotion - http://www.gdviz.com/) ou assíncronas (veja exemplos dos sistemas sense.us - http://vis.stanford.edu/papers/senseus, Many Eyes - http://www.manyeyes.com/ e Swivel - http://www.swivel.com/). Já a visualização colaborativa co-localizada (imagem direita da Figura 10) ocorre quando usuários compartilham o mesmo espaço de trabalho, por exemplo, aplicações em torno de uma mesa *multi-touch* ou em um ambiente *multi-display*. É importante ressaltar que apesar desse tipo de tecnologia se tornar mais acessível (muitas vezes não há necessidade de uso de hardware específico), as entradas síncronas adicionais podem levar a desafios relacionados a: mecanismo de apoio a coordenação, percepção das atividades realizadas pelos demais usuários ou a transferência de itens originados de diversos dispositivos para um mesmo espaço de trabalho, para citar alguns. No caso de considerarmos as entradas assíncronas no cenário colocado (mesmo local, tempos diferentes), recentemente tem havido novas pesquisas, principalmente em situações no qual é desejável apresentar informações do ambiente (por exemplo em hospitais, aeroportos e shopping centers).

Figura 10 Visualização Colaborativa distribuída e co-localizada (ISENBERG et al., 2011)

3.6. INFOVIS NA PRÁTICA: SISTEMAS, FRAMEWORKS E ÁREAS DE PESQUISA

3.6.1. **Sistemas e frameworks**

Sistemas e frameworks para InfoVis tem atraído grande atenção da comunidade acadêmica e com isso vem se desenvolvendo rapidamente. De acordo com Liu *et al.* (2014), como a implementação de aplicações a partir do zero é uma tarefa difícil, pesquisadores vem propondo uma variedade de sistemas e frameworks de visualização para apoiar a criação e customização de aplicações de visualização. Os sistemas representam à construção de bibliotecas ou toolkits para o desenvolvimento de visualizações. Já os frameworks representam a modelagem de diferentes aspectos de técnicas de visualização. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de sistemas e frameworks. Para esta tese optamos por usar as bibliotecas Document-Driven Documents (D3) e Google Chart, pois oferecem uma grande flexibilidade ao utilizar padrões da web, sendo facilmente incorporados a proposta de solução que será apresentada no Capítulo 6.

Tabela 3 Exemplo de Sistemas e Frameworks para InfoVis

Sistemas e frameworks	**Descrição**
IVTK	IVTK – *InfoVis ToolKit*: Pacote gráfico interativo escritos em Java. Inclui uma série de componentes para análise visual de dados, dentre as quais, Árvore de Decisões e Coordenadas Paralelas. http://ivtk.sourceforge.net/
ITK	ITK – *Insight Toolkit*: Biblioteca open source usada para desenvolvimento de aplicações médicas. Implementada em C++ e possui interface para Tcl/TK, Java, Python. Foi desenvolvido pela KitWare. Inc. http://www.itk.org
VTK	VTK – *Visualization ToolKit*: Biblioteca Gráfica para desenvolvimento de aplicações baseado em computação gráfica, processamento de imagem e visualização. Rotinas desenvolvidas em C++. Possui interface para Tcl/TK, Java e Python. A VTK suporta uma grande variedade de algoritmos de visualização incluindo escalar, vetor, tensor, textura, métodos volumétricos, além de métodos avançados de técnicas de modelação. Foi desenvolvido pela

	KitWare. Inc. http://www.vtk.org
Improvise	É um *toolkit* de visualização para criar visualizações coordenadas multi-vista para dados relacionais. Possui três níveis distintos de funcionalidade: *browser* (navegação e seleção), construção (edição de pesquisas coordenadas e de *layouts*) e meta visualização (visualização *in situ* de coordenadas e outras estruturas). Ele suporta vistas hierárquicas utilizando uma variedade de gestores de *layout*, utiliza editores gráficos para vistas, pesquisas e *layouts*, cria, elimina, modifica e interliga todos os objetos dinamicamente. Foi desenvolvido na Universidade de Wisconsin Madison, e é escrito em Java. http://www.cs.ou.edu/~weaver/improvise/
Prefuse	Se baseia no pipeline de visualização clássico, é um conjunto de ferramentas de visualização amplamente utilizado que dispõe de uma biblioteca de estruturas orientadas para a visualização de dados, algoritmos de *layout* e técnicas de interação e animação. Foi desenvolvido na Universidade de Berkley, e é escrito em Java, utilizando biblioteca gráfica 2D e é facilmente integrada em aplicações Java Swing ou Web Applets. http://prefuse.org/
Protovis	É *open-source* e possibilita a geração de visualizações totalmente personalizadas, permitindo ao utilizador especificar como a informação deve ser apresentada, através de declarativas. Não possui um ambiente de desenvolvimento especializado para a criação de visualizações e é uma solução potencial para usuários mais experientes, devido a simplicidade de suas especificações. Foi desenvolvida na Universidade de Stanford, e é escrita em JavaScript e SVG. http://mbostock.github.io/protovis/
Document-Driven Documents (D3)	É uma biblioteca JavaScript para manipulação de documentos com base em dados. D3 oferece uma grande flexibilidade ao utilizar padrões da web, como HTML5, CSS3 e SVG. A ênfase em padrões web fornece aos navegadores modernos a combinação de componentes de visualização poderosos e uma abordagem orientada a dados para manipulação DOM. D3 possui sobrecarga mínima e suporta grandes conjuntos de dados e comportamentos dinâmicos de

	interação e animação. http://d3js.org/
Google Charts	É uma biblioteca que fornece vários tipos de gráficos dinâmicos pré-definidos e que são facilmente implementados em páginas HTML. Foi desenvolvido pelo Google, e é baseado em JavaScript. https://developers.google.com/chart/
WebCharts	É um framework que fornece uma estratégia para a incorporação de efeitos visuais em aplicações JavaScript já existentes sem a necessidade de mudanças. http://research.microsoft.com/en-us/projects/webcharts/

3.6.2. **Áreas de pesquisa**

Apesar de InfoVis ser uma área relativamente nova, existem conferências e simpósios importantes realizados mundialmente. Dentre eles, destacam-se:

- ACM Symposium on Software Visualization;
- Asian Pacific Symposium on Information Visualization;
- Eurographics / IEEE VGTC Symposium on Visualization;
- IEEE Symposium on Information Visualization;
- International Conference of Information Visualization.

No Brasil, alguns eventos tradicionais possuem linhas de publicação sobre InfoVis:

- Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing – SIBGRAPI;
- Simpósio Brasileiro de Banco de Dados – SBBD.

Alguns livros especializados também apresentam conceitos e técnicas sobre essa área:

- The Visual Display of Quantitative Information (TUFTE; GRAVES-MORRIS, 1983);
- Envisioning Information (TUFTE, 1991);
- Visual explanations: images and quantities, evidence and narrative (TUFTE; WEISE MOELLER, 1997);
- Readings in Information Visualization - Using Vision to Think (CARD et al., 1999);
- Information Visualization (SPENCE, 2001);
- Information Visualization - Perception for Design (WARE, 2004).
- Introduction to Information Visualization (MAZZA, 2009);

3.7. DESAFIOS TÉCNICOS

InfoVis apresenta uma série de desafios técnicos a serem superados. Estes desafios são comuns a uma grande variedade de domínios de aplicação e por isso vem ganhando destaque em diferentes pesquisas sobre o tema. Segundo Liu *et al.* (2014) os cinco grandes desafios da área são:

1. Usabilidade: a avaliação de usabilidade de interfaces de sistemas de visualização representa um grande desafio de pesquisa uma vez que elas representam significativas diferenças com relação a outros tipos de interfaces. Projetistas e desenvolvedores de sistemas de visualização necessitam encontrar métodos eficazes de avaliação de usabilidade que são específicos para o campo de visualização e genérico suficiente para uma ampla gama de visualizações relacionadas a aplicações ou a domínios.
2. Escalabilidade: é definida como a capacidade de ferramentas de visualização para exibir efetivamente grandes conjuntos de dados em termos do número de elementos individuais de dados ou quanto as suas dimensões. Na maioria das aplicações a quantidade de dados a serem visualizados é enorme, muitas vezes superior à capacidade de uma tela em várias ordens de magnitude. Para resolver esse problema, os pesquisadores desenvolveram várias técnicas de redução de dados, tais como amostragem, filtragem, agrupamento, escalonamento multidimensional, para citar alguns. Embora essas técnicas tenham obtido algum sucesso, nenhuma delas são adequadas para todas as aplicações.
3. Análise integrada de dados heterogêneos: dados totalmente dinâmicos, heterogêneos e provenientes de distintas fontes é um dos grandes desafios para a versatilidade das aplicações. Com o crescimento da quantidade de dados a tarefa de integração e análise vem ganhando grande importância nas organizações. Esse problema não é simples e hoje não existem técnicas suficientemente interativas para lidar com esse problema.
4. Visualização *in-situ*: é uma maneira de entender e analisar dados com fluxo contínuo (*streaming* de dados). Exemplos típicos destes tipos de dados incluem logs de sistemas, dados de estoque, dados de redes sociais (ex. twitter). A medida que os dados estão sendo produzidos eles devem ser tratados e visualizados. No entanto, não é fácil projetar e desenvolver esse tipo de visualização.

5. Erros e incerteza: dados muitas vezes são incertos e imprecisos. Além disso, a incerteza pode surgir em qualquer fase do processo de visualização. Por exemplo, a transformação ou filtragem dos dados pode introduzir erros e inconsistências na visualização. A fim de reforçar a veracidade da visualização é importante transmitir corretamente os potenciais erros e incerteza para o usuário final. Portanto, faz-se necessário que pesquisadores e desenvolvedores de visualização compreendam quando e por que um método de visualização é mais adequado para uma aplicação do que para outra.

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo buscou-se apresentar as principais definições e conceitos sobre a área de InfoVis, apresentando modelos de referência, critérios para se obter uma visualização útil e categorizações propostas para a classificação das técnicas de visualização. Apresentou-se, também, brevemente a área de Visualização Colaborativa, alguns sistemas e frameworks e os principais desafios técnicos da área.

O levantamento realizado sobre a área de InfoVis serviu como auxilio no desenvolvimento da proposta de solução desta tese. Diante do problema da sobrecarga de informações apresentado no Capítulo 2, o uso de InfoVis pode ser uma abordagem para auxiliar os usuários a explorar, entender e analisar dados, provendo mecanismos que possibilite ao usuário interagir com a informação, explorando-a visualmente (LIU et al., 2014).

4 DASHBOARDS

Este capítulo tece algumas considerações sobre *dashboards*. São descritos os principais fundamentos para o desenvolvimento de um *dashboard* e erros mais comuns cometidos.

4.1. DEFINIÇÃO E CONCEITOS

De acordo Zagorecki *et al.* (2012), a ideia de *dashboard* evoluiu a partir do conceito de sistemas de apoio a decisão que surgiram na década de 1970. Em muitos aspectos, *Dashboards* é simplesmente um novo nome para *"Executive Information Systems – EIS"*. Estes sistemas foram particularmente focados em visualização de dados para apoio a decisão e foram primeiramente desenvolvidos entorno de 1985. Seu propósito era mostrar indicadores de desempenho em uma simples interface para executivos de empresas que, de fato, raramente o utilizavam. De acordo com Few (2013), nessa época a ideia não era prática; principalmente devido a problemas relacionados a atualização e ao manuseio da enorme quantidade de dados disponíveis. Segundo o autor os dados eram por vezes incompletos, não confiáveis e espalhados por diversas fontes. Portanto, na mesma década que o EIS surgiu, ele também entrou em um estado de hibernação, aguardando por uma era onde essas ideias pudessem ser realizadas.

Durante a década de 1990, *data warehousing*, *online analytical processing* – OLAP e eventualmente *business intelligence* – BI trabalharam como parceiras na tentativa de domar o avanço selvagem da era da informação. A ênfase durante estes anos era sobre a coleta, a correção, a integração, o armazenamento e o acesso a informações precisas, oportunas e úteis. Desde a década de 1980 o esforço foi em grande parte focado em tecnologias e, em menor grau, em metodologias necessárias para tornar os dados disponíveis e úteis. Com isso, os beneficiários diretos, foram em sua maioria, os usuários com maior grau de proficiência no uso de computadores, capazes de usar as complicadas ferramentas de navegação nos grandes e, frequentemente complexos bancos de dados.

Também surgiu no início da década de 1990 uma nova abordagem para gerenciamento que envolveu a identificação e uso de indicadores de desempenho (*Key performance indicators – KPIs*). Este método introduzido por Robert S. Kaplan e David P. Norton é conhecido como

Balanced Scorecard (ECKERSON, 2010). De acordo com Few (2013), os avanços em *data warehousing* e o conjunto de tecnologias relacionadas configuram o cenário de interesse atual da gestão através de métricas (não somente métricas financeiras). *Business Performance Management* – BPM tornou-se uma preocupação internacional. Essa infraestrutura construída pelo *data warehousing* e o interesse do BPM em métricas que podem ser facilmente monitorados, impulsionaram novamente a ideia dos *dashboards*.

No final da década de 1990, o conceito de *dashboards* ressurgiu de forma atualizada. O mesmo conceito foi replicado para níveis gerenciais mais baixos e desta vez, provou ser mais útil e aceito pelos usuários potenciais. De acordo com Few (2006a), *dashboards* se tornaram populares após o escândalo da Enron em 2001, entretanto, ainda não existe uma definição clara acerca dos *dashboards*, nem por fornecedores de software nem mesmo por acadêmicos. Os fornecedores de *dashboards* os definem a partir das características que os seus produtos têm. Já os pesquisadores falam sobre diferentes tipos de aplicações do conceito de *dashboard* e em diferentes estágios de seu desenvolvimento (PAUWELS et al., 2009). Neste trabalho, consideraremos a definição proposta por Few (2004):

"Um Dashboard ou Painel de Controle é uma representação visual das informações mais importantes e necessárias para alcançar um ou mais objetivos, consolidadas e organizadas em uma única tela para monitoramento das informações em um relance"

Ao observar está definição pode-se detalhar e identificar as seguintes características:

- *Dashboards são representações visuai*s: a informação em um *dashboard* é apresentada visualmente, geralmente com a combinação de texto e gráficos, mais com maior ênfase sobre os gráficos. *Dashboards* são altamente visuais, o que permite uma amplificação da cognição, ou seja, a capacidade de pensar sobre a informação é ampliada através das representações visuais.
- *Dashboards apresentam as informações mais importantes e necessárias para alcançar objetivos específicos:* geralmente para se alcançar um objetivo são necessários reunir uma série de informações que podem estar de alguma forma relacionadas. Muitas vezes, essas informações são provenientes de diferentes fontes (dentro ou fora da organização) e não possuem um tipo específico. Usuários frequentemente são sobrecarregados por informações irrelevantes. *Dashboards* podem oferecer uma

solução ao problema de sobrecarga de informação, permitindo separar o relevante entre o irrelevante.

- *Dashboards apresentam informações consolidadas e organizadas em uma única tela:* uma das regras essenciais para *dashboards* é que a informação deve aparecer em uma única tela, favorecendo aos usuários ter uma visão geral em um relance. Se um usuário necessita visualizar uma informação e para isso tenha que manipular uma barra de rolagem, ele não terá mais um *dashboard*. Se porventura, o usuário tem que alternar tela a tela para visualizar toda informação, deve ser planejado múltiplos *dashboards* e não somente um.
- *Dashboards são usados para monitorar informações em um relance:* uma característica que descreve quase toda a informação encontrada em um *dashboard* é que ela proporciona uma visão geral. Isso se deve ao fato de que um usuário usando um *dashboard* não pode monitorar todos os detalhes necessários para alcançar seus objetivos. Portanto, um *dashboard* deve ser capaz de rapidamente apontar algo que mereça atenção e que possa exigir uma ação do usuário, de forma tão fácil e simples quanto possível.

Em Few (2013) foram propostos a inclusão de algumas características que contribuem para que os *dashboards* sejam mais eficientes:

- *Dashboards apresentam informações utilizando meios de apresentação claros, resumidos e diretos:* a finalidade é exibir claramente as mensagens sem ocupar muito espaço.
- *Dashboards são customizáveis:* a informação em um *dashboard* tem que ser adaptada aos requisitos de um usuário, grupo ou função.

4.2. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM *DASHBOARD*

Um *dashboard* é uma típica ferramenta para comunicação, no qual o usuário pode obter uma visão geral (estratégica ou operacional) de forma rápida e eficiente para uma determinada situação.

Uma metáfora interessante para *dashboards* é pensarmos em um painel de controle de uma aeronave (Figura 11). Neste tipo de painel as informações devem ser comunicadas de forma

clara e resumidas, diretas ao piloto. Apenas o que é relevante deve ser mostrado, ignorando qualquer distração com alertas ou informações irrelevantes, de forma a garantir o uso seguro da aeronave.

Figura 11 Painel de Controle de uma aeronave

De acordo com Few (2013), frequentemente é mais difícil avaliar o que os usuários precisam em um *dashboard* do que planejar um *dashboard* com base nas necessidades deles. Para o desenvolvimento apropriado de um *dashboard*, assim como qualquer desenvolvimento que envolve interação humana com tecnologia, é necessário entender a atividade cognitiva dos usuários potenciais, além de ter conhecimento do domínio. Few descreve um conjunto de características que afetam a forma como eles devem ser projetados, são eles:

Frequência de atualização

- Diária
- De hora em hora
- Em tempo real

A frequência que uma informação é atualizada pode ter uma influência significativa na forma como um *dashboard* deve ser planejado. No planejamento do *dashboard* o usuário deve ter conhecimento quanto a atualização da informação. Por exemplo, se as informações são atualizadas em tempo real o recomendado é que o *dashboard* seja mais simples, contendo

menos informação do que se fosse atualizado diariamente. Isso se deve ao fato que um usuário não pode receber muita informação de uma só vez para não se sentir sobrecarregado.

Cabe destacar que não é considerado atualização superior a diária. Se as informações acessadas são atualizadas, por exemplo mensalmente, não faz sentido monitorar essa informação de maneira a ter uma percepção da situação em um relance.

Experiência do usuário

- Novato
- Qualificado
- Especialista

A experiência do usuário sem dúvida é um dos critérios mais importantes a ser considerado no planejamento do *dashboard*. Se um usuário é novato o mais recomendado é que ele faça uso de formas de apresentação mais simples. O desejado é que a medida que vai ganhando experiência ele possa sofisticar suas escolhas.

Tamanho da audiência

- Um usuário
- Múltiplos usuários com os mesmos requerimentos
- Múltiplos usuários que necessitam monitorar subconjuntos dos dados

Quanto mais personalizado for o *dashboard* em relação a audiência, mais efetivo ele será. Se o *dashboard* é planejado para uso individual é mais fácil personalizá-lo as necessidades do usuário. Já planejar um *dashboard* para um grupo de pessoas é um grande desafio. Mesmo que os usuários tenham que monitorar as mesmas informações para os mesmos propósitos, suas preferências individuais diferem entre si. Por exemplo, eles podem diferir em relação a experiência ou em relação as preferências de visualização de informações. Neste caso, deve-se ter diferentes versões do *dashboard* de maneira a atender as necessidades específicas de cada usuário. Este desafio pode ser aumentado se considerarmos usuários que possuem os mesmos requerimentos de informações mais estão interessados em diferentes subconjuntos dos dados. Por exemplo, em um cenário de incêndio de grande escala que envolve diversas equipes de bombeiros, cada equipe pode estar interessada em acessar e visualizar informações de uma determinada área em particular. Neste caso, recursos de seleção (como filtros) e visualização

personalizados ao tipo de audiência são úteis pois permitem aos usuários terem foco apenas nas informações que são relevantes ao seu contexto.

Plataforma

- Desktop/laptop
- Web server/browser
- Dispositivos móveis

O uso de desktops/laptops com instalação de software local ainda é muito utilizado como plataforma para hospedar *dashboards* hoje. No entanto, com o amadurecimento das aplicações web novas plataformas se apresentam com recursos muito interessantes. Muitos *dashboards* hoje são hospedados em servidores e visualizados através de web browsers. Neste tipo de plataforma, a centralização de sua instalação e o fácil gerenciamento de acesso por múltiplos usuários tornam sua implantação e manutenção mais simples. Nessa mesma linha o uso de *dashboards* em dispositivos móveis despontam como uma excelente plataforma, pois além das vantagens já citadas possibilita aos usuários a mobilidade de acesso.

Cabe destacar que as três plataformas citadas possuem questões que devem consideradas no seu planejamento. Por exemplo, o uso de *dashboards* em desktops/laptops demandam um maior tempo de implantação e manutenção, visto que deve ser feito de forma individualizada. Isso sem dúvida deve ser levado em conta no planejamento do *dashboard*. Já em *dashboards* utilizados através de web browsers, questões relacionadas ao tempo de feedback ou até mesmo as diferentes versões dos web browsers devem ser consideradas. Por fim, se tratando de *dashboards* utilizados através de dispositivos móveis o tamanho da tela deve ter uma atenção especial. Visto que em decorrência do tamanho da tela a interação e a visualização podem diferir completamente das plataformas anteriores.

Tipo de tela

- Telas de grande proporção
- Tela de tamanho padrão
- Telas pequenas
- Telas de tamanhos variados

O tipo de tela que o *dashboard* será visualizado tem um impacto significativo no seu planejamento. Cada um dos tipos mencionados possui uma série de características que devem

ser consideradas: tamanho, distância de visualização, proporção (largura e altura) e resolução, para citar alguns. A Figura 12 apresenta um exemplo de utilização desses tipos de telas, ao fundo uma tela de grande proporção e a frente desktops alinhados. Neste exemplo, percebe-se que para um mesmo ambiente de aplicação pode ser necessário o planejamento de versões do *dashboard* para telas de tamanhos variados. Esse tipo de planejamento representa ainda um grande desafio a ser superado, pois as soluções atuais muitas vezes sacrificam algumas das características para acomodar a diversidade dos tipos de tela.

Figura 12 Exemplos de uso de diferentes tipos de tela em um Centro de Comando e Controle

Tipos de dados

- Quantitativo
- Não quantitativo

Dashboards são úteis para muitos tipos de trabalhos. Por exemplo, um meteorologista no monitoramento do tempo, equipes de emergência no monitoramento de número de feridos ou desabrigados, CEOs de empresas no monitoramento de indicadores de desempenho, analistas financeiros no monitoramento do mercado de ações, para citar alguns. Todos esses profissionais necessitam monitorar algum tipo de informação específica. Devido à natureza de monitoramento quase toda a informação utilizada em um *dashboard* é do tipo quantitativa. Obviamente, a casos em que os dados são não quantitativos, por exemplo, quando um usuário tem que monitorar os status de uma atividade ou evento.

4.3. ERROS MAIS COMUNS

A preocupação com aspectos superficiais no planejamento de um *dashboard* tem levado a um grande número de problemas potenciais. No trabalho de Few (2006b) são listados treze erros mais comuns, são eles:

ERRO 1: Exceder os limites de uma tela única

Uma das grandes vantagens de um *dashboard* é poder visualizar tudo que necessita consolidado e organizado de uma única vez. Quando um usuário visualiza todas as informações em uma única tela algo poderoso acontece. Por outro lado, algo crítico acontece quando o usuário precisa manipular uma barra de rolagem ou alternar entre janelas.

Exemplos deste erro são mostrados nas Figuras 13 a 15. Na Figura 13 pode-se observar um caso onde a informação está fragmentada no *dashboards*. Isso só seria bom se os usuários não necessitassem visualizar relacionamentos entre as informações. Na Figura 14 as informações sobre vendas diárias foram separadas em um *dashboard* para cada um dos 20 produtos. Se a intenção é visualizar exclusivamente um único produto por vez e nunca comparar as vendas desses produtos, esse *dashboard* não fragmenta os dados de uma forma prejudicial. Já na Figura 15 pode-se observar o problema de ter que rolar a barra de rolagem para visualizar informações relevantes.

Figura 13 Exemplo de informação fragmentada em um dashboard (FEW, 2006b)

Figura 14 Informações sobre diferentes produtos separadas em um mesmo dashboard (FEW, 2006b)

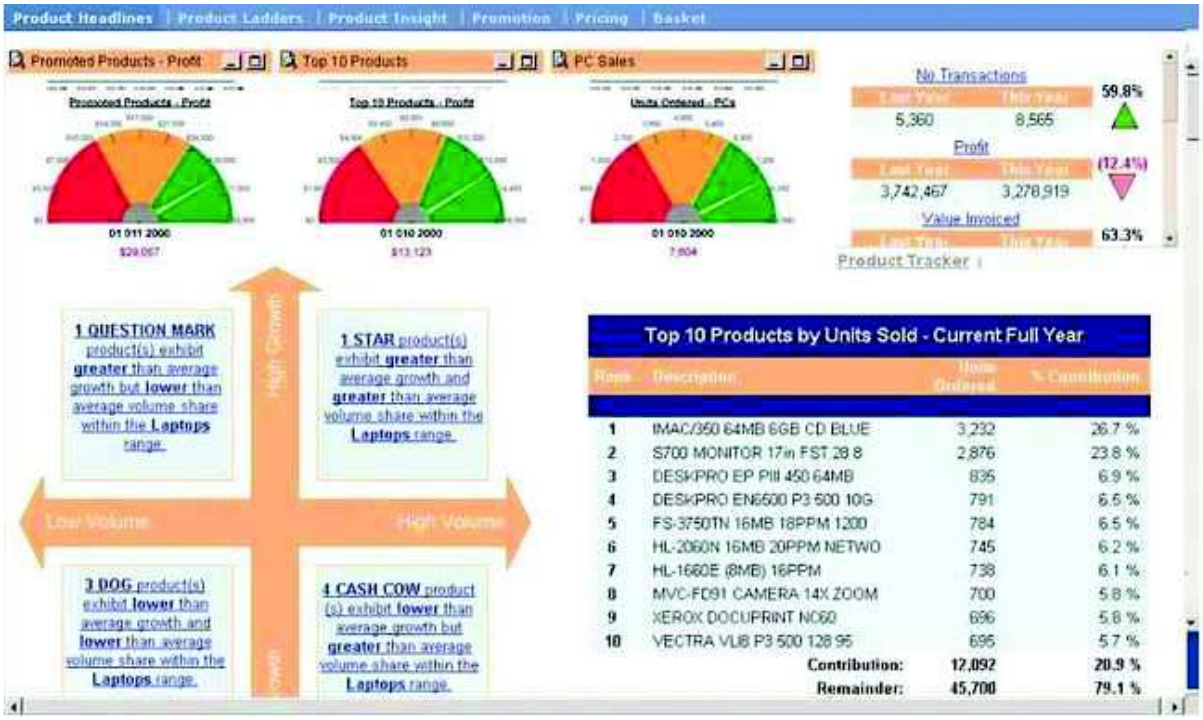


*Figura 15 Dashboard com barra de rol*agem (FEW, 2006b)

ERRO 2: Fornecer contexto inadequado dos dados

Apresentar informações sem que o usuário tenha ciência do contexto é um erro. Qualquer afirmação sem que o usuário saiba do contexto poderá ser desastrosa. A informação certa para a pessoa certa deve ser determinada pelo contexto. É o contexto que permite ao usuário determinar se uma determinada medida é boa ou ruim, ou se as informações indicam o caminho certo. Na Figura 16 pode-se observar um caso em que o contexto poderia ser incorporado de maneira a facilitar a compreensão do usuário. Por exemplo, o indicador de centro nos diz apenas que 7.822 unidades foram vendidas e que este número é bom (indicado pela seta verde). A escala quantitativa destina-se a proporcionar uma aproximação da medida, mas para isso a escala deveria ser marcada com números, que estes indicadores não têm. Se os números estivessem presentes, as posições das setas seriam mais significativas.

Figura 16 Indicadores de um dashboard sem contexto adequado (FEW, 2006b)

ERRO 3: Apresentar excesso detalhes ou precisão

Para que um *dashboard* sirva como uma ferramenta de monitoramento rápido, ele nunca deve exibir informações mais detalhadas do que o necessário. Pode-se observar na Figura 17 destacado em vermelho este erro. Cada informação inútil em um *dashboard* resulta em desperdício de tempo, o que é intolerável quando o tempo é fator essencial para tomada de decisões.

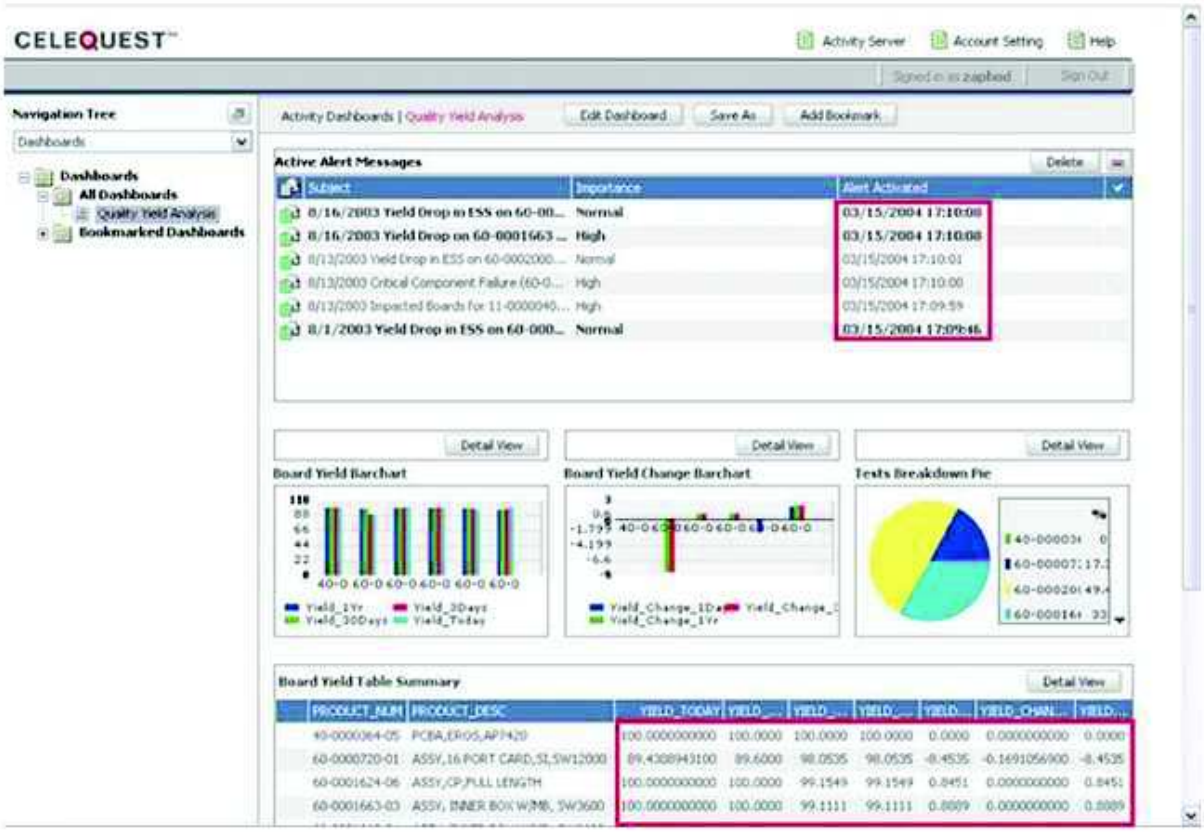


Figura 17 Exemplo de dashboard com informações desnecessárias (FEW, 2006b)

ERRO 4: Expressar medidas ineficientes

Para que uma medida não seja ineficiente é necessário saber o que está sendo medido e em que unidade de medida está sendo expressa. O usuário deve discernir a informação de forma eficiente. Para isso, a informação deve ser clara, resumida e direta. Na Figura 18 pode-se observar um caso em que o usuário precisava saber apenas o grau de diferença entre a receita atual e a orçada. Entretanto, o gráfico apresenta informações adicionais, levando o usuário a focar atenção em medidas irrelevantes.

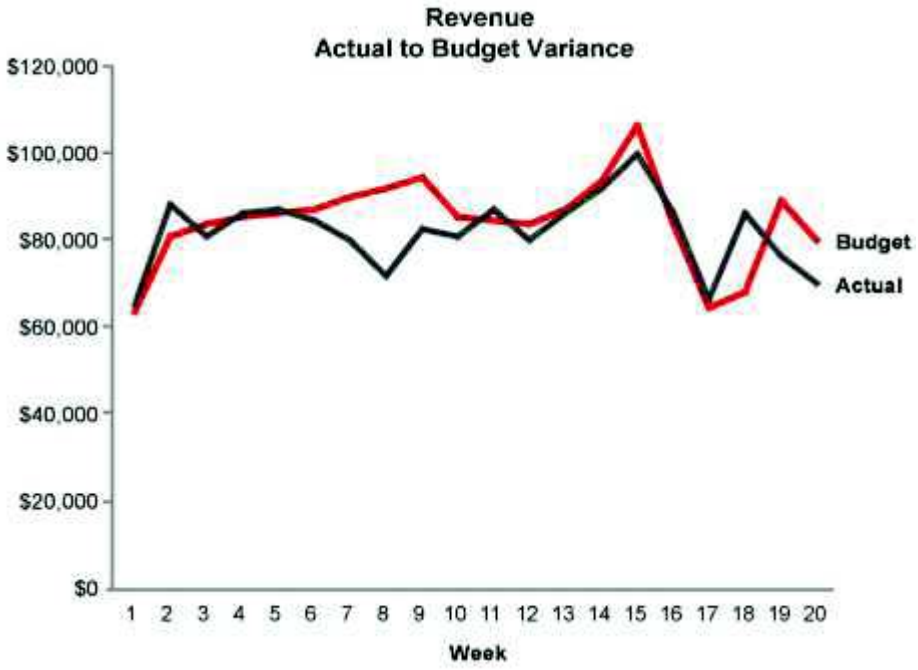


Figura 18 Exemplo de gráfico que não expressa diretamente a mensagem pretendida (FEW, 2006b)

ERRO 5: Escolher mídias de apresentação inadequadas

A escolha inadequada para apresentação da informação é um dos erros mais comuns cometidos. Por exemplo, usando um gráfico quando uma tabela de números poderia funcionar melhor, e vice-versa, é um erro frequente (Figura 19). Neste exemplo, a ausência dos rótulos dificulta o entendimento dos usuários.

Figura 19 Este gráfico ilustra um problema comum com gráficos de pizza (FEW, 2006b)

ERRO 6: Introduzir significados variados

Introduzir uma variedade de formas de apresentação sem nenhum critério está diretamente relacionado com o erro descrito anteriormente. A escolha da forma de apresentação sempre deve estar de acordo com as preferências do usuário. A variedade pode ser bem-vinda desde que o usuário não tenha que desperdiçar tempo e esforço. Na Figura 20 pode-se observar uma confusão visual na exibição de uma mesma informação. Neste caso o usuário tem que utilizar de diferentes estratégias de percepção da informação, o que significa mais tempo e esforço.

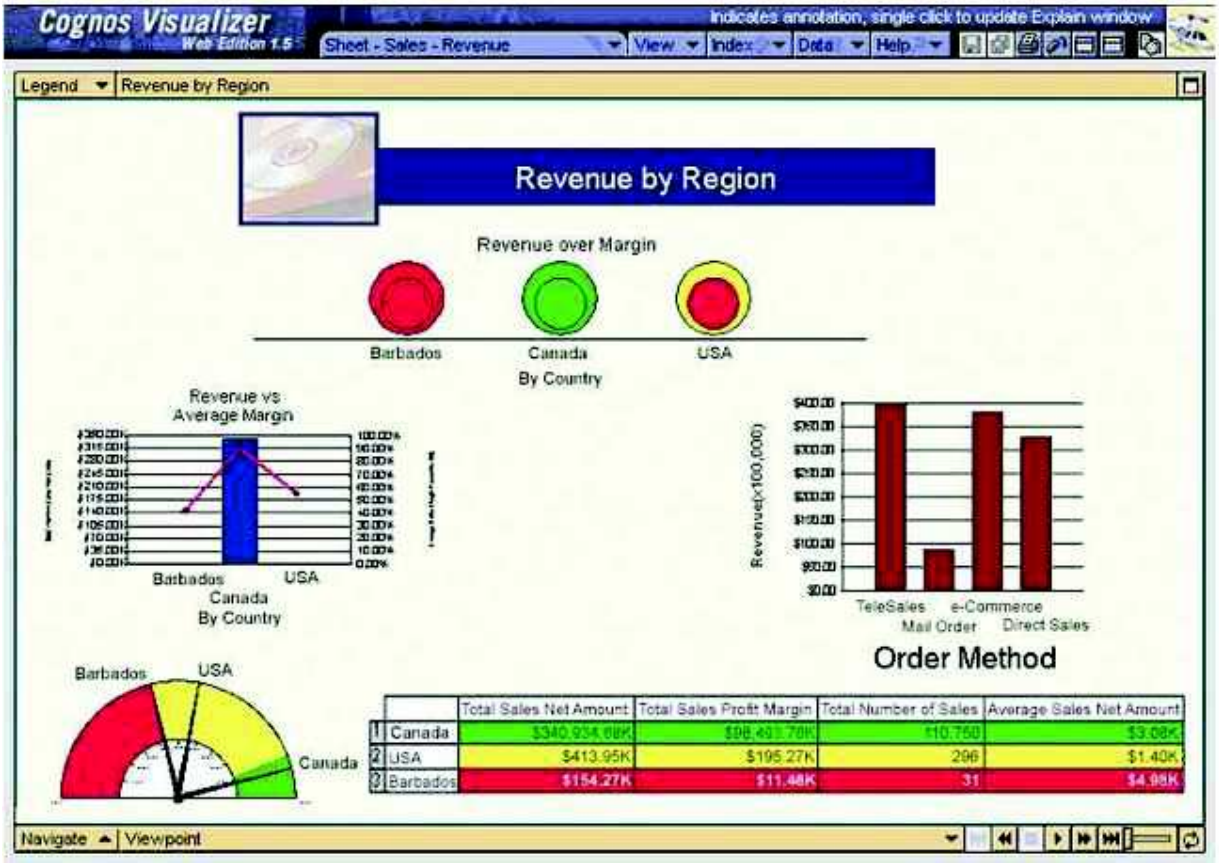


Figura 20 Exemplo de dashboard com uma variedade de formas de apresentação desnecessárias para uma mesma informação (FEW, 2006b)

ERRO 7: Usar formas de apresentação mal projetadas

Além da escolha da forma de apresentação, o design dos componentes deve comunicar de forma clara e eficiente, sem distração. Simples erros de design podem prejudicar

significativamente a comunicação da mensagem. Na Figura 21 pode-se observar um problema de design relacionado a escolha de cores muito semelhantes.

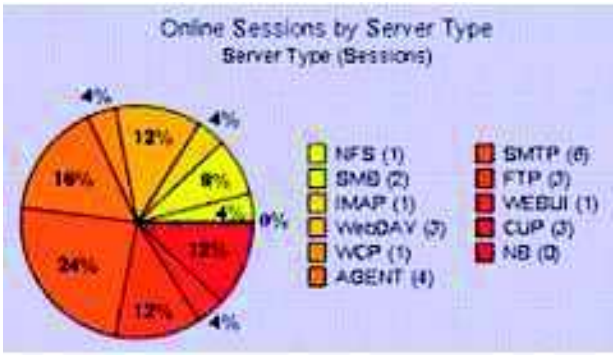


Figura 21 Exemplo de gráfico de pizza com cores muito semelhantes (FEW, 2006b)

ERRO 8: Representar dados quantitativos de forma imprecisa

Ao utilizar um gráfico para comunicar dados quantitativos, os valores são codificados na forma de objetos visuais. Estes objetos visuais devem representar com precisão os valores para que um usuário possa compará-los uns com os outros e assim compreender seus relacionamentos. Entretanto, por vezes essas representações podem ser mal concebidas, exibindo de forma imprecisa as quantidades. Na Figura 22 pode-se observar que a escala foi mal ajustada iniciando de $ 500.000 em vez de $ 0. Esta diferença pode levar o usuário ao erro. Por exemplo, o usuário pode fazer uma suposição errada que a receita do mês de janeiro foi quatro vezes maior que o custo.

Figura 22 Este gráfico de barras apresenta os valores de forma imprecisa ao não começar a escala no zero (FEW, 2006b)

ERRO 9: Organizar mal as informações

Ao projetar um *dashboard* as informações devem estar bem-dispostas na tela. O objetivo não é simplesmente criar um *dashboard* com bom aspecto, mas criar um *dashboard* com informações organizados de maneira que ele possa ser usado facilmente. Para isso, os dados mais importantes devem ser realçados. Além disso, as informações a serem comparadas, devem ser organizadas e visualmente planejadas para encorajar comparações. Na Figura 23 pode-se observar um desiquilíbrio visual em relação a natureza de importância da informação. Por exemplo, as informações na parte superior do *dashboard* são destinadas ao logo e controles de navegação, o que pode ser um grande desperdício de espaço. Além disso, é possível verificar que informações que se referem ao mesmo assunto (velocímetro e gráfico de linhas sobre o tamanho médio dos pedidos) não estão dispostos um ao lado do outro para facilitar a interpretação das informações.

Figura 23 Exemplo de dashboard com informações mal organizadas (FEW, 2006b)

ERRO 10: Destacar informações importantes de forma ineficiente ou não destacar todas as informações

Obviamente espera-se que todas as informações em um *dashboard* sejam relevantes. Entretanto, ao olhar para um *dashboard* o foco de atenção do usuário deve ser imediatamente direcionado para a informação mais importante. Na Figura 24 pode-se observar o erro de não haver um maior destaque para a informação de maior relevância. Onde tudo é visualmente destacado, nada se destaca. Além disso, todos os gráficos são igualmente coloridos, não dando pista sobre qual a informação deveria ser mais enfatizada.

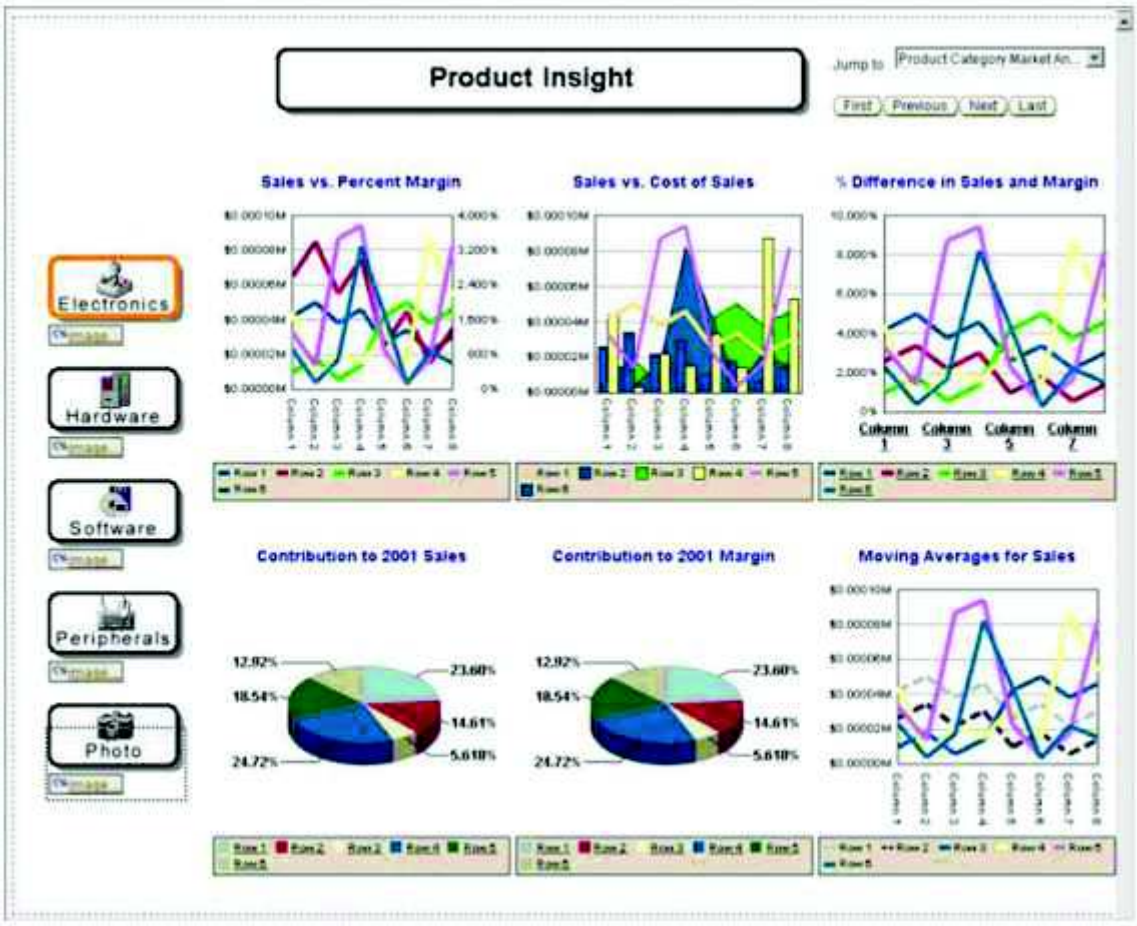


Figura 24 Exemplo de dashboard que não diferencia as informações por sua importância (FEW, 2006b)

ERRO 11: Congestionar a tela com efeitos visuais inúteis

Efeitos visuais inúteis geram distração aos usuários. Na Figura 25 pode-se observar diversos gráficos meramente decorativos. Este tipo de conteúdo visual leva o usuário a desperdiçar tempo no processamento das informações e o distrai para itens que não são relevantes.

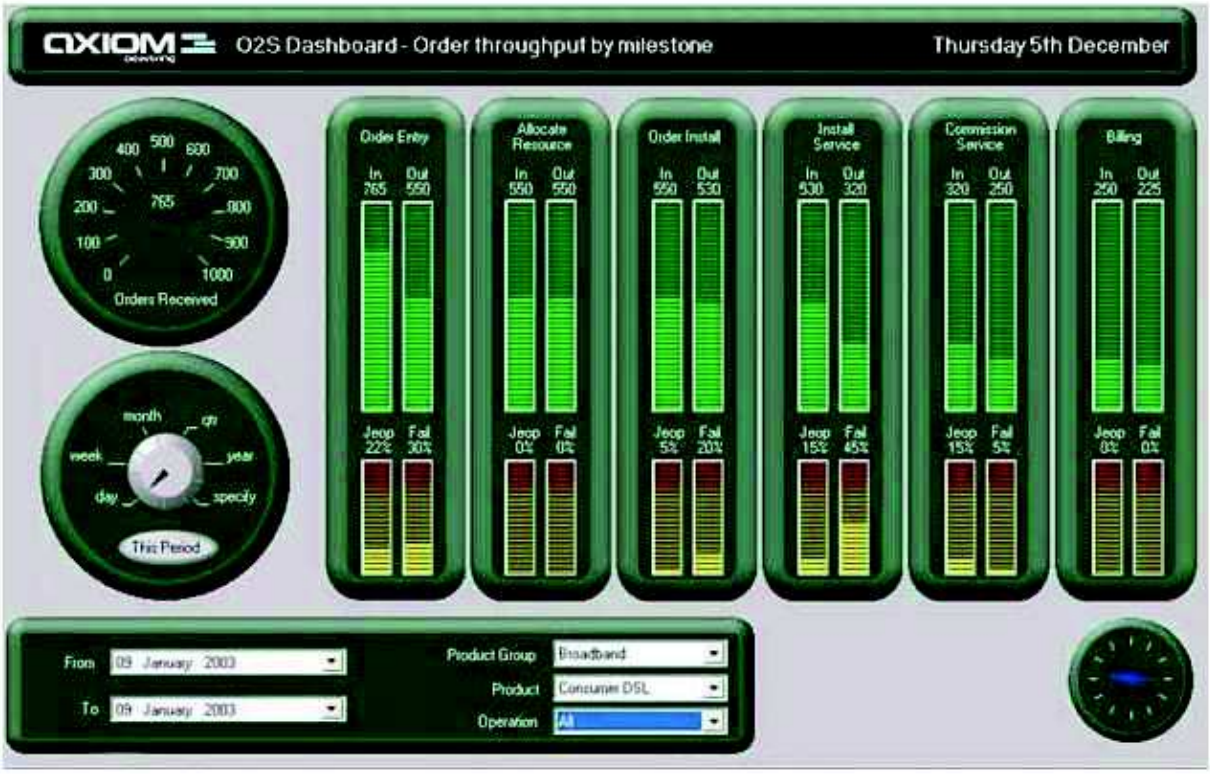


Figura 25 Exemplo de dashboard com efeitos visuais inúteis (FEW, 2006b)

ERRO 12: Mal uso ou uso excessivo de cor

Conforme visto anteriormente, a cor pode ser usada de forma poderosa para destacar informações ou criar uma relação entre os itens individuais e um *dashboards*. Entretanto, o uso de cores é normalmente mal utilizado. Opções de cores devem ser feitas cuidadosamente, com base no entendimento de como as pessoas percebem as cores e nas suas diferenças. Algumas cores são quentes e chamam mais atenção, enquanto outras cores são mais frias e menos visíveis. Quando qualquer cor aparece como um contraste ao usual, a tendência é que os olhos prestem atenção e que o cérebro tente atribuir algum significado a essa diferença. Quando as cores em dois monitores diferentes são os mesmos, a tendência é que se busque relacionar um monitor ao outro. Na Figura 26 pode-se observar um abuso de cores. A forma correta seria manter cores suáveis e neutras, com exceção a intenção de destacar algo importante.

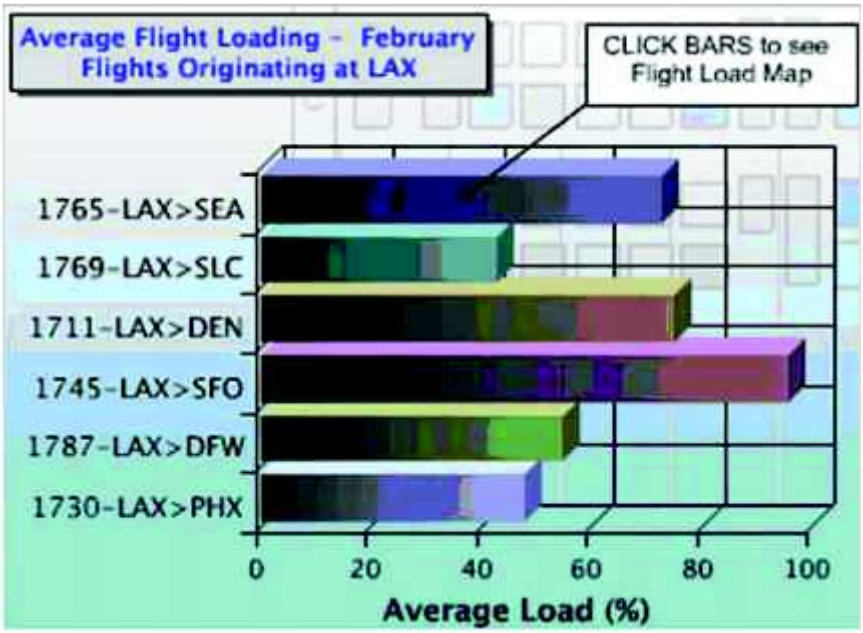


Figura 26 Exemplo de gráfico com abuso de cores (FEW, 2006b)

ERRO 13: Projetar uma apresentação visual pouco atraente

Um *dashboard* deve ser agradável aos olhos do usuário. Apesar de anteriormente ter advertido quanto ao uso de efeitos visuais inúteis. Cabe destacar que se um *dashboard* não é atraente a tendência é que o usuário ache que seu uso não promissor. *Dashboards* devem ser claros, resumidos e diretos, deixando de lado qualquer outra informação que possa ofuscar o que é mais importante para o usuário. Na Figura 27 pode-se observar um exemplo de *dashboard* pouco atraente, sem nenhum atrativo visual.

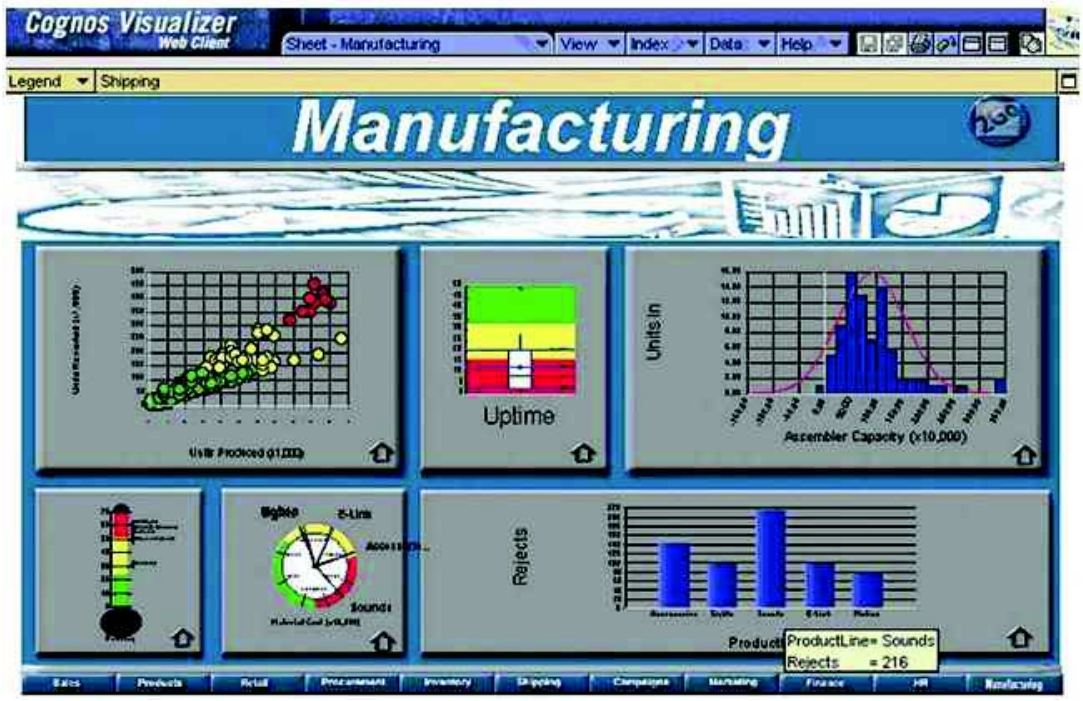


Figura 27 Exemplo de um dashboard com apresentação visual pouco atraente (FEW, 2006b)

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentadas algumas considerações sobre como planejar um *dashboard*. Um *dashboard* deve ter como objetivo fundamental a comunicação. Outra característica importante para um *dashboard* é que ele seja personalizável e adaptável, para que possa cumprir os objetivos dos seus usuários (HORITA et al., 2014). Ele deve conter todas as informações vitais consolidadas e organizadas em uma única tela, utilizando-se de uma interface simples e clara para que um usuário comum possa monitorar informações com um piscar de olhos.

No próximo capítulo será abordado a proposta de solução desta tese. A escolha de incluir um *dashboard* como parte da proposta de solução se justificou pelo interesse de apresentar ao usuário todas as informações do seu interesse de uma única vez, permitindo que ele obtenha conclusões rapidamente e reduza o problema da sobrecarga de informações.

Levando em consideração que em contextos específicos o usuário deve determinar quais informações são interessantes e como elas devem ser apresentadas a ele, será apresentado uma abordagem e sistema que permitirá ao usuário focar apenas nas informações relevantes e, por conseguinte reduzir a sobrecarga de informações.

5 ESTUDO EXPLORATÓRIO

Neste capítulo será detalhado um estudo exploratório que sinaliza evidências do problema de sobrecarga de informações em um cenário real. O estudo foi realizado no Centro Integrado de Comando e Controle da cidade do Rio de Janeiro (CICC-RJ) em 2014 e 2015.

O estudo envolveu diversas técnicas, como: observação *in loco*, análise de documentos e entrevistas semiestruturadas com gestores. A partir deste estudo foi possível ratificar se as teorias e conceitos abordados nos Capítulos 2 a 4, poderiam ser aplicadas neste contexto. Além disso, o estudo serviu para identificar requisitos essenciais para a solução proposta.

5.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO EXPLORATÓRIO

Dentre os diferentes domínios que possuem os problemas mencionados nessa tese foi escolhido a área de Gestão de emergência como domínio de aplicação. Segundo Haddow, Bullock e Coppola (2007), chama-se Gestão de emergência a disciplina que aplica ciência e tecnologia para lidar com situações adversas que exigem respostas imediatas para minimizar consequências. Estas situações podem ser naturais ou geradas pelo homem, mas exigem uma resposta para proteger a vida e a propriedade.

As atividades da Gestão de emergência são distribuídas em quatro fases (Figura 28) que se relacionam de forma cíclica: mitigação (*mitigation*), preparação (*preparedness*), resposta (*response*) e recuperação (*recovery*) (MILETI, 1999; FEMA, 2013).

Figura 28 Ciclo de Gestão de Emergência

De uma forma geral, qualquer que seja a fase da gestão de emergência, as decisões são tomadas a partir de informações provenientes de diferentes fontes e nos mais diversos formatos (CORDEIRO et al., 2014). Essas informações precisam ser acessadas, combinadas e visualizadas de forma adequada para evitar a falta de informação, bem como a sobrecarga de informações. A própria informação nesse cenário pode evoluir dinamicamente: informações novas ou mais precisas podem se tornar disponíveis, enquanto informações já conhecidas podem ser confirmadas ou refutadas (COMES et al., 2012).

Normalmente, as organizações de emergência utilizam modelos de gestão baseados em uma estrutura de Comando e Controle (QUARANTELLI, 1998). De forma simplificada esta estrutura pode ser dividida em dois grupos:

1) O primeiro grupo, conhecido como primeiro socorrista, trabalha na linha de frente da emergência, resgatando vítimas, fornecendo assistência médica, e orientando as pessoas, entre outras atividades;
2) O segundo grupo é chamado de Comando e geralmente está localizado em uma sala ou um centro de controle. O objetivo do comando é avaliar os riscos e tomar decisões, bem como acompanhar o andamento das atividades. Este grupo pode ser também localizado em unidades móveis, chamada “posto de comando”, no qual há um indivíduo, na posição de operação ou chefe comandante de operação.

No intuito de obter um maior aprofundamento no domínio e identificar evidências do problema abordado na tese, foi estudado o cenário formado pelo grupo (2), onde os usuários (operadores de emergência e/ou gestores) estão localizados em uma sala ou centro de comando.

A gestão da informação em salas ou centros de comando vem passando por uma revolução em termos de fontes de informação disponíveis. Em muitos cenários, os gestores de emergência podem acessar grandes e diversificadas bases de dados, e facilmente obter uma grande quantidade de informações. No entanto, parte desta informação pode ser irrelevante, o que provoca a sobrecarga de informações (COMES et al., 2012).

Em situações de emergência, a sobrecarga de informações deve ser evitada, mas sem restringir o acesso à informação (ENGELBRECHT et al., 2011). Gestores de emergência devem focar somente no que é relevante dentro do seu contexto. Ou seja, é o gestor quem define o que é

importante ao executar uma determinada atividade. Mesmo quando os gestores têm uma visão consolidada das informações, a maioria das soluções disponíveis fornecem pouca ou nenhuma personalização na sua seleção e visualização. Assim, novas necessidades de informação ou de visualização não são levadas em conta, fazendo com que o gestor divida o foco de sua atenção em outros sistemas de informação.

O problema supracitado foi evidenciado em um cenário real de comando e controle (C2). No período de 2014 e 2015 foi realizado um estudo exploratório no Centro Integrado de Comando e Controle do Rio de Janeiro (CICC-RJ). Neste estudo, constatou-se que os gestores de emergência são frequentemente sobrecarregados com relatórios e dados fornecidos por sistemas de informação distintos que competem por sua atenção.

O Centro Integrado de Comando e Controle (CICC), tal como foi concebido pelo Ministério da Justiça do Brasil, é uma estrutura em que se possibilita a integração dos serviços de vários órgãos, no caso específico de um aparato de defesa social, onde se realizam ações conjuntas, cooperativas e com caráter gerencial horizontalizado (BRASIL, 2010)

No Brasil, catalisados pelos megaeventos (Visita do Papa Francisco, Copa do Mundo 2014, Olimpíadas 2016, para citar alguns) e pela crescente “modernização tecnológica” da segurança pública, foram construídos CICCs em 12 capitais, representando dessa forma um dos maiores investimento em segurança (CARDOSO, 2013). No presente estudo foi analisado o CICC-RJ.

O CICC-RJ é o principal elemento na coordenação das ações de segurança para grandes eventos no estado do Rio de Janeiro. Ele integra agências de serviços públicos, diversos monitores para suporte à segurança, acesso integrado as chamadas de emergência, além de concentrar as ações tomadas pelas agências Federais, Estaduais e Locais (FILHO et al., 2014). CICC-RJ é um novo centro de C2 com base no Modelo C2 (BUILDER et al., 1999).

O espaço físico do CICC-RJ é dividido conforme a Figura 29, sendo representadas as diversas instituições oficiais responsáveis pela segurança pública e “defesa social”: SAMU, Corpo de Bombeiros, CET-Rio, Polícia Rodoviária Federal, Guarda Municipal, Defesa Civil e as polícias civil e militar. Na ocorrência de crises a serem gerenciadas ou durante a realização dos grandes eventos, na sala preparada para esse intuito também estariam presentes representantes da Polícia Federal, da Abin e das Forças Armadas.

Figura 29 Planta baixa do segundo pavimento do CICC-RJ

O CICC-RJ contém, dentro do mesmo prédio, 3 diferentes esquemas de funcionamento, que correspondem a espaços separados e com dinâmicas bastante diferentes. No CIODS (Centro Integrado de Operações em Defesa Social), localizado no segundo andar do prédio e funcionado em tempo integral, são executadas as atividades cotidianas de segurança. Já o CIOC (Centro Integrado de Operações Coordenadas) é instalado apenas sob demanda, seja na ocasião de algum evento regular importante (réveillon, carnaval, eleições, por exemplo), ou quando uma operação mais significativa requer a ação integrada, ou coordenada, de diferentes órgãos, agências e instituições. Quando em operação, o CIOC ocupa o terceiro andar do prédio, onde está localizada a Superintendência de Comando e Controle (SCC), setor responsável pelas operações, pelo comando e funcionamento diário do CICC. O terceiro esquema de funcionamento é o GGC (Gabinete de Gestão de Crises), a ser instalado apenas em situações imprevistas e de grande magnitude, e composto sempre por importantes autoridades (Secretário de Segurança, Governador, Ministro da Justiça ou Presidente da República). Pelas características de sua instalação e atuação, o GGC tende a ter curta duração.

A Figura 30 mostra uma das salas utilizadas para monitoramento e treinamento de pessoal (simulações).

Figura 30 Sala com telas para monitoramento

O estudo exploratório foi realizado em diversos momentos de interação com os gestores e operadores de emergência do CICC-RJ. Ao total, foram realizadas cinco participações como observador. Destas participações, duas foram durante simulações com operadores do CBMERJ. Os documentos obtidos foram fornecidos pelos gestores do CICC-RJ, além disso, o pesquisador teve acesso a artigos científicos no qual o CICC-RJ foi objeto de estudo e documentos do Ministério da Justiça - Secretaria Extraordinária de Segurança para Grandes Eventos.

Já as entrevistas foram realizadas com três gestores do CICC-RJ. Os resultados dessas etapas serão detalhados a seguir.

5.1.1. **[OB] Observação *in-loco***

Nas observações a preocupação era de não interferir nas atividades realizadas pelos gestores e operadores de emergência. Durante as observações *in loco* foram acompanhadas as ações dos operadores de emergência em situações rotineiras e a preparação para o monitoramento de situações de emergência com alto impacto social, como megaeventos, catástrofes naturais, manifestações sociais, para citar alguns.

Já as simulações, foram realizadas com alunos da escola de oficiais do CBMERJ. As simulações eram uma atividade do curso de formação e tinham como objetivo disseminar a

cultura do CICC-RJ na formação de futuros gestores de emergência. Todas as simulações foram gravadas de maneira a servir como insumo para análises e pesquisas posteriores.

A Tabela 4 mostra alguns dos resultados destas observações.

Tabela 4 Resultados das Observações in loco

Código	***Resultados***
OB1	A integração de diferentes agências em um mesmo lugar não significa que os bancos de dados serão completamente compartilhados. Este ponto é crítico, pois existem várias questões sobre a preservação de informações confidenciais de cada agência.
OB2	Apesar do nome CICC sugerir integração, ainda são poucas as ferramentas que viabilizam integração entre as agências.
OB3	Às vezes, os gestores de emergência receber mais informações do que podem absorver, pois não têm a capacidade e os recursos disponíveis para processá-las.
OB4	Mesmo com todo o aparato tecnológico disponível, o monitoramento de informações depende de mediadores humanos e sua capacidade interpretativa.
OB5	As ferramentas de visualização existentes têm poucos mecanismos para a personalização.
OB6	Durante uma emergência, as decisões devem ser tomadas rapidamente usando a melhor informação disponível.
OB7	A informação não é compartilhada de forma estruturada entre as agências.
OB8	Em algumas situações, é necessária a capacidade de colaborar na mesma tela. Em outras situações, os gestores precisam trocar pontos de vista entre si.

5.1.2. **[AD] Análise de documentos**

Uma análise de documentos foi realizada a fim de encontrar evidências sobre os procedimentos adotados pelo CICC-RJ: estrutura C2, resolução de conflitos, limites de operação das agências, horário de trabalho, comunicação (modos, meios, procedimentos, etc.), infraestrutura, etc. Estes procedimentos foram publicados pela Secretaria Extraordinária de Segurança para Grandes Eventos (SESGE) por meio da divulgação do Planejamento estratégico de segurança para a Copa do Mundo FIFA Brasil 2014[2] (BRASIL; SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DE SEGURANÇA PARA GRANDES EVENTOS, 2012). Além disso, conforme já mencionado o pesquisador teve acesso a artigos científicos no qual o CICC-RJ foi objeto de estudo.

A análise dos documentos oficiais que tratam do planejamento estratégico foi uma maneira de ter acesso aos objetivos da SESGE, no que tange os procedimentos previstos para a segurança pública e o papel dos CICCs. Já os artigos científicos possibilitaram ao pesquisador ter uma visão geral sobre como as pesquisas acadêmicas vem sendo conduzidas no âmbito do CICC-RJ. Dessa forma, o levantamento nos permitiu estabelecer a base teórica necessária para a compreensão do domínio e ajudou na preparação e condução das entrevistas.

5.1.3. **[ES] Entrevistas semiestruturadas**

Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com três representante da coordenação do CICC-RJ. A duração média das entrevistas foi de aproximadamente 70 minutos. O objetivo das entrevistas foi conhecer a estrutura do CICC-RJ, o processo de tomada de decisões, sistemas de visualização disponíveis, desafios que enfrentam, além de verificar os apontamentos sinalizados durante as observações *in loco*. As perguntas da entrevista foram previamente desenvolvidas pelo pesquisador com o objetivo de obter os requisitos. A Tabela 5 apresenta algumas dificuldades relacionadas com o problema da sobrecarga de informação recolhidos a partir das entrevistas.

[2] Doravante PESCM14.

Tabela 5 Resultados das entrevistas - estudo exploratório

Código	***Resultados***
ES1	Existe dificuldade em decidir o que deve receber atenção e obter as principais informações de interesse em tempo hábil de acordo com o contexto.
ES2	Falta habilidade e/ou recursos para adicionar valor à informação que pode ser perdida ou não reconhecida.
ES3	Sobrecarga de informação aumenta quando os relatórios são mal concebidos no que diz respeito à forma como a informação é apresentada.

5.2. REQUISITOS ESSENCIAIS

Para desenvolver a proposta da tese um conjunto de requisitos essenciais foram elicitados a partir dos resultados obtidos em [OB], [LB] e [ES]. Estes requisitos foram agrupados em aspectos de maneira a simplificar o entendimento.

O aspecto Integração de dados diz respeito a necessidade de integração dos diversos recursos disponíveis, tais como sistemas de telecomunicações, de informática e dos bancos de dados. Essa integração possibilitará uma atuação mais adequada das equipes atuantes em qualquer que seja a fase da emergência. É importante destacar que no caso específico do CICC a integração de alguns sistemas de informações não significou a abertura completa dos bancos dados. Além disso, questões tecnológicas relacionadas a este aspecto, ainda carecem de uma maior discussão entre as próprias agências de emergência.

O aspecto Contexto está relacionado ao foco de atenção atual do usuário. Já o aspecto Visualização e interação do usuário diz respeito a necessidade de ter uma representação gráfica e interativa de um conjunto de informações. Por fim, o aspecto Colaboração está relacionado a colaboração de diferentes equipes e agências através de trocas de informações e visualizações.

A Tabela 6 apresenta estes requisitos e a sua relação com os resultados descritos anteriormente na Seção 5.1.

Tabela 6 Requisitos essenciais

Aspectos	***Requisitos***	***Resultados***
Integração dos dados	A solução deve permitir a integração de dados dinâmicos, heterogêneos, a partir de diferentes fontes. Tais como: como relatórios de sistemas legados, informações meteorológicas, avisos de enchentes, câmeras locais, sensores ou qualquer outro recurso disponível. É essencial controlar e organizar as informações. É necessário criar um arcabouço comum para coleta e tratamento dos dados, bem como para a agregação de novas fontes. A solução deve fornecer critérios para classificar a qualidade da informação.	*OB1, OB2, AD.*
Contexto	A solução deve levar em conta o contexto do usuário através da personalização de funções de seleção e de visualização. A solução deve permitir a criação de novas informações (por meio de operações analíticas) a partir de fontes de dados existentes.	*OB3, AD, ES1, ES2.*
Visualização e interação do usuário	A solução deve permitir a troca de visualizações de acordo com o contexto. A solução deve permitir a visualização de diferentes níveis de detalhe da informação.	*OB4, OB5, OB6, AD, ES3.*
Colaboração	A solução deve permitir a colaboração através da troca de informações e visualizações. Além de permitir o controle compartilhado em algumas situações.	*OB7, OB8.*

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo exploratório realizado no Centro de Comando e Controle Integrado do Rio de Janeiro (CICC-RJ), foram encontradas evidências do problema de sobrecarga de informação e verificou-se que o sucesso dos gestores depende de ter a informação certa disponível no momento certo, na forma de apresentação certa. Este estudo foi publicado em Nascimento et al. (2016).

No modelo atual dos CICCs, os operadores de emergência acessam e visualizam o mesmo espaço de informação ao mesmo tempo, muitas vezes ignorando informações que podem ser relevantes no processo de tomada de decisão. Na maioria das vezes, as informações são utilizadas sem um refinamento e a visualização das informações são pré-definidas em tempo de projeto, ambos sem nenhum tipo de personalização. Além disso, foi identificado que os operadores de emergência recebem mais informações do que conseguem absorver, não tendo capacidade e recursos disponíveis para processá-las, caracterizando desta forma o problema de sobrecarga de informação.

O estudo permitiu elicitar requisitos essenciais para a solução do problema abordado nesta tese, além de permitir avaliar quais teorias ou conceitos existentes poderiam ser aplicados ao problema ou se seriam necessários desenvolver novas abordagens.

A pesquisa exploratória permitiu ao pesquisador perceber que a “modernização tecnológica” dos Centros de Comando e Controle abre espaço para diversas outras pesquisas científicas.

Com base nos estudos do campo teórico e no estudo exploratório, a arquitetura conceitual apresentada no Capítulo 6 foi proposta. Esta arquitetura permite a um gestor selecionar informações de interesse e suas formas de apresentação de acordo com seu contexto, além disso a arquitetura propõe a inclusão de mecanismos para a colaboração.

6 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Neste capítulo será detalhada a proposta de solução frente ao problema da sobrecarga de informações. A solução proposta leva em consideração que a partir de um conjunto de dados disponíveis, um usuário selecione somente informações do seu interesse. Essas informações podem ser combinadas/adequadas e então, mapeadas para uma ou mais visualizações a compor um *dashboard*. Todo o processo é interativo, permitindo ao usuário redefinir sempre que necessário o seu *dashboard*.

No intuito de apresentar a proposta de solução são descritas duas arquiteturas. A primeira arquitetura é conceitual e está relacionada a abordagem da tese. A arquitetura conceitual fornece uma visão sistemática que vai da organização dos dados até a escolha das formas de apresentação apropriadas ao contexto do usuário. Esta arquitetura é comparável aos modelos de referência de InfoVis descritos no Capítulo 3. Já a segunda arquitetura é a de software. Esta arquitetura descreve a estrutura do sistema em termos de componentes de software e as escolhas tecnológicas para a implementação do sistema.

6.1. DESCRIÇÃO DE UM CENÁRIO DE USO

Para ilustrar a aplicabilidade da abordagem e ajudar na compreensão deste trabalho esta seção apresenta um cenário em forma de uma pequena história fictícia.

"Coronel Ailton é o coordenador da Defesa Civil da cidade do Rio de Janeiro. Uma de suas atribuições é monitorar o impacto das chuvas e seus riscos eventuais (enchentes, instabilidade de encostas, etc.) para prevenção de desastres naturais.

Para o monitoramento das chuvas sua equipe instalou em alguns pontos da cidade medidores pluviométricos automáticos que enviam os dados via GPRS a cada 15 minutos. Os dados enviados são: data, hora, precipitação e local da estação pluviométrica.

De acordo com o Coronel Ailton acima de 25mm em um dia, já é motivo de preocupação, apesar de o risco variar de acordo com as características do local (ex. se é plano e com boa drenagem ou íngreme e com muita ocupação).

Para o Coronel esses dados são úteis não apenas para a Defesa Civil, mas também para diversos órgãos da Prefeitura que precisam estar preparados para tomar decisões e orientar a população".

Por meio do cenário de uso apresentado é possível identificar que existe a necessidade de transformação dos dados recebidos e monitoramento por meio de relatórios. Este cenário será utilizado nos exemplos da arquitetura conceitual (Seção 6.2) e na arquitetura de software (Seção 6.4).

6.2. ARQUITETURA CONCEITUAL

A arquitetura conceitual apresenta o processo de seleção e apresentação de informações em um *dashboard* através de uma transição entre modelos (Figura 31). Para a arquitetura conceitual tomou-se como base os modelos de referência de InfoVis descritos no Capítulo 3, bem como os apontamentos do estudo exploratório descritos no Capítulo 5. Cada um desses módulos será detalhado nas próximas subseções.

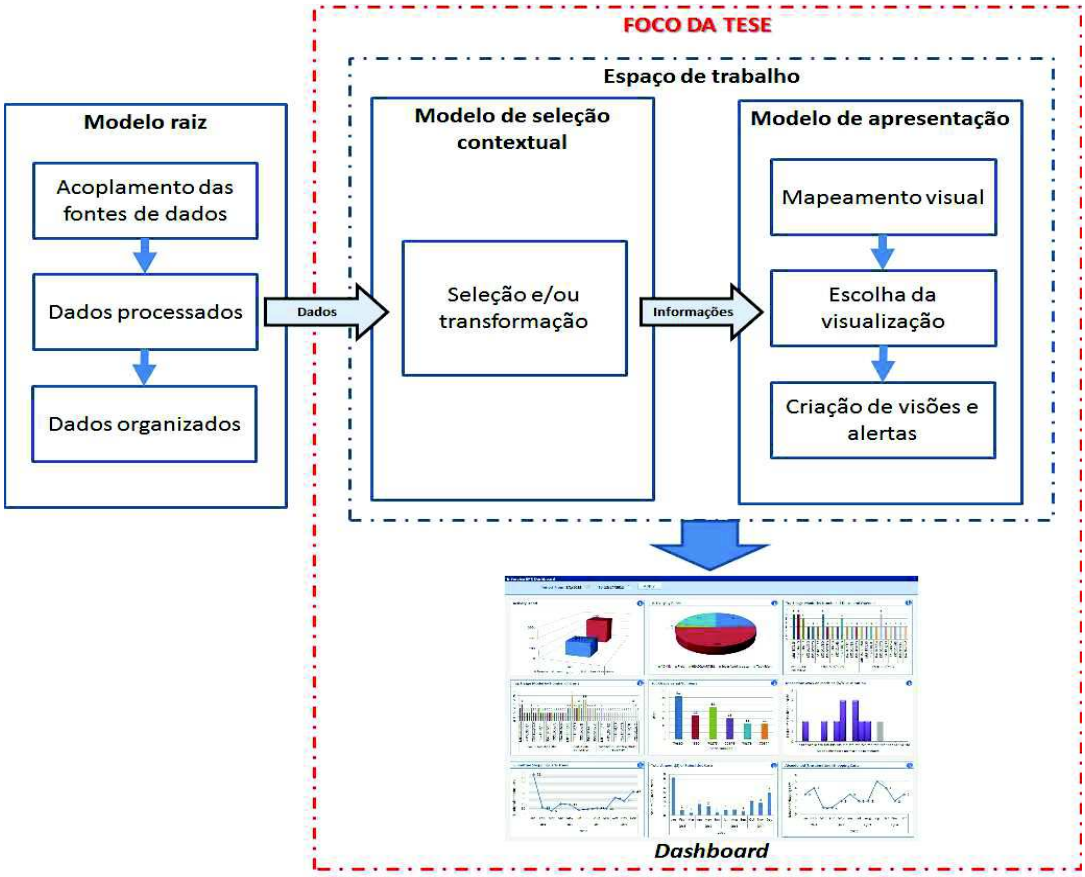


Figura 31 Arquitetura Conceitual (proposta pelo autor)

6.2.1. **Modelo raiz**

O modelo raiz representa todos os dados disponíveis no domínio em seu estado bruto. Geralmente, esses dados fazem parte das bases de conhecimento de diversos sistemas computacionais ou são carregados pelo próprio usuário. Este modelo é dividido em etapas, conforme a Figura 32.

Figura 32 Etapas do modelo raiz

O conjunto de dados brutos coletados pode ser totalmente dinâmico, heterogêneo e proveniente de distintas fontes. Esses dados podem conter datas, medidas, códigos, descrições, imagens, vídeos, entre outros. Diferentes entidades, atributos e relacionamentos podem estar representados nesse conjunto de dados. Portanto, devido a essas características torna-se necessário a realização de etapas de processamento e organização dos dados, de forma que alguma informação possa ser obtida por uma consulta. Cabe destacar que nesta tese o enfoque não é na realização dessas etapas. Dessa forma, partimos do princípio que os dados foram acoplados, devidamente processados e organizados. Entretanto, se estamos a fazer declarações com alguma generalidade, temos de ser capazes de caracterizar os dados que podem existir.

Baseando-se no cenário de uso apresentado, a Tabela 7 mostra dados brutos armazenados em forma de tabela de dados. O uso de tabelas é apenas uma simplificação, pois os dados podem ser representados em outros tipos de estrutura de dados, dependendo da aplicação.

Tabela 7 Dados pluviométricos (dados brutos)

Data	Hora	Precipitação (mm)	Local
01/01/2014	00:00	0,2	Campo Grande
01/01/2014	00:00	0,3	Recreio
01/01/2014	00:00	0	Barra
01/01/2014	00:15	0,2	Campo Grande
01/01/2014	00:15	0,3	Recreio
01/01/2014	00:15	0	Barra
01/01/2014	00:30	0,4	Campo Grande
01/01/2014	00:30	0,3	Recreio
01/01/2014	00:30	0,2	Barra
01/01/2014	00:45	0,4	Campo Grande
01/01/2014	00:45	0,2	Recreio
01/01/2014	00:45	0,1	Barra
01/01/2014	01:00	0,3	Campo Grande
01/01/2014	01:00	2	Recreio
01/01/2014	01:00	0	Barra
01/01/2014	01:15	0,8	Campo Grande
01/01/2014	01:15	3	Recreio
01/01/2014	01:15	0,1	Barra
(...)	(...)	(...)	(...)

6.2.1.1. Caracterização dos dados (ou informações)

De acordo com Valiati (2008), dados descrevem fenômenos (ou processos) ou entidades que são objeto de estudo ou análise. Estes correspondem a atributos (ou variáveis) que podem ser caracterizados de acordo com diferentes critérios. Cada atributo pode ser armazenado em uma estrutura de dados e ser classificado de acordo com sua semântica e com suas dependências funcionais em relação a outros atributos.

A caracterização de dados é de grande importância e deve ser a consideração inicial a ser feita no processo de escolha de uma visualização. Nesta tese consideraremos os critérios definidos por Freitas Freitas e Wagner (1995). Exemplo desta caracterização pode ser encontrado na Tabela 8.

Tabela 8 Caracterização dos dados (ou informações) (FREITAS; WAGNER, 1995)

Critério	Classe	Exemplo
Classe de Informação	Característica	Gênero
	Escalar	Temperatura
	Vetor	Grandeza física associada a um fluído
	Tensor	Grandeza física associada a um fluído
	Relacionamento	*Link* num hiperdocumento
Tipo dos valores	Alfanumérico	Gênero
	Numérico	Temperatura
	Símbolo	*Link* num hiperdocumento
Natureza do domínio	Discreto	Marcas de automóvel
	Contínuo	Superfície de um terreno
	Contínuo-Discretizado	Anos (tempo discretizado)
Dimensão do domínio	1D	Medida de uma grandeza no tempo
	2D	Superfície de um terreno
	3D	Volume de dados médicos
	n-D	Dados de uma população

Segundo os autores um primeiro critério para caracterizar atributos é a **Classe de informação** que representam. Os atributos podem representar uma característica, categoria, atributo nominal ou ordinal, no qual simbolizam valores pertencentes a um grupo restrito de elementos, podendo ou não representar uma ordem entre seus elementos. Atributos também podem representar uma propriedade expressa através de uma grandeza, ou seja, podem representar uma propriedade com valores escalares, vetoriais, ou tensoriais, que assumem valores inteiros ou reais dentro de um certo intervalo. Por fim, atributos também podem representar a existência de relacionamentos (hierarquia ou ligação).

O critério **Tipo de valores** diz respeito aos tipos primitivos que os atributos podem assumir, ou seja, se os atributos podem assumir valores alfanuméricos ou numéricos, dentre uma enumeração finita ou infinita, ou podem ser compostos de valores simbólicos, representando a identificação de uma entidade ou fenômeno associado.

Os dados também podem ser classificados de acordo com a **Natureza do domínio**, no qual sinaliza se o dado está definido em um domínio discreto, restrito ao um conjunto finito ou infinito de elementos, em um domínio contínuo ou em um domínio contínuo-discretizado. Por

fim, o dado pode ser classificado quanto ao critério de **Dimensão do domínio**. A dimensionalidade pode definir tanto o número de dimensões do espaço-domínio (unidimensional – 1D, bidimensional – 2D, tridimensional – 3D ou n-dimensional – nD), quanto o número de atributos de uma entidade.

Cabe ressaltar que outras características também podem ser consideradas como: frequência de atualização, fontes dos dados, entre outros.

6.2.2. **Modelo de seleção contextual**

O modelo de seleção contextual contém informações provenientes do modelo raiz. A partir deste modelo utilizaremos o termo informações e não dados, uma vez que neste modelo os dados brutos são organizados para um propósito particular, ou seja, existirá uma hierarquia de agregação de valor, a fim de obter a geração do conhecimento.

As informações que compõe esse modelo podem ser obtidas através de seleção explícita e/ou transformações (Figura 33).

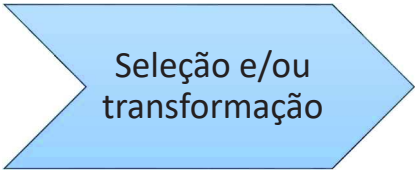


Figura 33 Etapa do modelo de seleção contextual

Neste modelo é o usuário quem seleciona as informações do seu interesse de acordo com seu contexto, que é representado pela sua tarefa, disponibilidade dos dados, bem como as suas preferências individuais. Quanto aos métodos para transformações, eles permitem ao usuário operar diretamente sobre os atributos e os dados, os quais serão detalhados a seguir.

- Filtro de atributos: este método tem como objetivo remover atributos julgados irrelevantes para o contexto. Este filtro desabilita atributos mediante alguma condição ou mediante a exclusão explícita. As condições previstas são determinadas pelas características da informação:
    - Classe;
    - Tipo;
    - Natureza;
    - Dimensão;

    - Frequência de atualização;
    - Fonte dos dados.
- Limpeza: este método tem como objetivo remover atributos julgados irrelevantes para o contexto. As estratégias para limpeza consistem em eliminar registros que não satisfaça algum critério, tais como:
    - Ignorar registros;
    - Completar manualmente os valores faltantes;
    - Substituir por uma constante global;
    - Usar média para preencher os valores faltantes;
- Integração: este método tem como objetivo integrar informações armazenadas em diferentes fontes ou bases.
- Geração de atributos derivados: este método tem como objetivo gerar novos atributos relevantes. A partir dos dados brutos o usuário poderá criar novas informações. Os atributos derivados podem ser obtidos a partir de diversas operações, tais como:
    - Operações matemáticas como multiplicação, soma, etc;
    - Sumarizações;
    - Transformações de tipos (ex. tipo numérico para um tipo alfanumérico);
    - Combinação lógica de dois ou mais dados brutos: **SE...ENTÃO**;

A Figura 34 mostra as informações contextuais definidas pelo usuário. As informações foram obtidas por meio do método de geração de atributos derivados. Essas informações são atualizadas a cada 15 min.

Data	Hora	Precipitação (mm)	Local
01/01/2014	00:00	0,2	Campo Grande
01/01/2014	00:00	0,3	Recreio
01/01/2014	00:00	0	Barra
01/01/2014	00:15	0,2	Campo Grande
01/01/2014	00:15	0,3	Recreio
01/01/2014	00:15	0	Barra
01/01/2014	00:30	0,4	Campo Grande
01/01/2014	00:30	0,3	Recreio
01/01/2014	00:30	0,2	Barra
01/01/2014	00:45	0,4	Campo Grande
01/01/2014	00:45	0,2	Recreio
01/01/2014	00:45	0,1	Barra
01/01/2014	01:00	0,3	Campo Grande
01/01/2014	01:00	2	Recreio
01/01/2014	01:00	0	Barra
01/01/2014	01:15	0,8	Campo Grande
01/01/2014	01:15	3	Recreio
01/01/2014	01:15	0,1	Barra
(...)	(...)	(...)	(...)

Figura 34 Exemplo de informações contextuais

6.2.3. **Modelo de apresentação**

O modelo de apresentação representa como as informações são apresentadas ao usuário. Conforme visto no capítulo 3 as informações representadas graficamente tendem a serem processadas de maneira mais automática pela visão, em um processo mais superficial, paralelo (no sentido de obter várias informações simultaneamente), rápido e de capacidade elevada, diminuindo assim o esforço cognitivo necessário para se processar a informação. Este modelo é dividido em etapas, conforme a Figura 35.

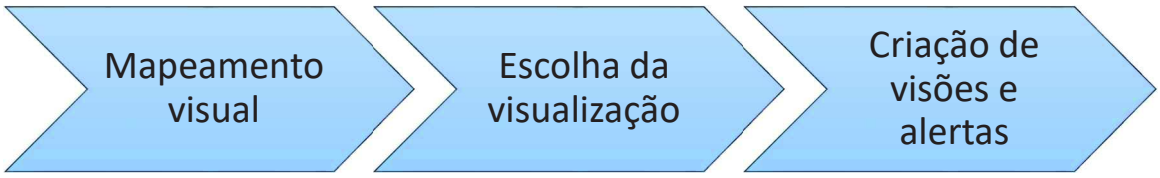


Figura 35 Etapas do modelo de apresentação

6.2.3.1. Mapeamento visual

Tendo organizado as informações que se deseja representar, é necessário apresentá-las sob algum formato. Esta etapa tem como objetivo mapear as informações para formas de visualização. Essas formas de visualização podem variar desde o emprego de gráficos tradicionais (de pontos, de barras, circulares e histogramas), tabelas, formas mais elaboradas

(com uso de cores e símbolos geométricos), imagens reais (figuras ou vídeos) ou mapeamentos (de um objeto ou espaço físico) até representações mais complexas através do uso de diagramas (árvores, redes e grafos) ou metáforas visuais, fazendo referência a relacionamentos e conceitos abstratos.

O mapeamento visual leva em conta as características da informação sendo de caráter inteiramente da aplicação. A relação de uma informação para uma forma de visualização é de 1...n, ou seja, a partir de uma informação pode-se ter uma ou mais visualizações associadas. Para clarificar isso, imagine uma informação que represente o índice pluviométrico de uma determinada região durante um período de tempo. Essa informação pode ser mapeada para diferentes formas de visualização, conforme mostrado na Figura 36.

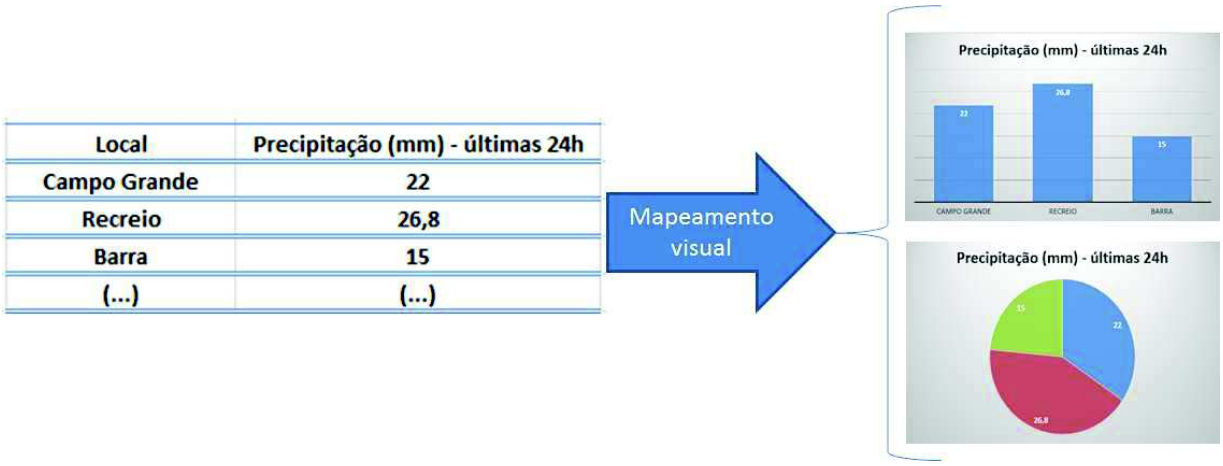


Figura 36 Exemplo de mapeamento visual

6.2.3.2. Escolha da visualização

Esta etapa tem como objetivo permitir que o usuário defina as formas de apresentação que irão compor o *dashboard*. Uma vez que na etapa anterior cada informação foi mapeada para uma ou mais formas de visualização, o usuário pode escolher qual visualização é a mais adequada para o contexto dele, definindo o seu espaço de trabalho (Figura 37).

Figura 37 Espaço de trabalho que é representado pela seleção das informações e formas de apresentação definidas pelo seu contexto

6.2.3.3. Criação de visões ou alertas

Esta etapa tem por objetivo permitir que o usuário efetue alguns tipos de transformações sobre as visualizações, possibilitando extrair da visualização mais informação do que seria possível estaticamente. Por meio do estabelecimento de parâmetros gráficos, o usuário pode efetuar uma transformação de visão com sua necessidade. O usuário pode interativamente criar novas visões (ex. modificar o nível de zoom) ou alertas (ex. fazer a tela piscar ou emitir um sinal sonoro) que os ajudem a identificar mudanças contextuais que carecem de atenção. De acordo com Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) existem três tipos comuns de transformações de visão, os quais serão detalhados a seguir.

- Investigações de local: possibilita revelar informações adicionais sobre um item de um conjunto de dados;
- Distorções: possibilita modificar uma visualização criando visões com foco e contexto simultaneamente. Este tipo de transformação é efetivo se o usuário pode perceber através uma região específica em detrimento de outra;
- Controles de ponto de vista: possibilita modificar uma visualização através de aproximação e afastamento ("*zoom*"), deslocamento ("*pan*"), seleção de uma parte a ser examinada ("*clip*"), e visão geral + detalhes ("*overview* + *detail*").

Adicionalmente a criação das visões estão previstos outros mecanismos de interação através de alertas. A criação de alertas é feita por proposições **SE...ENTÃO** e permite que o usuário defina alguns eventos como:

- Piscar a tela;
- Emitir um sinal sonoro.

Os mecanismos de interação implementados nessa etapa possibilitam ao usuário explorar diferentes cenários para um melhor entendimento das informações visualizadas. Além disso, o esforço de exploração das informações é repassado em parte para o computador, deixando para o usuário a tarefa de observar o que acontece quando a visualização se modifica.

Um exemplo de criação de alertas pode ser definido da seguinte forma:

SE *"Precipitação (mm) – últimas 24h"* **MAIOR QUE** *"25"* **ENTÃO** *"Piscar a tela"*

6.3. EXTENSÃO DA ARQUITETURA CONCEITUAL

Conforme descrito na seção 3.5 existem momentos que não é mais possível para um único usuário enfrentar os imensos conjuntos de dados disponíveis e tomar decisões isoladamente. Para isso, buscou-se na área de Visualização Colaborativa formas de transcender os tradicionais sistemas de visualização, passando de uma estrutura monolítica – somente um usuário interagindo – para uma estrutura com suporte a colaboração.

Assim como no trabalho de Wood, Wright e Brodie (1997), a arquitetura conceitual apresentada foi estendida de maneira a considerar a atuação de vários usuários independentes. Foram adicionados a troca de informações entre usuários na transição do modelo de seleção contextual para o modelo de apresentação. Desta forma, um usuário pode enviar e receber informações já selecionadas e/ou transformadas por um colaborador e redefinir sua apresentação no seu próprio *dashboard*. Além disso, é possível realizar o controle compartilhado no modelo de apresentação, onde a definição de parâmetros deve ser controlada localmente pelo usuário ou externamente, formando um espaço de trabalho compartilhado. A Figura 38 apresenta a extensão da arquitetura conceitual.

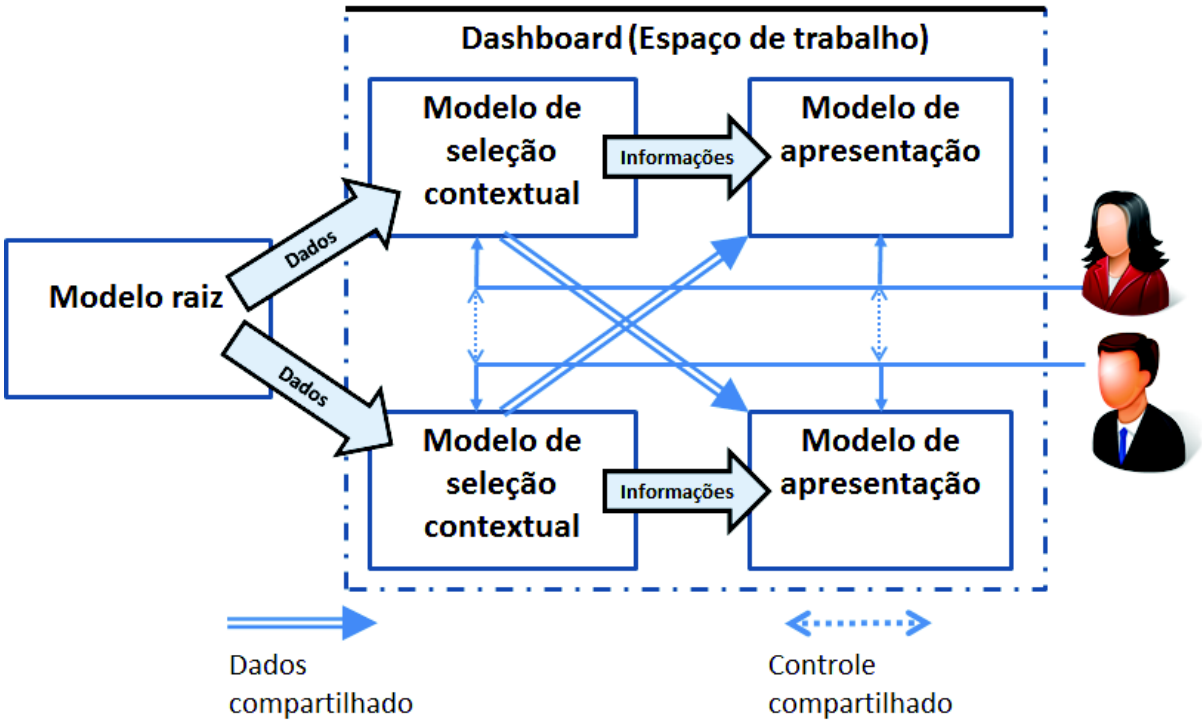


Figura 38 Extensão da arquitetura conceitual

6.4. ARQUITETURA DE SOFTWARE

Para se construir um sistema que atenda ao funcionamento descrito nas seções 6.2 e 6.3 foi idealizado uma arquitetura centralizada seguindo o modelo cliente-servidor. Neste tipo de arquitetura todo o gerenciamento e o processamento necessário para execução da aplicação serão realizados no servidor, conforme mostrado na Figura 39. Quando o usuário interage com a interface cliente, todos os eventos gerados por essa interação são enviados ao servidor que os trata por meio dos módulos de seleção e apresentação.

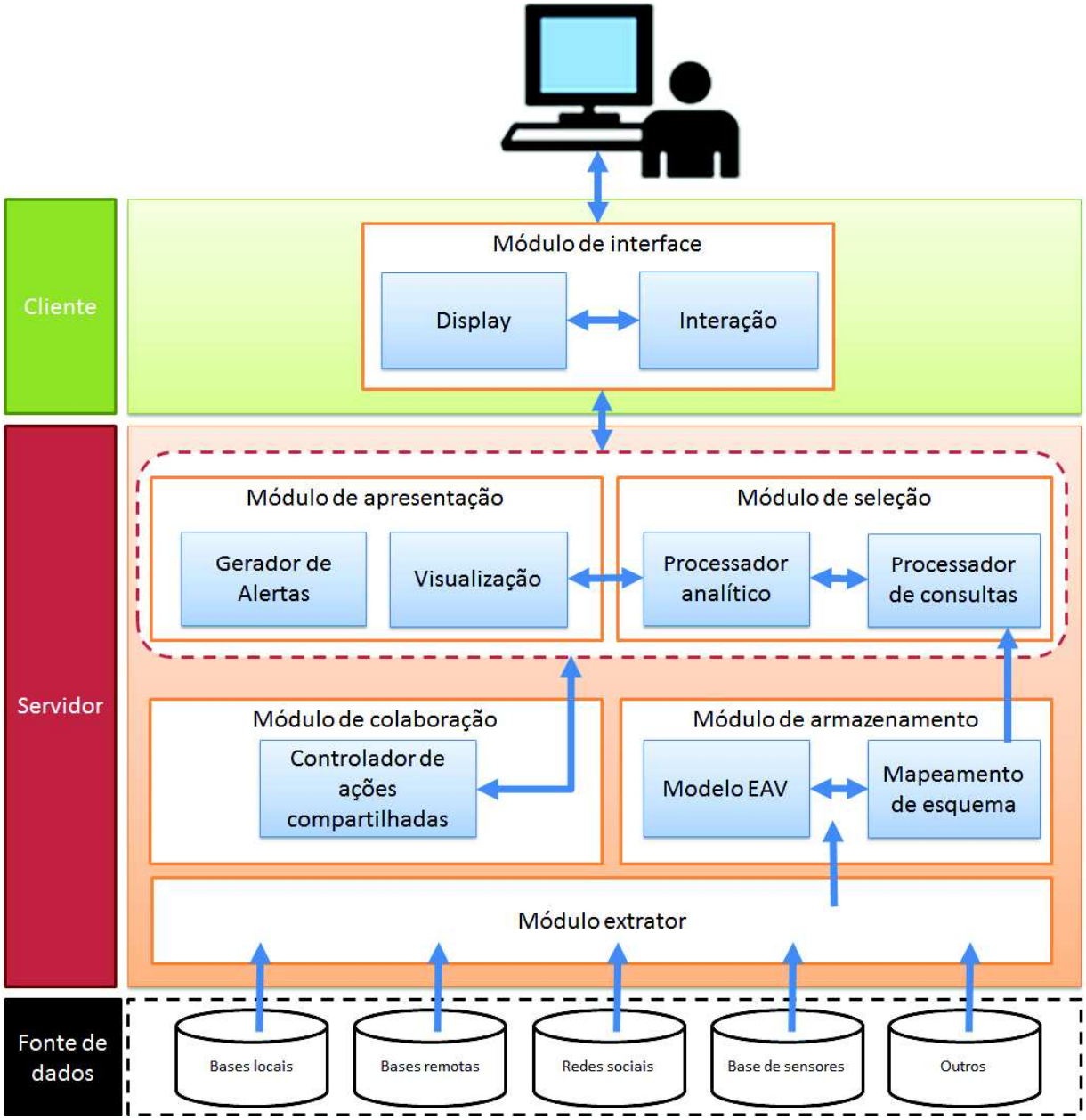


Figura 39 Arquitetura de software da proposta de solução

Nas subseções a seguir serão detalhados cada um dos módulos e seus componentes relacionados na arquitetura. A definição destes módulos incluiu decisões de projeto em termos de: linguagens de programação; tecnologias/plataformas utilizadas; métodos e ferramentas para acesso e recuperação de dados; entre outros.

6.4.1. **Descrição dos módulos do sistema**

6.4.1.1. Módulo extrator

O “Módulo extrator” é responsável pela coleta e processamento dos dados independentemente de sua estrutura. Os dados podem ser provenientes de diversas fontes de dados, tais como: bases locais, remotas, redes sociais, entre outros. Para cada base de dados alvo será desenvolvido um processo de extração de conteúdo. Estes processos podem ser implementados com shell scripts ou ferramentas ETL (*Extract Transform and Load*), como o Pentaho Kettle (http://kettle.pentaho.com/), que permitem a reutilização de ferramentas desenvolvidas por terceiros, acoplando e desacoplando pacotes de software à medida que for necessário. Cabe ressaltar que apesar do desenvolvimento deste módulo não ser objetivo deste trabalho. Para a avaliação da proposta descrita no Capítulo 8, foram desenvolvidos serviços web que permitiram extrair dados de sistemas legados já devidamente processados.

Como resultado desta etapa, todo o conteúdo extraído das fontes de dados será condensado e encaminhado para o módulo de armazenamento, seguindo um formato padrão web (XML, JSON ou outro), conforme o exemplo mostrado na Figura 40.

```xml
<resultado>
    <Indice_Pluviometrico>
        <data>01/01/2014</data>
        <hora>00:00:00</hora>
        <precipitacao>0,2</precipitacao>
        <local>Campo Grande</local>
    </Indice_Pluviometrico>
    <Indice_Pluviometrico>
        <data>01/01/2014</data>
        <hora>00:00:00</hora>
        <precipitacao>0,3</precipitacao>
        <local>Recreio</local>
    </Indice_Pluviometrico>
    <Indice_Pluviometrico>
        <data>01/01/2014</data>
        <hora>00:00:00</hora>
        <precipitacao>0,0</precipitacao>
        <local>Barra</local>
    </Indice_Pluviometrico>
    <Indice_Pluviometrico>
        <data>01/01/2014</data>
        <hora>00:15:00</hora>
        <precipitacao>0,2</precipitacao>
        <local>Campo Grande</local>
    </Indice_Pluviometrico>
    <Indice_Pluviometrico>
        <data>01/01/2014</data>
        <hora>00:15:00</hora>
        <precipitacao>0,3</precipitacao>
        <local>Recreio</local>
    </Indice_Pluviometrico>
</resultado>
```

Figura 40 Exemplo de um conteúdo extraído de uma fonte de dados formatado em XML

6.4.1.2. Módulo de armazenamento

O “Módulo de armazenamento” é responsável por estruturar e organizar os dados. O primeiro componente deste módulo é o “Modelo de Entidade-Atributo-Valor (EAV)” utilizado para a modelagem dos dados. A partir dos dois principais modelos para a implementação de um banco de dados: o modelo relacional e o modelo EAV, optou-se pela solução do modelo EAV dada a sua capacidade de lidar com estruturas flexíveis e dinâmicas.

De acordo com Jastrow e Preuss (2015) em bancos de dados relacionais todas as colunas (ou atributos) e seus tipos devem ser especificados pelo desenvolvedor do aplicativo antes da implantação. Com uma abordagem diferente dos bancos de dados relacionais, o modelo EAV armazena dados seguindo um esquema baseado em linhas. Basicamente, os dados são concentrados em uma tabela que armazena em cada linha uma entidade (um objeto ou evento sobre o qual se deseja manter um registro), um atributo (propriedade ou característica que descreve uma entidade) e seu respectivo valor.

Comparado com o modelo relacional, esses campos são associados, respectivamente, a uma entrada, um campo e seu valor associado em uma tabela. Assim, usando EAV, é possível definir atributos diferentes para cada entidade, mesmo que estes pertençam à mesma classe, e sem a existência de campos nulos na base de dados. Além disso, os atributos de uma entidade podem ser alterados sem afetar a estrutura do banco de dados (MOURA et al., 2008).

De acordo com MIYOSHI (2013), existem alguns casos em que o modelo EAV é preferível quando comparado ao modelo relacional:

- Atributos são heterogêneos com respeito ao tipo de dado;
- Muitas classes precisam ser representadas e sua quantidade pode variar continuamente, porém a quantidade de instâncias para cada classe é pequena mesmo se os atributos são poucos e não esparsos. Neste caso, o esquema seria composto por um grande número de relações (tabelas) com poucos registros em cada, e o esquema estaria em constante mudança;
- Existência de classes híbridas, ou seja, que possuem alguns atributos pouco esparsos e fixos e outros atributos variáveis e esparsos. Os atributos não esparsos são representados da forma convencional enquanto que os outros são representados em uma tabela EAV.

A Figura 41 mostra uma visão geral da estrutura do componente. Uma Entidade está associada a uma combinação de Atributo-Valor. Já a Figura 42 mostra um exemplo de tabela EAV, considerando dados extraídos do módulo extrator.

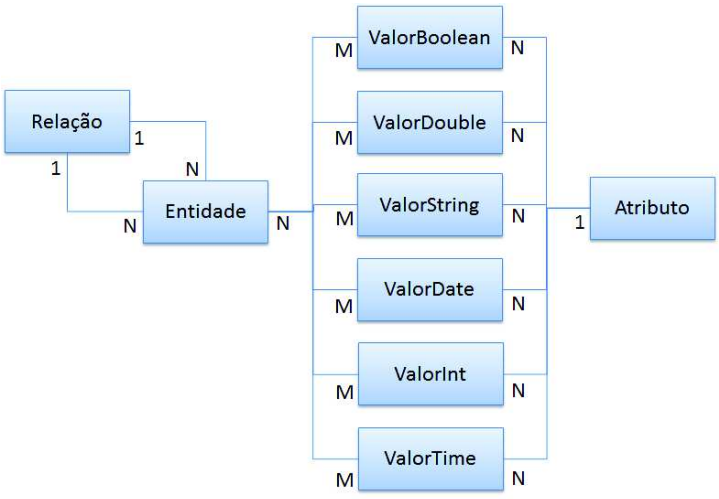


Figura 41 Visão geral da estrutura do componente Modelo EAV

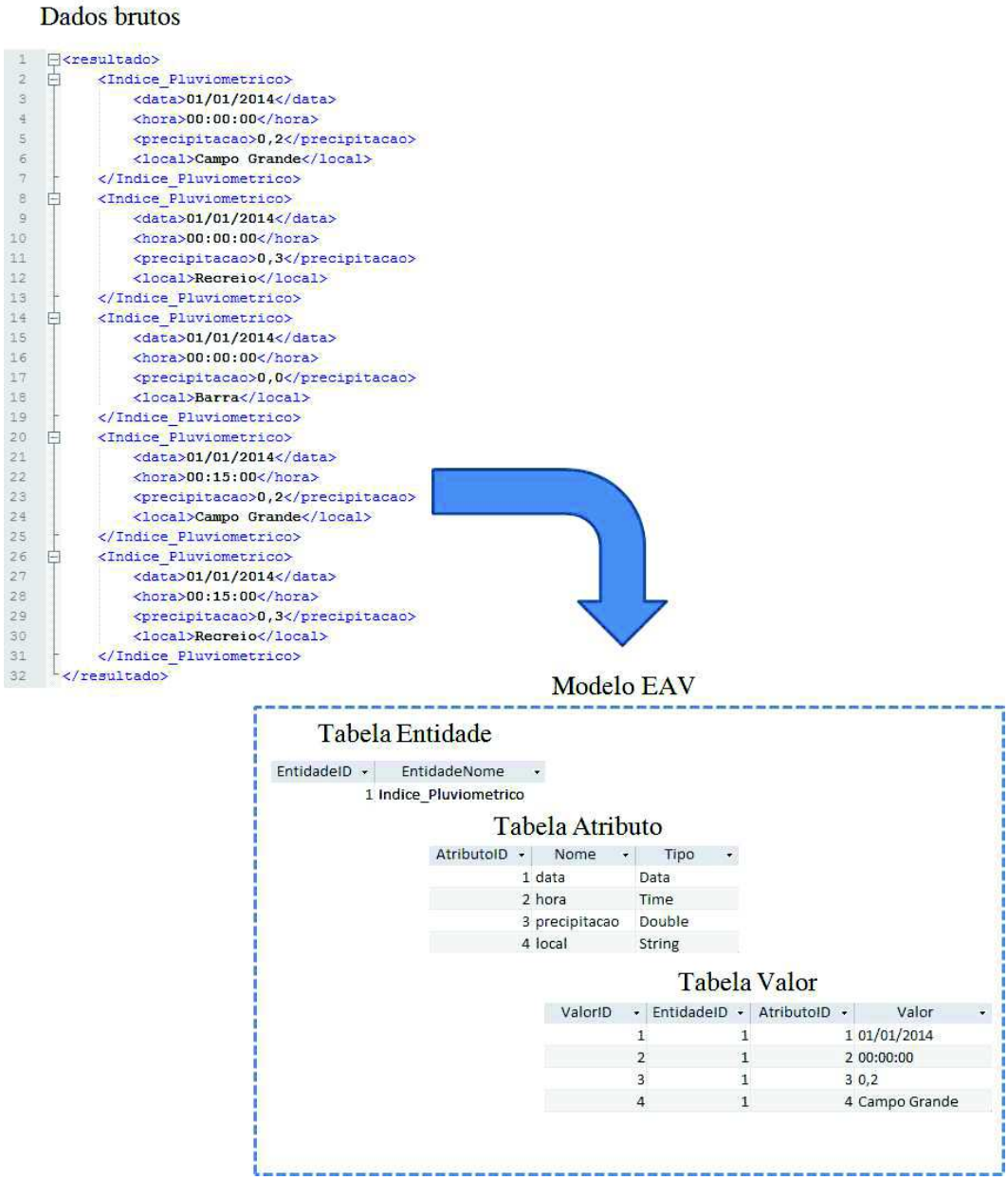


Figura 42 Exemplo de tabela EAV, considerando dados extraídos do módulo extrator

O segundo componente é o “Mapeamento do esquema”. Uma vez que no modelo EAV o esquema físico dos dados é diferente do seu esquema lógico, este componente fornece ao usuário a percepção da organização dos dados. A Figura 43 mostra uma ilustração de como Entidades podem estar associadas a outras Entidades por meio de uma Relação. Para isso, utilizou-se da metáfora do Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER) que usa símbolos gráficos para mostrar as entidades (retângulos) e seus relacionamentos (losangos) com outras entidades.

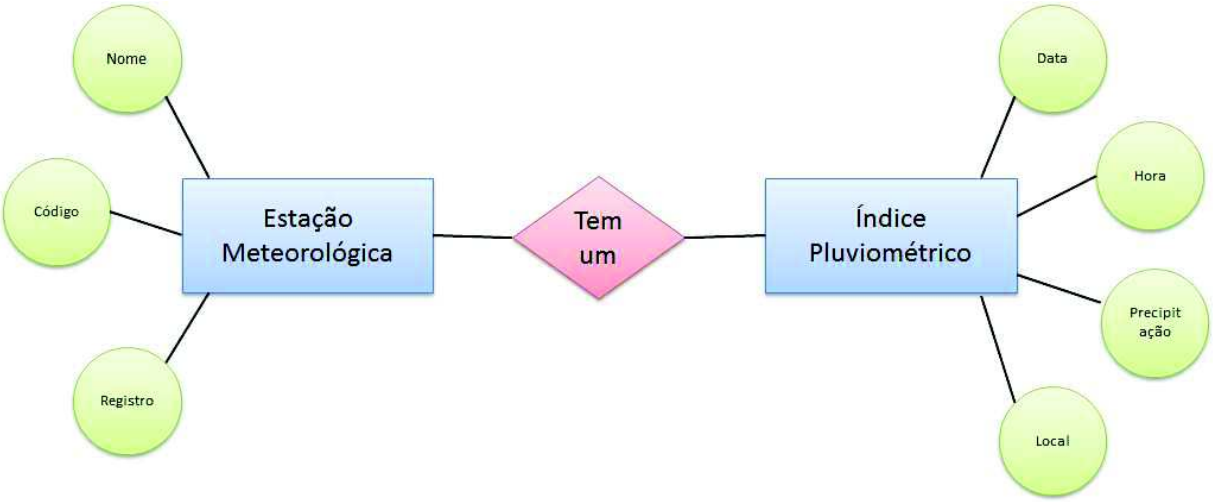
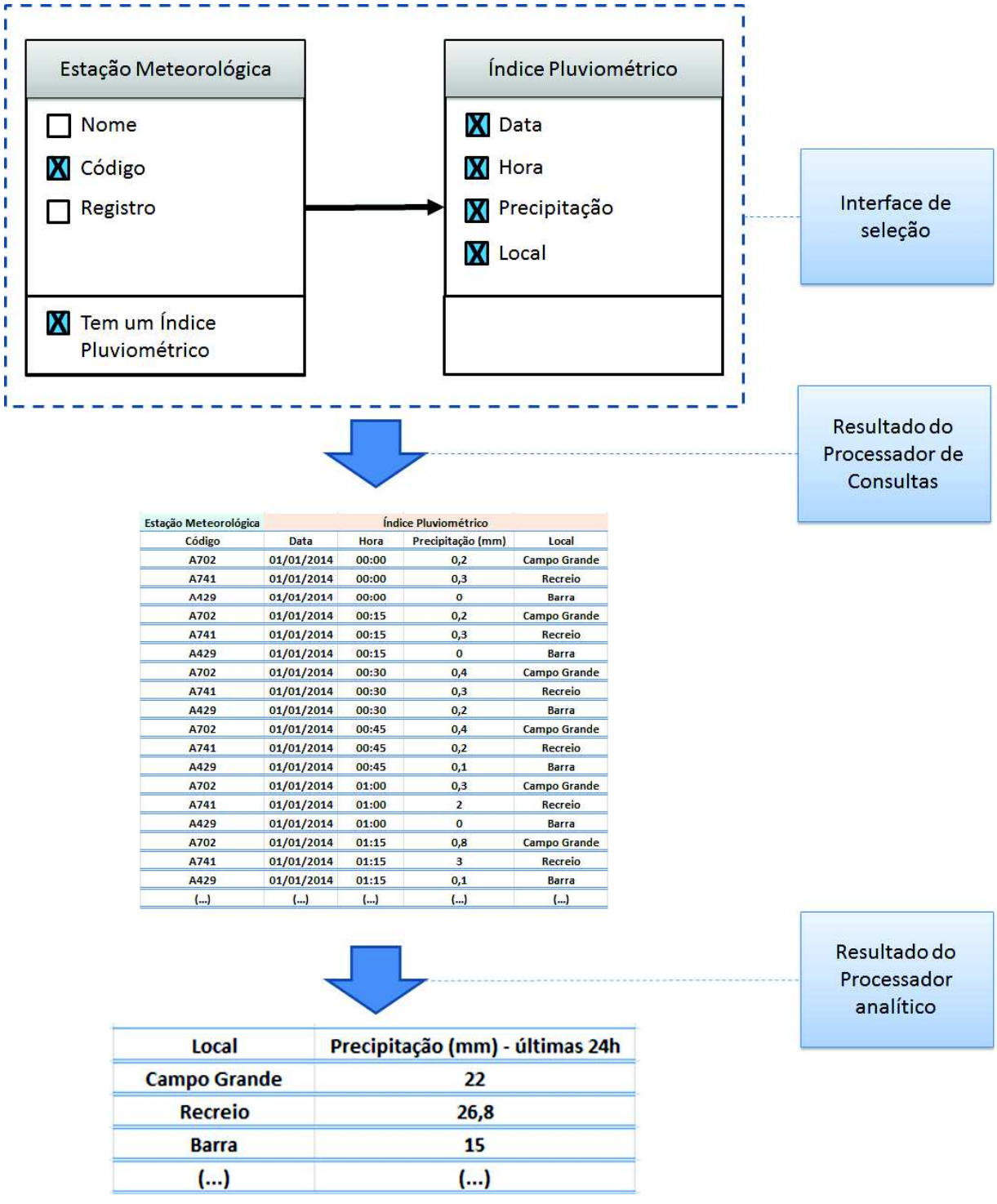


Figura 43 Percepção da organização dos dados a partir de um DER

6.4.1.3. Módulo de seleção

O módulo de seleção é responsável pela definição de quais informações são relevantes ao usuário. O primeiro componente deste módulo é o "Processador de consultas". Este componente permite ao usuário consultar e selecionar quais informações fazem parte do seu contexto. Através de uma interação visual o usuário pode definir quais entidades e atributos devem ser exibidos. Como toda a interação é visual, este componente oculta toda a complexidade de uma consulta SQL que seria necessária para o usuário. O resultado dessa interação é uma tabela contendo as informações selecionadas. Já o segundo componente é o "Processador analítico". A partir da tabela gerada o usuário pode realizar uma série de transformações nas informações, conforme definido na seção 6.2.2.

A Figura 44 mostra uma proposta de interface de seleção e o resultado dessa interação. Após o usuário escolher uma determinada entidade, ele pode selecionar de forma explícita os atributos, bem como as possíveis associações entre as entidades.



Estação Meteorológica	Índice Pluviométrico			
Código	Data	Hora	Precipitação (mm)	Local
A702	01/01/2014	00:00	0,2	Campo Grande
A741	01/01/2014	00:00	0,3	Recreio
A429	01/01/2014	00:00	0	Barra
A702	01/01/2014	00:15	0,2	Campo Grande
A741	01/01/2014	00:15	0,3	Recreio
A429	01/01/2014	00:15	0	Barra
A702	01/01/2014	00:30	0,4	Campo Grande
A741	01/01/2014	00:30	0,3	Recreio
A429	01/01/2014	00:30	0,2	Barra
A702	01/01/2014	00:45	0,4	Campo Grande
A741	01/01/2014	00:45	0,2	Recreio
A429	01/01/2014	00:45	0,1	Barra
A702	01/01/2014	01:00	0,3	Campo Grande
A741	01/01/2014	01:00	2	Recreio
A429	01/01/2014	01:00	0	Barra
A702	01/01/2014	01:15	0,8	Campo Grande
A741	01/01/2014	01:15	3	Recreio
A429	01/01/2014	01:15	0,1	Barra
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

Local	Precipitação (mm) - últimas 24h
Campo Grande	22
Recreio	26,8
Barra	15
(...)	(...)

Figura 44 Proposta de interface de seleção e o resultado

6.4.1.4. Módulo de apresentação

O módulo de apresentação é responsável pelo processamento gráfico e geração de alertas. O primeiro componente deste módulo é o de "Visualização". Neste componente é mapeado as informações que estão na tabela gerada pelo módulo de seleção para uma estrutura visual. Bem como, gerencia a escolha da estrutura visual definida pelo usuário.

As estruturas visuais serão geradas a partir da biblioteca javascript, como D3.js ou Google Charts. Optou-se por essas bibliotecas devido a sua flexibilidade na utilização de padrões da web, como HTML5, CSS3 e SVG. Além de sua capacidade de suportar grandes conjuntos de dados, sua extensa variedade de estruturas visuais e comportamentos dinâmicos de interação e animação. A Figura 45 mostra algumas das estruturas visuais disponíveis na biblioteca D3.js. Já a Figura 46 mostra um trecho de código da mesma biblioteca javascript e o resultado para o usuário.

Cabe destacar que a estrutura visual pode ser construída por meio de várias linguagens gráficas respeitando diferentes técnicas de visualização. Portanto, se houver necessidade outras bibliotecas podem ser incorporadas.

O segundo componente é o "Gerador de alertas". Por meio deste componente o usuário pode definir eventos de alertas a serem enviados para o módulo de interface. Estes eventos foram descritos na subseção 6.2.3.

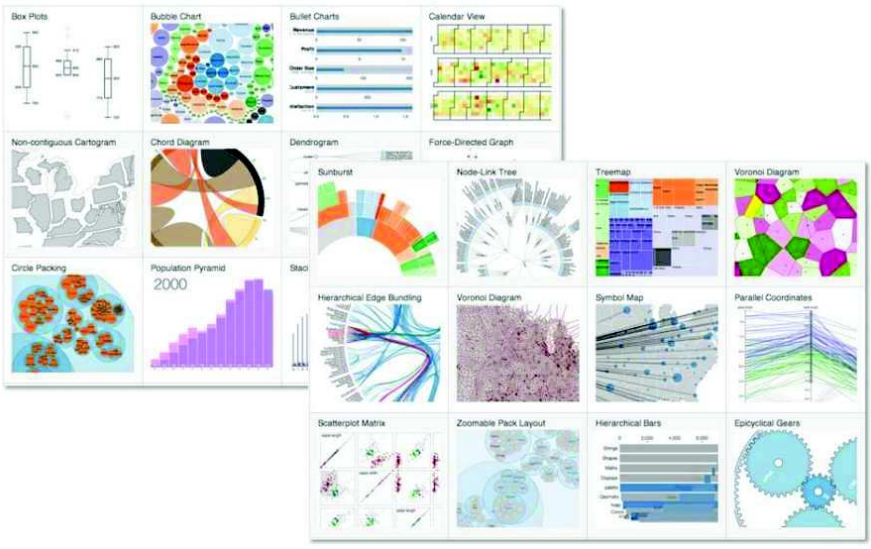


Figura 45 Exemplos de estruturas visuais disponíveis na biblioteca D3.js

```
<body>
<script src="http://d3js.org/d3.v3.min.js"></script>
<script src="gradientPie.js"></script>
<script>
var svg = d3.select("body").append("svg").attr("width", 700).attr("height", 400);
svg.append("g").attr("id","precipitacao");
gradPie.draw("precipitacao", [
    {label:"Campo Grande", value:"22", color:"#3366CC"},
    {label:"Recreio", value:"26.8", color:"#DC3912"},
    {label:"Barra da Tijuca",value:"15", color:"#FF9900"}], 200, 200, 160);
</script>
```

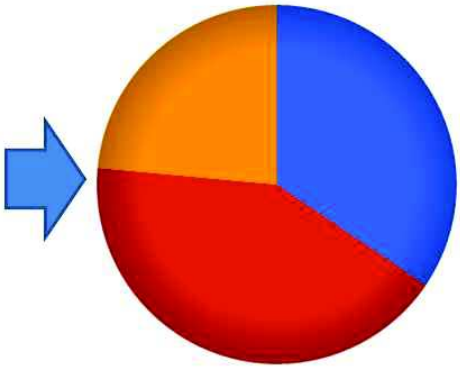


Figura 46 Trecho de código do D3.js e o resultado para o usuário

6.4.1.5. Módulo de colaboração

O módulo de colaboração é responsável por gerenciar os aspectos colaborativos descritos na seção 6.3. O componente deste módulo é o "Controlador de ações compartilhadas". Este componente possibilita formar um espaço de trabalho compartilhado com outros colaboradores. Através deste componente os resultados do módulo de seleção, além de estruturas visuais definidas no modelo de apresentação podem também ser controlados externamente por um colaborador.

6.4.1.6. Módulo de interface

Do lado do sistema cliente temos o módulo de interface que é responsável por apresentar no *dashboard* o resultado das interações dos usuários. Utilizando-se de um browser cada usuário pode definir o seu próprio *dashboard*. Obviamente, deve-se levar em conta os princípios fundamentais para o seu desenvolvimento, conforme descrito na seção 4.2.

O primeiro componente deste módulo é o "Display". Este componente coleta e transmite as solicitações do usuário para os módulos de seleção e apresentação. O segundo componente é o de "Interação". Este componente define o conjunto de ações que o usuário pode executar. Isto é, o componente gerencia as ações que um usuário pode realizar sobre as estruturas visuais e com isso obter diferentes visões das mesmas.

Cabe destacar que neste módulo é executado apenas serviços de apresentação e interação da interface gráfica. Quando o usuário interage com o sistema cliente, os eventos de interface

gráfica referentes a essa interação são gerados pelo módulo de interface, mas não são tratados localmente. Esses eventos são tratados no lado do servidor através dos módulos de seleção e apresentação.

6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualquer tecnologia que pretende reduzir o problema de sobrecarga de informações deve fornecer a informação certa, no momento certo, no lugar certo, para a pessoa certa na forma de apresentação certa. Nessa perspectiva, a solução deste trabalho teve como objetivo propor uma abordagem e sistema que auxilie um usuário a realizar a seleção e apresentação das principais informações. Para isso, neste capítulo foram descritas duas arquiteturas uma conceitual e outra de software que são os elementos fundamentais desta proposta. Estas arquiteturas foram detalhadas e exemplificadas a partir de um cenário de uso.

A arquitetura conceitual está relacionada com a abordagem da tese. Ela forneceu uma visão geral da organização dos dados e as funcionalidades do sistema. Seu detalhamento apresentou um processo de seleção e apresentação de informações através de uma transição entre modelos. Esse processo começa com a geração dos dados do domínio e termina com as formas de apresentação adequadas para cada tipo de informação em um *dashboard.*

Também foi apresentado uma extensão da arquitetura conceitual inserindo características colaborativas a solução. Essa escolha deve-se ao fato de que existem momentos que não é mais possível para um único usuário enfrentar os imensos conjuntos de dados disponíveis e tomar decisões isoladamente. Por isso buscou-se na área de Visualização Colaborativa formas de transcender os tradicionais sistemas de visualização, passando de uma estrutura monolítica – somente um usuário interagindo – para uma estrutura com suporte a colaboração.

Na arquitetura de software foram descritos a estrutura do sistema em termos de componentes baseando-se em um modelo cliente-servidor. É importante ressaltar que nesse tipo de arquitetura o tempo de *feedback* é suscetível aos atrasos de rede, pois o processamento é realizado no servidor. Entretanto, com os avanços de hardware atuais, acredita-se que este tipo de problema pode ser minimizado.

A arquitetura de software apresentada foi implementada utilizando várias tecnologias *open source* existentes, as quais têm se mostrado bastante maduras, tendo vários casos de sucesso a

elas associados. Algumas das tecnologias utilizadas foram: PHP, HTML 5, CSS 3, SVG, JQuery e bibliotecas como D3.js e Google Charts. O sistema desenvolvido foi denominado de *Emergency Dashboard*. A Figura 47 mostra uma das interfaces do sistema, outras telas do sistema serão apresentadas no Capítulo 8 ao longo do detalhamento dos estudos de caso.

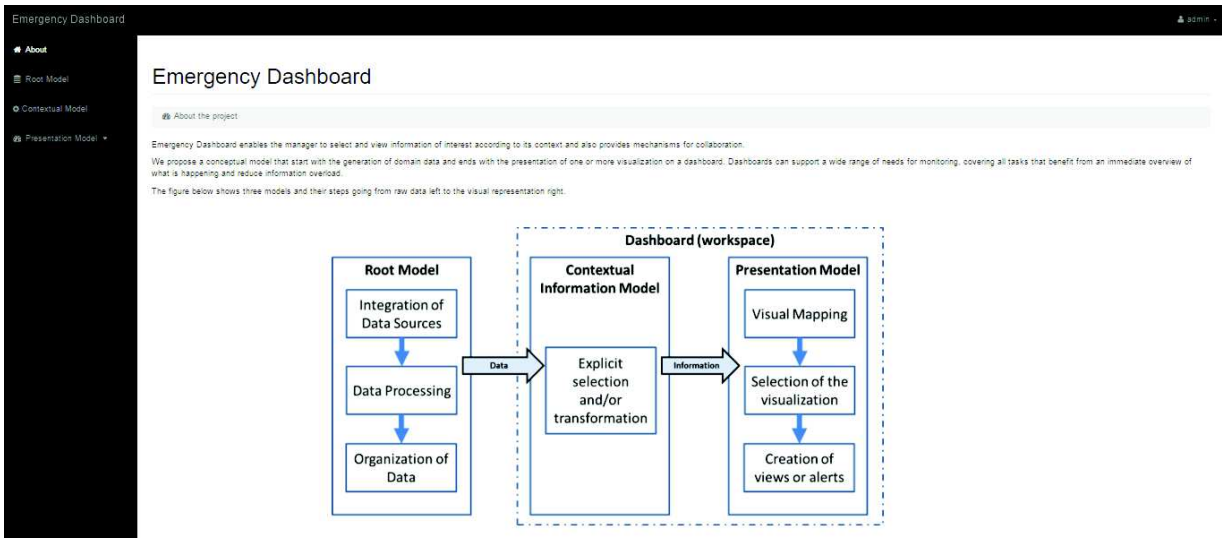


Figura 47 Exemplo de interface do Emergency Dashboard

Por fim, uma importante consideração a ser ressaltada nessa proposta é a opção de deixar a cargo dos usuários a escolha das informações e formas de apresentação de acordo com seu contexto. Essa escolha deve-se ao fato de que em ambientes complexos os usuários prefiram tomar suas próprias decisões ao invés de deixá-las para um sistema inferir de forma implícita.

Espera-se que a solução ajude aos usuários a identificar informações de interesse que careçam de atenção imediata. O *dashboard* deve manter a percepção da situação com a última informação existente (de acordo com a frequência de atualização definida pelo usuário) e usar mecanismos de visualização para uma fácil interpretação.

7 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura é possível encontrar uma vasta quantidade de trabalhos acadêmicos presentes em diversos domínios de aplicação que empregam visualização de informações para solucionar o problema da sobrecarga de informação. O objetivo desta seção consiste na análise de relevantes trabalhos encontrados na literatura (dos últimos 10 anos, no máximo) que exploram a seleção e visualização de informações e/ou *dashboards*, relacionados ao problema abordado e ao domínio de aplicação desta tese, buscando assim contextualizar e identificar a complementariedade deste trabalho no estado da arte.

7.1. INTELLIGENT VISUALIZATION AND INFORMATION PRESENTATION FOR CIVIL CRISIS MANAGEMENT

Andrienko e Andrienko (2007) abordam a visualização inteligente de informação situacional em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com foco na apresentação específica para cada papel envolvido e seu contexto. Os autores utilizam visualização a partir da interpretação da necessidade, da intenção do usuário e conhecimento específico do domínio, documentado em ontologias. Os principais objetivos do trabalho são reduzir a carga de informações do analista, responsável pelas decisões, ou o destinatário de informações, sem omitir informações relevantes, garantindo uma rápida e precisa compreensão das informações.

O trabalho descreve um sistema de visualização inteligente consistindo de dois subsistemas que atendem as necessidades de um “especialista em gestão de emergência” e um “especialista de visualização”. O especialista em gestão de emergência tem a responsabilidade de selecionar as informações necessárias. Em seguida, o especialista de visualização encontra métodos adequados para a transformação e apresentação da informação. O trabalho também abrange as questões da escolha da informação relevante em um nível de detalhe apropriado, preparação de dados (agregação e outras transformações), e seleção dos métodos adequados para a representação visual, dependendo do perfil do destinatário, as tarefas do usuário ou objetivos de comunicação.

7.2. DETERMINING A CRITICAL-SKILL HIERARCHY FOR COMMAND POST OF THE FUTURE (CPOF)

Wampler, Bink e Catrambone (2009) apresentam um sistema de visualização dinâmica – denominado de *Command Post of the Future* (CPOF) – que suporta a tomada de decisão colaborativa em unidades táticas. Através do sistema CPOF os comandantes e equipes de oficiais podem compartilhar informações, tais como sobreposições de operações, durante o desenvolvimento, o que ajuda no planejamento de operações táticas. A equipe também pode usar CPOF para monitorar as operações do campo de batalha e fornecer briefings de atualização para os líderes. Para realizar estas funções, a interface CPOF usa um espaço de trabalho personalizável que é baseado nas necessidades do usuário em vez de um formato de dados estático. Para o sucesso da abordagem o usuário deve decidir quais são as funções que melhor atendem para resolver um problema ou necessidade. Dessa forma, as habilidades digitais podem ser combinadas de forma não-linear em vez de uma sequência passo-a-passo típica de muitas tarefas do Exército.

7.3. SOKNOS: AN INTERACTIVE VISUAL EMERGENCY MANAGEMENT FRAMEWORK

Döweling *et al*., (2009) apresentam o projeto SoKNOS. O projeto é motivado pela visão de fontes de informação heterogêneas perfeitamente integradas, que permitem às organizações de emergência colaborar de uma forma eficiente. A proposta é permitir que os tomadores de decisão: encontrem e integrem rapidamente informações de ambientes heterogêneos e distribuídos; explorem visualmente a situação de forma individual ou colaborativa, através da combinação de diferentes análises visuais; e criem novas informações. Para isto, os autores propõem uma arquitetura que segue o paradigma de orientação a serviços e métodos que permitem a avaliação da interoperabilidade semântica das fontes de informação utilizadas de forma colaborativa.

7.4. BUILDING GEOSPATIAL MASHUPS TO VISUALIZE INFORMATION FOR CRISIS MANAGEMENT

Gupta e Knoblock (2010) apresentam uma abordagem para visualização de dados em mashups geoespaciais que permitem que os usuários personalizar a visualização de dados. De acordo com os autores mashups geoespaciais podem ser uma solução eficaz em ambientes sensíveis

ao tempo, tais como gestão de desastres, onde os tomadores de decisão sofrem com a sobrecarga. Os autores apresentam uma abordagem que permite extrair, integrar e visualizar informações diversas.

7.5. DIGITAL TABLETOPS FOR SITUATIONAL AWARENESS IN EMERGENCY SITUATIONS

Engelbrecht *et al.* (2011) propõem um modelo para avaliação da informação com relação a sua utilidade a cada momento. O trabalho toma como domínio de aplicação, postos de comando perto de áreas afetadas por grandes catástrofes, em que um comando unificado, composto por pessoas com diferentes habilidades e objetivos, trabalham em conjunto para resolver a situação. De acordo com os autores uma das maiores dificuldades no apoio a posto de comando é filtrar as informações que devem estar disponíveis e fornecê-las no momento certo para as pessoas certas. Para atender a esta demanda, os autores utilizaram técnicas de Análise do Trabalho Cognitivo (ATC), para elicitar um conjunto de requisitos que pudesse apoiar a colaboração e a disponibilidade da informação em situações de emergência. O modelo obtido baseia-se em métodos multicritério de tomada de decisão e foi aplicado em uma ferramenta colaborativa desenvolvida para visualização em uma mesa *multi-touch*.

7.6. VISUALIZATION OF RELEVANT INFORMATION ON MOBILE DEVICES FOR EMERGENCY SITUATIONS

Ibarra *et al.* (2012) apresentam uma estratégia para selecionar e visualizar os "pontos de interesse" (PDI) mais relevantes em um mapa digital, de acordo com a área de influência da emergência. Esta estratégia foi implementada na ferramenta MobileMap, que apoia a tomada de decisão dos bombeiros em emergências urbanas. Com o uso da ferramenta MobileMap os usuários podem selecionar os PDIs mais importantes em um intervalo, e em seguida, apresenta-los de uma forma simples, permitindo uma leitura rápida para compreensão por parte dos utilizadores. A estratégia propõe a utilização de um código de cores, ícones simples e representativos, além de atualização regular da informação, como uma forma eficaz de fornecer informações aos usuários finais.

7.7. CONTEXT-BASED ELECTRONIC HEALTH RECORD: TOWARD PATIENT SPECIFIC HEALTHCARE

Hsu *et al.* (2012) descrevem a dificuldade que médicos possuem para acessar e visualizar informações clínicas a partir de uma multiplicidade de fontes. Os autores propõem a criação de um Electronic health records (EHRs) baseado em contexto para lidar com o problema de sobrecarga de informações. Para isto, os autores desenvolveram um framework e sistema – denominado Adaptive EHR – que agrega e extrai conclusões e atributos de relatórios clínicos de texto livre, mapeia as conclusões para conceitos em fontes de conhecimento disponíveis, e gera uma apresentação personalizada do registro com base nas necessidades de informação do usuário. O sistema utiliza ontologias biomédicas como fontes de conhecimento de domínio para identificar partes relevantes do registro a ser exibido.

7.8. GETTING USER-GENERATED CONTENT STRUCTURED: OVERCOMING INFORMATION OVERLOAD IN EMERGENCY MANAGEMENT

Schulz et al. (2012) apresentam uma solução para estruturação e fusão de conteúdo gerado por usuários em gestão de desastres. A solução permite a identificação de incidentes individuais em um fluxo de entrada de relatórios de incidentes. O objetivo é identificar relatórios sobre o mesmo incidente e mescla-los usando regras que exploram a informação espacial, temporal e temática. Dessa forma, pode-se obter uma representação completa do incidente, melhorando a percepção da situação e facilitando a triagem de informações para os tomadores de decisão.

7.9. EMERGENCIA: PRO-ACTIVE DECISION SUPPORT FOR EMERGENCY COORDINATION THROUGH ACTIONABLE EMERGENCY PLANS

González-Deleito e Tsiporkova (2013) apresentam o software denominado EMERGENCIA DASHBOARD para apoiar o coordenador de emergência no processo de tomada de decisões para resolver uma situação de emergência. Os autores descrevem a situação no qual o coordenador de emergência é sobrecarregado por diversas informações que estão contidas nos volumosos documentos que descrevem o plano de emergência. De acordo com os autores os planos de emergência podem conter facilmente centenas de páginas, o que dificulta o processo de tomada rápida de decisão. A proposta é que ao invés de navegar pelo documento em busca dos procedimentos relevantes, o software pro-ativamente sugeriria procedimentos adequados,

decisões pertinentes e medidas a tomar, considerando o estado atual da situação de emergência.

7.10. COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS APRESENTADOS

Para facilitar a análise dos trabalhos descritos anteriormente foi desenvolvida a Tabela 9 que resume as principais diferenças e similaridades entre os trabalhos apresentados e a abordagem proposta nesta tese. Para isto, foram adotados os seguintes critérios comparativos entre os trabalhos:

- **Independente de domínio:** possibilidade de utilização da abordagem em outros domínios de aplicação;
- **Integração de informações:** possibilidade de acessar informações integradas, totalmente dinâmicas, heterogêneas e provenientes de distintos sistemas de informação;
- **Customização:** possibilidade de realizar operações analíticas e combinar informações de acordo com o contexto;
- **Flexibilidade:** possibilidade de personalização no acesso das informações e/ou formas de apresentação de acordo com o contexto;
- **Monitoramento:** possibilidade de acompanhar mudanças nas informações e geração de alertas seguindo uma definição prévia do usuário;

Tabela 9 Análise comparativa dos trabalhos relacionados

Trabalho	Independente de domínio	Integração	Customização	Flexibilidade	Monitoramento
Andrienko e Andrienko (2007)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Wampler, Bink e Catrambone (2009)	Não	Não	Não	Sim	Sim
Döweling *et al*., (2009)	Não	Sim (a nível de dados)	Sim	Sim	Sim
Gupta e Knoblock (2010)	Não	Sim (a nível de dados)	Sim	Sim	Não
Engelbrecht *et al.* (2011)	Não	Não	Não	Não	Sim
Ibarra *et al.* (2012)	Não	Não	Não	Sim	Sim
Hsu *et al.* (2012)	Não	Sim (a nível de dados)	Sim	Sim	Sim
Schulz et al. (2012)	Não	Sim (a nível de dados)	Não	Não	Não
González-Deleito e Tsiporkova (2013)	Não	Não	Não	Não	Sim
Abordagem e sistema (*Emergency Dashboard*) propostos na tese	Sim	Sim (a nível de dados e interface do usuário)	Sim	Sim	Sim

Analisando a Tabela 9 pode-se observar que a maioria dos trabalhos não são independentes de domínio. Além da proposta desta tese, a exceção foi o trabalho desenvolvido por Andrienko e Andrienko (2007) que propõem o uso de ontologias de domínio para descrição das informações, desta forma segundo os autores a proposta poderia ser estendida a outros domínios.

Em relação a integração de informações totalmente dinâmicas, heterogêneas e de distintos sistemas de informação. A abordagem da tese se diferencia pelo nível integração (dados e interface do usuário). A integração de informações a nível de dados diz respeito a ação de transportar dados entre diferentes fontes e destinos e eventualmente tratar os dados fazendo as atualizações necessárias para manter a integridade (por exemplo, replicação de dados). Já a nível de interface do usuário diz respeito a agregação de parte da interface (ou componente) do sistema original ao novo sistema. Ambos os níveis de integração são previstos no *Emergency Dashboard*.

Os critérios de customização e flexibilidade estão relacionados a dinamicidade dos ambientes complexos. Sobretudo, em cenários de emergência novos requisitos de informação podem surgir a todo tempo, fazendo com que a seleção de informações de interesse e o tipo de visualização sejam modificados. Frente a esta questão, nossa proposta se assemelha a alguns dos trabalhos sinalizados na Tabela 9, pelo fato de permitir aos usuários selecionar informações de interesse, realizar algumas transformações analíticas e definir a visualização de acordo o contexto do usuário. Do ponto de vista do usuário, propomos um processo flexível e interativo, que permite ao usuário redefinir sempre que necessário suas informações e o tipo de visualização, de forma a compor seu próprio *dashboard*.

Por fim, com relação ao critério de monitoramento somente os trabalhos de Gupta e Knoblock (2010) e Schulz et al. (2012) não abordam este critério, o que poderia ser justificado pelo escopo desses trabalhos.

7.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos trabalhos relacionados permitiu constatar algumas diferenças e similaridades com a proposta apresentada nesta tese. Em todos os trabalhos descritos, pode-se observar que de fato existe uma grande preocupação em lidar com a sobrecarga de informações.

Os critérios utilizados para analisar os trabalhos relacionados serviram para posicionar nossa pesquisa e também, como insumo de melhorias para nossa abordagem. Finalmente, é importante ressaltar que o problema abordado também é alvo de várias pesquisas em outros domínios. A escolha de restringir ao domínio de emergência foi uma oportunidade e um desafio adicional, já que neste tipo de ambiente complexo o problema da sobrecarga de informações se torna ainda mais difícil de lidar.

No próximo capítulo serão apresentados dois estudos realizados no sentido de avaliar a hipótese que orienta esta tese, sendo apresentados os respectivos planejamentos e procedimentos de acordo com cada estudo, além de uma discussão quanto as evidências da sobrecarga de informação encontradas.

8 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Este capítulo descreve dois estudos que visam a avaliação da hipótese que orienta a tese. Em ambos estudos de caso são descritos o processo atual (como é feito) e o processo futuro (abordagem proposta na tese) das atividades realizadas. Além disso, ao final de cada estudo é apresentado uma discussão quanto as evidências da sobrecarga de informação encontradas ao se comparar os processos.

8.1. VISÃO GERAL

A avaliação executada buscou indícios de que a utilização da solução proposta reduziu a sobrecarga de informações dos usuários que atuam em ambientes complexos. Considerando que a realização de experimentos científicos em ambientes complexos não é uma tarefa trivial, o mais recomendado é que a avaliação seja realizada por meio de simulações. Tais simulações não são capazes de gerar a carga emocional vivida na realidade, mas, por outro lado, permitem uma observação mais minuciosa das variáveis estudadas (ENGELBRECHT, 2011).

Nesta tese o domínio de aplicação utilizado foi o de Gestão de Emergência. A partir de evidencias do problema de sobrecarga de informações em um cenário real (Capítulo 5), pôde-se estabelecer requisitos essenciais que somados ao referencial teórico utilizado, serviram como base para a proposta de solução. A hipótese que norteia a tese é que a sobrecarga de informações pode ser reduzida, se o usuário definir de maneira interativa o seu próprio espaço de trabalho, que é representado pela seleção das informações e formas de apresentação definidas pelo seu contexto.

Como o fenômeno a ser estudado é amplo, complexo, de difícil quantificação e não pode ser estudado fora do contexto onde ocorre naturalmente, optou-se pela realização de estudos de caso em uma abordagem quali-quantitativa. De acordo Kaplan e Duchon (1988), a combinação metodológica é considerada uma forma robusta de se produzir conhecimentos, uma vez que se superam as limitações de cada uma das abordagens tradicionais (qualitativa e quantitativa).

Para a abordagem quantitativa buscou-se uma medição objetiva do tempo gasto na execução das atividades realizadas pelos gestores. Essas atividades estão relacionadas ao processamento das informações que são de interesse para a produção de algum conhecimento ou tomada de

decisão. Para a abordagem qualitativa buscou-se uma maior profundidade e abrangência das evidências de sobrecarga de informações, o qual foram obtidas e trianguladas por meio de múltiplas fontes de coleta de dados, como observações, entrevistas, análise de documentos e conversas informais, permitindo ao pesquisador detalhes informais e relevantes dificilmente alcançados somente com o enfoque quantitativo.

As Seções 8.3 e 8.4 apresentam dois estudos realizados com objetivo de avaliar a hipótese. Em ambos estudos de caso são descritos o processo atual (como é feito) e o processo futuro (abordagem proposta na tese) das atividades realizadas. Além disso, ao final de cada estudo é apresentado uma discussão quanto as evidências encontradas ao se comparar os processos.

Para uma efetiva condução dos estudos de caso foi realizado um planejamento operacional em sete etapas:

1. Contato formal com as organizações a fim de obter a autorização para realização da pesquisa;
2. Explanação dos objetivos do estudo para as organizações;
3. Definição das pessoas que participarão dos estudos;
4. Definição de critérios para acesso à organização e aos documentos, quais são confidenciais e quais podem ser divulgados;
5. Definição do novo processo quando se tratar do processo futuro;
6. Acompanhamento dos processos e coleta das evidências, por meio de diversas técnicas;
7. Devolução aos respondentes/organização para validação ou não das evidências coletadas.

Os estudos realizados foram:

Estudo 1 (Seção 8.3): este estudo foi realizado junto ao Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndios do Estado do Rio de Janeiro.

Estudo 2 (Seção 8.4): este estudo foi realizado junto a Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias.

8.2. ASPECTOS ÉTICOS

Para a realização da pesquisa, foi solicitada autorizações para acompanhamento das equipes de emergência. Essa autorização se deu por parceria firmada entre as instituições e o pesquisador

com a finalidade da realização deste estudo acadêmico. No acordo de parceria foram dadas garantias de que os propósitos e os procedimentos da pesquisa não trariam consequências negativas de ordem ética em relação aos participantes e instituições às quais eles estiverem (ou estejam) associados. Nesse sentido, os dados obtidos na pesquisa foram utilizados sem a identificação real dos participantes, para garantir o anonimato dos mesmos.

8.3. ESTUDO 1

O estudo 1 foi realizado junto ao o Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndio (GTSAI) no acompanhamento de uma de suas principais atividades. Neste estudo são descritos os processos atual (como é feito) e o futuro (abordagem proposta na tese), além de discutidos as evidências relacionadas ao problema de sobrecarga de informações.

8.3.1. **Descrição do processo atual**

Quando uma emergência é reportada, equipes de resposta são enviadas para o local a fim de realizar uma avaliação do ambiente e dos recursos disponíveis para lidar com a situação. Em muitos casos, a agência de resposta não possui informações sobre o que irá encontrar no local da emergência (por exemplo, existem hidrantes? Onde estão localizados?). Este tipo de informação é crucial para o sucesso das missões. Portanto, existe uma preocupação constante em manter este tipo de informação atualizada e disponível.

Com objetivo de irradiar a doutrina do serviço de abastecimento de água durante os incêndios, de forma que não haja descontinuidade nas operações de combate a incêndio, foi criado em 2003 através do Decreto nº 2533 de 15 maio de 2003, o Grupamento Técnico de Suprimento de Água para Incêndio (GTSAI), ficando subordinado ao Comando Intermediário de Atividades Especializadas.

O Grupamento tem hoje uma preocupação com o uso racional da água no combate a incêndios por todas as unidades operacionais do Estado. Assim a reutilização da água, o funcionamento e a manutenção dos hidrantes urbanos são os pontos centrais na questão do suprimento de água para o combate a incêndio.

Dentre as diversas atividades do GTSAI, destacam-se a de monitorar e coletar informações sobre os logradouros públicos e suas características, além de criar e manter atualizado base de dados sobre pontos críticos, recursos hídricos e hidrantes. Essas informações auxiliam com

maior eficiência os oficiais comandantes de operações nas tomadas de decisões referentes ao suprimento de água, e consequentemente, garantem a possibilidade de fazer frente, com maior qualidade, às diversas modalidades de eventos que necessitam deste recurso. Esta atividade operacional de coleta de informações é denominada de “Corrida de Área”.

A Figura 48 mostra o processo atual em uma sequência lógica, bem como o tempo gasto na execução de cada uma das atividades (assinaladas em azul).

As atividades previstas neste processo são:

1. Coleta de informações (em papel) sobre recursos hídricos, hidrantes e pontos críticos;
2. Entrada de informações em sistemas de informações do CBMERJ;
3. Exportação das informações do sistema para planilhas Excel;
4. Preparação dos dados (filtragem, sumarização, etc.);
5. Criação e formatação do relatório;
6. Análise e tomada de decisão.

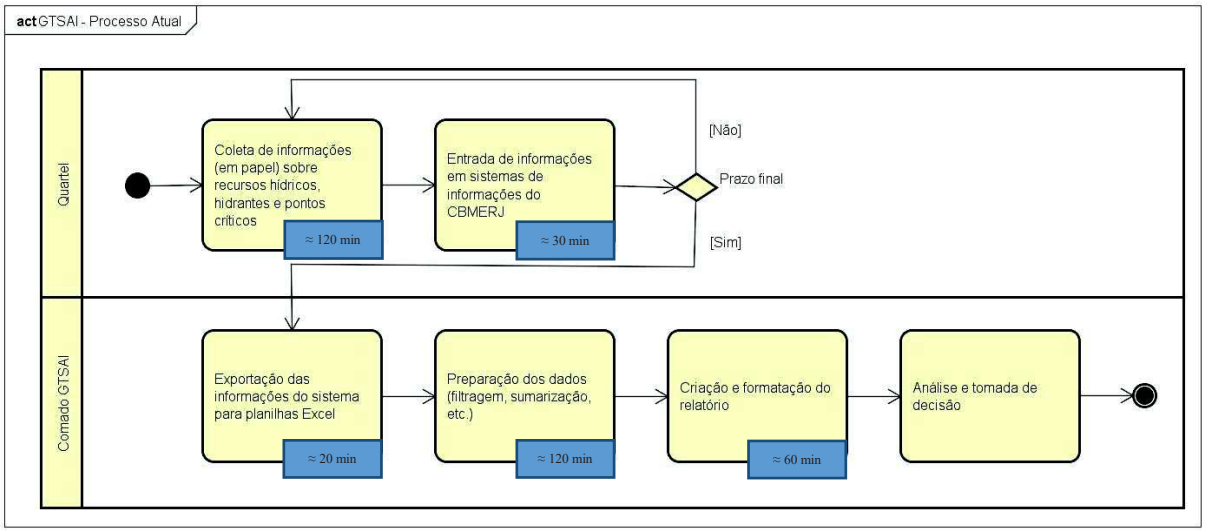


Figura 48 Processo atual para o Estudo 1

O período de coleta de dados e evidências na execução do processo atual foi realizado entre fevereiro e junho de 2016. A partir das observações *in loco*, entrevistas não estruturadas e conversas informais realizadas com dois oficiais experientes do comando GTSAI, foram identificados alguns problemas que vão ao encontro aos abordados nesta tese, tais como: a multiplicidade de informações extraídas de diferentes fontes que competem pela atenção dos

gestores, a dificuldade em manipular as informações em planilhas (etapa de preparação dos dados, exemplo: sumarizações, filtragens e etc.), a falta de flexibilidade dos relatórios, a incapacidade de monitoramento em tempo real das atividades, o sentimento de sobrecarga, para citar alguns. Além disso, há uma necessidade de criar relatórios diferentes para diferentes perfis ou compartilhar o relatório com outras agências (ou esferas superiores).

Cabe também destacar que as medidas de tempo para cada atividade foram obtidas durante as suas observações. O tempo necessário para execução de todo o processo conforme mostrado na Figura 48 foi em torno de 350 min. Entretanto, considerando apenas as atividades realizadas pelo comando para o processamento de informações este tempo foi em torno de 200 min. Cabe ressaltar que o tempo computado pode ser superior se levarmos em conta as interrupções do ambiente ou qualquer outra atividade que possa ocorrer em paralelo.

Os participantes do processo atual, bem como suas responsabilidades são detalhados na Tabela 10.

Tabela 10 Participantes do processo atual do Estudo 1

Quantidade	Perfil	Responsabilidade
Designada pelo comandante do quartel	Equipe de campo	• Coleta de informações em campo; • Cadastramento de informações no sistema VICON. As informações coletas são: hidrantes, recursos hídricos e pontos críticos.
02	Comando GTSAI (Operador e Tomador de decisão)	• Exportação das informações do sistema para planilhas do Excel. • Preparação dos dados. • Criação e formatação do relatório. • Análise e tomada de decisão.

Conforme mostrado na Figura 48 o processo é dividido em dois momentos, o primeiro é executado por uma equipe de campo especializada do quartel. O segundo é realizado pelo comando GTSAI.

Com exceção da atividade de coleta de informações em campo, todas as atividades foram acompanhadas pelo pesquisador. Entretanto, o enfoque da avaliação foi concentrado nas atividades realizadas pelo comando.

O processo atual é iniciado a partir do momento que uma equipe designada pelo comandante do quartel sai a campo para coletar informações (Figura 49). Como não existe um sistema que suporte a atividade de coleta, as informações são registradas em papel e, em seguida, uma vez que a equipe retorna ao quartel, essas informações são inseridas no sistema VICON[3] – Vigilância e Controle – no Projeto PGORH[4].

Figura 49 Execução da Corrida de Área pela equipe de campo

[3] O sistema Vicon (http://www.viconsaga.com.br) é uma iniciativa 100% nacional e livre de custos, que foi desenvolvida pelo Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ – LAGEOP/UFRJ em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
[4] Plano de Gerenciamento Operacional de Recursos Hídricos

As atividades de coleta são realizadas por cerca de 100 quarteis no Estado do Rio de Janeiro. Uma vez que as informações estão disponíveis nos sistemas de informação dos bombeiros, o comando extrai informações para planilhas do Microsoft Excel e então, prepara e consolida as informações em um relatório (Microsoft Word) com objetivo de monitorar os recursos disponíveis, além de verificar se os quartéis estão cumprindo a atividade da "Corrida de Área" corretamente. A criação dos relatórios é realizada por um suboficial do comando GTSAI e então, compartilhada para todos os integrantes do comando e os responsáveis pelos quartéis, no qual possuem a competência de acompanhar a atividade da "Corrida de área". Um exemplo do relatório gerado é mostrado na Figura 50.

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
GRUPAMENTO TECNICO DE SUPRIMENTO DE AGUA PARA INCENDIO

Relatório de Corrida de Área

1. ***Relatório - Janeiro 2016***

Dados extraídos do PGORH na data: **18/02/2016**, às 11:30 horas.

RELATÓRIO DE CORRIDA DE ÁREA					
CBA	**OBM**	**HIDRANTES**	**RECURSOS HÍDRICOS**	**PONOTOS CRÍTICOS**	**TOTAL**
I - CAPITAL	2º GBM - MÉIER	31	0	0	31
I - CAPITAL	DBM 1/2 - RAMOS	0	6	4	10
I - CAPITAL	8º GBM - CAMPINHO	3	29	57	89
I - CAPITAL	DBM 1/8 - REALENGO	10	5	5	20
I - CAPITAL	12º GBM - JACAREPAGUÁ	60	28	0	88
I - CAPITAL	13º GBM - CAMPO GRANDE	0	0	0	0
I - CAPITAL	DBM 1/13 - SANTA CRUZ	4	0	0	4

Figura 50 Relatório de Corrida de Área

8.3.2. **Descrição do processo futuro**

A realização do processo futuro teve como objetivo verificar se os problemas relacionados a sobrecarga de informações mencionados anteriormente foram reduzidos. Para efeito, um novo processo foi definido para realização da simulação.

A Figura 51 mostra o processo futuro realizado em uma sequência lógica, bem como o tempo gasto na execução de cada uma das atividades (assinalado em azul). Este processo mantêm as atividades do quartel e incorpora, por meio do uso do sistema, novas práticas para execução das atividades de seleção e escolha das formas de apresentação a compor o *dashboard*. Além, da criação de alertas para monitoramento em tempo real das informações coletadas.

As atividades previstas neste processo foram:

1. Coleta de informações (em papel) sobre recursos hídricos, hidrantes e pontos críticos;
2. Entrada de informações em sistemas de informações do CBMERJ;
3. Configuração das fontes de dados por meio do modelo raiz;
4. Extração de dados via *web service*;
5. Definição do conjunto de informações do usuário por meio do modelo de seleção contextual:
    a. Seleção explicita das informações;
    b. Realização de transformações nas informações (operações analíticas);
6. Escolha das formas de apresentação a compor o *dashboard*:
    a. Escolha dos atributos;
    b. Mapeamento de informações para uma ou mais formas distintas de visualização;
    c. Escolha da forma de apresentação para as informações (gráficos, tabelas, mapas);
    d. Escolha do *dashboard* para inserção dos componentes visuais;
7. Abertura do *dashboard*;
8. Criação de alertas para monitoramento;
9. Análise e tomada de decisão.

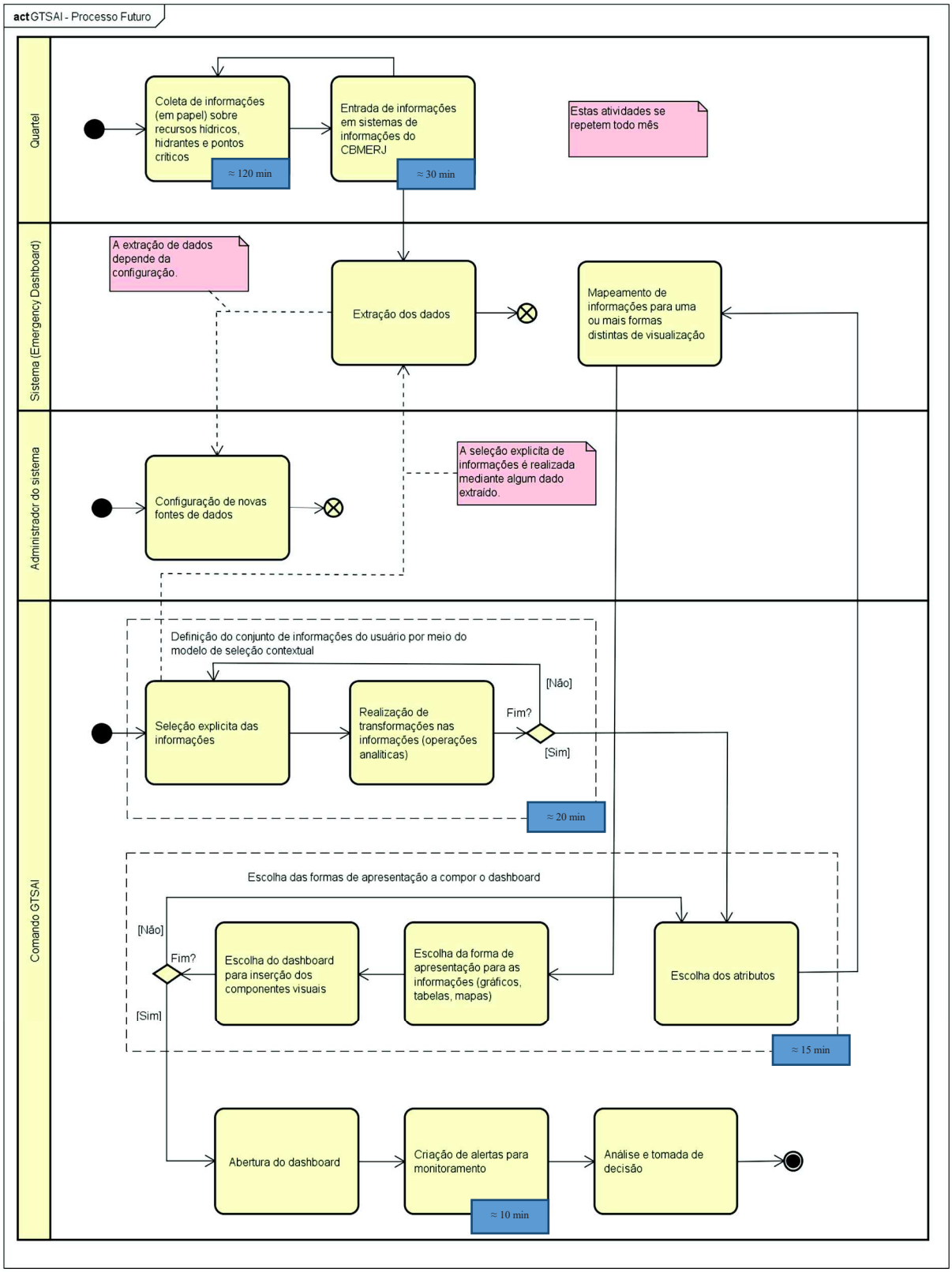


Figura 51 Processo futuro para o Estudo 1

Conforme mencionado, o processo futuro tomou como base o processo atual descrito na Seção 8.3.1. Para sua realização foi escolhida a área de atuação do próprio GTSAI, que tem sede no bairro do Caju na cidade do Rio de Janeiro. Para coleta de dados e evidências foram utilizadas as mesmas técnicas descritas no processo atual. Assim como no processo atual, as medidas de tempo para cada atividade foram obtidas durante as observações. O tempo necessário para execução de todo o processo conforme mostrado na Figura 51 foi em torno de 195 min. E, novamente levando em conta apenas as atividades de processamento de informações realizadas pelo comando, o tempo gasto para processamento das informações foi em torno de 45 min.

Os participantes do processo futuro, bem como suas responsabilidades são detalhados na Tabela 11.

Tabela 11 Participantes do processo futuro do Estudo 1

Quantidade	Perfil	Responsabilidade
Designada pelo comandante do quartel	Equipe de campo (Quartel)	• Coleta de informações em campo; • Cadastramento de informações no sistema VICON. As informações coletas são: hidrantes, recursos hídricos e pontos críticos.
Não aplicável	Sistema (*Emergency Dashboard*)	• Extração de dados. • Mapeamento de informações para uma ou mais formas distintas de visualização.
01	Administrador do sistema	• Configuração de novas fontes de dados.
02	Comando GTSAI (Operador e Tomador de decisão)	• Definição das informações e dos tipos de visualização a compor o *dashboard*. • Definição de alertas quanto ao cumprimento de metas. • Análise e tomada de decisão.

Antes de iniciar efetivamente o processo futuro foi realizado junto ao operador do sistema (Comando – Operador) um treinamento. Durante o treinamento foram apresentados exemplos de como construir um *dashboard* utilizando o sistema e os erros mais comuns ao se planejar um *dashboard* descritos na Seção 4.3. Após isso, todo o fluxo de atividades previsto para o comando GTSAI apresentado na Figura 51 foi realizado. Entretanto, neste primeiro momento utilizou-se apenas dados referente ao mês de janeiro de 2016, o qual foram extraídos diretamente do sistema VICON no formato xls e importados manualmente para o sistema *Emergency Dashboard*.

O treinamento foi realizado em duas reuniões com duração aproximada de 80 min. Ao longo do treinamento também foi possível coletar informações adicionais para aperfeiçoamento do sistema, bem como contribuições na detecção de 'bugs', tais como: problemas na interface, usabilidade e desempenho computacional.

A Figura 52 mostra a interface de importação de uma nova fonte de dados. Já a Figura 53 apresenta o *dashboard* criado pelo o operador durante o treinamento para dados de hidrantes. É importante destacar que durante o treinamento o foco na apresentação das informações, definido pelo operador, foi em gráficos já conhecidos (como gráfico de pizza ou coluna) e em tabelas. Outra informação que requereu atenção foi a localização espacial e a situação dos hidrantes. Essas duas informações foram agregadas pelo operador e apresentadas em um mapa.

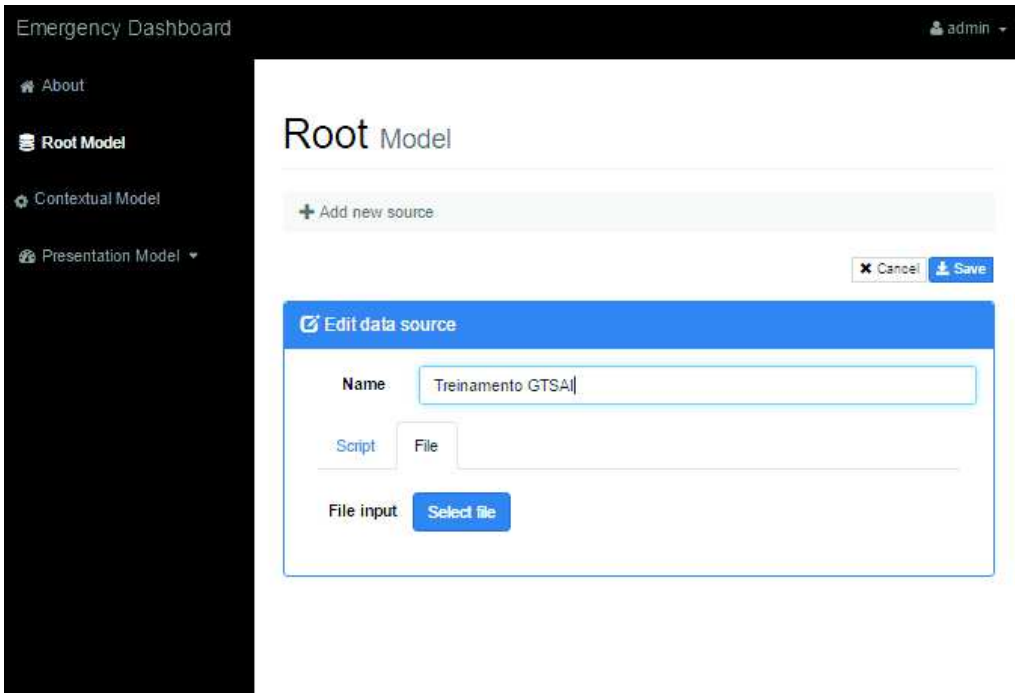


Figura 52 Criação de novo datasource

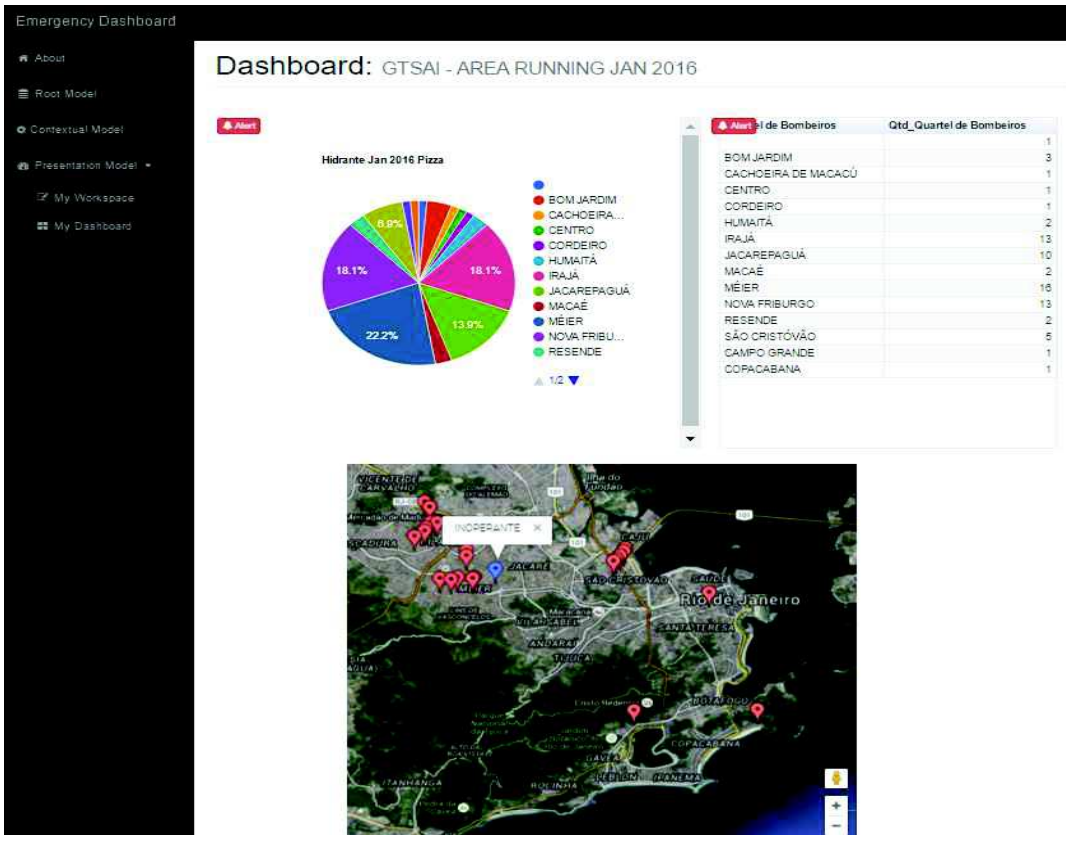


Figura 53 Dashboard criado durante o treinamento

Finalizado o treinamento e a fim de utilizar dados reais coletados em tempo real para a realização do processo futuro, foi desenvolvido um serviço web para extração dos dados diretamente do sistema VICON. Este processo de extração foi desenvolvido em parceria com Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ – LAGEOP/UFRJ e em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O serviço web foi criado baseando-se na API[5] já disponível e documentada do projeto VICON.

A partir disto, a simulação foi realizada no dia 13 de junho de 2016 durante uma atividade operacional publicada em diário oficial. Cabe destacar que a simulação ocorreu com foco no fluxo de atividades realizado pelo comando GTSAI. Entretanto, as atividades realizadas pelos outros participantes poderiam ocorrer de forma simultânea. Por exemplo, enquanto o comando monitora informações, a equipe de campo poderia atualizar ou registrar novas informações.

No caso da equipe de campo designada pelo quartel, a atividade atual de coleta de informações, bem como a atividade de entrada de informações no sistema VICON, foram realizadas seguindo a mesma descrição do processo atual para a "Corrida de Área". A atividade de configuração dos dados, que é de responsabilidade do administrador do sistema (desempenhada pelo pesquisador), foi realizada logo após a integração entre os dois sistemas (VICON e *Emergency Dashboard*). Já as atividades que eram de responsabilidade do próprio sistema (*Emergency Dashboard*) foram realizadas sob demanda de outras atividades e de forma automática.

Por fim, as atividades realizadas pelo comando GTSAI foram iniciadas a partir de uma demanda do comandante por informações atualizadas da "Corrida de Área". A partir disto, o operador definiu a seleção das informações de acordo com o contexto da tarefa utilizando o modelo de seleção contextual. A Figura 54 mostra a interface do sistema *Emergency Dashboard* com as opções de escolha para definição de um conjunto de dados. No caso desta tarefa o operador definiu quais os conjuntos de dados do sistema VICON seriam importantes.

[5] Maiores informações sobre a API podem ser obtidas em http://viconsaga.com.br/help/api

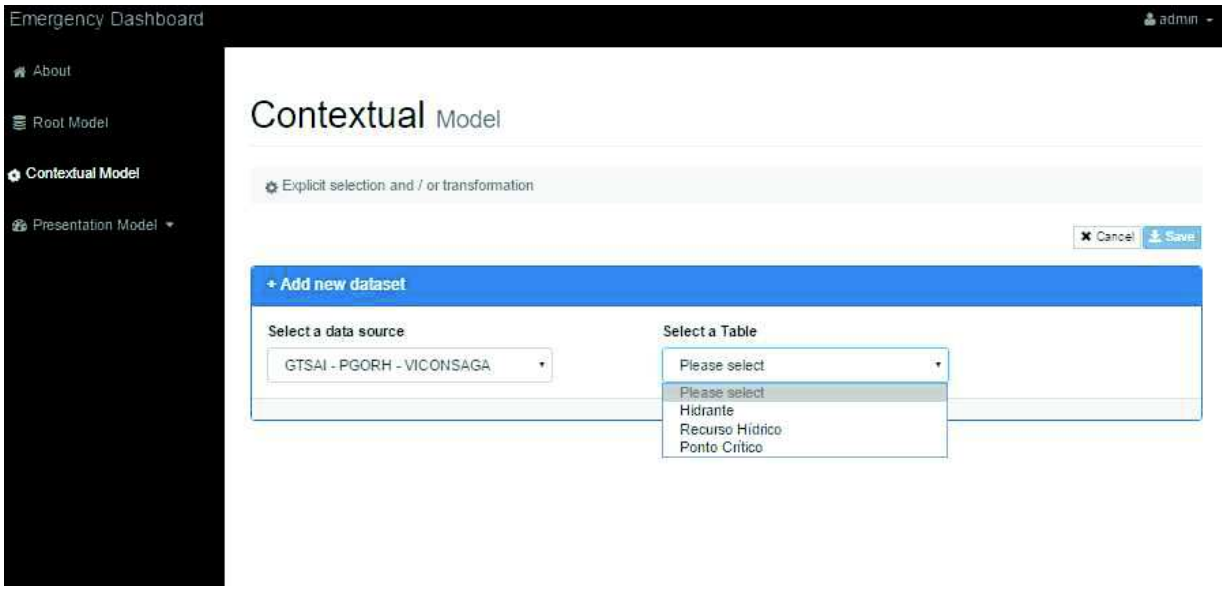


Figura 54 Interface para escolha do conjunto de informações

Uma vez definida a fonte de dados o operador selecionou as informações e realizou uma série de operações analíticas para refinamento das informações. As atividades que foram realizadas foram:

- Criação dos filtros de atributos: foram removidos atributos irrelevantes para o contexto;
- Criação dos filtros de dados: foram criados filtros considerando "Data de última atualização" e "Quartel de bombeiros";
- Criação dos atributos derivados: foram criados novos atributos considerando atributos pré-existentes. Por exemplo, o operador criou o atributo "Mês" modificando a visualização da formatação da data do sistema VICON para um tipo texto;
- Sumarizações e agrupamentos: as informações foram agrupadas e sumarizadas, de maneira a quantificar a incidência de registros dentro de um período.

A Figura 55 mostra a criação do filtro de dados. Uma vez definido o conjunto de informações de acordo com o contexto, o operador pôde escolher quais seriam as formas de apresentação que iriam compor o *dashboard*.

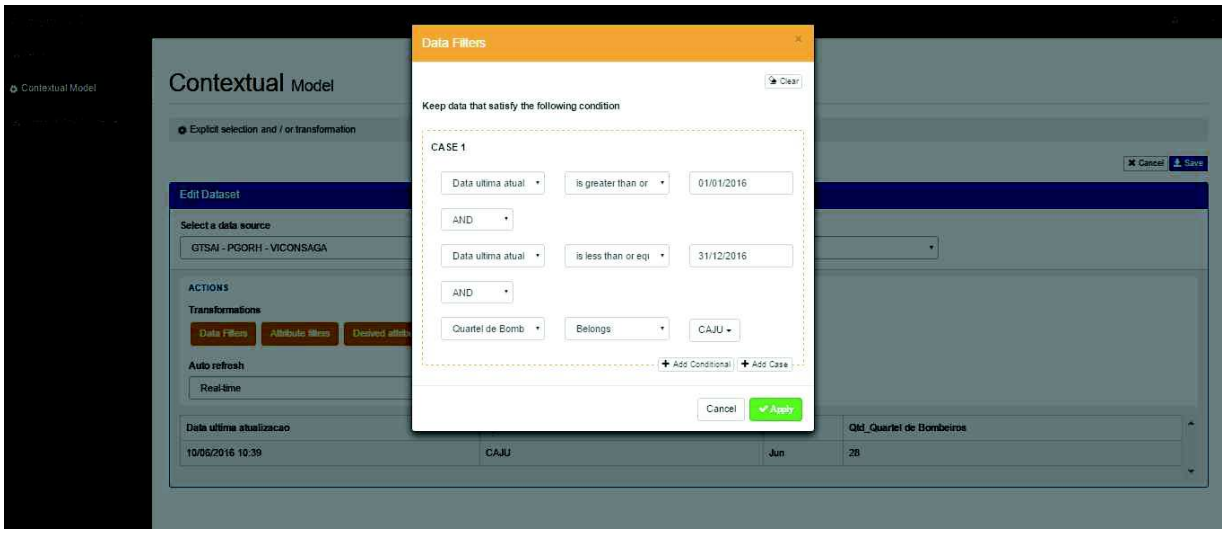


Figura 55 Criação de filtro de dados

No modelo de apresentação o operador definiu em acordo com o comandante como seria o espaço de trabalho, que é definido pela seleção das informações e como elas seriam apresentadas. A Figura 56 mostra a escolha do comando para acompanhamento dos registros de recursos hídricos mês a mês.

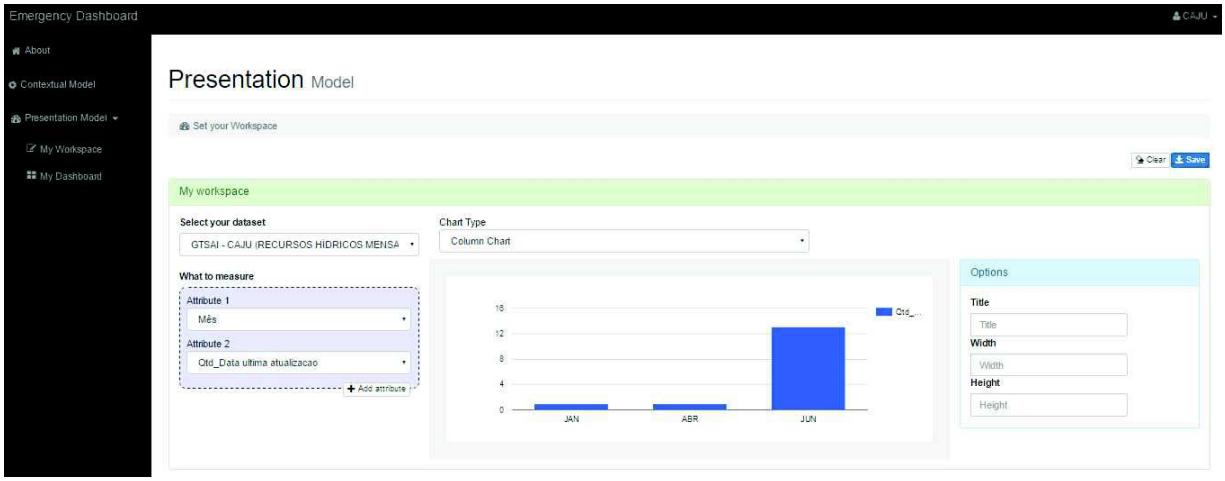


Figura 56 Escolha das formas de apresentação

Para fins de acompanhamento da "Corrida de Área" o comando definiu formas de apresentação em tabelas e gráficos de coluna (Figura 57). As informações referentes ao quartel

do Caju foram agrupadas em um único *dashboard* permitindo ao comando visualizar as informações utilizando meios de apresentação claros, resumidos e diretos em tempo real.

Figura 57 Dashboard com informações da Corrida de Área

Além do quadro operacional comum por meio do uso do *dashboard*, o comando solicitou a criação de alertas para fins de monitoramento da atividade realizada pela equipe de campo. A Figura 58 mostra o alerta criado. Uma vez que a condição fosse satisfeita a visualização correspondente iria piscar na tela, além de ser disparado um alerta sonoro.

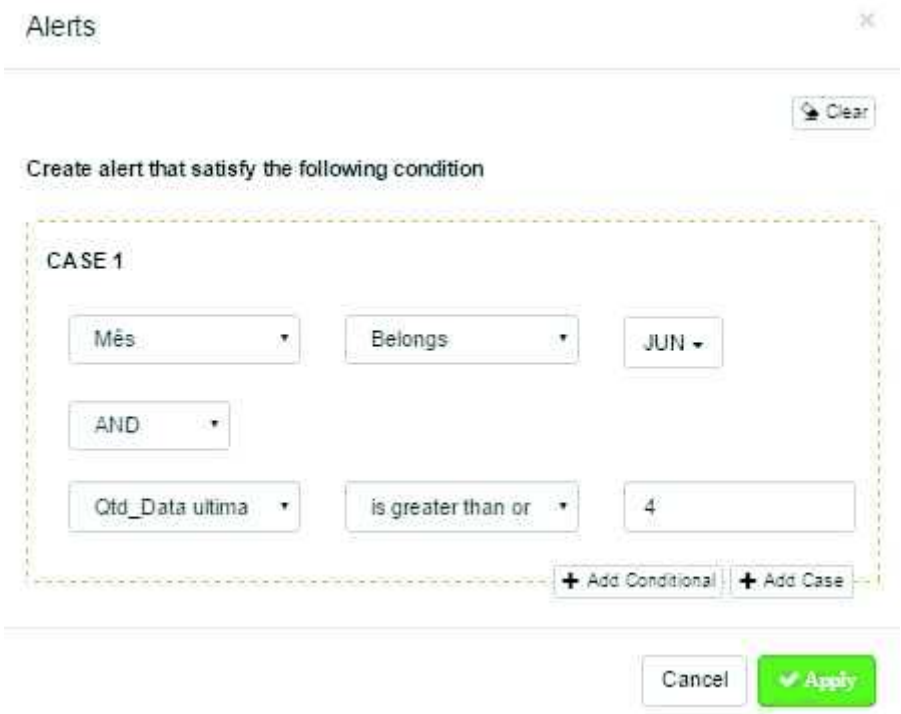


Figura 58 Interface para criação de alertas

8.3.3. **Discussão**

As avaliações realizadas durante a execução dos processos atual e futuro, junto ao GTSAI, permitiram coletar dados e evidências sobre os problemas de sobrecarga de informações enfrentados pelos gestores.

O estudo foi realizado considerando dados reais, obtidos em tempo real, durante uma atividade operacional de rotina que é a "Corrida de Área". Esta atividade é regulamentada em todo o Estado do Rio de Janeiro e publicada em boletim do CBMERJ.

Durante a realização do processo atual e futuro foram coletadas evidências quanto ao tempo de processamento das atividades. Comparando o tempo total registrado na execução das atividades do comando em ambos os processos, se obteve uma redução de quase de 80% do tempo. Isto sinalizou a eficiência que o uso da nova abordagem e sistema trouxe em relação a realização das atividades do comando atualmente empregadas. Entretanto, é importante salientar que o resultado obtido durante a realização do processo futuro diz respeito a um único quartel. Ou seja, ao contrário do processo atual que o processamento das informações e o relatório gerado é de responsabilidade estritamente do comando GTSAI, no processo futuro o processamento das informações ficaria sob a responsabilidade de cada gestor (cada quartel

seria auto responsável). Esse ponto, a princípio, significou uma dificuldade para o comando. Pois, o comando centraliza as ações de controle, fornecendo apenas relatórios já consolidados das ações para os quartéis. Visto isso, para contornar essa dificuldade o comandante solicitou que para a próxima etapa[6] fossem previamente criados todos os *dashboards* (para cada quartel). Deixando para os quartéis os *dashboards* (já prontos) apenas para fins de comunicação e controle.

Outras evidências coletadas estão relacionadas diretamente as causas da sobrecarga de informações descritas no Capítulo 2. Ao longo das observações, entrevistas, análise de documentos e conversas informais buscou-se também evidências da redução da sobrecarga relacionadas a cada um dos cinco constructos. Essas evidências são listadas abaixo.

Fatores pessoais

Uma das causas da sobrecarga de informações está relacionada as limitações na capacidade de processamento de cada indivíduo. Características pessoais como atitude, qualificação, experiência podem determinar em qual ponto a sobrecarga de informações pode ocorrer no processamento das informações.

Ao longo das observações dos processos atual e futuro foi possível perceber o esforço que o comando (operador) fez para manter o controle da quantidade de informações e lidar com a sobrecarga. Suas ações tendem a filtrar ou até omitir informações, de forma a aumentar a quantidade de informações úteis. Por exemplo, no processo atual o esforço é concentrado no processamento das informações em planilhas Excel a fim de gerar o relatório com as informações consolidadas. Esse relatório tem um formato pré-determinado e tem a finalidade de comunicar a execução da "Corrida de Área" de forma simplificada. Entretanto, qualquer mudança solicitada no formato deste relatório, poderia significar um trabalho adicional que nem sempre é possível de ser realizado imediatamente (quer seja pela pressão do tempo ou desconhecimento do potencial da ferramenta). Já para a realização do processo futuro, a atividade de definição das informações úteis também é realizada. Entretanto, essa atividade, a princípio, seria realizada uma única vez. Pois, uma vez definido o conjunto de informações e escolhido a forma de apresentação adequada, o comando iria monitorar o andamento por meio

[6] A próxima etapa diz respeito ao sistema implantado e em pleno uso pelo CBMERJ

do dashboard (já configurado). Obviamente, caso necessário o dashboard poderia ser redefinido de forma interativa.

Outra evidência de causa da sobrecarga de informações está relacionada a situação pessoal. Durante o acompanhamento dos processos foi percebido que no dia-dia do comando diversas interrupções ocorrem. Além disso, existe uma carga de trabalho relacionada a outras atividades que demandam a atenção do comando, o que poderia resultar na sobrecarga. Infelizmente essa é uma causa externa que transcende o escopo de solução deste trabalho.

É importante também destacar as evidências observadas quanto a adaptação do comando ao processo futuro. Apesar dos participantes do comando possuírem familiaridades com inovação e tecnologia. Ficou evidente que em cenários que são realizados sob extrema pressão qualquer mudança de trabalho deve ser introduzida gradualmente.

Características da Informação

Uma das causas da sobrecarga de informações é a própria natureza da informação. Não é apenas a quantidade de informação que determina a sobrecarga de informações, mas também as características específicas da informação. Por exemplo, durante a realização dos processos foi possível perceber que uma das prerrogativas para o comando é que a "Corrida de Área" seja atualizada constantemente e que, sobretudo, as atualizações/registros sejam de qualidade. Em ambos os processos pôde-se perceber o cuidado em manter dados de qualidade. Durante a simulação do processo futuro o comando (operador) ressaltou o seguinte:

> *"Se o quartel está mais dinâmico é por que ele está produzindo mais. A frequência de lançamento é importante, quer seja atualizando ou incorporando novos dados no VICON, mas esses dados devem ser de qualidade. Temos que ter o controle do que é registrado no VICON".*

Outra evidência que foi observada é a relação da disponibilidade da informação relevante em tempo real. No processo atual para se obter uma informação atualizada todo o processamento de informações deveria ser realizado. Já no processo futuro a informação necessária pode ser defina uma única vez. Uma vez que as atividades de seleção, transformação das informações e escolha das formas de apresentação já satisfazem o contexto da tarefa, à medida que as equipes de campo registram no sistema VICON essa informação já é replicada no *dashboard* em

acordo com a preferência do usuário. Além disso, para fins de restringir o acesso somente a informações relevantes, o comando sugeriu que cada quartel visualizasse informações já filtradas ao seu contexto. Durante o treinamento um dos relatos do comando (operador) foi:

> *"Seria importante cada quartel ter seu próprio acesso ao dashboard, vendo somente suas próprias ações já filtradas. Dessa forma, cada quartel poderia acompanhar seu próprio cumprimento da meta total. Também é importante para o grupamento poder ver toda a área mês a mês. Uma vez que definirmos a meta, cada quartel deve acompanhar sua própria situação em tempo real e o Estado Maior pode ter uma percepção geral do que está ocorrendo".*

Outra evidência importante quanto a sobrecarga está relacionada ao aumento no número de alternativas. No processo atual as informações são em geral apresentadas em texto e tabelas, ou seja, o número de alternativas é bem restrito. Já no processo futuro, as informações disponibilizadas no *dashboard* são apresentadas visualmente, através de combinações de texto, tabelas, mapas e gráficos. As representações visuais são inúmeras e permitem uma amplificação da capacidade de pensar sobre a informação. Entretanto, essa grande possibilidade de alternativas visuais pode levar o usuário a uma confusão. Esta questão pode levar o gestor a escolher sempre os mesmos tipos de representações já conhecidas, ignorando outras alternativas até mais interessantes. Esta é uma questão que carece de mais estudos e não foi contemplado nesta pesquisa.

Tarefas e processos

A complexidade da tarefa é outro fator que contribui para a sobrecarga de informações. Tanto no processo atual como no futuro o processamento de informações relatado possui interdependência. O processamento da informação não é uma tarefa trivial e requer ao comando experiência para lidar com os dados. Além disso, a grande quantidade de informações aliado a pressão do tempo, podem levar a sobrecarga de informações.

Outra evidência de causa da sobrecarga de informações está relacionada as interrupções das tarefas. Conforme já mencionado, muitas vezes o comando (operador) sofre interrupções ao realizar seus trabalhos, necessitando realizar tarefas em paralelo. Isso pode levar o operador a gastar um maior tempo alternando entre as tarefas e, ao fazê-lo, ele tem que verificar onde

parou, gastando tempo e aumentando o esforço mental. Esta dificuldade pôde ser observada em ambos os processos descritos.

Desenho organizacional

O desenho organizacional adotado em ambos os processos seguiu a estrutura de comando e controle. Conforme já mencionado o comando centraliza as análises e comunica as informações para as partes interessadas por meio relatórios consolidados.

As observações realizadas no processo atual e futuro permitiram descrever a rotina de trabalho e coletar evidências do uso da solução proposta na tese. Ao propor a realização do processo futuro, buscou-se respeitar a estrutura hierárquica existente e apoiar as atividades já realizadas com a menor interferência possível no modo atual de trabalho.

Tecnologia da informação

As causas de sobrecarga de informações relacionadas à tecnologia da informação em suma são atribuídas ao processamento e disponibilidade das informações. No processo atual descrito o meio através do qual a informação é processada, transmitida, e a forma em que a informação é apresentada, podem provocar sensações de sobrecarga. Neste processo o processamento e análises são realizadas principalmente em tabelas. Já no caso do processo futuro, ao inserir a nova abordagem e sistema buscou-se obter as informações mais relevantes consolidadas em uma única tela e, assim oferecer uma solução ao problema de sobrecarga de informação, permitindo separar o relevante entre o irrelevante. Além disso, buscou-se facilitar o monitoramento em tempo real através dos alertas, de maneira que o comando pudesse rapidamente tomar uma ação quando necessário. Uma das falas do comandante durante a execução do processo futuro foi:

> *"O dashboard é uma ferramenta de controle e análise. No momento que você tem uma ferramenta que mostra de forma automática informações que acontecem em tempo real, podemos avaliar quem fez mais ou fez menos. Além disso, podemos criar hipóteses para entender as ações dos quarteis, além de possibilitar uma melhor tomada de decisão. Por exemplo, podemos entender melhor as características diferentes de cada quartel e assim demandar metas diferenciadas (exemplo: considerar as áreas urbanas de cada quartel, a*

geografia diferente, etc.), ou seja, talvez o que é exigido a um determinado quartel não se aplica a outro".

8.4. ESTUDO 2

O estudo 2 foi realizado junto a Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias. Mais especificamente foram acompanhadas algumas das atividades realizadas pela assessoria de meteorologia.

A assessoria de meteorologia tem entre suas funções:

- Assessorar o Subsecretário de Operações nos processos e protocolos de acionamento do Sistema de Alerta e Alarme Comunitário para Chuvas e Inundações;
- Elaborar Boletins de Previsão do Tempo, Avisos Meteorológicos e Boletins de Ameaças Meteorológicas para o Município de Duque de Caxias;
- Monitorar os índices pluviométricos, descargas elétricas e rajadas de vento do Município.

Este estudo teve como foco as atividades relacionadas ao monitoramento meteorológico. Assim como no estudo 1 apresentado na Seção 8.3, neste estudo são descritos os processos atual (como é feito) e o futuro (abordagem proposta na tese), além de discutidos as evidências relacionadas ao problema de sobrecarga de informações.

8.4.1. **Descrição do processo atual**

O processo atual de monitoramento fornece informações meteorológicas em tempo real para tomada de decisão dos superiores. Esse processo é iniciado sempre que uma previsão adversa da situação do tempo se concretiza.

A Figura 59 mostra o processo atual em uma sequência lógica. O tempo total gasto na execução das atividades não foi computado para este processo. Pois, durante as visitas realizadas não houve uma situação adversa real no qual pudesse ser realizado um monitoramento. Dessa forma, a observação do processo atual de monitoramento foi simulada considerando um caso fictício de uma frente fria. Além disso, mesmo que ocorresse uma situação real, não seria aplicável a computação do tempo pois o monitoramento só seria encerrado na normalização da situação.

As atividades previstas neste processo são:

1. Abertura das “n” fontes de informação;
2. Monitoramento:
    a. Acompanhamento de imagens de satélite;
    b. Acompanhamento de radares meteorológicos;
    c. Acompanhamento de mensagens do REDEMET;
    d. Acompanhamento de informações do sistema de descargas elétricas;
3. Reportar a situação para os superiores.

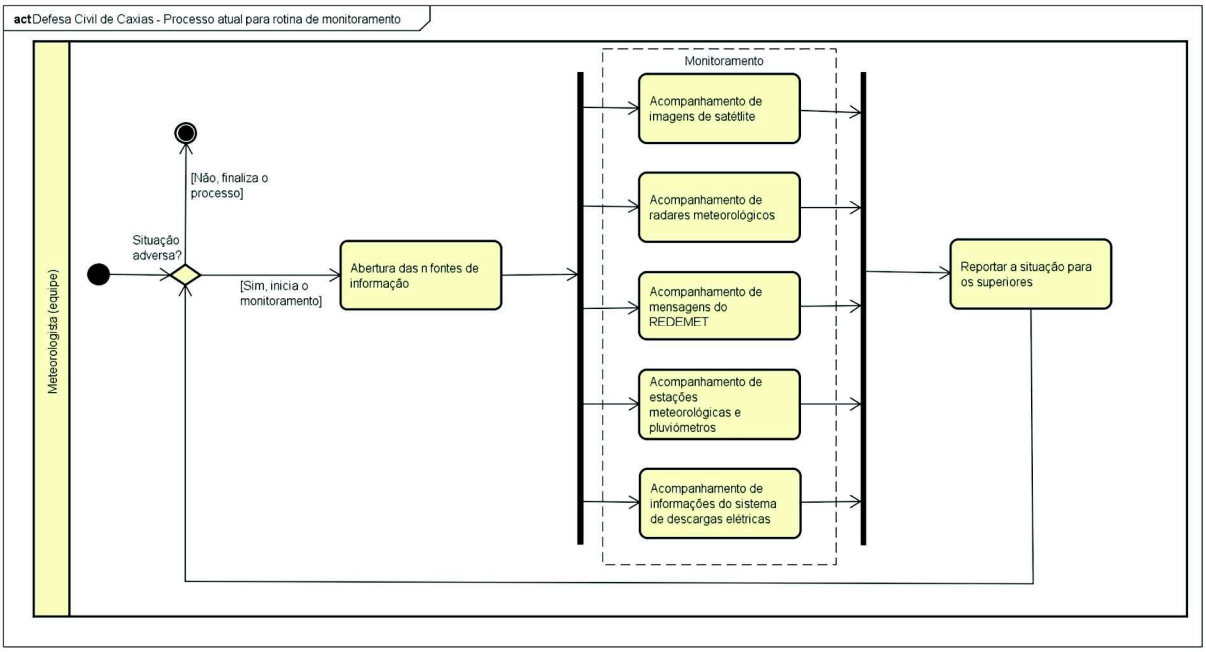


Figura 59 Processo atual para o Estudo 2

A coleta de dados e evidências na execução do processo atual foi realizada entre junho e julho de 2016. A partir das observações *in loco*, entrevistas não estruturadas e conversas informais realizadas com membros da equipe de meteorologistas, foram identificados alguns problemas que vão ao encontro aos abordados nesta tese, um relato pelo assessor-chefe da meteorologia foi:

> *“Existem várias fontes de informação para observar e elas não são padronizadas, por exemplo, alguns radares são atualizados de 2 em 2 min,*

> *outros são de 10 em 10 min, e outros são atualizados até de 1 em 1h. Isso é muito complicado, pois precisamos monitorar, passar dados para os superiores e ainda comunicar a população sobre o que acontecerá nas próximas horas. Na hora do monitoramento nós temos que abrir várias abas que dividem a nossa atenção, o computador pode travar, enfim, falta operacionalidade".*

Os participantes do processo atual, bem como suas responsabilidades são detalhados na Tabela 12. Entretanto, durante a coleta de dados e evidências o contato realizado foi apenas com o assessor-chefe da meteorologia e com um estagiário.

Tabela 12 Participantes do processo atual para o Estudo 2

Quantidade	Perfil	Responsabilidade
01	Assessor-chefe da meteorologia	• Monitoramento. • Reporte aos superiores.
05	Estagiários	• Plantões de 12h para monitoramento. • Reporte ao assessor-chefe da meteorologia.

Conforme mostrado na Figura 59 o processo atual para monitoramento é iniciado se houver mudança adversa nas condições do tempo. Quando isso ocorre o meteorologista deve abrir uma série de sistemas de informação que contém as informações referentes ao monitoramento. Todas as informações são disponibilizadas via Internet e, em geral, as análises de cada uma das informações é realizada em uma determinada ordem, conforme descrito a seguir.

Inicialmente, foram analisadas as imagens de satélite. Essas imagens permitem a tomada de conhecimento sobre aonde está a frente fria e para onde ela está se deslocando. De acordo com o meteorologista algumas perguntas devem ser feitas, por exemplo: Aonde está atuando o sistema? O que está ocorrendo e o que pode ocorrer envolta do Rio de Janeiro?

> Uma informação ressaltada pelo assessor-chefe da meteorologia é que existe um *delay* das imagens de satélite de aproximadamente 1h, devido ao processamento de imagens.

As imagens de satélite em geral são provenientes do CPTEC.

Em um segundo momento o foco foi nos radares meteorológicos. Ao total são seis radares para acompanhamento em tempo real. De acordo como assessor-chefe, são utilizados os radares que estão dando melhor condição de informação no momento (estão em funcionamento). Segundo relatos do assessor-chefe:

> *"Os melhores radares para monitoramento de Duque de Caxias são os radares do Pico do Couto fornecido pela RedeMet e o radar do Sumaré fornecido pela Prefeitura do RJ. Se um loop de chuva está chegando, deve-se monitorar o tempo todo. E as vezes reportar até de minuto a minuto ou sempre que existir uma solicitação de informações pelos superiores".*

Cabe ressaltar que durante a simulação foi dado ênfase ao tempo de atualização dos radares. Por exemplo, o radar de Sumaré atualiza de 2 em 2 min, fornecendo uma previsão de curtíssimo prazo. Já o radar do Pico do Couto tem atualização de 10 em 10 min. Este último radar traz informação do que está por vir e o que está em volta (na retaguarda[7]).

Também foram verificadas as mensagens fornecidas pela RedeMet (principalmente para acompanhamento das rajadas de vento), verificado as estações meteorológicas fornecidas pelo INMET (para temperatura, pressão e etc.) e os pluviómetros fornecidos pelo INEA e CEMADEN (Nacional e Estadual). Além disso, também foi realizado um acompanhamento de informações do sistema de descargas elétricas. Este último sistema ainda estava em fase de testes pela equipe de meteorologia.

8.4.2. **Descrição do processo futuro**

Assim como no estudo 1 a realização do processo futuro teve como objetivo verificar se os problemas relacionados a sobrecarga de informações foram reduzidos. A Figura 60 mostra o processo futuro proposto em uma sequência lógica. Este processo mantêm as atividades da equipe de meteorologista quanto ao acompanhamento das informações contextuais. Entretanto, incorpora por meio do uso do sistema, as mesmas práticas já mencionadas no estudo 1 para execução das atividades de seleção e escolha das formas de apresentação a compor o *dashboard*. Cabe destacar que no caso das informações meteorológicas apresentadas neste estudo não foi possível a criação de alertas. A criação de alertas foi substituída pelo

[7] Termo usado pelo assessor-chefe da meteorologia

monitoramento das fontes de informações previamente configuradas. Isto se deve ao fato que o *dashboard* criado combina os sistemas de informação existentes em uma solução integrada ao nível de interface do usuário. Ou seja, não é possível manipular dados bruto pois todas as informações apresentadas são representações visuais (com mesma interface) dos sistemas de informações legados, no qual os meteorologistas já acompanham normalmente.

As atividades previstas neste processo foram:

1. Configuração das fontes de dados por meio do modelo raiz;
2. Definição do conjunto de informações do usuário por meio do modelo de seleção contextual:
    a. Seleção explicita das informações;
    b. Realização de transformações nas informações (operações analíticas);
3. Escolha das formas de apresentação a compor o *dashboard*:
    a. Escolha dos atributos;
    b. Mapeamento de informações para uma ou mais formas distintas de visualização;
    c. Escolha da forma de apresentação para as informações (gráficos, tabelas, mapas);
    d. Escolha do *dashboard* para inserção dos componentes visuais;
4. Abertura do *dashboard*;
5. Monitoramento das fontes de informação;
6. Análise e tomada de decisão.

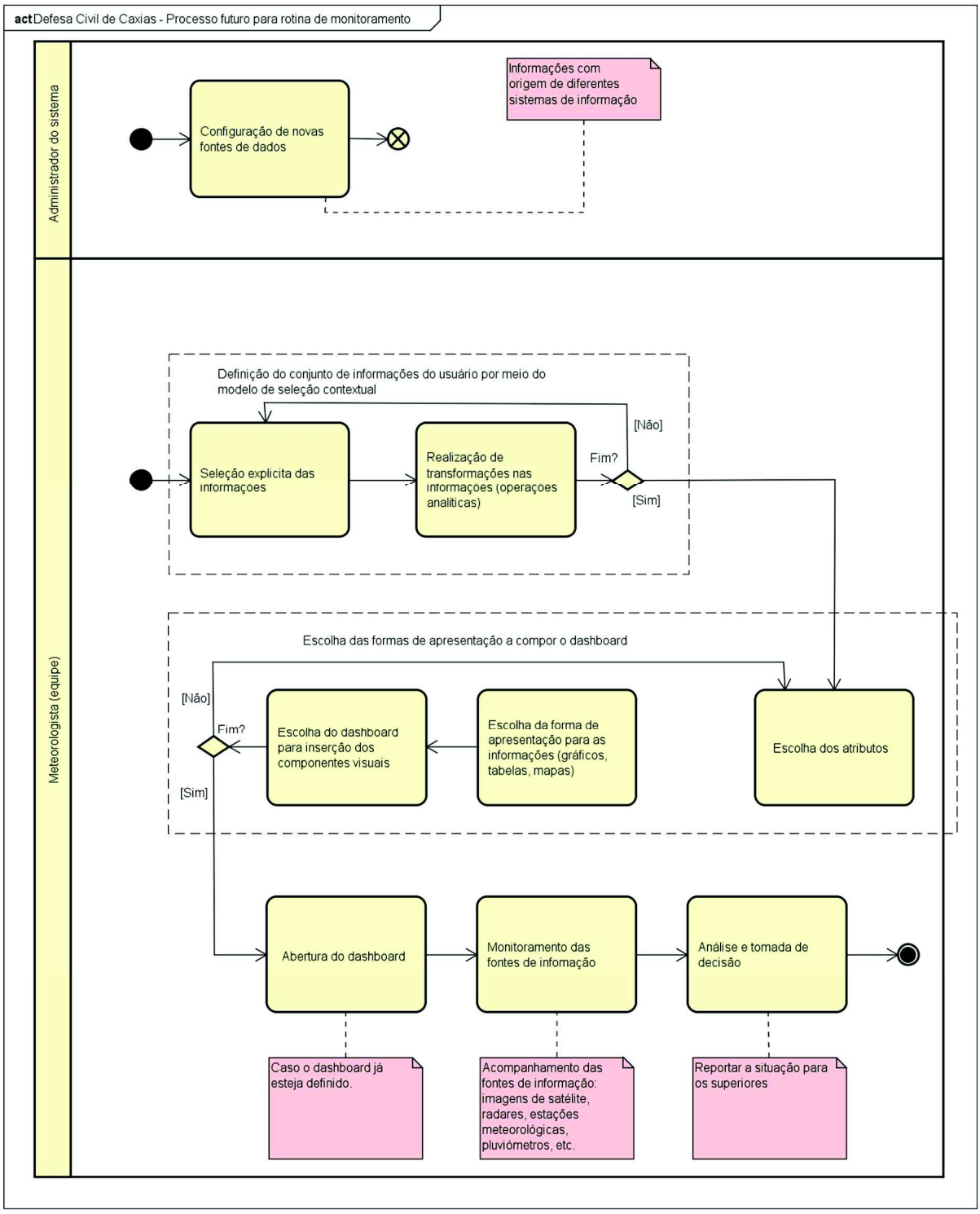


Figura 60 Processo futuro para o Estudo 2

O processo futuro tomou como base o processo atual descrito na Seção 8.4.1. Para coleta de dados e evidências foram utilizadas as mesmas técnicas descritas no processo atual. Assim como no processo atual, as medidas de tempo para cada atividade não foram obtidas durante as

observações. Especificamente para realização deste processo foram apenas montados alguns *dashboards* em conjunto com o assessor-chefe da meteorologia.

Os participantes do processo futuro, bem como suas responsabilidades são detalhados na Tabela 13. O papel do administrador do sistema (foi desempenhado pelo próprio pesquisador) e o assessor-chefe da meteorologia (representou as possíveis ações da equipe de meteorologia).

Tabela 13 Participantes do processo futuro para o Estudo 2

Quantidade	Perfil	Responsabilidade
01	Administrador do sistema	Configuração de novas fontes de dados.
01	Assessor-chefe da meteorologia	• Definição das informações e dos tipos de visualização a compor o *dashboard*. • Monitoramento das fontes de informação. • Análise e tomada de decisão. o Reporte aos superiores.

A montagem dos *dashboards* foi realizada em uma atividade conjunto entre o pesquisador e o assessor-chefe de meteorologia. Como resultado final foram criados os seguintes *dashboards*. A Figura 61 apresenta o *dashboard* para o acompanhamento de radares.

-

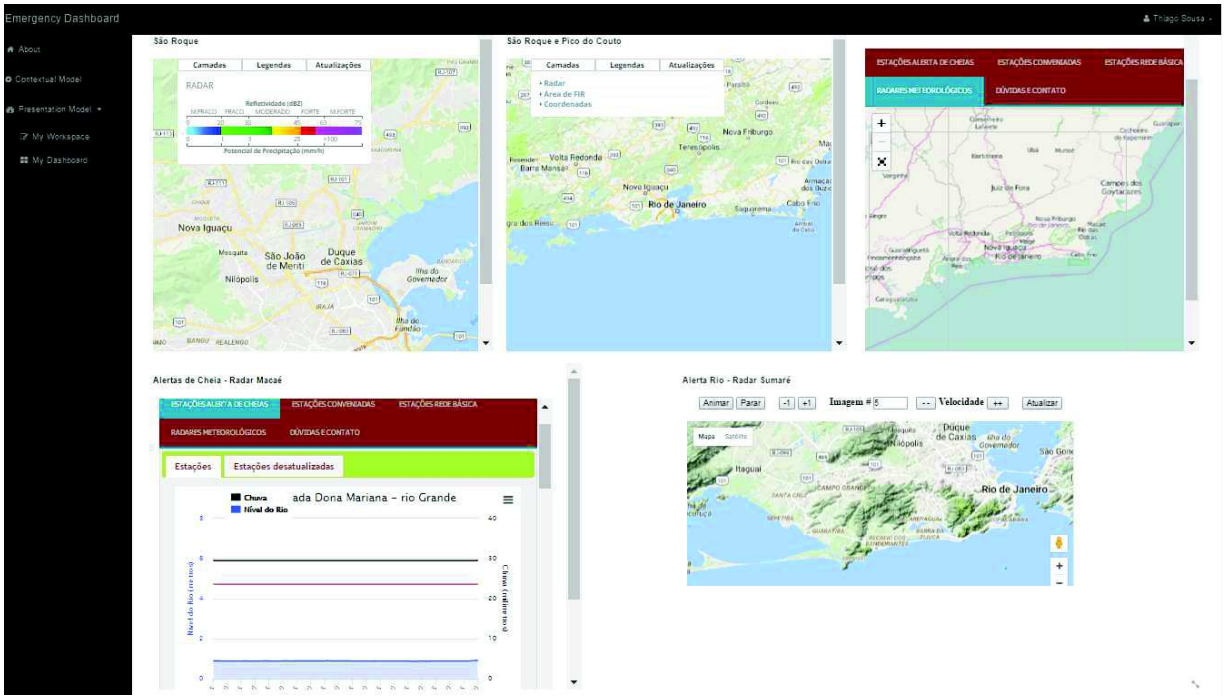


Figura 61 Dashboard contendo radares meteorológicos

8.4.3. **Discussão**

As avaliações realizadas durante a execução dos processos atual e futuro, junto a Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias, permitiram coletar dados e evidências sobre os problemas de sobrecarga de informações enfrentados pelos gestores.

O estudo foi realizado considerando dados reais que são fornecidos em tempo real por diferentes sistemas de informação. Durante as visitas realizadas não houve uma situação adversa real no qual pudesse ser realizado um monitoramento. Entretanto, mesmo considerando um caso fictício para realização das observações dos processos, foi possível obter a rotina dos meteorologistas ao lidar com diversos sistemas de informação.

Nas observações pôde-se verificar que o meteorologista fica intercalando a aba dos sistemas levando em conta as atualizações de cada um dos sistemas. Eles iniciam a rotina de monitoramento analisando imagens de satélite para obter uma visão da atuação do sistema de chuvas. Após isso o foco da atenção fica sobre os diferentes radares. Os radares mais

importantes nesta atividade são os do Pico do Couto e do Sumaré. Em geral, os meteorologistas fixavam sua atenção no radar do Sumaré por 5 minutos e depois, mudavam para os outros radares para ter uma visão geral. Além disso, também dividiam sua atenção com outros sistemas. Como no caso dos pluviômetros, estações meteorológicas e o sistema de descargas elétricas para acompanhamento do núcleo de chuva em tempo real.

Para estudo 2 também buscou-se relacionar as evidências coletadas com as causas da sobrecarga de informações descritas no Capítulo 2. Essas evidências são listadas abaixo.

Fatores pessoais

Ao longo das observações dos processos atual e futuro foi possível perceber o esforço que os meteorologistas fazem para manter atenção e diferentes sistemas de informação, analisar as informações e tomar decisões. Além disso, um fator importante ressaltado pelo assessor-chefe da meteorologia é que apesar dos sistemas serem determinísticos a experiência do meteorologista é fundamental para interpretação das informações. Segundo o assessor-chefe a proposta futura em consolidar tudo em uma única tela, permite lidar de uma melhor forma com as informações. Durante a criação do dashboard o assessor-chefe da meteorologia ressaltou o seguinte:

> *"Com o dashboard temos o ganho de ver tudo ao mesmo tempo. Encurtamos o tempo de análise, tomada de decisão e avisos para as partes interessadas (Secretário). Vamos visualizar todas as informações já consolidadas em um único local. Com isso quero evitar perguntas que as vezes fazíamos pela pressão do trabalho como, por exemplo: será que realmente vi algo? Nosso objetivo é salvar vidas, então, temos que ser rápidos e precisos".*

Características da Informação

As características específicas das informações fornecidas pelos sistemas meteorológicos podem aumentar a sensação da sobrecarga de informações. Durante as entrevistas e conversas informações foi relatado a dificuldade em lidar com informações que não são padronizadas entre os sistemas. Por exemplo, o tempo de atualização dos radares são diferentes o que dificulta o acompanhamento. Outra dificuldade relatada foi em relação a hora local. Alguns sistemas utilizam hora local do Brasil já outros a hora média Greenwich (GMT).

Tarefas e processos

Em qualquer que seja o processo (atual ou futuro) o processamento das informações pelos meteorologistas não é uma tarefa trivial e requer grande experiência para tomada de decisões. Sobretudo no processo atual, a grande quantidade de informações em mapas aliado ao fato de ter que intercalar entre os diversos sistemas podem levar a sobrecarga de informações.

Desenho organizacional

As observações realizadas permitiram descrever a rotina de trabalho e coletar evidências do uso da solução proposta na tese. Assim como no estudo 1, ao propor a realização do processo futuro, buscou-se respeitar a estrutura hierárquica existente e apoiar as atividades já realizadas com a menor interferência possível no modo atual de trabalho.

Tecnologia da informação

Na rotina de monitoramento de informações meteorológicas diferentes sistemas de informação competem pela atenção dos meteorologistas agravando a sensação de sobrecarga. Nas entrevistas realizadas foi mencionado que em algumas salas de comando e controle, os meteorologistas podem possuir mais monitores para ampliar a percepção da situação. No caso específico dos meteorologistas da Prefeitura de Duque de Caxias, era utilizado apenas um único monitor para os meteorologistas. Ao se propor uma nova abordagem no qual as informações podem ser consolidadas em uma única tela esse problema tende a ser minimizado. A proposta para o uso do dashboard é que seja planejado múltiplos *dashboards* e não somente um, de forma a cobrir diferentes situações.

8.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados dois estudos de caso com objetivo de evidenciar os problemas da sobrecarga de informações em diferentes cenários de emergência. A partir da identificação do problema foi proposto aos gestores o uso da abordagem e sistema desenvolvidos na tese.

Para que os estudos de caso fossem realizados, foi definido um planejamento operacional da pesquisa, estabelecendo quais abordagens e técnicas para coleta de dados seriam utilizadas, assegurando o rumo da pesquisa e o rigor ético.

Ao longo dos estudos foram descritos e comparados os dois processos (atual e futuro). As evidências encontradas sinalizaram que o uso de *dashboards* customizáveis são uma boa solução para lidar com diferentes requisitos de informações que os cenários de emergência podem demandar.

Em ambos os estudos os usuários do domínio demonstraram a solução proposta pode lidar com o problema de sobrecarga de informação. Alguns pontos chave destacados pelos usuários foram:

- Flexibilidade para redefinir e adicionar novas informações;
- Possibilidade de focar somente no que é de interesse, descartando a informações que não são relevantes para o contexto;
- Possibilidade de exibir mapas e gráficos em uma única tela;
- Controle e monitoramento em tempo real para a tomada de decisão;
- Geração de alertas baseados em medidas de desempenho;
- Capacidade de compartilhar informações com outras agências.

Além disso, os resultados obtidos sinalizaram que é possível generalizar a proposta e aplicá-la em uma ampla gama de domínios que sofrem dos problemas abordados nesta tese.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são feitas algumas considerações sobre o trabalho de pesquisa descrito nessa tese. Inicialmente é feito um resumo da pesquisa e, em seguida é explicitando as contribuições, problemas encontrados ao longo do caminho e sugestões para prosseguimento do trabalho.

9.1. RESUMO DA TESE

A presente pesquisa teve como objeto de estudo o problema da sobrecarga de informações. Este problema diz respeito a crescente quantidade de informações disponíveis frente a limitada capacidade de processamento das pessoas. Devido a essa grande quantidade de informações disponíveis, decidir o que deve receber a atenção tornou-se uma tarefa frequente nos ambientes de trabalho com informação.

A sobrecarga de informação é um problema que deve ser sempre revisto, pois as pessoas, as organizações e as tecnologias mudam constantemente. Nesta pesquisa foi investigado o problema da sobrecarga de informação em ambientes complexos, delimitando o domínio a ambientes relacionados a Gestão de emergências. Muitas vezes nestes ambientes não é possível saber previamente quais informações são necessárias para o usuário ou qual é a melhor forma de apresentação desta informação. Além disso, alguns desses ambientes possuem uma multiplicidade de sistemas de informação, no qual competem pela atenção.

Para um melhor entendimento deste problema, foi realizado um estudo exploratório no Centro Integrado de Comando e Controle da cidade do Rio de Janeiro (CICC-RJ). Neste estudo, além do problema ser evidenciado, foi possível verificar que o sucesso dos gerentes depende de ter a informação certa disponível, no momento certo, apresentada de uma forma adequada. Este estudo também permitiu ao pesquisador elicitar requisitos essenciais que combinado com levantamento bibliográfico na área de Visualização de informação e Dashboards, possibilitou propor a hipótese de que a sobrecarga de informação pode ser reduzida, se o usuário definir de maneira interativa o seu próprio espaço de trabalho, que é representado pela seleção das informações e formas de apresentação definidas pelo seu contexto.

Para atender a hipótese de pesquisa, foi proposto uma abordagem e sistema que teve como objetivo permitir ao gestor selecionar informações de interesse a partir de múltiplas fontes de informação e possibilitar a escolha de visualizações apropriadas de forma rápida, fácil e interativa. Nesse objetivo, foram propostas duas arquiteturas, uma conceitual e uma de software. A primeira arquitetura fornece uma visão geral da organização dos dados e as funcionalidades do sistema. Já a segunda arquitetura descreve a estrutura do sistema em termos de componentes de software. Seguindo estas arquiteturas, foi desenvolvido o sistema "Emergency Dashboard", um sistema que fornece uma infraestrutura para selecionar informações e a forma de apresentação, usando painéis configuráveis. Também foram propostos mecanismos de colaboração, dado que às vezes, não é possível para um único usuário lidar com essa grande quantidade de informações sozinho.

A solução proposta começa com a geração de dados de domínio e termina com a apresentação de uma ou mais representações visuais em um *dashboard*. Através de uma transição entre modelos, os gerentes podem selecionar a informação a partir de fontes de dados brutos, realizar algumas operações analíticas e escolher as representações visuais apropriadas para cada tipo de informação.

De maneira a avaliar a solução proposta nesta tese, foram realizados dois estudos de caso. Os estudos foram realizados no Grupamento Técnico de Suprimento de Água – GTSAI/CBMERJ e na Secretaria de Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias. Optou-se por uma avaliação quali-quantitativa, objetivando coletar dados e evidências dos problemas de sobrecarga de informações enfrentados pelos gestores. Em ambos estudos de caso foram descritos e comparados o processo atual (como é feito) e o processo futuro (abordagem proposta na tese) das atividades realizadas.

9.2. CONTRIBUIÇÕES DA TESE

Uma das contribuições da tese está relacionada ao detalhamento do domínio de aplicação. Desenvolver uma pesquisa no âmbito de Gestão de emergências não é uma tarefa fácil. Os estudos exploratórios realizados no CICC, GTSAI e na Defesa Civil e Políticas de Segurança da Prefeitura de Duque de Caxias, além de possibilitar o levantamento de requisitos, permitiu indicar caminhos a serem trilhados em futuras pesquisas.

Outra contribuição está relacionada ao desenvolvimento científico do tema e sua aplicação na sociedade. Conforme mencionado no Capítulo 2, a sobrecarga de informação é um problema que sempre necessita ser revisitado. Principalmente se tratando de ambientes complexos como o de emergências, novas abordagens devem ser idealizadas e sobretudo avaliadas. Neste tipo de ambiente faz-se necessário estudos contínuos de maneira a refinar processos pré-existentes ou até mesmo criar novas práticas.

O próprio sistema desenvolvido em si, possui diversas contribuições. Conforme mencionado no Capítulo 8, sob a perspectivas dos usuários podemos citar como contribuições do sistema: a flexibilidade para redefinir e adicionar novas informações; a possibilidade de focar somente no que é de interesse, descartando a informações que não são relevantes para o contexto; a possibilidade de exibir mapas e gráficos em uma única tela; o controle e monitoramento em tempo real para a tomada de decisão; a geração de alertas baseados em medidas de desempenho; e por fim, a capacidade de compartilhar informações entre diversos colaboradores que não necessariamente terão os mesmos interesses em termos da apresentação da informação.

Pode-se citar ainda como contribuição, o legado do uso da abordagem e sistema proposto na tese pelas equipes de emergência. Esta possibilidade para muitas equipes de emergência no Brasil representa uma inovação no que diz respeito a criar uma infraestrutura de comando e controle a baixo custo. Além disso, conforme apresentado nos estudos de caso (Capítulo 8), para a solução foi levado em conta a automatização de processos. Para os dois estudos de caso apresentados foram realizadas análises dos processos atual e futuro. O uso de uma nova abordagem materializada no processo futuro levou em conta um redesenho dos processos para resolver o problema de sobrecarga de informações. Este redesenho buscou facilitar o trabalho dos operadores, automatizando – quando possível – tarefas que vão desde a coleta até a visualização das informações.

Por fim, no que tange a produção científica oriunda dessa tese ou relacionadas ao domínio de aplicação, foram publicados trabalhos em eventos internacionais e nacionais, listados a seguir:

- NASCIMENTO, Bruno Santos Do; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S.. A Flexible Architecture for Selection and Visualization of Information in Emergency

Situations. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 2016.

- NASCIMENTO, Bruno Santos Do; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S.. A Conceptual Architecture to handle the influx of information in Emergency Situations. In: Information Systems for Crisis Response and Management, 2016, Rio de Janeiro. Proceedings of the ISCRAM 2016 Conference, 2016.
- MACHADO, M. F. ; NASCIMENTO, Bruno Santos Do; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S.. JEMF: A Framework for the Development of Mobile Systems for Emergency Management. In: International Conference on Collaboration and Technology. In: International Conference on Collaboration and Technology (CRIWG 2014), 2014, Santiago, Chile. Lecture Notes in Computer Science, 2014. v. 8658. p. 239-254.
- ANDRADE, R. C. ; NASCIMENTO, Bruno Santos Do; BORGES, M. R. S.; VIVACQUA, A. S.. Desafios para colaboração no atendimento pré-hospitalar em acidentes de múltiplas vítimas. In: Brazilian Symposium on Collaborative Systems (SBSC 2014), 2014, Curitiba, PR. XI Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2014.
- NASCIMENTO, Bruno Santos Do; BORGES, M. R. S.; VIVACQUA, A. S.. Uma Abordagem para Seleção e Visualização Colaborativa de Informações em Situações de Emergência. In: Brazilian Symposium on Collaborative Systems (SBSC 2014), 2014, Curitiba, PR. XI Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2014.
- MACHADO, M. F. ; NASCIMENTO, Bruno Santos Do; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S.. O uso integrado de Interface Multimodal e Dispositivos Móveis em Gestão de Emergências. In: Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2013, Manaus - AM. Programação Geral do X SBSC e XII IHC, 2013.
- NASCIMENTO, Bruno Santos Do. Uma Estratégia para Seleção e Apresentação Multimodal de Informações Contextuais na Resposta a Emergências. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC), 2013, Manaus - AM. Programação Geral do X SBSC e XII IHC, 2013.
- NASCIMENTO, Bruno Santos Do; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S.. Establishing Trust in Critical Situations. In: 2013 ACM Conference on Computer

Supported Cooperative Work, 2013, San Antonio, TX. Workshop on Trust in Virtual Teams, 2013.

- MARINO, T. B.; NASCIMENTO, Bruno Santos Do; BORGES, M. R. S.. GIS Supporting Data Gathering and Fast Decision Making in Emergencies Situations. In: International Conference for Information Systems for Crisis Response and Management, 2012, Vancouver. 9th International Conference for Information Systems for Crisis Response and Management, 2012. v. 1.

9.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Uma das principais dificuldades no desenvolvimento deste trabalho, foi sem dúvida a necessidade do envolvimento de especialistas do domínio de aplicação. Esta dificuldade ao longo da pesquisa foi superada através de parcerias firmadas entre o pesquisador e as diferentes agências de emergência.

Outra dificuldade foi a reduzida disponibilidade de tempo dos profissionais (operadores de emergência) para realização dos treinamentos. Apesar do sistema possuir interface que não exigia conhecimentos de linguagens específicas, havia a necessidade de um treinamento detalhado sobre o seu uso. Além disso, durante o treinamento o pesquisador por vezes teve que intervir, de maneira a mostrar novas formas de visualização, além das tradicionalmente conhecidas para a representação das informações. Este fato sinaliza que visualizações mais apropriadas para um determinado conjunto de informações, podem não ser utilizadas devido ao desconhecimento dos seus benefícios, ou até mesmo não ser utilizadas devido as preferências pessoais dos usuários que optam pelas mesmas formas de representação.

Outra dificuldade a destacar é que apesar da proposta apresentada possibilitar o mapeamento de um conjunto de informações para um tipo de visualização, pode ocorrer que nem todas as visualizações necessárias estejam disponíveis para o usuário. Esta dificuldade pode ser contornada, mas requereria uma implementação adicional no sistema.

Com relação a avaliação da proposta, os estudos de caso realizados foram limitados ao domínio de aplicação de emergência. Entretanto, cabe ressaltar que a solução proposta é generalizável a outros domínios complexos, os quais sofrem dos problemas de sobrecarga de

informações abordados nesta tese. Dessa forma, nossa recomendação é que a solução seja testada em outros domínios de forma a aprimorar a abordagem e sistema pospostos.

Outra limitação já de cunho técnico diz respeito a integração de dados entre os diferentes sistemas de informação disponíveis. A este respeito, considera-se como possível solução o uso de recursos da iniciativa da Web Semântica, assim como sugerido em (CORDEIRO et al., 2011).

Por fim, é importante destacar as limitações sobretudo na estrutura de parceria academia-empresas ou academia-agências governamentais. Para ser possível realizar esta pesquisa é importante superar vários obstáculos a níveis institucionais, organizacionais e individuais. Na opinião do pesquisador, ainda falta as instituições brasileiras o entendimento que parcerias em pesquisa é um elemento chave para inovação.

As dificuldades e limitações mencionados não representam, de forma alguma, o insucesso da pesquisa. Ao contrário, são considerados também resultados válidos e funcionam como estímulos para se buscar o aperfeiçoamento. Por isto, a partir das críticas deste trabalho comentadas, alguns dos próximos passos para sua continuação já podem ser enumerados.

9.4. TRABALHOS FUTUROS

Abaixo são apresentadas as perspectivas de continuidade desse trabalho. Os futuros passos desta pesquisa não se limitam às sugestões que serão comentadas. Estas podem ser consideradas apenas como as mais imediatas para o aperfeiçoamento da abordagem e do sistema, além de apontamentos para futuras pesquisas.

- **Estreitar parcerias já firmadas com as agências de emergência:** o trabalho de pesquisa realizado junto ao CICC, GTSAI e na Defesa Civil da Prefeitura de Duque de Caxias abre uma nova frente de ações conjuntas a serem trilhadas em futuras pesquisas. O projeto *Emergency Dashboard* está em continua evolução e já estão em pauta a inclusão de novas equipes envolvidas e o aprimoramento do sistema;
- **Fornecer solução a problemas semelhantes enfrentados por outras agências de emergência (ou em outros domínios):** diversas agências vêm enfrentando problemas semelhantes aos abordados nesta tese. Entretanto, para aplicar a abordagem e sistema propostos é necessário um estudo prévio sobre as atividades

realizadas pelos gestores dessas agências. De uma forma geral, deve-se obter informações sobre qual é a atividade realizada, quais são as informações disponíveis, como realizar a integração de novas fontes de dados e etc.;

- **Implementar novas possibilidades de visualização:** outras formas de visualização podem ser adicionadas ao sistema. Para isto, novas bibliotecas de visualização devem ser estudas e incorporadas;
- **Estudar a facilidade de uso do sistema *Emergency Dashboard*:** uma nova frente de desenvolvimento do trabalho deve abranger aspectos relacionados à facilidade de uso, dessa forma espera-se evoluir o sistema com intuito de cada vez mais diminuir o esforço cognitivo dos usuários;
- **Aprofundar pesquisas sobre o uso de *dashboards* colaborativos:** o uso de *dashboards* colaborativos está se tornando cada vez mais importante, dada a natureza distribuída das equipes. Muitos sistemas desenvolvidos ainda são monolíticos e não são suficientemente flexíveis para atender as demandas atuais.
- **Aprofundar pesquisas sobre o problema da sobrecarga de informações em outros domínios de aplicação:** é interessante estender a pesquisa considerando outros aspectos que sobrecarregam um tomador de decisão e novas formas de medir e/ou avaliar o problema. Além disso, diversos outros domínios carecem de estudos sobre o tema.
- **Realizar pesquisa sobre o uso de técnicas de recomendação para representações visuais:** tomando como base preferências predefinidas pelos gestores no uso do *Emergency Dashboard*, acreditamos que há espaço para o uso de técnicas de recomendação para auxiliar automaticamente os usuários a conhecer e utilizar formas alternativas de visualização no cumprimento de suas tarefas;
- **Realizar pesquisas sobre enriquecimento de fonte de dados entre diferentes sistemas de informação:** com objetivo de facilitar a obtenção de novas fontes de dados para o *Emergency Dashboard*, padrões abertos como os da Web Semântica são considerados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIGNER, W. et al. **Visualization of time-oriented data**. London: Springer, 2011.

ANDRIENKO, N.; ANDRIENKO, G. Intelligent Visualisation and information presentation for civil crisis management. **Transactions in GIS**, Cambridge, v. 11, n. 6, p. 889-909, 2007.

BARTOO, H.; SIAS, P. M. When enough is too much: Communication apprehension and employee information experiences. **Communication Quarterly**, Pennsylvania, v. 52, n. 1, p. 15-26, 2004.

BHAROSA, N.; LEE, J.; JANSSEN, M. Challenges and obstacles in sharing and coordinating information during multi-agency disaster response: Propositions from field exercises. **Information Systems Frontiers**, Boston, v. 12, n. 1, p. 49-65, 2010.

BLANCO FERNÁNDEZ, Y. **Propuesta metodológica para el razonamiento semántico en sistemas de recomendación personalizada y automática**: aplicación al caso de contenidos audiovisuales. 2007. 297 f. Tese (Doutorado)-Universidade de Vigo, Vigo, 2007.

BRASIL. Ministério da Justiça. Comando e controle: abordagens, conceitos e características fundamentais. **Apresentação do Grupo de Trabalho da COPA 2014**, 2010. Brasília.

BRASIL. Ministério da Justiça. SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DE SEGURANÇA PARA GRANDES EVENTOS. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE SEGURANÇA PARA A COPA DO MUNDO FIFA BRASIL 2014. 2012. Disponível em: <http://www.copa2014.gov.br/pt-br/noticia/divulgado-o-plano-estrategico-de-seguranca-para-copa-do-mundo-de-2014>.

BRODLIE, K. et al. Distributed and collaborative visualization. **Computer Graphics Forum**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 223-251, 2004.

BUILDER, C. H.; BANKES, S. C.; NORDIN, R. **Command concepts**: a theory derived from practice of command and control. Santa Monica: RAND, 1999.

BULL, R. **Model driven visualization**: towards a model driven engineering approach for information visualization. 2008. 227 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia)-University of Victoria, Victoria, 2008.

CANÓS, J. et al. Using spatial hypertext to visualize composite knowledge in emergency responses. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 7., 2010, Seattle. **Proceedings**… [S. l.: s. n.], 2010. p. 1-10.

CARD, S. K.; MACKINLAY, J. The structure of the information visualization design space. In: IEEE SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALIZATION, 1997, Phoenix. **Proceedings**... New York: IEEE, 1997. p. 92-99.

CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in information visualization**: using vision to think. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999.

CARDOSO, B. de V. Megaeventos esportivos e modernizaçao tecnológica: planos e discursos sobre o legado em segurança pública. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, v. 19, n. 40, p. 119-148, 2013.

CATRAMBONE, R.; WAMPLER, R. L.; BINK, M. L. **Determining a critical-skill hierarchy for Command Post of the Future (CPOF)**. 2009. Disponível em: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a507712.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.

CHI, E. H. A taxonomy of visualization techniques using the data state reference model. In: IEEE SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALIZATION, 2000, Salt Lake City. **Proceedings**... New York: IEEE, 2000. p. 69-75.

CHI, E. H.; RIEDL, J. T. An operator interaction framework for visualization systems. In: IEEE SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALIZATION, 1998, Research Triangle Park. **Proceedings**... New York: IEEE, 1998. p. 63-70.

COMES, T.; WIJNGAARDS, N.; SCHULTMANN, F. Efficient scenario updating in emergency management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 9., 2012, Vancouver. **Proceedings**… [S. l.: s. n.], 2012. p. 1-10.

CORDEIRO, K. de F.; CAMPOS, M. L. M.; BORGES, M. R. da S. aDApTA: adaptive approach for information integration to support decision making in complex environments. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 71, p. 88-102, 2015.

_____. Adaptive integration of information supporting decision making: a case on humanitarian logistic. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT,11., 2014, University Park. **Proceedings**… [S. l.: s. n.], 2014. p. 225-229.

CORDEIRO, K. de F. et al. Use of Linked Data and the design of information infrastructure for emergency management systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN, 15., 2011, Lausanne. **Proceedings**… New York: IEEE, 2011. p. 764-771.

DAVENPORT, T. H.; BECK, J. C. **A Economia da atenção**: compreendendo o novo diferencial de valor dos negócios. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

DEY, A. K. Understanding and using context. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 4-7, 2001.

DÖWELING, S. et al. Soknos: an interactive visual emergency management framework. In: DE AMICIS, R.; STOJANOVIC, R.; CONTI, G. **GeoSpatial visual analytics**: geographical information processing and visual analytics for environmental security. New York: Springer, 2009. p. 251-262.

ECKERSON, W. W. **Performance dashboards**: measuring, monitoring, and managing your business. New York: Wiley, 2010.

ELLIS, C. A.; GIBBS, S. J.; REIN, G. Groupware: some issues and experiences. **Communications of the ACM**, New York, v. 34, n. 1, p. 39-58, 1991.

ENGELBRECHT, A.; BORGES, M. R. S.; VIVACQUA, A. S. Digital tabletops for situational awareness in emergency situations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN, 15., 2011, Lausanne. **Proceedings**… New York: IEEE, 2011. p. 669-676.

ENGELBRECHT, A. et al. A decision support system for medium-sized emergencies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE CHILEAN COMPUTER SCIENCE SOCIETY, 29., 2010, Antofagasta. **Proceedings**… New York: IEEE, 2010. p. 314-320.

EPPLER, M. J. ; MENGIS, J. **A framework for information overload research in organizations**: insights from organization science, accounting, marketing, MIS, and related

disciplines. 2003. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.172.2724&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **IS-1.A**: emergency manager: an orientation to the position. 2013. Disponível em: <http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/courseOverview.aspx?code=IS-1.a>. Acesso em: 2 set 2013.

FERREIRA, A. F. E. **Um modelo de apoio a percepção situacional na resposta a emergências**. 2011. 202 f. Dissertação (Mestrado em Informática)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

FEW, S. Dashboard Confusion. **Intelligent Enterprise**, 2004. Intelligent Enterprise. Disponível em: < http://www.perceptualedge.com/articles/ie/dashboard_confusion.pdf >. Acesso em: 16/6/2014.

FEW, S. **Information dashboard design**: the effective visual communication of data. Beijing; Cambride: O'Reilly, 2006a.

_____. **Common pitfalls in dashboard design**. 2006. Disponível em: <http://www.perceptualedge.com/articles/Whitepapers/Common_Pitfalls.pdf>. Acesso em: 22 out. 2015.

_____. **Now you see it**: simple visualization techniques for quantitative analysis. Oakland: Analytics Press, 2009.

_____. **Information dashboard design**: displaying data for at-a-glance monitoring. Oakland: Analytics Press, 2013.

GOMES FILHO, A. F. et al. C2 Center dealing with the unexpected: resilience and brittleness during FIFA Confederation Cup. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 11., 2014, University Park. **Proceedings**... [S. l.: s. n.], 2014. p. 100-109.

FISCHER, G. Context-aware systems: the "right" information, at the "right" time, in the "right" place, in the "right" way, to the "right" person. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON ADVANCED VISUAL INTERFACES, 2012, Capri Island.

Proceedings... New York: ACM, 2012. p. 287-294.

FREITAS, C.; WAGNER, F. Ferramentas de suporte às tarefas da análise exploratória visual. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 5-36, 1995.

GANTZ, J.; REINSEL, D. **Extracting value from chaos**. 2011. Disponível em: <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-extracting-value-from-chaos-ar.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2014.

GONZÁLEZ-DELEITO, N.; TSIPORKOVA, E. Emergencia: pro-active decision support for emergency coordination through actionable emergency plans. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL INFORMATICS, 11., 2013, Bochum. **Proceedings**… New York: IEEE, 2013. p. 780-785.

GRAMMEL, L.; TORY, M.; STOREY, M-A. How information visualization novices construct visualizations. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, New York, v. 16, n. 6, p. 943-952, 2010.

GUPTA, S.; KNOBLOCK, C. A. Building geospatial mashups to visualize information for crisis management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 7., 2010, Seattle. **Proceedings**… [S.l.: s.n.], 2010. p. 1-10.

HABER, R. B.; MCNABB, D. A. Visualization idioms: a conceptual model for scientific visualization systems. In: NIELSON, G. M.; SHRIVER, B. D.; ROSENBLUM, L. J. (Ed.). **Visualization in scientific computing**. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1990. p. 74-93.

HADDOW, G.; BULLOCK, J. A.; COPPOLA, D. P. **Introduction to emergency management**. Amsterdam; Boston: Elsevier, 2011.

HIMMA, K. E. The concept of information overload: a preliminary step in understanding the nature of a harmful information-related condition. **Ethics and Information Technology**, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 259-272, 2007.

HOFFMAN, P. E. **Table visualizations**: a formal model and its applications. 1999. 225 f. Tese (Doutorado)-University of Massachusetts Lowell, Lowell, 1999.

HORITA, F. E. A. et al. AGORA-GeoDash: a geosensor dashboard for real-time flood risk monitoring. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 11., 2014, University Park. **Proceedings**... [S.l.: s.n.], 2014. p. 304-313.

HSU, W. et al. Context-based electronic health record: toward patient specific healthcare. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, New York, v. 16, n. 2, p. 228-234, 2012.

HU, X. et al. Evaluation of co-located and distributed collaborative visualization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VISUAL INFORMATION COMMUNICATION AND INTERACTION, 5., 2012, Hangzhou. **Proceedings**... New York: ACM, 2012. p. 95-103.

IBARRA, M. J. et al. Visualization of relevant information on mobile devices for emergency situations. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA EN INFORMATICA, 38., 2012, Medellín. **Procedings**... New York: IEEE, 2012. p. 1-10.

ISENBERG, P.; CARPENDALE, S. Interactive tree comparison for co-located collaborative information visualization. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, New York, v. 13, n. 6, p. 1232-1239, 2007.

ISENBERG, P. et al. Collaborative visualization: definition, challenges, and research agenda. **Information Visualization**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 310-326, 2011.

JASTROW, T.; PREUSS, T. The entity-attribute-value data model in a multi-tenant shared data environment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON P2P, PARALLEL, GRID, CLOUD AND INTERNET COMPUTING, 10., 2015, Krakow. **Proceedings**... New York: IEEE, 2005. p. 494-497.

JOHNSON, D. et al. Improved situational awareness in emergency management through automated data analysis and modeling. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, Berlin, v. 8, n. 1, 2011.

JOHNSON, G.; ELVINS, T. T. Introduction to collaborative visualization. **Computer Graphics**, New York, v. 32, n. 2, p. 8-11, 1998.

KAPLAN, B.; DUCHON, D. Combining qualitative and quantitative methods in information

systems research: a case study. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v. 12, n. 4, p. 571-586, 1988.

KEIM, D. A. Information visualization and visual data mining. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, New York, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2002.

KEIM, D. A. et al. Challenges in visual data analysis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALISATION, 10., 2006, London. **Proceedings**... New York: IEEE, 2006. p. 9-16.

KEIM, D. et al. Visual analytics: definition, process, and challenges. In: KERREN, A. et al. (Ed.). **Information visualization**: human-centered issues and perspectives. Berlin: Springer, 2008. p. 154-175. (Lecture Notes in Computer Science, 4950).

KERREN, A.; EBERT, A.; MEYER, J. (Ed.). **Human-centered visualization environments**: GI-Dagstuhl Research Seminar, Dagstuhl Castle, Germany, March 5-8, 2006, Revised Lectures, volume 4417 of. Lecture Notes in Computer Science, 2007.

LAZARTE, L. Ecologia cognitiva na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF v. 29, n. 2, p. 43-51, 2000.

LI, Y. **Design of mobile technologies for traveling with public transport**: a battle against information overload. 2015. Dissertação (Mestrado)-University of Oslo, Oslo, 2015.

LIU, S.; CUI, W.; WU, Y.; LIU, M. A survey on information visualization: recent advances and challenges. **The Visual Computer**, 2014.

MALHOTRA, N. K. Information and sensory overload. Information and sensory overload in psychology and marketing. **Psychology & Marketing**, v. 1, n. 3-4, p. 9-21, 1984.

MAZZA, R. **Introduction to information visualization**. Springer Science & Business Media, 2009.

MCCUNE, J. C. Data, data everywhere. **Management Review**, New York, v. 87, n. 10, 1998.

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

MILLER, J. G. Information input overload and psychopathology. **American Journal of Psychiatry**, Washington, v. 116, n. 8, p. 695-704, 1960.

MITCHELL, M. **Complexity**: a guided tour. Oxford: Oxford University Press, 2009.

MIYOSHI, N. S. B. **Genômica translacional**: integrando dados clínicos e biomoleculares. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

MOURA, P. B. et al. Uma proposta de modelagem de dados para criação de fichas clínicas dinâmicas. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA MÉDICA, 8., 2008, Belém. **Anais**... [S.l.: s.n.], 2008.

MULDER, I. et al. An information overload study: using design methods for understanding. In: AUSTRALIA CONFERENCE ON COMPUTER-HUMAN INTERACTION: DESIGN: ACTIVITIES, ARTEFACTS AND ENVIRONMENTS, 18., 2006, Sydney. **Proceedings**... New York: ACM. 2006. p. 245-252.

NASCIMENTO, B. S.; VIVACQUA, A. S.; BORGES, M. R. S. A Conceptual Architecture to handle the influx of information in Emergency Situations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 13., 2016, Rio de Janeiro. **Proceedings**... [S. l.: s. n.], 2016.

NASCIMENTO, H. A. D. do; FERREIRA, C. B. R. Visualização de Informações: uma abordagem prática. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25., 2005, São Leopoldo. **Anais**... [S.l.: s.n.], 2005. p.1262-1312.

SILVA NETO, M. A. **Mineração visual de dados**: extração do conhecimento a partir de técnicas de visualização da informação e mineração de dados: experimentos: ITAIPU e SIMEPAR. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NORMAN, D. A. **Things that make us smart**: defending human attributes in the age of the machine. Reading: Addison-Wesley, 1993.

OATES, B. J. **Researching information systems and computing**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2005.

PAUWELS, K. et al. Dashboards as a Service: why, what, how, and what research is needed? **Journal of Service Research**, Thousand Oaks, v. 12, n. 2, p. 175-189, 2009.

PFITZNER, D.; HOBBS, V.; POWERS, D. A unified taxonomic framework for information visualization. In: ASIA PACIF SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALISATION, 2., 2003, Adelaide. **Proceedings**… [S.l.: s.n.], 2003. p. 57-66.

PIJPERS, G. **Information overload**: a system for better managing every data. Hoboken: Wiley, 2010.

PRASITRATANAPORN, T. Information overload among professionals in Thailand. **Journal of Information Technology Impact**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 171-200, 2010.

QUARANTELLI, E. L. **Major criteria for judging disaster planning and managing their applicability in developing countries**. 1998. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.626.1050&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 24 jul. 2014.

SABEEH, Z. A.; ISMAIL, Z. Effects of information overload on productivity in enterprises: a literature review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESEARCH AND INNOVATION IN INFORMATION SYSTEMS, 2013, Kuala Lumpur. **Proceedings**… New York: IEEE, 2013. p. 210-214.

SCHICK, A. G.; GORDON, L. A.; HAKA, S. Information overload: a temporal approach. **Accounting, Organizations and Society**, Oxford, v. 15, n. 3, p. 199-220, 1990.

SCHÖNHAGE, B. **DIVA**: architectural perspectives on information visualization. 2001. Disponível em: <http://www.cs.vu.nl/en/Images/schonhage_thesis_tcm210-92629.pdf >. Acesso em: 20 maio 2014.

SCHULZ, A.; ORTMANN, J.; PROBST, F. Getting user-generated content structured: overcoming information overload in emergency management. In: IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE, 2012, Seattle. **Proceedings**… New York: IEEE, 2012. p. 143-148.

SHNEIDERMAN, B. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In: IEEE SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES, 1996, Boulder. **Proceedings**... New York: IEEE, 1996. p. 336-343.

SILVA, C. G. da. **Exploração de bases de dados de ambientes de Educação a Distância por meio de ferramentas de consulta apoiadas por Visualização de Informação**. 2006. 222 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SILVA, F. S. da. **PERSONALTVWARE**: uma infraestrutura de suporte a sistemas de recomendação sensíveis ao contexto para TV digital personalizada. 2011. 207 f. Tese (Doutorado em Engenharia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOUZA, D. K. de. **Utilização de técnicas de visualização para a recomendação de substitutos**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SPENCE, R. **Information visualization**. Reading: Addison-Wesley, 2001.

TOMINSKI, C.; SCHULZE-WOLLGAST, P.; SCHUMANN, H. Visual methods for analyzing human health data. In: WICKRAMASINGHE, N.; GEISLER, E. (Ed.). **Encyclopedia of healthcare information systems**. Hershey: Medical Information Science Reference, 2008. p. 1357-1364.

TORY, M.; MOLLER, T. Rethinking visualization: a high-level taxonomy. In: IEEE SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALIZATION, 2004, Austin. **Proceedings**… New York: IEEE, 2004. p. 151-158.

TUFTE, E. R. Envisioning information. **Optometry & Vision Science**, Baltimore, v. 68, n. 4, p. 322-324, 1991.

_____. **The visual display of quantitative information**. Cheshire: Graphics press, 1983.

_____. **Visual explanations**: images and quantities, evidence and narrative. Cheshire: Graphics Press, 1997.

TWEEDIE, L. Characterizing interactive externalizations. In: ACM SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1997, Atlanta. **Proceedings**... New York: ACM, 1997. p. 375-382.

VALIATI, E. R. de A. **Avaliação de usabilidade de técnicas de visualização de informações multidimensionais**. 2008. 220 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VIGIL, A. T. **An experiment analyzing information overload and its impact on students' consumer knowledge of hight-definition television**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado)- Colorado State University, Colorado, 2011.

WARE, C. **Information visualization**: perception for design. San Francisco: Morgan Kaufman, 2004.

WAZLAWICK, R. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

WOOD, J.; WRIGHT, H.; BRODIE, K. Collaborative visualization. In: CONFERENCE ON VISUALIZATION, 1997, Phoenix. **Proceedings**… New York: IEEE, 1997. p. 253-259.

YIGITBASIOGLU, O. M.; VELCU, O. A review of dashboards in performance management: implications for design and research. **International Journal of Accounting Information Systems**, New York, v. 13, n. 1, p. 41-59, 2012.

ZAGORECKI, A. et al. Executive dashboard systems for emergency. **Communications**, Zilina, v. 2, p. 82-89, 2011.

ZHUANG, L.; QIU, Y.; PENG, L. Is it the more the merrier? an exploratory study into the growing problem of information overload. **Journal of Technology Management in China**, v. 6, n. 1, p. 69-83, 2011.