

**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

NATÁLIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**INTERFACE DE USUÁRIOS PARA O ENRIQUECIMENTO DA
CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE
GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA**

**MARÍLIA
2015**

NATÁLIA PEREIRA DE OLIVEIRA

**INTERFACE DE USUÁRIOS PARA O ENRIQUECIMENTO DA
CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE
GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador
Prof^ª. Dr. Leonardo Castro Botega

MARÍLIA
2015

OLIVEIRA, Natália P.

Interface de Usuários Para o Enriquecimento da Consciência Situacional em Sistemas de Gerenciamento de Emergência/Natália Pereira de Oliveira; Orientador: Prof. Dr. Leonardo Castro Botega. Marília, SP: [s.n.], 2015.

76 folhas

Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação): Centro Universitário Eurípides de Marília.



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
MANTIDO PELA FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

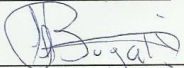
Natália Pereira de Oliveira

INTERFACE DE USUÁRIOS PARA O ENRIQUECIMENTO DA CONSCIÊNCIA
SITUACIONAL EM SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA.

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Nota: 9.0 (NOVE)

Orientador: Leonardo Castro Botega 

1º.Examinador: Ildeberto de Gênova Bugatti 

2º.Examinador: Allan Cesar Moreira de Oliveira 

Marília, 01 de dezembro de 2015.

*Dedico ao meu pai Valdeci, à minha mãe
Eliz, ao meu irmão Gabriel, e a todos os que me
apoiam e fizeram parte destes quatro anos de
estudo.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço Deus, pela saúde e aptidão para realizar meus estudos. Agradeço também pelas bênçãos e oportunidades que me foram concedidas em todos os anos de curso.

Agradeço grandemente aos meus pais, que me educaram, apoiaram e dedicaram tudo de si para me ajudar a concluir e alcançar meus objetivos. Pai, obrigada por ser este homem idôneo, verdadeiro e honesto, obrigada por ser à base de nossa família e por sempre estar ao meu lado, me apoiando e orientando. Mãe, obrigada por ser tão forte, estudiosa, e um exemplo de mulher a se seguir, obrigada pela força e pela paciência.

Agradeço também a toda a minha família, que me apoiou e torceu pelo meu sucesso vibrando e rezando para que eu alcançasse segura de mim, a conclusão deste curso. Obrigada ao meu ex-namorado Lennon, que ouviu meus desabafos, secou minhas lágrimas e me apoiou com todo o seu tempo e dedicação, com todo o carinho e paciência, agradeço imensamente por ter me ajudado a chegar até aqui, sempre me apoiando e acreditando que eu seria capaz.

Agradeço especialmente ao meu orientador Leonardo por todo o conhecimento e valores que me foram transmitidos. Obrigada pela paciência e pela dedicação cedida a me orientar com todo o seu conhecimento. Sou eternamente grata por tudo o que me ensinou.

Agradeço também a todos os professores, que compartilharam todo seu conhecimento objetivando a melhor formação de cada profissional da turma. Cada um de sua maneira foi realmente muito importante para que eu pudesse chegar até aqui. Em especial aos profs. Elvis, Maurício, Geraldo, Paulinho e Giuliana, a todos meus companheiros de pesquisa no COMPSI, assim como a minha companheira de turma Carol, que esteve presente comigo todos os dias desta longa jornada.

*“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível”.*
- Charles Chaplin

RESUMO

Consciência Situacional (SAW) é um conceito amplamente utilizado em áreas que demandam tomadas de decisão crítica, como no domínio de gerenciamento de emergências. SAW está relacionada com o nível de percepção e entendimento que um indivíduo tem sobre eventos reais que ocorrem em cenários complexos, os quais devem ser geridos por sistemas críticos. Tais sistemas críticos exigem interfaces de usuário (UI) especializadas para fornecer aos operadores uma compreensão dinâmica do que está acontecendo no ambiente. Uma questão desafiadora no design de interfaces orientadas à SAW é determinar como o processo de interface humano-computador pode ser construído para o enriquecimento de SAW, considerando ambientes com fontes de dados heterogêneas, limitações quanto à qualidade de dados e situações em constante mudança. O problema aumenta quando informações estão sujeitas a incertezas, o que pode comprometer o processo de análise de situações. Além disso, os humanos tomam decisões baseadas em sua própria compreensão sobre o evento, o que aliado à experiência e conhecimentos podem ser ativos valiosos para serem usados para processar informação situacional sobre emergências para a aquisição de SAW. O objetivo deste trabalho é demonstrar como incluir uma UI orientada a SAW no processo de avaliação de situações de emergências e apresentar o desenvolvimento de uma UI que promova o gerenciamento de informação situacional de emergências para promover a aquisição de SAW. Os resultados apresentam uma rotina especificada para empregar UIs especializadas em SAW como parte de um processo de avaliação de situações, que suporta uma forte integração entre o operador e outras fases do processo, como a avaliação da qualidade, fusão de dados e visualização da informação, bem como um protótipo de interface que atenda ao processo. Um estudo de caso com um cenário crítico de um evento de roubo é também apresentado para demonstrar a aplicabilidade da abordagem proposta. Assim como a apresentação da aplicação de uma avaliação de SAW dos operadores durante a utilização da interface, a fim de mensurar e quantificar a consciência situacional e seu impacto em cenários críticos.

Palavras-Chave: Consciência situacional, interface de usuários, avaliação da situação.

ABSTRACT

Situation Awareness (SAW) is a concept broadly employed in areas that require critical decision making, such as the emergency management domain. SAW is related to the perception and the understanding level that an individual have about real life events that occurs in complex scenarios, which must be managed by critical systems. Such critical systems require specialized User Interfaces (UI) to provide to operators a dynamic comprehension about what is going on at the environment. A challenge issue regarding SAW-oriented interface design is to determine how the human-computer interfacing process can be built to enrich SAW considering environments with heterogeneous data sources, data with quality limitations and changing situations. The problem increases when information are subject to uncertainty, which can compromise the situation analysis process. Additionally, humans make decisions based on their comprehension about the event, which allied with the experience and knowledge can be valuable assets to be used to process emergency situational information for SAW acquisition. The objective of this work is demonstrate how to include SAW-oriented UIs into the process of emergency situation assessment and to present the development of a UI that promotes the management of emergency situational information to promote the SAW acquisition. The results present a specified routine for the employment of SAW-Specialized UIs as part of a situation assessment process, that supports a strong integration between the human operator and others phases of the process, such as the quality assessment, data fusion and information visualization, as well as an interface prototype that supports the process. A case study with a critical scenario of robbery event is also depicted to demonstrate the applicability of the proposed approach. Even as the operator's presentation of SAW assessment application during the interface utilization, for the propose of measure and quantify the situation awareness and the impact in critical scenarios.

Keywords: Situation awareness, user interface, situation assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de SAW no processo de tomada de decisão adaptado de Endsley e Rodgers, 1994.....	19
Figura 2 - A taxonomia de alto nível das causas do conhecimento imperfeito do estado informações (imperfeição) segundo Gershon et al. (1998).	27
Figura 3 - Incerteza é introduzida de medições e modelos, de vários processos de transformação e do processo de visualização adaptado de Riveiro et al. (2007).	28
Figura 4 - Framework da qualidade de dados adaptado de Wang e Strong (1996).....	30
Figura 5 - Modelo conceitual da aplicação da metodologia focado no nível 1 de SAW.	31
Figura 6 - Variável gráfica livre, exemplo de cor.....	34
Figura 7 - Variável gráfica livre, exemplo de tamanho.	34
Figura 8 - Variável gráfica livre, exemplo de nitidez de borda.	35
Figura 9 - Variável gráfica livre, exemplo de transparência.	35
Figura 10 - As correntes oceânicas são mostradas com glifos de setas cujas cores são mapeadas para a magnitude da incerteza. O campo do fundo indica incerteza angular - GRIETHE et al. (2006).....	36
Figura 11 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Fricker e Macklin, (2004).....	38
Figura 12 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Fricker e Macklin, (2004).....	39
Figura 13 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Gouin e Evdokiou, (2004).	40
Figura 14 - Interfaces de sistemas de C2 para predição de formação de hidratos em oleodutos e gasodutos segundo NWIABU et al. (2012).	43
Figura 15 - UI com base em métodos para melhorar SAW e minimizar o esforço mental do operador segundo ONAL et al. (2013).	43
Figura 16 - Interface de sistema de apoio à decisão que incorpora SAW compartilhada (Feng et al, 2009).....	44
Figura 17 - Representação macro do processo de avaliação de situações.	47
Figura 18 - Apresentação do processo de Interface de Usuários orientado à SAW e sua relação com os refinamento do processo de Avaliação das Situações.	48
Figura 19 - Representação da UI para gerenciamento das visualizações de emergências.	50
Figura 20 - Primeira visão da UI, representação de tabela de eventos referentes à situação. ..	51
Figura 21 - Segunda visão da UI desenvolvida, visualização através de mapa.....	52

Figura 22 - Terceira visão da UI desenvolvida, visualização hierárquica das informações.....	53
Figura 23 a) Representação através de grafo de hierarquias, referenciando um objeto roubado não identificado.	54
Figura 24 – Apresentação do objeto ‘Objeto’ à situação, fazendo referência a uma informação que pode ou não ser útil à situação – SAW global.	56
Figura 25 - Expansão da Tabela a fim de obter maiores informações sobre o evento.	57
Figura 26 - Sequencia de cores utilizadas para a coloração dos nós do grafo, dos glifos e do terreno do mapa adaptado de Ware, (1988).....	58
Figura 27 – Tratamento da representação explícita da ausência de informações.....	60
Figura 28 – Timeline de navegação situacional. Quando acionada retorna ou avança na situação baseada na entrada de denúncias, onde cada número representa uma denúncia.	61
Figura 29 - Exemplo de inserção de atributos. O atributo palhaço sendo adicionado ao atributo tatuagem. Referencia a existência de uma tatuagem de palhaço no braço do objeto criminoso.	63
Figura 30 - Exemplo de remoção de atributos. O atributo palhaço sendo removido do atributo tatuagem. Referencia a ausência de uma tatuagem de palhaço no braço do objeto criminoso.	63
Figura 31 - Tabulação dos dados de um questionário para o cálculo do alfa de Cronbach, adaptado de Cronbach, 2004.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos de SAW para a auto avaliação segundo Bell e Waag, (1997), referente à técnica SARS.....	23
Tabela 2 - Fases para definir e elementos para avaliar SAW segundo Bell e Waag, (1997), referente à técnica SARS.....	24
Tabela 3 - Elementos de SAW para a auto avaliação dos operadores de sistemas críticos proposto.	68
Tabela 4 - Fases para definir e elementos para avaliar SAW no domínio de sistemas críticos.	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SAW	Situation Awareness
UI	User Interface
SART	Situation Awareness Rating Technique
SARS	Situation Awareness Rating Scales Technique
CARS	Crew Awareness Rating Scale
MARS	Mission Awareness Rating Scale
QUASA	Quantitative Analysis of Situational Awareness
C-SAS	Cranfield Situation Awareness Scale
VSD	Ventricular septal defect. - Comunicação interventricular
RWS	Track while scan - Sistema de Aviso de Radar
AWACSI/GCI	Air Force Airborne Warning and Control System/Ground-controlled interception
TEWS	Tactical Electronic Warfare System
CPOF	Command Post of the Future
GDTA	Goal-Driven Task Analysis
PLN	Natural Language Processing
PMESP	Polícia Militar do Estado de São Paulo
GIS	Geographic Information System
HUMINIT	Human Intelligence
ESAS	Sistema de Avaliação de Situações de Emergência
C2	Comando e Controle

SUMÁRIO

Capítulo 1.....	16
INTRODUÇÃO	16
Capítulo 2.....	18
SAW E A INFLUÊNCIA NA AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES	18
2.1 Fatores limitantes e erros de SAW	19
2.2 Avaliação de SAW	20
Capítulo 3.....	25
QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES.....	25
Capítulo 4.....	29
QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES NO GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS ...	29
Capítulo 5.....	32
VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO E INTERFACE DE USUÁRIOS PARA SAW	32
5.1 A Representação Gráfica da informação e da Incerteza.....	32
5.2 Abordagens para Visualizações de Incertezas.....	36
5.3 Interface de Usuários para SAW	41
5.4 Abordagens de Interfaces Computacionais para o Gerenciamento de Emergências.....	42
Capítulo 6.....	46
INTERFACE DE USUÁRIOS PARA O ENRIQUECIMENTO DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA	46
6.1 Desenvolvimento da Interface de Usuário Orientada à SAW: Relato de Roubo	49
6.1.1 Organização das informações de acordo com os objetivos	50
6.1.2 Apresentando o Nível 2 de SAW diretamente	53
6.1.3 Apoio a Consciência da Informação Global.....	55
6.1.1 Filtro de Informação.....	56
6.1.2 Apoio a Verificação de Confiabilidade da Informação	57
6.1.3 Identificação explícita da ausência de informações	59
6.1.4 Representando Eventos Históricos para Acompanhar Evolução das Informações	61
6.1.5 Suportar a atualização dos níveis de qualidade de dados e informações e o gerenciamento da incerteza	62
Capítulo 7.....	64

ESTUDO DE CASO	64
Capítulo 8.....	67
AVALIAÇÃO DA SAW OBTIDA COM O USO DA INTERFACE DE USUÁRIO DESENVOLVIDA.....	67
Capítulo 9.....	71
CONCLUSÃO	71

CAPÍTULO 1.

INTRODUÇÃO

Consciência Situacional (SAW) é um processo baseado no desenvolvimento da percepção e compreensão do que está acontecendo dentro de um volume e espaço de tempo, e também a antecipação de eventos futuros.

SAW é visto como um fator crítico para o sucesso de sistemas de apoio à decisão (BAUMGARTNER *et al.* 2010), tais como sistemas de gerenciamento de emergências que tem a especialidade de avaliação de situações e também é amplamente reconhecido como fornecedor base para a boa tomada e decisão. Em sistemas de avaliação de situações, tomadas de decisões assertivas são necessárias, principalmente em cenários críticos, desta forma a SAW deve ser analisada quanto ao nível de compreensão do especialista sobre determinado cenário.

Em cenários de tomadas de decisões críticas, como no domínio de chamadas de emergência, uma má SAW pode prejudicar a compreensão da situação, comprometendo a alocação de recursos e a preservação de patrimônios e vidas humanas.

Adicionalmente, a melhoria no processo de SAW pode auxiliar processos operacionais, auxiliando no planejamento de ações estratégicas, melhorando a qualidade das decisões e permitindo melhor compreensão de todo um cenário.

Um dos processos essenciais para dar suporte à análise de situações e consequentemente promover SAW é o de representação gráfica e controle da informação.

Representar informações inferidas do mundo real para a tomada de decisão militar apresenta desafios, pois tais ambientes possuem informações de natureza dinâmica e complexa, (Rogova *et al.* 2004).

Uma questão desafiadora na comunidade de avaliação de situações é determinar como o processo de representação gráfica da informação situacional pode ser redesenhado para o enriquecimento de SAW, que pode prejudicar a obtenção de SAW dos operadores (Kokar e Endsley 2012).

Além disso, fornecer aos seres humanos dados e informações sobre a qualidade das informações, para que adquiram uma melhor compreensão do que está acontecendo no ambiente, são fatores que auxiliam o processo de tomada de decisões (Rovoga, *et al.* 2004).

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma interface de usuários

dedicada a representar e gerir a informação produzida por um sistema de avaliação de situações, mais especificamente um sistema de gerenciamento de emergências, além de ilustrar e discutir como incluir tal interface no processo de avaliação.

Desta maneira, a organização de uma combinação de técnicas e ferramentas é apresentada, estas são responsáveis por gerir informações semânticas situacionais, que buscam suportar uma melhor percepção das situações e auxiliar o processo de tomada de decisão em cenários de emergência, visando à redução de erros humanos que comprometam SAW.

Um estudo de caso no contexto de análise de informações imperfeitas para a consciência situacional, provenientes de evento de crime é descrito. Neste cenário, a interface e visualizações, em sinergia com as informações incertas propagadas no processo, é avaliada quanto à contribuição para o processo e conseqüentemente a obtenção e manutenção de SAW.

Na Seção 2 serão apresentados conceitos de SAW na avaliação da situação, tal como a sua relação e consequência. A Seção 3 aborda um estudo sobre a qualidade de dados no processo de SAW. Na Seção 4 é abordada à qualidade de dados e sua importância em sistemas de gerenciamento de emergências. A Seção 5 apresenta as técnicas de visualização de informação para SAW, já na sessão 6 interfaces orientadas a SAW são discutidas, bem como a apresentação de trabalhos relacionados para ambos. A Seção 7 apresenta a proposta para interfaces orientadas à SAW em sistemas de avaliação de emergências, e finalmente, na Seção 8 o estudo de caso é abordado bem como a apresentação da avaliação de SAW dos operadores.

CAPÍTULO 2.

SAW E A INFLUÊNCIA NA AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES

Consciência da Situação é um conceito extensivamente citado e amplamente estudado. São encontrados na literatura mais de trinta conceitos que definam SAW (Salmon *et al.*, 2009).

Jeannot (Jeannot *et al.*, 2003) defende que SAW é o que as pessoas precisam saber sobre determinado evento para não serem surpreendidas. O autor complementa dizendo que em ambientes complexos, a formação de SAW deve estar preocupada com o conhecimento das pessoas referente aos acontecimentos relacionados a fenômenos e tarefas específicas. Ele exemplifica dizendo que para pilotos de caça, SAW é basicamente o conhecimento obtido sobre as ameaças e as intenções das forças inimigas. Já para um controlador de tráfego aéreo, SAW consiste em conhecer os planos de voo, posições das aeronaves podendo prever o estado futuro com o intuito de detectar possíveis conflitos.

De acordo com Endsley (Endsley, 2011), atingir SAW é um processo realizado pelo usuário, e é composto por três níveis: percepção dos elementos no ambiente, compreensão da situação atual e sua projeção em um estado futuro. Os níveis são descritos abaixo:

- Nível 1 - Percepção: Passo fundamental no processo de SAW, este envolve perceber os elementos do ambiente;
- Nível 2 - Compreensão: Vai além de perceber os elementos, envolve a integração do que foi percebido na etapa anterior e relacioná-los com as metas e objetivos do operador;
- Nível 3 - Projeção: Envolve a capacidade de antecipar eventos futuros e suas possíveis implicações, com base na compreensão do nível anterior;

A teoria mais aceita, conhecida e amplamente divulgada de SAW, é a de Endsley, na qual SAW consiste em estar ciente dos eventos que ocorrem em um ambiente e compreender como essa informação afeta a situação no presente e no futuro próximo.

A autora propôs um modelo de SAW com base na teoria de processamento de informação, como mostrado na Figura 1, que descreve SAW como um modelo interno derivado do ambiente que é separado, e precede a tomada de decisão e desempenho.

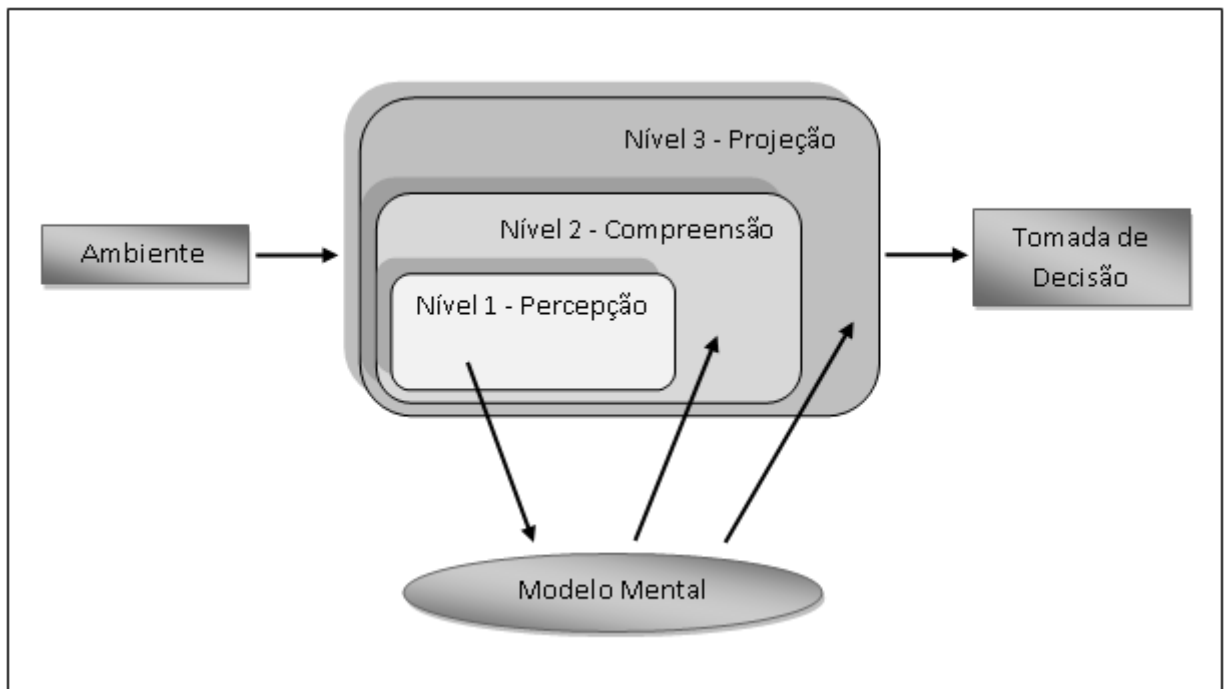


Figura 1 - Modelo de SAW no processo de tomada de decisão adaptado de Endsley e Rodgers, 1994.

2.1 Fatores limitantes e erros de SAW

A literatura descreve oito grandes fatores que podem atrapalhar o processo de consciência da situação. Esses oito fatores são: gargalo de atenção, limitação da memória, estresse, excesso de dados, saliências mal inseridas, complexidade do sistema, modelos mentais incorretos e automação.

- Gargalo de atenção: relaciona-se com a incapacidade do ser humano de prestar atenção a mais de uma informação por vez, dificultando o processo de SAW em vista da grande quantidade de informações expostas por sistemas que visam auxiliar este processo;
- Limitação da memória: esta relacionado a fatores que impedem o usuário a ter acesso a informações em sua memória relacionado as informações obtidas sobre determinada situação;
- Fatores de estresse: como a carga de trabalho, ansiedade, fadiga que podem sobrecarregar e prejudicar seu processo de cognição;
- Excesso de dados: refere-se à quantidade de dados e informações a serem analisadas pelo operador, que quando em excesso pode prejudicar o entendimento dos mesmos.

- Saliências mal inseridas: consistem em informações mal colocadas ou mal destacadas. Destacar informações pode ser de grande ajuda no processo de SAW, porém, caso mal inseridas conduz o usuário a trilhar caminhos para tomada de decisão baseados em informações irrelevantes ao contexto;
- Complexidade do sistema no qual muitas funcionalidades criam uma barreira para que o usuário desenvolva um modelo mental de como este funciona
- Modelos mentais incorretos: gerados com base em informações que confundem o usuário, e que não se encaixam diante do contexto atual conduzindo a uma má interpretação da situação.
- Automação que pode levar a dependência do usuário em relação ao sistema (Endsley, 2011).

Endsley (Endsley, 1999), apresenta uma taxonomia de erros em SAW de maneira a descrever muitos fatores que podem levar a erros neste processo. Tal taxonomia foi aplicada por meio de uma investigação nas principais transportadoras aéreas nos Estados Unidos (Endsley, 1995). De acordo com os resultados 88% dos erros envolveram SAW, estes foram divididos entre os três níveis de SAW tendo como causas variadas, dentre elas: dificuldade de detectar informação, falha ao monitorar, criação de um modelo mental pobre e exagero ao projetar possíveis situações.

Rodgers *et al.* (2000), relata que dentre os grandes fatores que conduziram a erros operacionais em terminais de controle de tráfego aéreo em 1997 nos Estados Unidos, 58% foram associados com problemas relacionados à SAW. Como registrado, a compreensão das situações e como componentes desta impactam o ambiente é um fator crucial para a tomada de decisão e influencia o comportamento do próprio usuário e sistemas que auxiliam a conclusão de tal processo, onde, casos mal sucedidos, dependendo do domínio da aplicação, podem conduzir a erros irreversíveis.

Assim, fica evidente a importância de levar em consideração os níveis de SAW, bem como evidenciá-los no desenvolvimento de sistema de avaliação de situações.

2.2 Avaliação de SAW

Com base na necessidade de entender e avaliar o modo como SAW age e influencia nos processos de determinados domínios, bem com os fatores levados em consideração nos processos de tomada de decisão aplicados a situações específicas, ferramentas quantitativas

com o objetivo que especificar e avaliar o nível de consciência da situação obtido por operadores de sistemas diversos foram desenvolvidas.

Para o gerenciamento de sistemas críticos, como os de avaliação de situações, cerca de 30 técnicas são encontradas na literatura, SALMON *et al.* (2009), identifica 17 pertinentes para avaliação de sistemas críticos como os de tomada de decisão militar, dentre elas constam técnicas de análise de requisitos de SAW, técnicas de congelamento de simulação, técnicas de tempo real, técnicas de auto avaliação, técnicas de observação, médias de performance e mapeamento de processos.

Para o desenvolvimento da avaliação de SAW para a Interface de Usuários (UI) proposta, que visa o enriquecimento da SAW em sistemas de gerenciamento de emergência, técnicas de auto avaliação serão abordadas, com objetivo de mensurar, quantificar e entender o nível de conhecimento em relação à situação que os operadores são capazes de obter.

Técnicas de auto avaliação são comumente utilizadas com o único objetivo de obter informações particulares referentes à SAW de cada operador dos sistemas, tais técnicas, são aplicadas após a utilização dos sistemas, de modo que o próprio operador possa avaliar a sua percepção e entendimento em relação à situação. Tal avaliação pode ser mensurada a partir de escalas pré-definidas em cada ferramenta.

A utilização de tais técnicas de auto avaliação são justificadas a partir da facilidade de aplicação, pois são fáceis, rápidas e tem baixo custo, e por não serem invasivas em relação às tarefas, pois a aplicação das avaliações é realizada apenas após a realização das tarefas, e não durante sua realização como, por exemplo, as técnicas de congelamento de situação e as técnicas de tempo real.

As técnicas de auto avaliação, muitas vezes não são aplicadas por apresentarem problemas quanto à obtenção de dados referente à SAW do operador após a realização das tarefas, como por exemplo, as prováveis chances de o operador não se lembrar das informações das tarefas após a sua realização e também problemas relacionados à sensibilidade dos métodos.

Na literatura são encontradas algumas técnicas de auto avaliação para SAW como as apresentadas abaixo:

- Técnica de Pontuação de Consciência da Situação (Situation Awareness Rating Technique - SART)
- Técnica de Escala de Avaliação de Consciência da Situação (Situation Awareness Rating Scales Technique - SARS)

- Avaliação da Consciência da Equipe (Crew Awareness Rating Scale - CARS)
- Escala de Avaliação de Consciência da Missão (Mission Awareness Rating Scale - MARS)
- Avaliação Quantitativa de Consciência Situacional (Quantitative Analysis of Situational Awareness - QUASA)
- Escala de Consciência Situacional de Cranfield (Cranfield Situation Awareness Scale - C-SAS)

Para os fins desse trabalho, a técnica SARS é utilizada para de permitir que a avaliação da SAW obtida pelos operadores com a utilização da UI seja possível. Deste modo, os parágrafos que seguem, descrevem a aplicação desta técnica criada por Bell (Bell e Waag, 1997).

Bell e Waag, (1997), desenvolveram esta ferramenta com o objetivo de responder as perguntas feitas em 1991 pelo Chefe de Estado da Força Aérea que queria entender sobre SAW, tais perguntas descrevem as tentativas iniciais para tentar mensurar SAW em simulações de combate aéreo. Suas perguntas eram: O que é SAW? Podemos medir SAW? Podemos selecionar indivíduos para treinamento de pilotos baseado em seu potencial de SAW? Quais os impactos que os treinamentos tem de SAW?

Destas, o processo foi resumido para três questões, sendo que a primeira diz respeito à definição SAW, a segunda é o grau em que os pilotos julgam (de forma confiável) seus colegas pilotos em termos de SAW, e a terceira e última missão é saber se existe ou não um relacionamento entre cada julgamento e performance da missão.

Para serem capazes de determinar o grau de confiabilidade dos pilotos com base em SAW, pilotos e especialistas no assunto desenvolveram uma lista onde constam 31 elementos comportamentais de SAW. A Tabela 1 apresenta tais elementos divididos em oito categorias de desempenho.

Para medir a SAW, foram desenvolvidos quatro diferentes instrumentos para a avaliação de SAW dos pilotos baseados nos 31 elementos da Tabela 1. O primeiro requer a presença de entrevistados para que possam fornecer a sua definição pessoal sobre SAW. A partir desta definição, cada entrevistado classifica a importância dos 31 elementos da Tabela 1 usando a escala Likert de 6 (seis) pontos.

Tabela 1 - Elementos de SAW para a auto avaliação segundo Bell e Waag, (1997), referente à técnica SARS.

Características Gerais	Interpretação da Informação
Disciplina	Interpretação Comunicação interventricular - VSD
Determinação	Interpretação do Sistema de Aviso de Radar (RWS)
Conhecimentos táticos	Habilidade para usar AWACSI/GCI - avião
Capacidade de compartilhamento de tempo	Integração das informações gerais
Capacidade de raciocínio	Classificação de Radar
Capacidade espacial	Análise do acoplamento da geometria
Gestão de voo	Tratamento de prioridades
Plano de Jogo Tático	Operação do Sistema
Desenvolvimento de plano	Radar
Execução do plano	TEWS - Rastreamento
Ajuste do plano durante o voo	Sistema global de competência de armamento
Comunicação	Emprego Tático Além do Alcance Visual - BVR (Beyond Visual Range)
Qualidade (concisão, precisão, pontualidade)	Direcionamento das decisões
Capacidade de usar informações eficazes	Seleção do ponto de fogo
Emprego Geral da Tática	Emprego Tático dentro do Alcance Visual - WVR (Within Visual Range)
Avaliação do caráter ofensivo de defesa	Manter o controle de aeronaves não identificadas amigáveis
Vigia (VSD, RWS, visual)	Avaliação de Ameaças
Reação defensiva (destroços, explosões, manobras)	Emprego de armas
Suporte Mútuo	

Os outros três instrumentos desenvolvidos para mensurar SAW são medidos a partir de três diferentes perspectivas: (1) individual, (2) supervisão e (3) duplas. A avaliação foi feita na escala entre índices Acetáveis e Excelentes, pois todos os entrevistados são aptos e tem amplo conhecimento sobre pilotagem. Caso não encontrassem informações o suficiente para a

avaliação, é permitido omitir uma classificação.

Na Tabela 2, a primeira coluna lista as sete fases mais frequentemente utilizadas pelos entrevistados na definição de SAW. Na segunda coluna encontramos os sete elementos altamente utilizados na avaliação de SAW. Há entre as duas colunas um consenso considerável entre as fases para definir SAW e os elementos utilizados para a avaliação. Isso envolve o poder de assimilar a informação para que as ações sejam guiadas com base na compreensão.

Tabela 2 - Fases para definir e elementos para avaliar SAW segundo Bell e Waag, (1997), referente à técnica SARS

Fases mais comuns utilizadas para DEFINIR SAW	Elementos altamente utilizados para AVALIAR SAW
Composição 3D da imagem situacional	O uso de informações de comunicação
Assimilação de múltiplas informações	Integração de informações de várias fontes
Conhecimento espacial ou geométrico	Capacidade de compartilhamento de tempo
Atualização periódica mental da situação dinâmica	Manter o controle de aeronaves não identificadas amigáveis
Priorização das informações e ações	Ajustar o plano durante o voo
Qualidade da tomada de decisão	Habilidade espacial para imaginar o acoplamento
Projeção da situação no tempo	Enxergar ameaças (VSD, RWS, visual)

A partir destas informações do autor Bell (Bell e Waag, 1997), foi possível avaliar a consistência e confiabilidade de cada grupo de análise, seja individual, supervisionada ou em grupo. Efetuando este levantamento os autores foram capazes de identificar se houve ou não concordância entre os tipos de avaliação, que neste caso houve entre as avaliações supervisionadas e as avaliações em duplas. A maior diferença foi da avaliação em supervisionada com a avaliação individual dos entrevistados.

No próximo capítulo serão apresentados estudos sobre a qualidade dedados e informações no processo de avaliação de situações.

CAPÍTULO 3.

QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES

A necessidade de representação gráfica e controle de informações para auxílio ao processo de tomada de decisão em sistemas de gestão de emergência apresentam desafios, devido à necessidade de fornecer aos tomadores de decisão, subsídios para a uma compreensão da realidade de um cenário em tempo real (BLASCH *et al*, 2012).

Entretanto, informações com problemas de qualidade podem prejudicar o modelo mental do usuário, visto que tais informações descrevem a realidade do cenário de acordo com os contextos e podem conduzir a incertezas ao operador ao tentar interpretar os dados.

Tendo em vista a taxonomia do estudo das informações, a heterogenidade de fontes, imperfeição nas variáveis de informação, e a falta de conhecimento sobre as informações, os problemas enfrentados para a aquisição de dados com qualidade tornam-se cada vez mais complexos.

Metodologias e dimensões de qualidade são associadas a valores de dados e informações. Dentre elas, a precisão, integridade (completude), consistência e dimensões relacionadas a tempo (Scannapieco *et al*, 2002). Existem na literatura, diversas definições para cada uma das dimensões de qualidade:

- **Precisão:** Para Wang e Strong (2002), precisão, é o conhecimento de que se os dados estão corretos, confiáveis e certificados. Já Ballou e Pazer (1985), acreditam que dados com precisão existem quando os valores reais e armazenados são correspondentes.
- **Integralidade:** É definida como o grau em que uma dada coleção de dados, inclui dados que descrevem o conjunto correspondente de objetos do mundo real. Quando se trata de integridade de dados pode ocorrer de o valor estar faltante, e neste caso é de suma importância entender por que isto ocorre. O valor pode não ser conhecido mesmo existindo, pode não existir, ou ainda pode ocorrer à falta de conhecimento sobre a sua existência (Atzeni; Antonelli, 1993).
- **Consistência:** Para se classificar a consistência, a mesma é dividida em dois grupos: teoria relacional e estatística. Para verificar a consistência do dado, é preciso saber se houve a violação de regras semânticas.

- Teoria relacional: Na teoria relacional, há as restrições de integridade, que são um dos tipos semânticos. Tais restrições de integridade definem o intervalo permitido para o domínio de um atributo.
- Teoria estatística: Dados editados são regras semânticas comuns, para a verificação de sua consistência, onde, as regras semânticas são conhecidas como edições, e sua função é específica a o que está correto dentro de um conjunto, contendo em suas regras especificações de condições de erro (Felleg; Holt 1976).
- Dimensões de tempo: Na literatura a maioria das dimensões encontradas relacionadas a tempo são circulação, volatilidade e atualidade.
 - Circulação descreve quando é que o dado foi inserido na base (Lenzerini, *et al* 2003);
 - Volatilidade é o que define o período de tempo que a informação pode ser válida (Lenzerini, *et al* 2003);
 - Atualidade é o saber quando o dado/informação está pronto para ser utilizado (Liu; Chi, 2002).

Segundo Gershon (1998), a taxonomia de alto nível das causas do conhecimento imperfeito do estado informações pode envolver: (1) dados e informações corrompidas, (2) incompletos, (3) inconsistentes, (4) dificuldade na compreensão e (5) incerteza.

1. Dados e informações corrompidas: Ocorre quando algo causa falha na obtenção e o dado chega ao destino corrompido;
2. Dados e informações incompletos: Análogo a erros. Exemplos incluem erros na a localização de alvos oriundos de sensores;
3. Dados inconsistentes: quando partes de dados e informação não são consistentes entre si ou com os dados que já foram obtidos anteriormente;
4. Dificuldade na compreensão: ocorre quando a informação obtida não se auto-explica por si só, precisa de outro dado para se explicar;
5. Incerteza: quando os dados e informações são conhecidos, mas não há certeza sobre a sua existência ou precisão. A incerteza é uma confusão mental que ocorre na cabeça do operador, que acontece devido a outros problemas do ambiente e da qualidade das informações apresentadas. Exemplo: Sabe-se que amanhã é um dia que irá existir, porém, informações sobre o tempo são incertas.

Na Figura 2, as representações em amarelo, apresentam as imperfeições da qualidade dos dados e informações, em verde, representa a contribuição do usuário no processo decisório. Conforme representado, a contribuição para o usuário é a de uma apresentação imperfeita da informação, que pode ter sido ocasionada devido ao não recebimento de informações suficientes para a apresentação da informação ou pelo não recebimento da informação correta devido a algum problema de qualidade na apresentação.

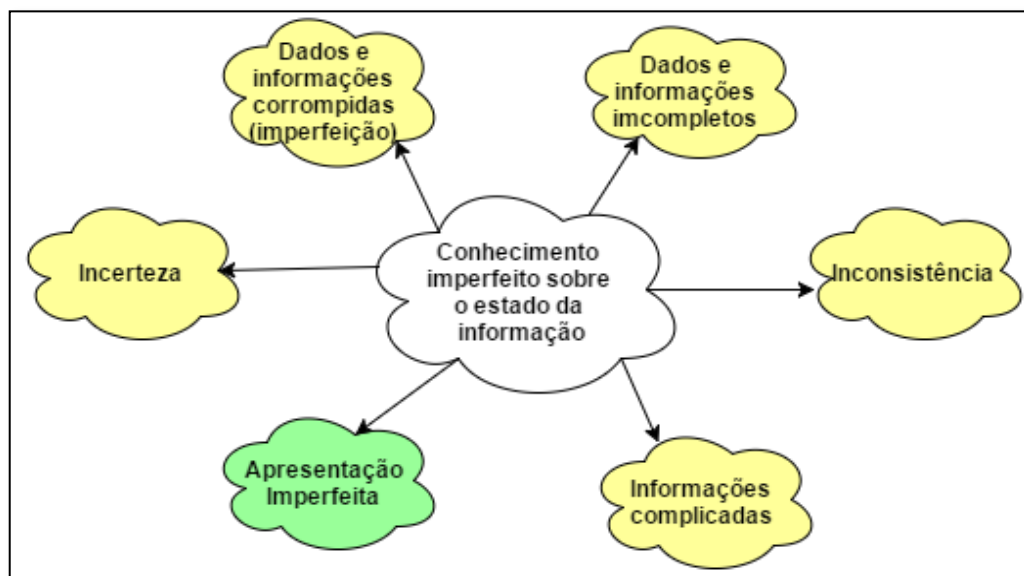


Figura 2 - A taxonomia de alto nível das causas do conhecimento imperfeito do estado informações (imperfeição) segundo Gershon et al. (1998).

De acordo com (Pang; Wittenbrink; Lodh, 1997), a incerteza inclui (1) variações estatísticas ou propagação, (2) erros e diferenças, (3) valores de intervalo ou dados faltantes. Os autores consideram três tipos de incerteza em sua discussão:

1. Estatística: distribuição dos dados ou média estimada e desvio padrão (intervalo de confiança);
2. Erro: diferenças entre um dado correto e uma gama de estimativa;
3. Intervalo: um intervalo no qual o dado existe (em não pode ser quantificado).

Nas representações de informações incertas, um ponto crucial, é a identificação das fontes e o grau de incerteza (Masalonis, et al 2004), conforme é possível visualizar na Figura 3, (Pang; Wittenbrink; Lodh, 1997), consideram três tipos de incerteza:

- Aquisição: A introdução da incerteza de dados, modelos e medidas;
- Transformação: Incerteza derivada de processos de transformação;
- Visualização: Representação da incerteza do processo de visualização;

Os autores descrevem incerteza como uma questão generalizada que engloba conceitos, como inconsistência, dúvida, confiabilidade, imprecisão e erro, podendo incluir

ainda variações estatísticas, diferenças, ruídos ou dados faltantes.

Na literatura, a ligação da incerteza à informação é normalmente restrita aos objetos das informações e seus atributos.

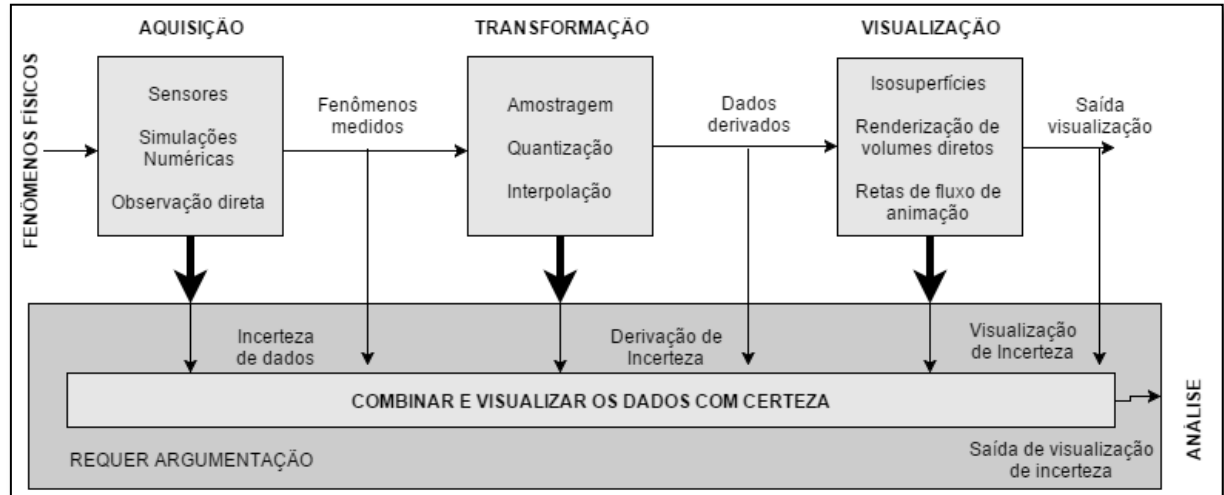


Figura 3 - Incerteza é introduzida de medições e modelos, de vários processos de transformação e do processo de visualização adaptado de Riveiro et al. (2007).

Segundo Huang, (HUANG, 2005) a incerteza também está relacionada às dimensões (atributos) onde se tem a impressão de que a média da incerteza dos valores dos atributos de informação pertencem a um tipo de atributo. Desta forma, os diferentes tipos de incerteza podem ser atribuídos como metadados de todos os elementos de um modelo de informação.

Entretanto, há um consenso de que se a incerteza existe e é conhecida, a mesma deve ser visualizada e transmitida ao especialista. Assim, a análise de informações tem por objetivo não apenas avaliar informações disponíveis e a forma com as quais são organizadas, mas também deve ajudar a orientar o especialista a raciocinar sob incertezas (BLASCH, *et al.* 2012).

O próximo capítulo irá apresentar informações sobre a qualidade de dados e informações no domínio de gerenciamento de emergência.

CAPÍTULO 4.

QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES NO GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS

A qualidade dos dados pode ser definida como um dos fatores cruciais para sistemas de tomada de decisão. Informações imperfeitas, que não descrevem fielmente as situações do mundo real diminuem a efetividade dos sistemas, contribuem de forma negativa para a formação do modelo mental de usuários e, conseqüentemente minam o processo de SAW.

Em cenários de avaliação de situações, a qualidade de dados é um fator crítico essencial, visto que a informação situacional se propaga ao decorrer do processo, podendo ser comprometida em transformações no decorrer do tempo.

Não foi encontrado na literatura um padrão que especifique os processos de gestão da qualidade das informações para sistemas de avaliação de situações de emergência. A aplicação deste se refere ao cenário, onde são determinados os requisitos de qualidade (dimensões) para cada área (Matheus *et al*, 2003).

Batini (2009), define o gerenciamento da qualidade de dados e informações como a definição de procedimentos relacionados ao manuseio das informações, definindo um processo para medir, representar e melhorar a qualidade de dados e informações.

Cada domínio de aplicação estabelece seu próprio conjunto de dimensões e metodologias para quantificar e/ou qualificar cada dimensão, à luz dos requisitos informacionais da área específica. Adicionalmente, o domínio de aplicação das dimensões também influencia na forma com que cada uma delas é calculada, determinando as métricas de qualidade.

A qualidade dos dados em sistemas de avaliação de situações de emergências é um dos fatores críticos no processo de tomada de decisões, visto que o processo de consciência da situação pode ser prejudicado, tendo sua efetividade reduzida quando informações imperfeitas são inseridas ao processo, contribuindo negativamente a formação do modelo mental do operador para responder os chamados de emergência.

Sistemas de avaliação de situações costumam envolver esforços para estimular SAW nos operadores, pois tratam grandes quantidades e variedades de dados. Desta forma, o processamento e representação destas informações visam encontrar dados suficientes e significantes para auxiliar o processo de tomada de decisão.

Na tomada de decisão na área de gerenciamento de emergência, o processo pode ser

comprometido devido à decisão imprecisa originada da má interpretação dos dados.

A qualidade de dados e informações em sistemas de controle e gestão de eventos de emergência, por exemplo, pode fazer uso das dimensões de completude, precisão, atualidade e consistência, cada qual com formas particulares de ser calculada.

Para o domínio de roubo, a metodologia a ser definida aborda avaliações de qualidade quanto à completude e aspectos temporais dos dados. As abordagens e descrições de diferentes perspectivas serão descritas a seguir.

O'Brien, (2004), define as dimensões de qualidade necessárias para sistemas de informação em três dimensões principais divididas em: Conteúdo, Tempo e Forma. Dentre os atributos de qualidade constam:

- Tempo: Prontidão, Aceitação, Frequência, Período.
- Conteúdo: Precisão, Relevância, Integridade, Concisão, Amplitude, Desempenho.
- Forma: Clareza, Detalhe, Ordem, Apresentação, Mídia.

Wang e Strong, 1996, categorizam os atributos das dimensões da qualidade em quatro classes principais, conforme apresentado na Figura 4.

Qualidade Intrínseca de dados implica a garantia da credibilidade e reputação dos dados, dentre os atributos constam a própria credibilidade e reputação, como precisão e objetividade.



Figura 4 - Framework da qualidade de dados adaptado de Wang e Strong (1996).

Qualidade de dados contextual é formada por atributos que devem ser considerados e avaliados de acordo com o contexto da tarefa a ser realizada, tendo como atributos:

relevância, tempo, completude, etc.

Quanto à qualidade de representação, os atributos são definidos de acordo com aspectos relacionados ao formato do dado (como a concisão e representação) e o significado em relação à sua compreensão. BATINI, (2009), afirma existir muitas discrepâncias quanto à definição das dimensões devido à dependência contextual da qualidade. Confirma que não há uma definição global de um conjunto específico de dimensões que definem a qualidade dos dados. O autor aborda quatro dimensões: Precisão, Completude, Consistência e *Timeliness*.

A precisão de um dado é medida por meio de sua equivalência com o dado em questão, assim, determinada proximidade de um valor x em relação a outro valor x pode ou não ser considerado preciso mediante o contexto no qual o dado está sendo testado.

Completude pode ser definida como o grau no qual o dado em questão abrange sua correspondente situação no ambiente. Na área de pesquisas de bancos de dados relacionais completude relaciona-se com o significado e a representação de valores nulos.

A dimensão da consistência refere-se à violação de regras definidas ao determinado conjunto de dados, como por exemplo, se a idade do usuário for menor que 18 anos este não está apto para possuir a Carteira Nacional de Habilitação.

Dimensões relacionadas ao tempo, ou *Timeliness*, podem relacionar-se ao atraso na atualização dos dados entre seu estado no ambiente real e no sistema de informação.

Uma metodologia desenvolvida por Oliveira *et al* (2014) é apresentada na figura 5, onde através de um sistema avaliador automatizado, uma metodologia para avaliação da qualidade é mostrado. Nesta figura, o processo de qualidade é ilustrado

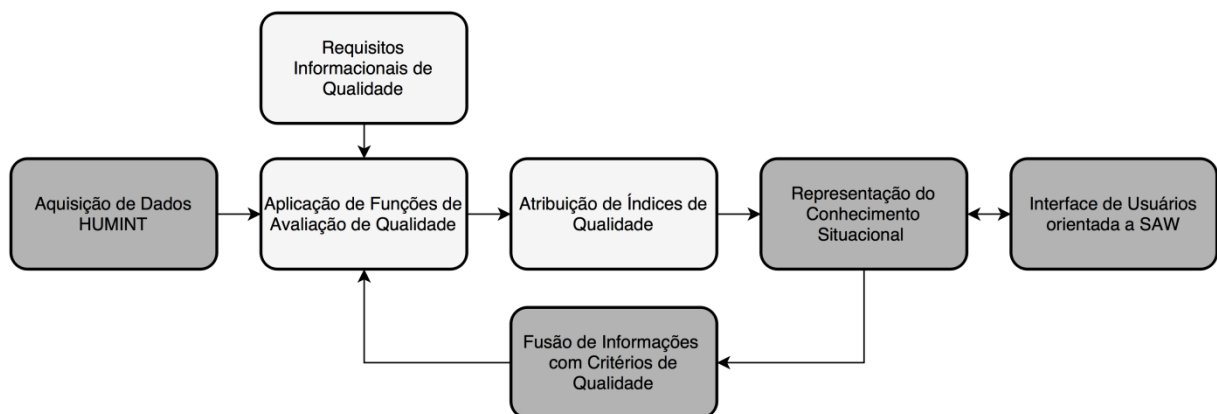


Figura 5 - Modelo conceitual da aplicação da metodologia focado no nível 1 de SAW.

CAPÍTULO 5.

VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO E INTERFACE DE USUÁRIOS PARA SAW

Representação de dados e informações através de visualizações é um estudo desafiador, devido à necessidade de fornecer aos operadores de sistemas e tomadores de decisão no domínio de gerenciamento de situações críticas, uma compreensão da realidade de determinado cenário. Tal cenário pode ser reproduzido fidedignamente ou possuir em sua constituição, problemas de qualidade adquiridos em processamento e interpretação da informação.

Sabendo-se que problemas de qualidade podem estar contidos nos dados e informações a serem representados, as visualizações de dados incertos devem fornecer ao usuário um aumento no grau de consciência da situação, para que o processo de tomada de decisão seja facilitado. Gouin e Evdokiou, (2004), afirmam que o objetivo em representar dados é fornecer ao tomador de decisão visualizações que auxiliem no cenário em questão, de modo que haja uma clara abstração do estado atual situacional em relação à problemática em questão, para que a projeção da sequência de atividades dos recursos possa ser melhor em relação ao ambiente.

Munzner (MUNZNER, 2000), define visualização de informação como uma representação visual ou representação externa de dados que explora o processamento visual humano para reduzir as cargas de tarefas cognitivas.

Tendo por base a natureza dos problemas de apresentação e representação das informações, as visualizações são utilizadas para auxiliar no processo de tomada de decisão, facilitando o entendimento situacional por meio de técnicas encontradas na literatura que auxiliam o processo de aquisição e manutenção de SAW. Desta forma para o desenvolvimento destas visualizações, técnicas e ferramentas são utilizadas para em conjunto colaborarem com o processo decisório, como as descritas na próxima sessão, que visa tratar especificamente o problema de visualização de informações incertas no processo decisório.

5.1 A Representação Gráfica da informação e da Incerteza

Lohse (LOHSE *et al.* 1994), apresenta onze categorias para a representação de dados visuais: gráficos, tabelas, tabelas gráficas, gráficos de tempo, redes, diagramas de estrutura e

de processo, mapas, cartogramas, ícones e imagens.

- Gráficos: Os gráficos são utilizados com o objetivo de representar informação quantitativa usando a posição e magnitude dos objetos geométricos, como gráficos de dispersão, histograma, entre outros;
- Tabelas: Envolvem números, palavras, símbolos ou relação com formas;
- Gráficos de tempo: são usados para exibir dados temporais;
- Redes: como fluxogramas, árvores de decisão, gráficos PERT são usados para mostrar as relações entre os diferentes componentes em um cenário;
- Diagrama de estrutura e de processo: utilizados para expressar dados espaciais - enquanto diagramas de estrutura são descritores estáticos de objetos, diagramas de processo ilustram a relação dinâmica e contínua entre os objetos físicos.
- Mapas: representação simbólica da geografia física
- Cartogramas: são mapas espaciais que mostram os dados quantitativos, tais como mapas de fluxo;
- Ícones: usados para representação visual nos casos em que os usuários do sistema particular estão familiarizados com o significado dos ícones;
- Imagens: foto-realistas de um objeto físico;

Sempre que os dados são processados, transformados e mapeados em representações visuais, a incerteza pode ser agravada, o que torna difícil manter a qualidade do dado ao longo do processo (Correa *et al*, 2009).

Sabendo que problemas de qualidade podem ser inseridos no processo de aquisição, manuseio ou visualização da informação, permitir ao usuário a possibilidade de conhecer a qualidade da informação representada auxilia no processo de formação de seu mapa mental situacional, bem como sua SAW. Com a visualização do nível de qualidade das informações disposta de forma explícita no processo, o tomador de decisões terá acesso aos níveis de confiança de dados, proporcionando informações, que possam auxiliar a tomada de decisão.

Adicionalmente, dimensões de qualidade de dados como precisão, integridade, consistência, dimensões de tempo (MECELLA, *et al*. 2002) e taxonomias das causas do conhecimento imperfeito como as descritas por Gershon (Gershon, 1998), que envolvem dados e informações corrompidas, incompletas, inconsistentes, que causam dificuldade na compreensão dos problemas de qualidade da informação existentes são apresentados.

Representações de informações de objetos, como a incerteza, imperfeição e outras,

podem ser abordadas de duas maneiras: intrínseca ou extrínseca (Gershon, 1998). As Intrínsecas são utilizadas para representar algo que faz parte do objeto, como variações na aparência. Já as extrínsecas, servem para mostrar o que não faz parte do objeto, apresentando novas estruturas associadas para identificar novos atributos (Bisantz, 2013).

Visto que a tomada de decisão em gerenciamento de emergências é baseada em dados incertos, faz-se necessário destaca-la na visualização. Riveiro, (2007) apresenta uma classificação para técnicas de representação de incerteza: utilização de glifos (figuras representativas), adição e modificação da geometria, de atributos, animação, sonorização e técnicas psicovisuais, são técnicas que permitem maior cognição por parte dos utilizadores. As técnicas para representação de incerteza de Riveiro (Riveiro, 2007), não se limitam a um domínio específico, as aplicando em Comando e Controle - C2, objetiva-se obter facilidade na compreensão e apresentação das informações. As técnicas descritas são:

- Variáveis gráficas livres: cor, tamanho, posição, foco, clareza, imprecisão, saturação, transparência e borda – Figura 6, 7, 8 e 9.
- Objetos adicionais: rótulos, imagens ou símbolos. Incluindo a incerteza na magnitude, direção e comprimento em hieróglifos (Riveiro, 2007).
- Animação: é mapeada para parâmetros de animação como a velocidade ou duração, borrão de movimento, alcance ou extensão do movimento.
- Representação interativa: por exemplo, incerteza pode ser descoberta pela interação do mouse (Riveiro, 2007).
- Abordagem de sentidos humanos: incorporação de acústica, mudanças de tom, volume, ritmo, vibração ou piscar mensagens textuais (Riveiro, 2007).

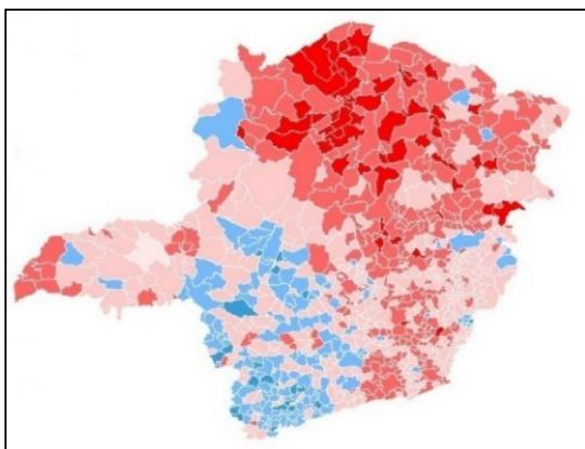


Figura 6 - Variável gráfica livre, exemplo de cor.

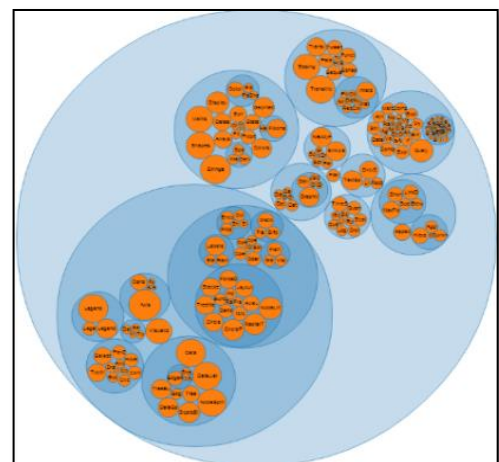


Figura 7 - Variável gráfica livre, exemplo de tamanho.

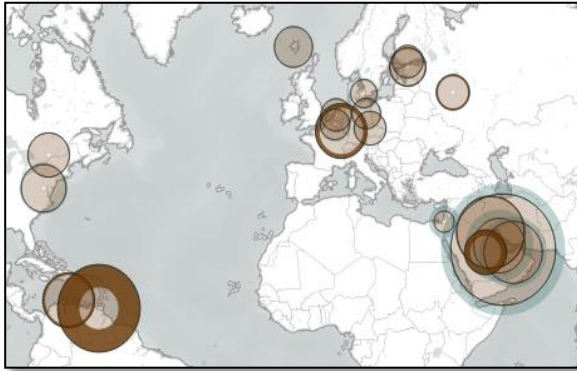


Figura 8 - Variável gráfica livre, exemplo de nitidez de borda.

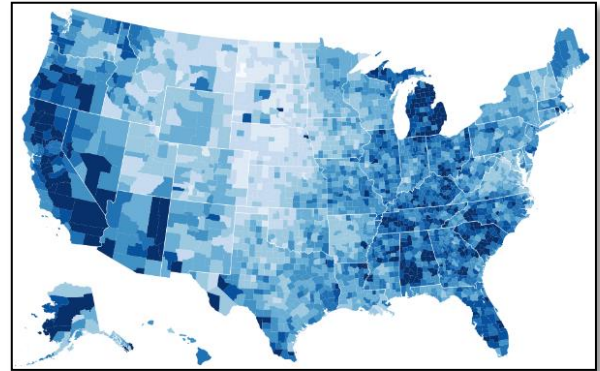


Figura 9 - Variável gráfica livre, exemplo de transparência.

Muito embora haja uma necessidade de visualizar incertezas associadas aos dados, a comunidade científica tende a separar a apresentação da incerteza do dado. Incluir informações de incertezas adicionais em um sistema de visualização existente é um processo trabalhoso e há uma ausência de métodos que o implementem.

A visualização de incertezas como suporte ao processo de tomada de decisão é um problema recorrente e interdisciplinar, e poucos estudos foram conduzidos para determinar o impacto da visualização de incertezas em usuários (Maceachren, et al. 2005).

Outra questão na visualização de dados incertos é a visualização de relacionamentos. Relacionamentos são representados, por exemplo, por bordas em árvores ou gráficos (hierarquia e posicionamento – onde uma posição próxima significa forte ligação entre os atributos). Griethe e Schumann, (2006), sugere novas técnicas para tais visualizações:

- Para visualização de relações como bordas e linhas: Turva, distinto de cor, onduladas ou linhas pontilhadas indicam relações menos confiáveis, como por exemplo, os dois nodos com um círculo ao redor onde o círculo está ligado com o nó de origem. Assim, o usuário torna-se consciente da relação, mas ele permanece pouco claro que o contratante é real.
- Visualizações de hierarquia pode integrar incerteza, alterando a aparência e a estrutura do assentamento. Como exemplo, uma árvore, onde a variação do estilo de linha nas bordas resulta no mapeamento pretendido de incerteza.
- Relações de proximidade de objetos: pode ser utilizado para indicar dados altamente confiáveis considerando que uma disposição irregular descreve incerteza.
- Incerteza como um limite para mostrar as únicas relações confiáveis: Limiares diferentes poderiam ser usados para classificar as relações e exibi-

los de acordo com a sua associação de classe.

A Figura 10 é um exemplo de visualização de incerteza aplicada a correntes oceânicas, com a utilização das técnicas apresentadas por Pang *et al.*, (1997), esta visualização contempla a utilização de variáveis gráficas livres, animação e objetos adicionais em sua composição.

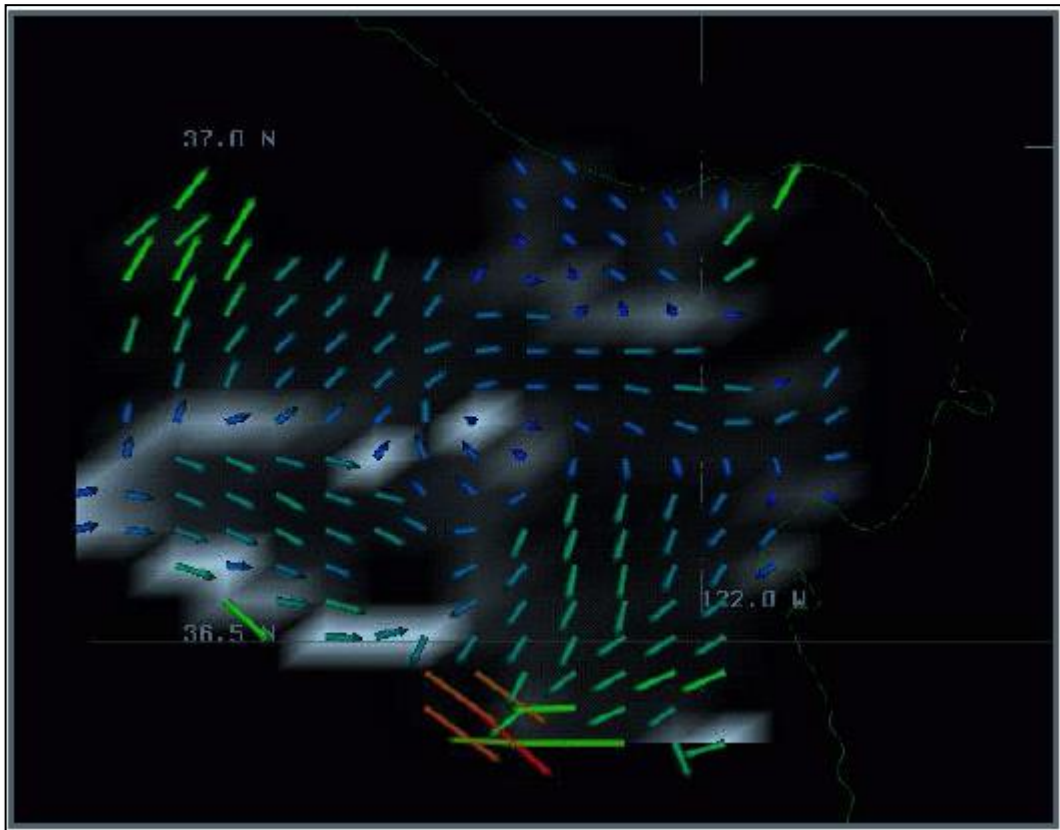


Figura 10 - As correntes oceânicas são mostradas com glifos de setas cujas cores são mapeadas para a magnitude da incerteza. O campo do fundo indica incerteza angular - GRIETHE et al. (2006).

5.2 Abordagens para Visualizações de Incertezas

Segundo (Kesavadas; Llinas, 2004), as decisões de comandantes ou gerentes civis, baseiam-se no ato de compreender a situação ao redor, o nível de ameaça e o índice do possível sucesso da missão, tendo em conta todas as informações obtidas. Alguns problemas relacionados ao processo de tomada de decisão são:

- Alta demanda de dados,
- Baixo conhecimento situacional,
- A falta de representação gráfica do raciocínio,

- Falta de confiança nos dados apresentados (incerteza)

Apesar do alto nível de estresse e carga de trabalho em situações de risco, as equipes de C2 rapidamente deve atingir e manter a consciência da situação. Nestas situações, não há tempo para especificar uma apresentação de informações, ou descrevê-las ao operador, o que por sua vez, acaba agravando a incerteza, pondo em risco todo o processo tático (Barton *et al.* 2004).

Atualmente, existem poucas ferramentas de apoio a equipes de situações críticas no que diz respeito à análise situacional com visualizações e seleção de ações apropriadas. Em (Fricker; Macklin, 2004), visualização de informações neste cenário, auxilia e muito o processo de tomada de decisões, pois proporciona aos operadores uma melhor compreensão dos processos psicológicos subjacentes, podendo ser possível projetar ações mais adequadas.

Visualizações com incertezas podem ajudar os tomadores de decisão na percepção e processamento da informação, ampliando assim, as capacidades de compreender, coordenar, compartilhar e agir sobre as informações obtidas do cenário (Sands, 2000). As visualizações têm o potencial de guiar as percepções de dados e informações e ainda permitem que o usuário lide com grande quantidade de dados em busca da consciência da situação, extraindo somente informações relevantes e necessárias com seu determinado grau de incerteza (Fricker; Macklin, 2004).

Sistemas de C2, normalmente representam informações relevantes ao processo decisório. Demonstra-se nesta sessão, como exemplo, três visualizações em sistemas de Comando e Controle de apoio a tomada de decisão. Em (Fricker; Macklin, 2004), apresenta uma exposição baseada em mapas onde nela são representados os recursos em bases diferentes. Toda a informação é apresentada em relação à quantidade, nível de potência, distância e se a base está em funcionamento, conforme a Figura 11.

Nesta visualização as bases são representadas em aglomerados de círculos em torno de um quadrado rosa, onde localização da base é representada por este quadrado rosa, e o quadrado rosa é utilizado para expandir ou reduzir a amostragem dos recursos. As bases expandidas são representadas como “braços” dos círculos radiando para o quadrado rosa.

Cada um dos círculos é a representação gráfica de um recurso, o tamanho do círculo representa a quantidade de recursos, os recursos inoperantes são representados por uma cruz dentro do círculo, quando eles (recursos operantes, ou não) são selecionados, as informações pertinentes a ele são apresentadas na tabela abaixo da visualização no mapa, e os níveis de potência de círculos são representados por códigos de cor, conforme a legenda.

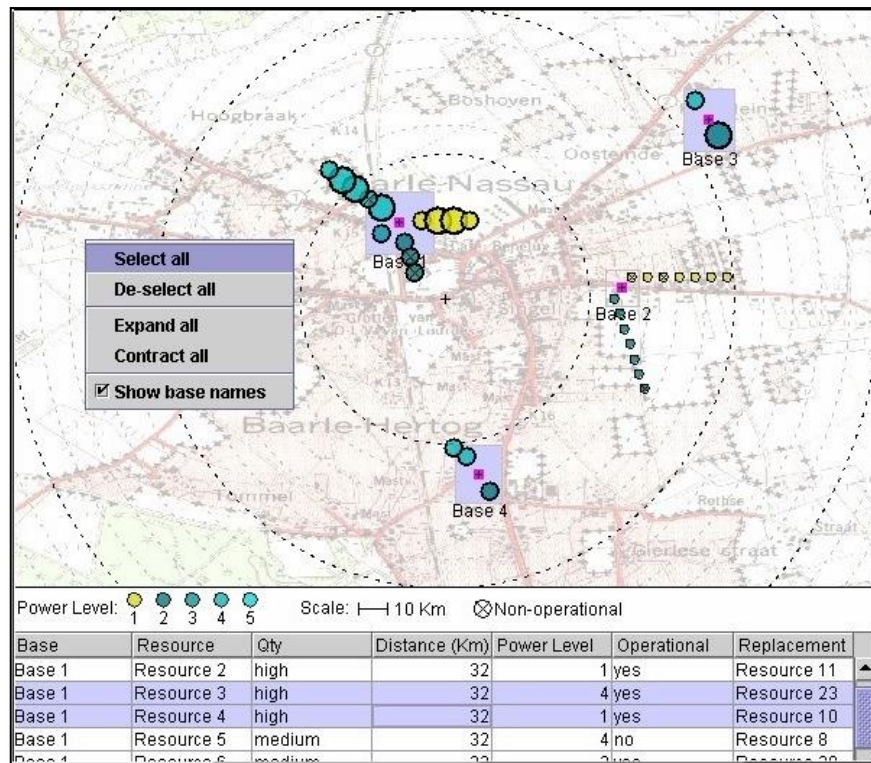


Figura 11 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Fricker e Macklin, (2004).

Neste exemplo, cores, formas e tamanho são utilizados para auxiliar a representação e cognição do processo, o que permite ao operador do sistema, um entendimento situacional, mais rápido. Com a interação do mouse o operador consegue informações mais detalhas do contexto, esta taxonomia de representação de qualidade é bastante utilizada, quando diz respeito à visualização de informações.

Pode-se ressaltar como pontos positivos desta visualização, o fato de que o sistema utiliza alguns elementos favoráveis que auxiliam a tomada de decisão, tais como elementos de cor e forma, porém, como aspectos negativos, como cores semelhantes podem dificultar a cognição do operador. As cruzes dentro dos círculos passam quase imperceptíveis, o que pode gerar uma tomada de decisão precipitada baseada em dados e informações incorretas, acarretando problemas e erros no processo.

Em outro exemplo de (Fricker; Macklin, 2004), a exposição baseada em mapa, mostra as rotas que levam os recursos a partir de diferentes bases parceiras para bases inimigas, como é possível ver na Figura 12. A informação é apresentada em relação ao valor, criticidade, quantidade, nível de potência e se está em funcionamento.

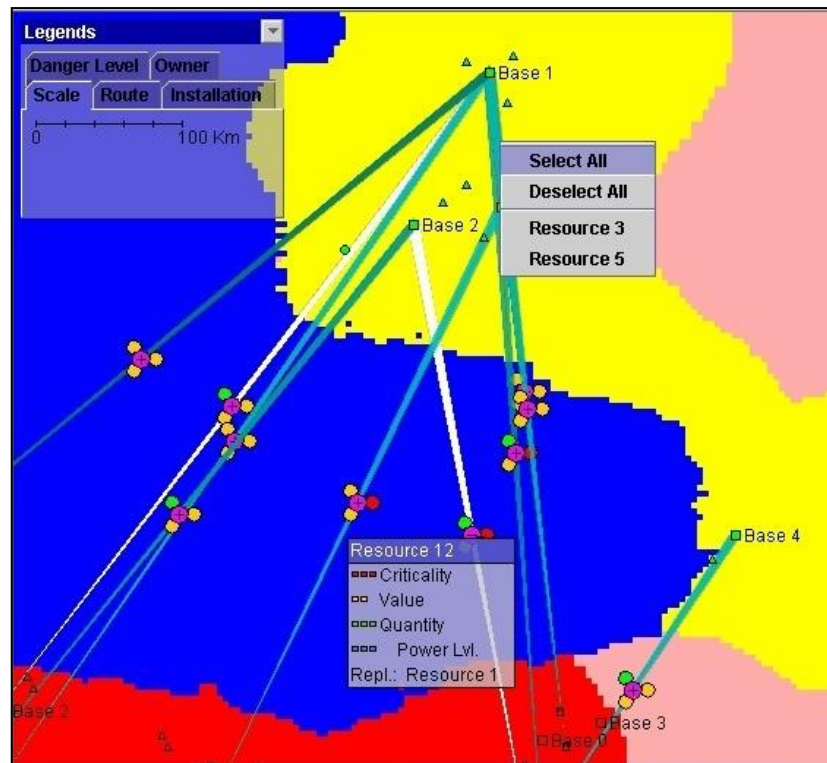


Figura 12 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Fricker e Macklin, (2004).

Nesta visualização o número de bases é mostrado no mapa, e há um painel de legendas que mostra as informações pertinentes, como nível de perigo, posse, escala, rota e instalação. Há também uma legenda que indica o nível de perigo da representação, verde escuro é utilizado para representar quando não há perigo, verde claro para representar quando há um baixo índice de perigo, amarelo, quando o índice de perigo é médio, laranja, para um alto índice e vermelho representa um alto índice de criticidade. A legenda de posse é exibida para indicar se a base é neutra (rosa), inimigo (vermelho) ou amigável (amarelo).

Cada tipo de base é representado com a utilização de diferentes formas, tais como triângulos e círculos. E a última legenda é a de rota mostra cada recurso como uma linha cônica, com a cor que indica o nível de potência Pontuação: 1-5 (amarelo e azul). Ao longo de cada linha é um aglomerado de círculo mostrando quantidade, valor e criticidade dos recursos, as cores com códigos são utilizadas para indicar baixa, média ou alta. No centro do aglomerado há um círculo rosa, que pode ser usado para ativar a janela pop-up.

Este exemplo transmite mais informações ao tomador de decisões, pois utiliza cores no mapa para transmitir o grau de segurança de determinadas regiões. Talvez com a utilização de bordas nos círculos, contribua para deixar mais claros pontos mais críticos ao invés da utilização de tantas cores, que se tornam um fator negativo, pois na visualização são utilizadas diversas cores em tons muito fortes o que dá uma falsa impressão de aspectos críticos, o que

por sua vez pode ao invés de auxiliar, gerar incerteza adicional ao operador.

Outras formas além de círculos poderiam ser utilizadas para representar informações, tais como quadrados, triângulos, o que também facilitaria a cognição, e as linhas cônicas com a utilização de tracejado em sua composição poderiam representar os recursos de menor potência. Tendo em vista o propósito desta visualização, um fator positivo é que as representações de movimento de bases são claras.

Outro caso exemplificador, em (Gouin; Evdokiou, 2004), há uma visualização antecipada desenvolvida para o programa CPOF, chamado 'Circular Blobs'. Em um terreno tridimensional, círculos representam a força de implantação, já a espessura da linha representa a resistência da força e diâmetro do círculo mostra a gama de armas.

Neste exemplo, recursos como cores, tamanho, forma, bordas e espessura tornam-se fatores positivos que foram muito bem utilizados para a representação das informações, conforme Figura 13.

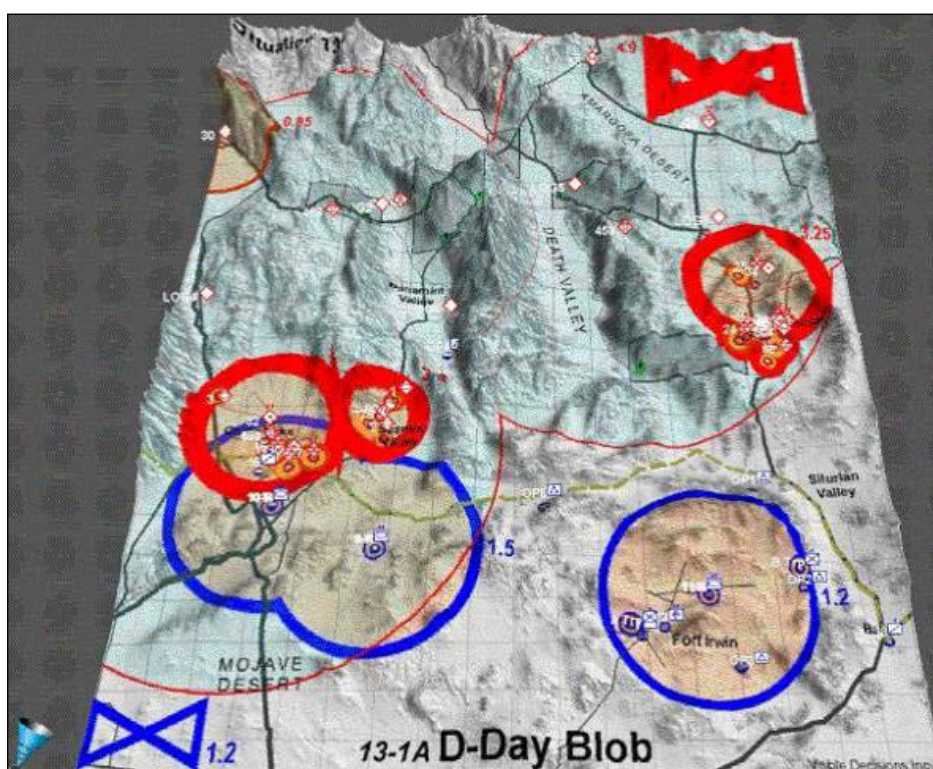


Figura 13 - Sistema de apoio à decisão Militar segundo Gouin e Evdokiou, (2004).

Por se tratar de terreno tridimensional, seria interessante a utilização de texturas em seu diâmetro que indicassem a ocorrência de existência de pontos inimigos, tais como cores com grau de transparência no interior dos círculos que indicassem a quantidade provável de armas na região. A falta de legendas e informações adicionais torna de difícil cognição a informação que está sendo apresentada, pois cores, bordas e tamanhos pouco agregam ao

operador no processo de tomada de decisão.

5.3 Interface de Usuários para SAW

Para dar suporte à SAW, sistemas de apoio à decisão no domínio militar geralmente utilizam Interfaces de Usuário, do inglês *User Interface* (UI) que processam visualização de informações, como forma de apresentar produtos e subprodutos de etapas de sistemas de avaliação de situações. A cada conjunto de informações produzido, o especialista observa e se orienta à luz das informações representadas, para depois tomar uma decisão e agir de acordo com seu nível de SAW adquirido.

Interfaces de usuário também podem influenciar SAW. No contexto de obtenção e manutenção de SAW para o gerenciamento de emergências, a interface não é apenas o meio principal de representação de informação, mas sim o passo inicial para estimular consciência da situação.

O processo de definição da representação das informações através de uma interface de usuário com apoio a aquisição de SAW é um trabalho desafiador, desta forma, o objetivo desta pesquisa é permitir que a interface possa auxiliar o processo de aquisição, manutenção e melhoria da SAW na mente humana, através das características contidas na composição desta interface.

Outra questão desafiadora no design de interfaces orientadas à SAW é a forma como o processo de interação humano-computador pode ser redesenhado para o enriquecimento de SAW considerando ambientes com potenciais de grande escala e fontes de dados heterogêneas com constante mudança em situações complexas. O problema aumenta quando tais informações estão sujeitas a incerteza, o que pode comprometer a aquisição da consciência situacional.

UI orientada a SAW para sistemas críticos exigem UIs especializadas para fornecer aos operadores uma compreensão dinâmica do que está acontecendo em um ambiente.

A informação a ser gerenciada por essas interfaces afeta a forma como os operadores de um sistema de gerenciamento de emergência adquirem, mantêm e recuperam SAW.

Quando humanos e sistemas interagem para a avaliação das situações em um processo de inferência, SAW pode ser melhor adquirida, mantida e até mesmo restaurada. Muitas UIs orientadas à SAW descrevem o papel humano de uma forma semi-automatizada.

As três principais visualizações do usuário que serão apresentadas no próximo

capítulo aparecem para enriquecer a figura final com ou sem *feedback* intermediários: os seres humanos não apenas como consumidores, mas também produtores de informação e humanos como atores na informação (Rogova e Bosse, 2010), (Batini, 2009). Tais interfaces são carentes de melhor investigação sobre as implicações e questões relacionadas à intervenção humana para construir e manter SAW.

As abordagens mais recentes apresentam oportunidades para interação humana em cada nível de avaliação para o enriquecimento de SAW (Blasch, *et al.* 2012). Entretanto, apesar de tais interfaces incluírem o humano como ator no processo de avaliação da situação, as mesmas não fornecem acesso à informação em todo o processo de manipulação de fontes de informação.

No domínio de gerenciamento de emergência, a interface está presente onde um operador observa, se orienta, decide o que fazer e, em seguida, toma algumas medidas, que podem ser tanto informações de solicitação de refinamento ou tomada de decisão específica de domínio.

5.4 Abordagens de Interfaces Computacionais para o Gerenciamento de Emergências

Esta seção apresenta o estado da arte para as UIs orientadas à SAW. Soluções existentes tipicamente visam capacitar o operador e o sistema de intensificar a sua relação com a informação para construir uma representação mais viável de situações. Entre os trabalhos relacionados há estruturas de interação para SAW, interfaces especializadas e sistemas gerais que se baseiam em discurso humano-informação.

Nwiabu (NWIABU *et al.* 2012), discutiu UIs para sistemas militares para predição de formação de hidratos em oleodutos e gasodutos submarinos, conforme Figura 14. A interface baseia-se nos resultados de uma análise hierárquica de tarefa que se decompõe de um cenário complexo de pequenas tarefas. A UI é capaz de reconfiguração automática de se adaptar à situação atual e reduzir o esforço mental do operador.

Yu (YU *et al.*, 2009) apresentou um novo contexto de visualização através da UI, que tem um motor de interpretação para as necessidades do operador, definir quais informações devem ser apresentadas. Para a melhoria da compreensão do operador, um mecanismo de controle impreciso foi proposto para realizar uma pesquisa difusa com base em palavras-chave específicas do domínio da aplicação por interações dos operadores.

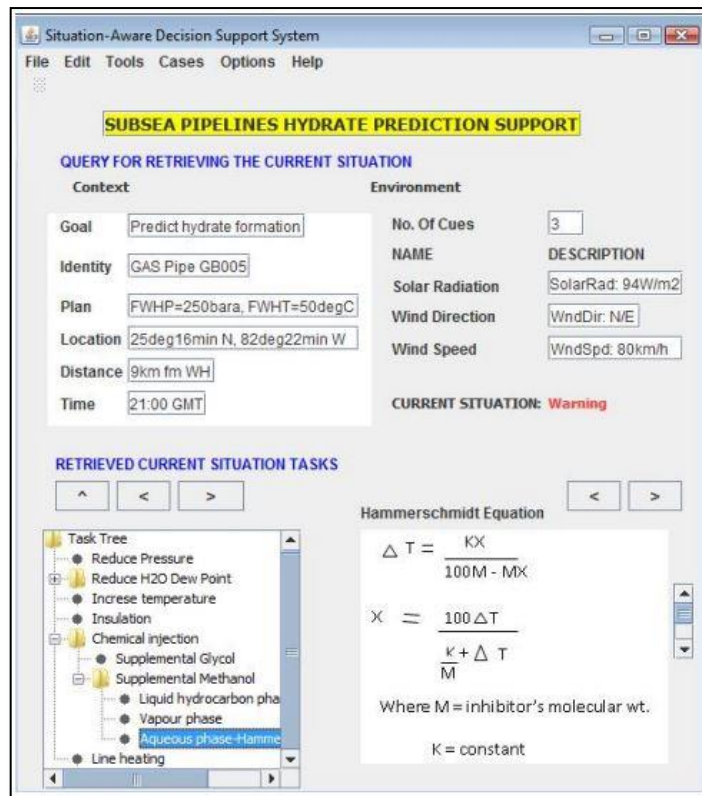


Figura 14 - Interfaces de sistemas de C2 para predição de formação de hidratos em oleodutos e gasodutos segundo NWIABU et al. (2012).

Onal (ONAL *et al.* 2013) desenvolveu uma UI com base em métodos para melhorar SAW e também para minimizar o esforço mental de máquinas de minério pesados, conforme mostrado na Figura 15.



Figura 15 - UI com base em métodos para melhorar SAW e minimizar o esforço mental do operador segundo ONAL et al. (2013).

O layout da UI é baseado na interação guiada, painéis de suporte, mapas virtuais e múltiplas telas. Tais componentes são integrados para ajudar os operadores a evitar acidentes devido à sobrecarga de informação em tarefas operacionais. A Análise de Tarefas Dirigidas a

Metas (GDTA) foi aplicada para identificar requisitos.

GOMEZ *et al.* (2011), criou um protótipo de UI para aumentar SAW dos operadores durante o acompanhamento de jogos de futebol em tempo real. Seu desempenho permite alocação das equipes de resgate a incidentes. Uma rede de sensores sem fio é responsável pela captura de dados heterogêneos e enviá-los para a interface do operador, que é inteiramente baseado em contexto temporal para representar o cenário. As visualizações incluem a localização do pessoal de salvamento e o local do acidente, dentro de um estádio.

A Figura 16 mostra que Feng (Feng *et al.*, 2009), desenvolveu um sistema de apoio à decisão que incorpora SAW compartilhada entre agentes que extraem a informação relevante sobre as entidades e representá-los para o operador. Esses agentes têm o seguinte conjunto de metas e estratégias para cada nível SAW: missões, planos, ações e atributos físicos. Em seguida, eles são responsáveis por gerar recomendações sobre o cenário. A UI lida com os aspectos espaço-temporais da evolução das missões.

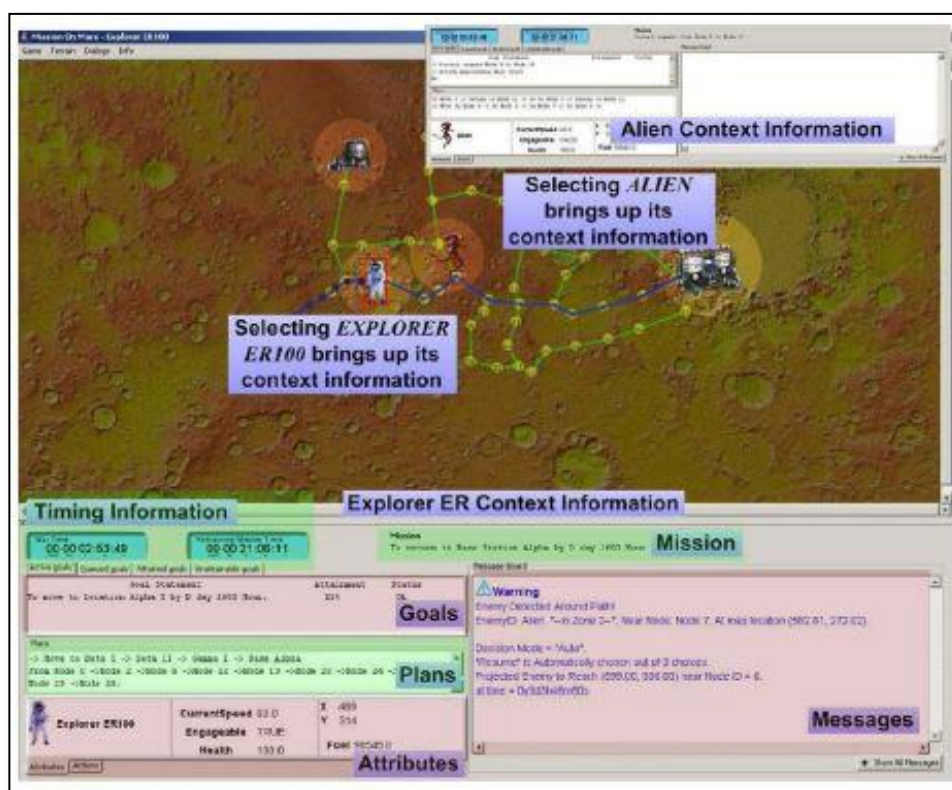


Figura 16 - Interface de sistema de apoio à decisão que incorpora SAW compartilhada (Feng *et al.*, 2009).

Além de serem soluções eficientes para os domínios de aplicações específicas, tais soluções são limitadas sobre a gestão da informação que está sendo propagada ao longo do ciclo de avaliação da situação. A abordagem do trabalho proposto inova na promoção de um controle total da informação que é produzida em cada fase, usando representação incerteza e

métodos de aperfeiçoamento como um recurso para controlar o conhecimento que é criado, representados e utilizados para avaliar situações.

O próximo capítulo apresenta o desenvolvimento da interface aplicada às diretrizes de Endsley (Endsley, 2004), bem como as justificativas para a escolha de cada item.

CAPÍTULO 6.

INTERFACE DE USUÁRIOS PARA O ENRIQUECIMENTO DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA

Com o objetivo de enriquecer a SAW em sistemas de gerenciamento de emergência, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma UI que promova o gerenciamento de informações de situações de emergências para promover a aquisição de SAW, tem por objetivo também demonstrar como incluir uma UI orientada a SAW no processo de avaliação de situações de emergências e por fim apresentar a aplicação de avaliação da SAW obtida pelos operadores de sistemas de gerenciamento de situações críticas durante a utilização da interface, a fim de mensurar e quantificar a SAW e seu impacto em cenários críticos, como o de um evento de roubo que será descrito.

Um Sistema de Avaliação de Situações tem como principal responsabilidade gerar subsídios para a SAW de especialistas. Um processo completo de avaliação de situações em cenários complexos destina-se a adquirir, processar e representar partes de informação, que podem vir a contribuir com a situação, além de suportar a participação de operadores no processo de refinamento do processo.

Um fator importante na avaliação da situação é entender a adequação das informações disponíveis e necessárias para a realização da mesma. A Figura 17 apresenta de forma macro o processo de Avaliação de Situações. Tal processo representa os passos que devem ser executados desde a Aquisição de Dados, passando pela Avaliação da Qualidade de Dados e Informações, a Representação do Conhecimento Situacional, quando necessário pela Fusão de Dados e Informações, até chegar à Interface de Usuários orientada a SAW. Este quadro pode ser resumido em quatro processos principais, cada um deles com mecanismos internos que desempenham papéis específicos, mas de grande contribuição para melhorar a qualidade das informações, e, portanto, a SAW.

O módulo de Avaliação de Situações apresentado, tem início no processo de Aquisição de Dados. Este processo é focado na transcrição de denúncias telefônicas em texto, e na aquisição de posts de redes sociais. Neste, às denúncias são obtidas, bem como a análise gramatical e identificação de objetos relevantes nas sentenças são realizadas. Este processo é denominado Processamento de Linguagem Natural (PNL). Como saída, é produzido um conjunto de objetos e propriedades que chamamos de Situação, tal situação é então submetida

ao módulo seguinte para realizar uma avaliação da qualidade de dados e informações.

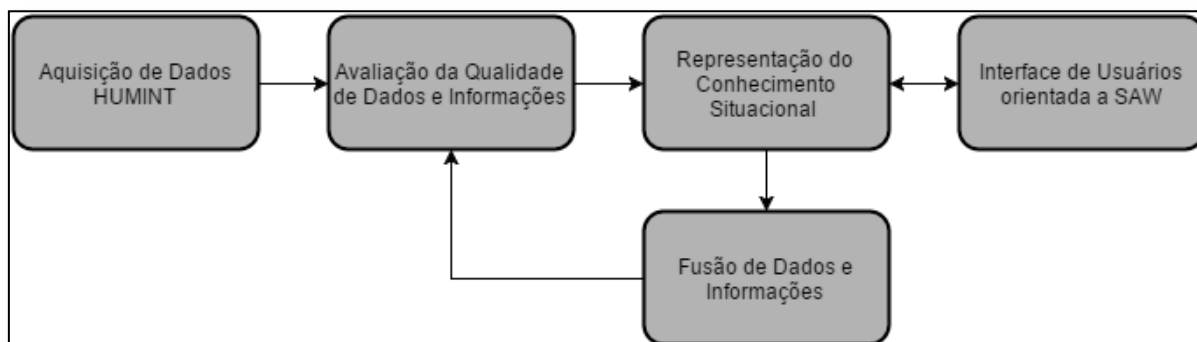


Figura 17 - Representação macro do processo de avaliação de situações.

O módulo de Avaliação da Qualidade de Dados e Informações tem por objetivo, determinar uma sequência de atividades que represente de modo quantitativo a qualidade de dados de todo o processo. Neste módulo, a situação produzida é submetida a uma análise das seguintes dimensões de qualidade: completude (relacionada com a presença ou ausência) de objetos ou atributos que os descrevem; *currency* (dimensão atualidade), que ajuda a determinar a "idade" da informação e assim tomar medidas oportunas; e incerteza, que é uma generalização de outras dimensões em uma única medida de qualidade (conjunto de objetos). Desta forma, cada objeto deve ter a sua própria pontuação de completude, caso estas não existam, pontuações de tempo e incertezas devem ser aplicadas.

O módulo seguinte é o de Representação do Conhecimento Situacional, criado com base em ontologias para representar a informação semântica gerada, devido à flexibilidade em representar as relações entre os objetos, com o intuito de definir uma descrição semântica existente entre os objetos de cada classe, relações destas classes com seus objetos, denominada Propriedade do Objeto. Esta ontologia foi desenvolvida com base na linguagem *Web Ontology Language* (OWL), que possui capacidade de demonstrar dados com a semântica agregada, de forma que um sistema consiga identificar e processar seus dados relacionais.

Nesta fase, já são conhecidos os objetos, atributos e possíveis relações entre eles. Em sistemas de avaliação de situação, são o Nível 1 e 2 da avaliação, também correspondente aos níveis de percepção e compreensão de uma percepção da situação (Endsley, 1999). É este conhecimento que deve ser codificado em visualizações e gerido pela UI.

Uma vez que o módulo de fusão for iniciado, na etapa de Fusão de Dados e Informações, é realizada a busca de informações sinérgicas entre as classes que já estão presentes na ontologia atual, e que podem deter informações de objetos, atributos,

propriedades e índices de qualidade que possuam algum tipo de correspondência. Uma busca por mais informações que ainda não foram consideradas no processo é realizada, provenientes da mesma fonte ou de outras fontes de dados do processo de Aquisição de Dados. Como resultado, todas as informações iniciais que são submetidas ao processo de fusão são analisadas em busca de sinergia, com novos atributos, propriedades e até mesmo novos objetos encontrados durante o processo, de forma combinada e hierárquica, resultando em novas informações situacionais.

Por fim, a Interface de Usuários Orientada a SAW, visa criar e especificar uma sequência de atividades que auxilie no processo de gestão de informações situacionais críticas. Este trabalho é atua nesta etapa da avaliação de situações: Interface de Usuários Orientada a SAW.

A interface, tem por objetivo permitir que seus operadores atinjam, mantenham e propaguem SAW em relação às situações. Esta etapa deve representar situações, adquiridas, processadas, se necessário fundidas, e representadas situacionalmente, de forma significativa. A etapa de Representação do Conhecimento Situacional é ligada diretamente a UI, onde há o processo de qualidade das situações, ciente de técnicas e índices de qualidade, visando representar de modo visual o conhecimento situacional. A Figura 18 apresenta o processo de UI orientada a SAW e o seu relacionamento com os demais processos.

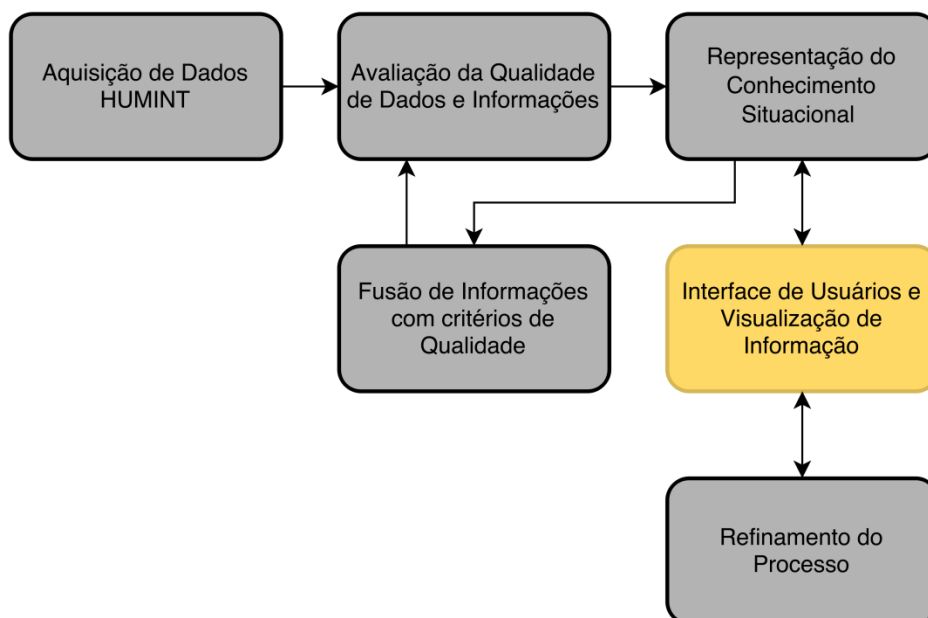


Figura 18 - Apresentação do processo de Interface de Usuários orientado à SAW e sua relação com os refinamento do processo de Avaliação das Situações.

Na próxima subseção a apresentação do desenvolvimento da UI para o enriquecimento de SAW em sistemas de gerenciamento de emergência é apresentada. Este

processo apresenta os resultados do desenvolvimento da interface aplicados ao estudo de caso que será apresentado no capítulo 7. O estudo de caso refere-se a uma situação de roubo urbano, que é relatada através de denúncias à central de monitoramento da PMESP, bem como a inserção destas informações através do processo de avaliação de situações citado à cima.

Em nosso estudo de caso, as informações alimentam a UI, através das visualizações que serão apresentadas no decorrer do capítulo, relatam os passos que o usuário deve executar para que o objetivo de demonstrar como inserir uma UI orientada a SAW no processo de avaliação de situações seja atingido.

Para a apresentação do desenvolvimento da UI, os métodos apresentados nos capítulos anteriores são utilizados, bem como os princípios definidos por Endsley (Endsley, 2004) aplicados ao cenário de roubo e seus pontos positivos e negativos.

O estudo de caso criado para a aplicação da UI, descreve à entrada de denúncias de um roubo urbano ocorrido na cidade de São Paulo. As denúncias chegam a central da PMESP através de chamadas de emergência ou posts de rede social. A cada nova denúncia o operador do sistema recebe a atualização gráfica situacional a partir dos objetos (criminoso, vítima, objeto e local) e atributos apresentados pelos denunciantes e identificados pela ferramenta.

Os módulos de aquisição, qualidade e fusão de dados trabalham em conjunto com a interface a fim de permitir que o operador tenha a todo instante, informações úteis ao processo de tomada de decisão, bem como o conhecimento do índice de qualidade das informações apresentadas.

Neste estudo de caso, é apresentada a interação que o operador pode ter em conjunto com as sugestões da interface, aceitando ou não a inserção das informações das denúncias à situação. Os passos de desenvolvimento abaixo listam e justificam as escolhas bem como apresentam à UI e as visões que a compõem.

6.1 Desenvolvimento da Interface de Usuário Orientada à SAW: Relato de Roubo

A fim de cumprir um dos objetivos propostos neste trabalho, este capítulo apresenta o processo de desenvolvimento da Interface de Usuário Orientada a SAW proposta.

Para o levantamento de requisitos do desenvolvimento da UI desenvolvida, as diretrizes para projetar para a consciência da situação, introduzidas por Endsley (1995) foram adotadas. Desta forma, nesta seção são apresentados os princípios para o desenvolvimento de cada componente da nossa interface do usuário e as escolhas de design baseado no estado da

arte. Ressaltam-se também as vantagens e desvantagens de cada escolha de design para o cenário crítico de roubo urbano.

6.1.1 Organização das informações de acordo com os objetivos

O objetivo é analisar e avaliar situações do domínio de gerenciamento de cenários complexos, mais especificamente, situações de emergências, para ajudar os operadores a adquirir SAW usando as informações coletadas e processadas a partir do sistema de avaliação.

Para obter este resultado, a representação da informação foi estruturada em torno dos objetivos de construir a representação fiel da situação e acompanhar a evolução da situação, assim, é necessário que a interface não seja totalmente orientada a dados, visando à contribuição para SAW. Assim, a interface foi dividida em três visões diferentes, porém interconectadas. A figura 19 apresenta a UI de visualização completa para o processo de aquisição de SAW.

A primeira visão (canto superior direito) na interface é a tabela de um objeto para os eventos de entrada, contendo: fonte de informação (origem: 190, posts de rede social), tipo de situação (desconhecida, roubo), objetos encontrados por aquisição e fusão (situação no momento atual do evento de entrada), hora de entrada da informação e a qualidade da informação (incerteza total sobre objeto) avaliada, conforme Figura 20.

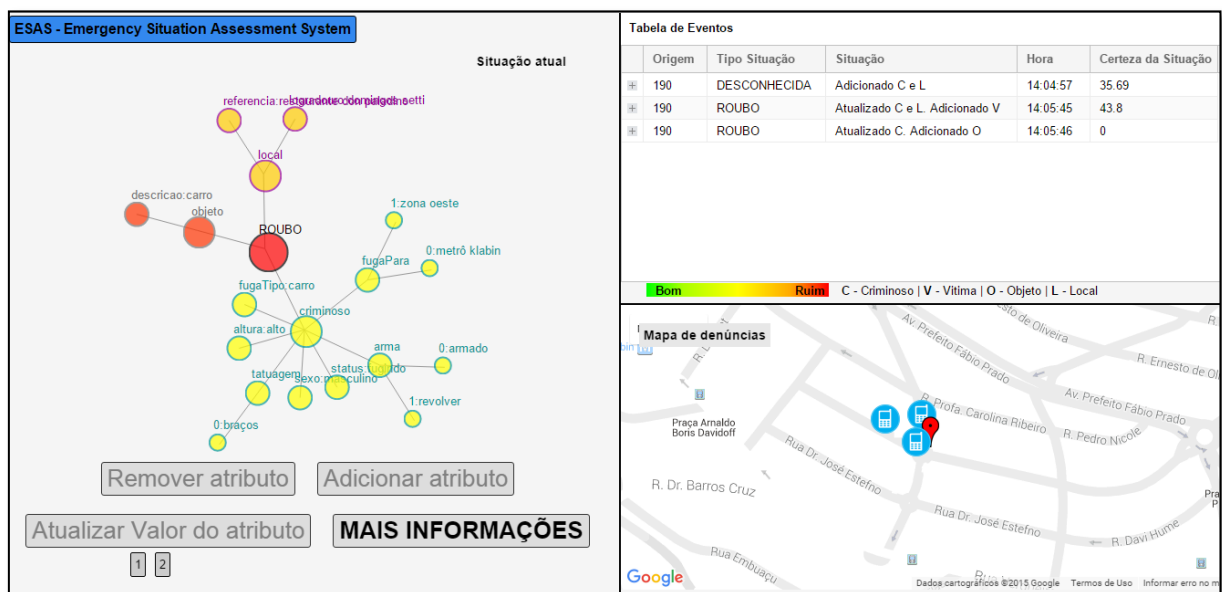


Figura 19 - Representação da UI para gerenciamento das visualizações de emergências.

Nesta tabela são especificadas todas as transformações que a situação é submetida, como por exemplo: a inserção de um local ou a atualização dos dados de uma pessoa. Nesta

tabela ainda é possível observar a fonte de dado que deu origem à transformação, o tipo de situação até o momento, o instante em que a transformação ocorreu (ou o instante em que houve evolução na informação situacional) e o índice atual de confiança que a automação detém sobre a atual situação (certeza na situação), numa escala de 0 a 100.

Tabela de Eventos					
	Origem	Tipo Situação	Situação	Hora	Certeza da Situação
+	190	DESCONHECIDA	Adicionado C e L	14:04:57	35.69
+	190	ROUBO	Atualizado C e L. Adicionado V	14:05:45	43.8
+	190	ROUBO	Atualizado C. Adicionado O	14:05:46	47.39
+	post	ROUBO	Atualizado C, O e L	14:05:57	50.53
+	post	ROUBO	Atualizado O e V	14:07:02	58.69
+	post	ROUBO	Atualizado O e V	14:07:13	0

Bom  **Ruim** C - Criminoso | V - Vitima | O - Objeto | L - Local

Figura 20 - Primeira visão da UI, representação de tabela de eventos referentes à situação.

A segunda visão é uma janela de Sistema de Informação Geográfico (GIS), baseado em mapa, com visualizações como sobreposições de acordo com a localização dos dados adquiridos geo-localizado.

O uso de sobreposições em um mapa geo-referenciado é obrigatório para as operações de gerenciamento de cenários complexos de emergências, pois o domínio é dependente de localização para determinar o atendimento do evento de emergência. Cada objeto tem sua própria sobreposição, por exemplo, criminoso, objeto roubado, local do evento e vítimas. Cada sobreposição é acionável pela interação do utilizador para expor os atributos associados com o objeto. Quando um determinado objeto é visto na visualização do mapa, o objeto correspondente na tabela do objeto é realçado. O processo inverso também destaca a sobreposição no mapa, como é exibido na Figura 21.

A terceira visão é um quadro para apoiar o grafo relacional. A escolha de sua utilização é justificada pela necessidade do conhecimento hierárquico sobre como a informação é construída sobre as situações e seus objetos. A situação é representada pelo nodo central, composta pela relação entre objetos e seus atributos com ramificações ou não. Os objetos podem ser identificados e não ter relações com nenhum outro, por isso, podem estar em hierarquias diferentes. Neste caso, mesmo quando a composição não compõe uma situação, a mesma deve ser representada.

O tamanho do nó representa na hierarquia a sua importância, sendo o maior nó a situação (ex: emergência). O nível seguinte representa o conjunto de objetos (entidades) identificados no processo de inferência (ex: pessoas, local). As folhas dos nós de menor tamanho representam os atributos dos objetos (ex: pontos de referência, descrições, status).



Figura 21 - Segunda visão da UI desenvolvida, visualização através de mapa.

A utilização da estrutura do grafo, também permite que os dados sejam reorganizadas e ter sua hierarquia atualizada ao longo do processo de análise para implementar os refinamentos no processo. Sempre que ocorre uma mudança em uma das visões, é refletido nas demais, atualizando suas informações, conforme Figura 22.

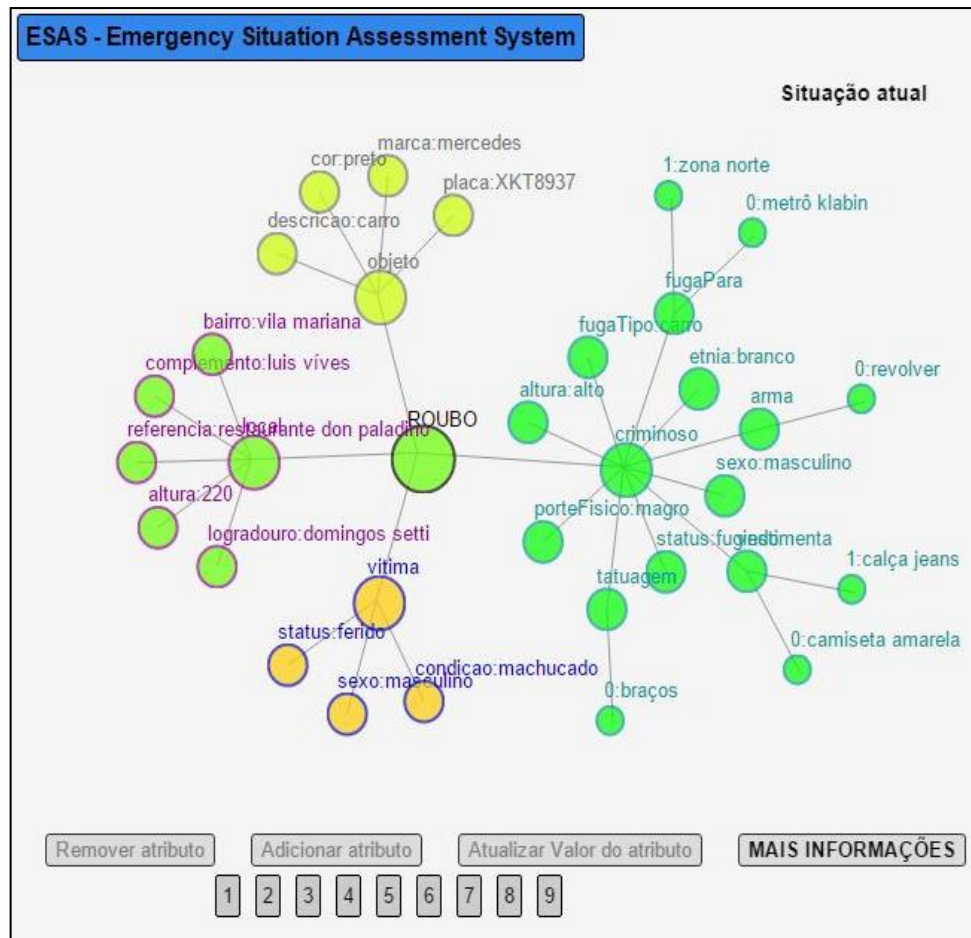


Figura 22 - Terceira visão da UI desenvolvida, visualização hierárquica das informações.

6.1.2 Apresentando o Nível 2 de SAW diretamente

O objetivo é apresentar as informações necessárias para um segundo nível de consciência para apoiar diretamente a compreensão do resultado do processamento mínimo, como um primeiro indício de uma situação que provavelmente está acontecendo. A ideia é apresentar alguns valores já calculados em vez de depender de cálculo especialista sobre o Nível 1 de dados de SAW.

Algumas situações (compostas por objetos e atributos) podem ser calculadas e priorizadas para reduzir o cálculo mental do especialista que opera o sistema. Por exemplo, a parte automatizada pode fazer a fusão de informações de vários objetos do tipo "objeto", identificada nas informações adquiridas.

A Figura 23 (a) apresenta a informação de que há um objeto roubado para a situação apresentada de acordo com a entrada de um denunciante. Porém esta denuncia faz referência apenas a um roubo de algo que não foi identificado. Com a entrada de uma nova denúncia,

confirmando que houve um roubo de um objeto carro, o módulo de fusão de dados e informações consegue referenciar que o objeto roubado da primeira denúncia, diz respeito ao carro roubado na nova inserção de denúncia da situação, conforme apresentado em (b), há ainda a atribuição da cor preta ao objeto carro (c). O mesmo processo ocorre quando o módulo de fusão é acionado para atribuir outras informações relacionadas ao objeto de roubo. Assim que a interface obtém novas denúncias que especificam e qualificam o objeto carro, a fusão acontece com o intuito de relacionar os dados obtidos. A Figura (d) apresenta a especificação através de atributos de que o carro roubado é da marca Mercedes.

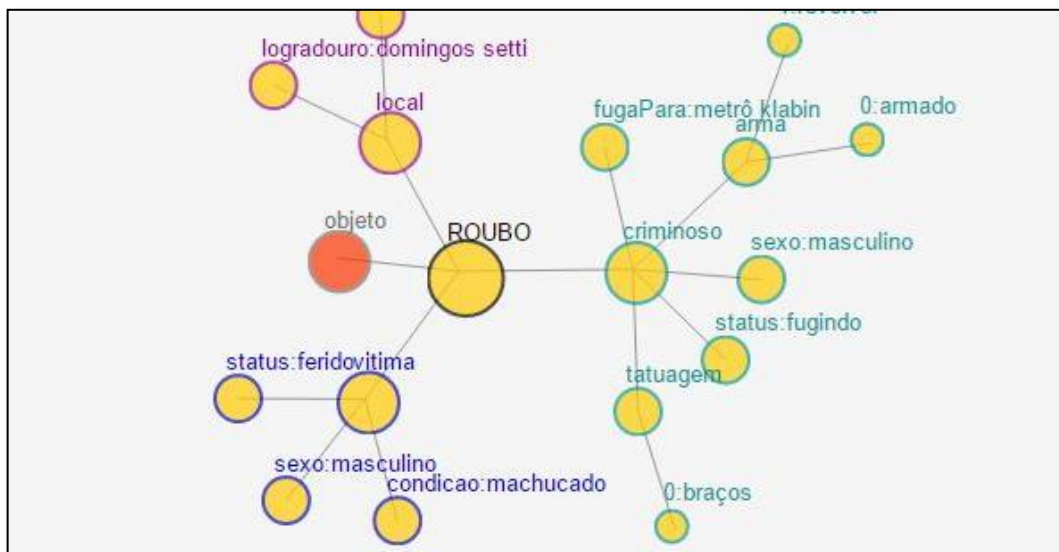
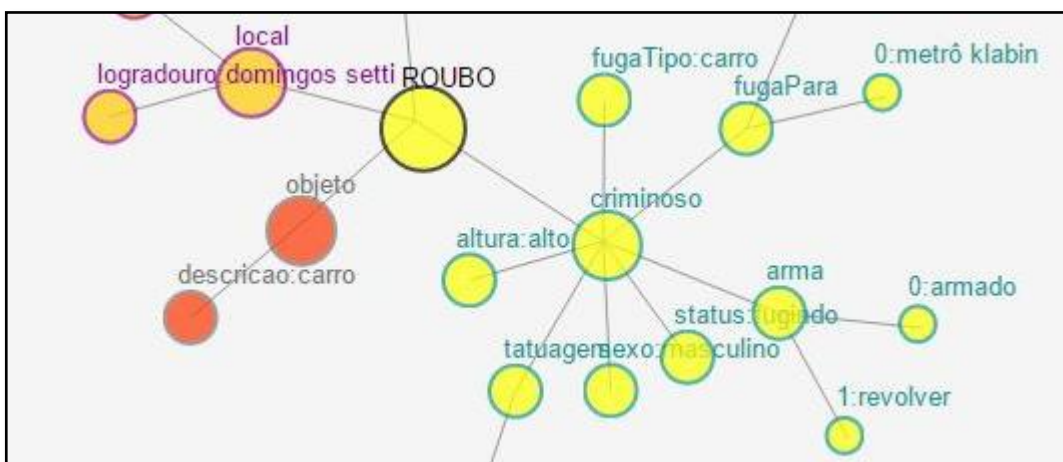
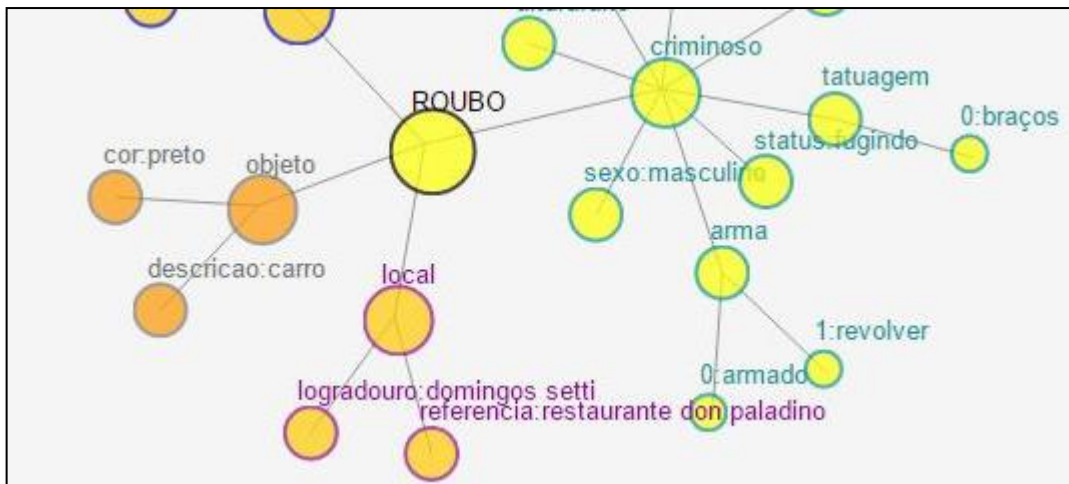


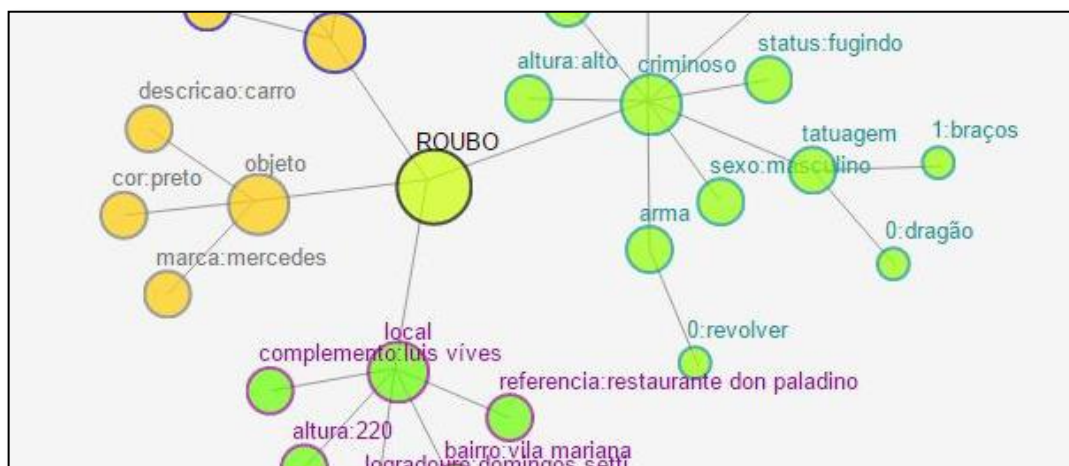
Figura 23 a) Representação através de grafo de hierarquias, referenciando um objeto roubado não identificado.



b) Resultado da fusão de dados com as informações de uma nova denúncia. Há a confirmação do roubo de um objeto e a especifica-se de que se trata de um carro.



a) Inserção de novas denúncias, e acionamento do módulo de fusão de dados, confirmando que se trata do roubo de um carro, e atribuição da cor preta ao objeto, fazendo característica ao roubo de um carro da cor preta.



b) Aumento do significado da informação fundida e confirmação das informações através deste módulo.

Assim, em vez de apresentar todas as informações de entrada separadamente, informações fundidas com baixa dimensionalidade e mais significado podem ser adotadas. Portanto, todos os eventos com a mesma localização, e outros atributos, como um carro ou uma espécie de arma, podem ser combinados em informações únicas e significativas, conforme apresentado na Figura 21.

6.1.3 Apoio a Consciência da Informação Global

A “imagem da situação” deve estar sempre disponível. SAW Global é uma visão geral de conjunto da situação em uma linguagem de alto nível e de acordo com os objetivos do especialista. Trata-se da formação de dados e informações que são aparentemente úteis à

situação somadas às informações que aparentemente não são. Ao mesmo tempo, informações detalhadas sobre tais objetos devem estar disponíveis de todas as maneiras, se solicitado.

Na maioria dos sistemas de Avaliação da Situação, SAW global é sempre visível e pode ser crucial para determinar quais os objetivos que têm grandes prioridades. No cenário do desenvolvimento desta UI, a SAW global pode ser representada pela exposição do mapa, conforme Figura 21.

A Figura 24 apresenta uma informação que pode ser útil à situação ou não. A permanência destes objetos e atributos na formação da situação é importante, pois de acordo com a situação e as informações que a compõem, o operador pode se orientar ou não no processo de tomada de decisões.

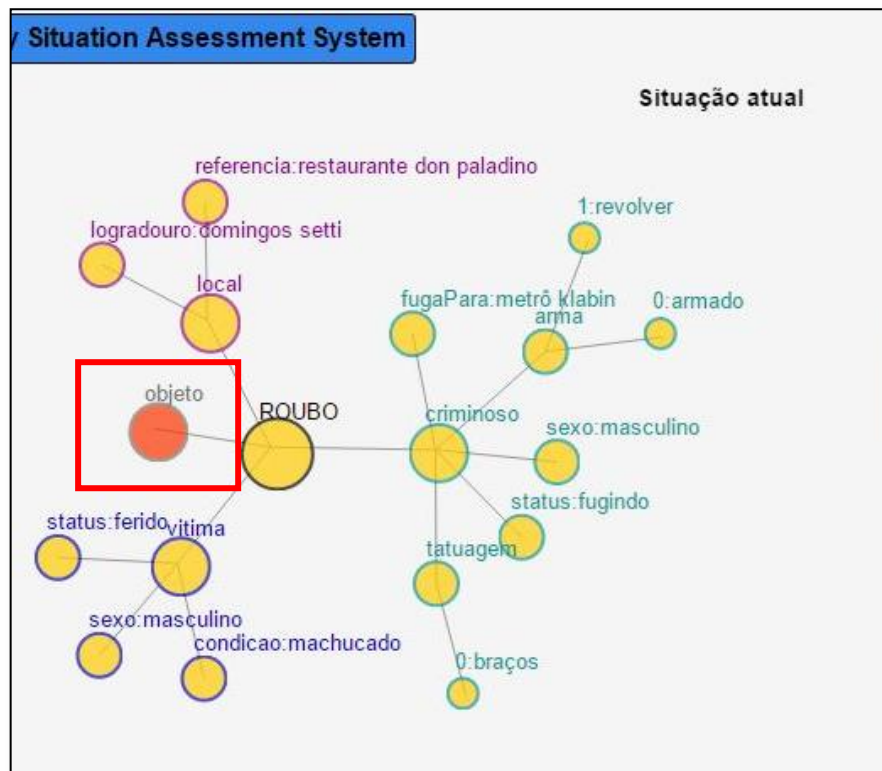


Figura 24 – Apresentação do objeto ‘Objeto’ à situação, fazendo referência a uma informação que pode ou não ser útil à situação – SAW global.

6.1.1 Filtro de Informação

Para evitar a sobrecarga, devem ser filtradas informações não relacionadas à SAW. A interface deve apresentar apenas as informações cruciais para alcançar os objetivos em cada tarefa por cada momento. Para tanto, foi desenvolvido um filtro interativo. Como a informação é inferida pela fase de aquisição, a informação existente sobre qualquer um dos objetos pode

ser omitida ou destacada para uma análise específica.

Esse filtro é útil para reduzir o espaço de busca e determina candidatos à fusão por meio da análise visual. No entanto, SAW não ocorre instantaneamente. Os seres humanos levam certo tempo a se orientar em relação a situações e atributos críticos. Para tal, a tabela de objetos pode ser expandida em demanda para expor e ocultar informações sobre a denúncia de determinada inserção de objetos, textualmente, conforme a Figura 25.

Tabela de Eventos					
	Origem	Tipo Situação	Situação	Hora	Certeza da Situação
-	190	DESCONHECIDA	Adicionado C e L	14:04:57	35.69
Mais Informações: acaba de acontecer um crime aqui na domingos setti um motorista foi ameaçado e mandaram ele sair do veículo sem levar nada o bandido fugiu em direção ao metrô klabin					
+	190	ROUBO	Atualizado C e L. Adicionado V	14:05:45	43.8
+	190	ROUBO	Atualizado C. Adicionado O	14:05:46	47.39
+	post	ROUBO	Atualizado C, O e L	14:05:57	50.53
+	post	ROUBO	Atualizado O e V	14:07:02	58.69
+	post	ROUBO	Atualizado O e V	14:07:13	0
Bom Ruim C - Criminoso V - Vitima O - Objeto L - Local					

Figura 25 - Expansão da Tabela a fim de obter maiores informações sobre o evento.

Esta funcionalidade permite que o operador insira conhecimento sobre o cálculo de qualidade da informação, e sobre a informação exibida. A cada nova inserção ou remoção de valores, os módulos de Qualidade e Fusão são acessados conforme demanda, permitindo a atualização das informação em tempo real.

Além disso, quando uma relação candidato for detectada, indicado pelo ser humano ou do sistema, a tabela e grafo do objeto estabelece uma nova ligação gráfica indicando uma provável relação, que pode ou não ser aceita pelo especialista. Por novas associações em qualquer um dos pontos de vista, os outros respondem à associação e reorganizam-se. No mapa, os pontos são sobrepostos e no grafo, uma nova hierarquia é composta.

6.1.2 Apoio a Verificação de Confiabilidade da Informação

As pessoas consideram a confiabilidade dos sensores para apoiar e pesar as suas opiniões sobre as informações produzidas e apresentadas. Assim, eles podem se beneficiar se eles sabem que certas informações não são confiáveis.

Sabe-se que no contexto de uso de dados de inteligência humana (HUMINT) como

dados de entrada, há uma grande chance dos dados adquiridos apresentarem algum tipo de problema de qualidade, compondo assim uma limitada confiabilidade nas fontes de tais dados. Para inferir e representar a confiabilidade da fonte de dado, neste caso, foram adotados os índices de qualidade local que foram produzidas pela mesma, ou seja, fatores que contribuem para a formação da confiabilidade dos sensores (contextos de leitura de um sensor). Quanto melhor a qualidade da informação gerada, maior a confiabilidade da fonte de dados.

Embora a confiabilidade dos valores possa ser apresentada numericamente, Ware, (1988), afirma que o uso de níveis de luminância é aconselhado (mais claro para o mais confiável).

Assim, a UI mostra formas alternativas de representação da qualidade. Quanto menor a categorização da qualidade da informação, mais rápida é a decisão do humano operador (elevado, médio, baixo) e os mesmos tendem a aceitar melhor as taxas mais baixas. Os usos de dados numéricos, analógicos e em classificação tendem a gerar decisões mais lentas.

Para a referida interface, emprega-se o uso de cores e formas, representando graficamente as dimensões pertinentes ao domínio e a generalização certa da situação. Quanto mais próximo o nó se aproxima da cor verde, maior é a qualidade dos dados. Quanto mais próxima do vermelho, pior é a qualidade dos dados, conforme definido pelo autor Ware, (1988), sobre a percepção das cores na representação de informações conforme Figura 26.



Figura 26 - Sequencia de cores utilizadas para a coloração dos nós do grafo, dos glifos e do terreno do mapa adaptado de Ware, (1988).

A utilização de escalas de cores que tenham o objetivo de auxiliar o tratamento da incerteza em visualizações é utilizada neste trabalho, para permitir que o usuário tenha uma melhor e mais rápida aquisição e manutenção de SAW sobre as informações apresentadas.

Além disso, através da interação com os nós no grafo, sobreposições no mapa e informações na tabela do objeto, os índices de qualidade da informação que compõem são apresentados para ilustrar como tal incerteza foi inferida. Essa abordagem permite que especialistas verifiquem local e índices globais de qualidade sob demanda.

6.1.3 Identificação explícita da ausência de informações

Os seres humanos lidam com a ausência de meta-informação como algo positivo. Se houver leituras positivas, eles acham que uma leitura perdida também é positiva quando, na verdade, elas podem ser extremamente conflitantes e imprecisas. Os seres humanos agem de forma diferente quando eles sabem se há probabilidades de algo dar errado. A ausência de informações é geralmente tratada como correto e confiável.

Existem duas variações do problema: a inexistência de perigos, que é quando a informação foi analisada e não há nenhuma ameaça; e quando não há perigos conhecidos, quando há alguns lugares que não foram cobertos ou com limitações de sensores.

Além disso, o stress e a carga de trabalho podem levar as pessoas a não prestar atenção à falta de informação. Alguns seres humanos são dependentes de informações visuais, outros apenas tem conhecimento devido sua experiência.

Técnicas de visualização de informações foram utilizadas para a composição das visualizações da UI. Abaixo são apresentadas as técnicas e suas justificativas para cada uma das escolhas aplicadas ao desenvolvimento do grafo e mapa georreferenciado.

Em aplicações militares, as linhas tracejadas são utilizadas para representar o desconhecido. A não utilização do tracejado na criação da interface se deve ao excesso de informações visuais na composição da visualização. O excesso de técnicas de representação, pode ao invés de ajudar, atrapalhar a formação do conhecimento do operador do sistema. A Figura 27 representa a identificação da ausência das informações discutidas neste tópico.

Na referida interface, os nós tem sua cor interna atualizada toda vez que a qualidade da informação é corrigida, principalmente devido à completude, apresentada como o principal problema de qualidade de informações neste domínio. Como é o caso de um atributo desconhecido, o índice de qualidade global (incerteza) tem sua cor corrigida.

A cor do nó central do grafo representa a certeza na situação (nível de confiança do sistema na informação como um todo), calculada em função das dimensões de completude e atualidade de todos os objetos. A cor dos nós do primeiro nível representa o nível de qualidade do local de cada objeto/entidade, calculada em função da completude e atualidade da informação do objeto em particular. A cor dos nodos do segundo nível acompanha a cor do primeiro nível, pois trata-se de uma especialização dos dados em relação ao objeto.

As técnicas visuais de definição de coloração foram utilizadas, onde a escala vermelho-verde e suas tonalidades, qualificam a informação. Estas são geralmente utilizadas para representar erros e falhas na informação. Neste caso, utilizadas para classificar o índice

de certeza da mesma, conforme apresentado no tópico de apoio e verificação à confiabilidade da informação.

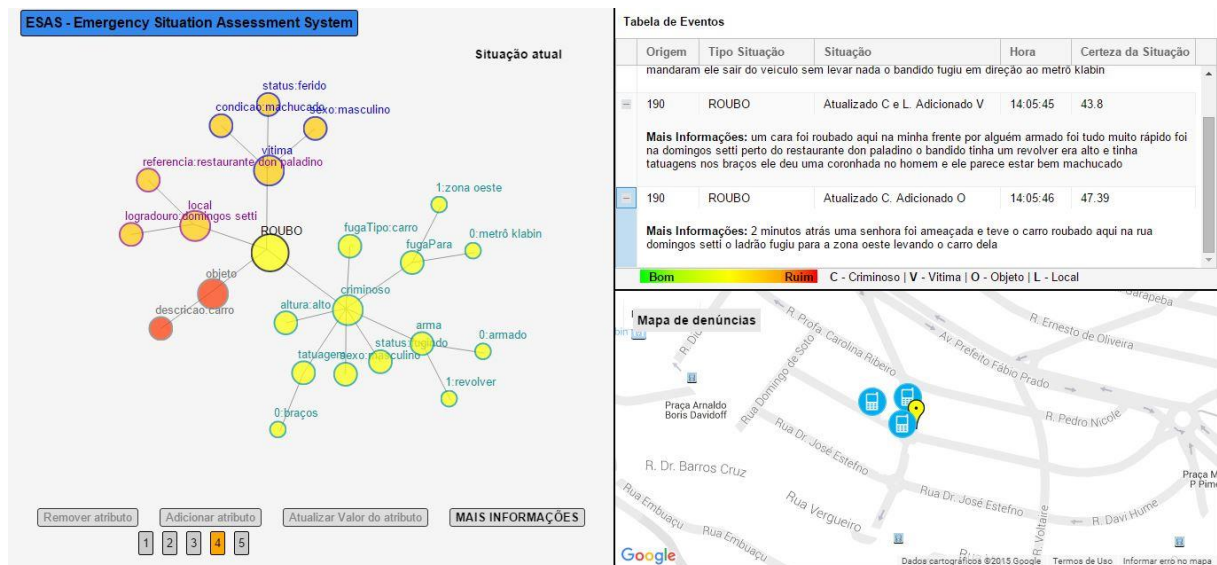


Figura 27 – Tratamento da representação explícita da ausência de informações

Os tamanhos dos nodos poderiam ter sido utilizados na representação do índice de qualidade das informações, entretanto, se cada nodo recebesse um tamanho para representar seu índice de qualidade, a formação do grafo, poderia confundir o usuário, prendendo sua atenção às informações desnecessárias. Desta forma, a técnica visual de tamanho da forma, foi utilizada para representar a hierarquia das informações, do maior (situação), para o menor (atributos), passando pelos objetos de tamanho mediano.

Já no mapa, a utilização de glifos se deve a abstração que o operador pode ter com a representação composta por tais objetos na formação da visualização. Neste caso, um marcador de localização foi utilizado para representar a localização obtida em relação as etapas da situação, assim como as técnicas de cores foram empregadas aos mesmos. Tal marcador representa a localização mediana em relação aos demais glifos da situação. Glifos com representação de telefones e redes sociais foram utilizados para facilitar entendimento da origem da informação. Para estes a técnica de cor não se aplica, pois apenas o marcador central, representa a localização da situação.

O terreno do mapa foi criado na cor branca e tons de cinza, para evitar confusões mentais do operador do sistema em relação ao relevo e demais informações. Sua escolha é justificada ainda, pela melhor aplicação em relação aos glifos, pois os mesmos se destacam em relação ao tom do terreno, conforme a Figura 21.

6.1.4 Representando Eventos Históricos para Acompanhar Evolução das Informações

A fim de avançar e retornar na evolução da situação, a interface do usuário apresenta acesso gráfico e interativo para informações históricas por uma linha do tempo. Para isso, uma régua do tempo com intervalos de tempo que indicam os horários das informações que são entregues ao sistema foi implementada em forma de tabela de entrada e atualização de dados. Uma timeline foi implementada na UI afim de permitir que o usuário possa navegar na situação e redescobrir como a mesma estava em determinado momento, conforme Figura 28. Em nossa abordagem do sistema de avaliação da situação, a situação é algo que evolui ao longo do tempo. Situações passadas também podem ser restauradas e referidas, através dos botões de acesso. Quando acionados, estes permitem navegar na situação, conhecendo como a mesma se comportava em determinado momento. A navegação é feita com base nas denúncias, onde cada número representa a entrada de uma nova denúncia.



Figura 28 – Timeline de navegação situacional. Quando acionada retorna ou avança na situação baseada na entrada de denúncias, onde cada número representa uma denúncia.

Por isso, os especialistas podem acessar um evento na história e exibir objetos de informação, atributos e situações sob demanda através da tabela apresentada na Figura 25. Ao selecionar um evento histórico, o operador tem a possibilidade de visualizar naquele momento como a visualização estava. Isto auxilia o processo de aquisição e manutenção de SAW, pois caso haja a perda de determinada informação por parte do operador, através da tabela o mesmo poderá se orientar.

Assim, existe uma possibilidade de retornar no passado e também para monitorar eventos em tempo real, além de ser capaz de avançar diretamente para um tempo específico. Como um lado negativo, há uma possível perda de foco sobre os acontecimentos atuais relevantes e confusão sobre a realidade dos acontecimentos.

6.1.5 Suportar a atualização dos níveis de qualidade de dados e informações e o gerenciamento da incerteza

À medida que os operadores precisam avaliar a utilidade da informação situacional, deve haver uma maneira para que os mesmos consigam adequar tal informação às necessidades de suas tarefas e conseqüentemente à decisão que deve ser tomada. Neste contexto há a necessidade que a atuação do humano reflita também na qualidade da informação, que é inferida e representada pela automação.

Uma vez que a informação situacional foi anteriormente inferida, os atributos referentes à qualidade da informação são também medidos e representados na interface, juntamente com as informações qualificadas, na forma de sugestões (*cues*) visuais que indicam tal qualificação. Neste contexto, a qualidade de dados e informações não apenas ajudam os operadores a estabelecer um nível de confiança que devem depositar nas informações representadas, mas também orientam os mesmos a buscar recursos para a melhoria da qualidade da informação, em complemento às atividades que a automação já desempenhou, mas que eventualmente podem não ter sido suficientes para despertar a confiança do humano e estimular o processo de SAW.

Cabe então ao operador concordar e confiar nas as partes de informação situacional produzidas pela automação ou discordar e rejeitar a informação situacional preliminar, e trabalhar em benefício da melhoria da qualidade da informação e da aquisição de SAW.

Na abordagem deste trabalho, não há a possibilidade de ajustar diretamente a qualidade da informação que já foi inferida pela automação. Entretanto, há a oportunidade de ajuste do processo de avaliação da situação para que suas etapas atuem em favor da melhoria da qualidade da informação. Como a decisão de buscar melhorar a qualidade da informação é tomada pelo operador, cabe à interface orientada a SAW acomodar os meios computacionais para implementar os refinamentos no processo.

Em nossa abordagem, o especialista é habilitado a inserir e remover parte da informação situacional, desta maneira, é possível que o operador insira, atualize ou remova objetos e atributos que compõem o conhecimento situacional diretamente. O grafo permite apoio a SAW permitindo a remoção e inserção de novo atributos que o operador julgue pertinentes à situação como apresentado nas Figuras 29 e 30.

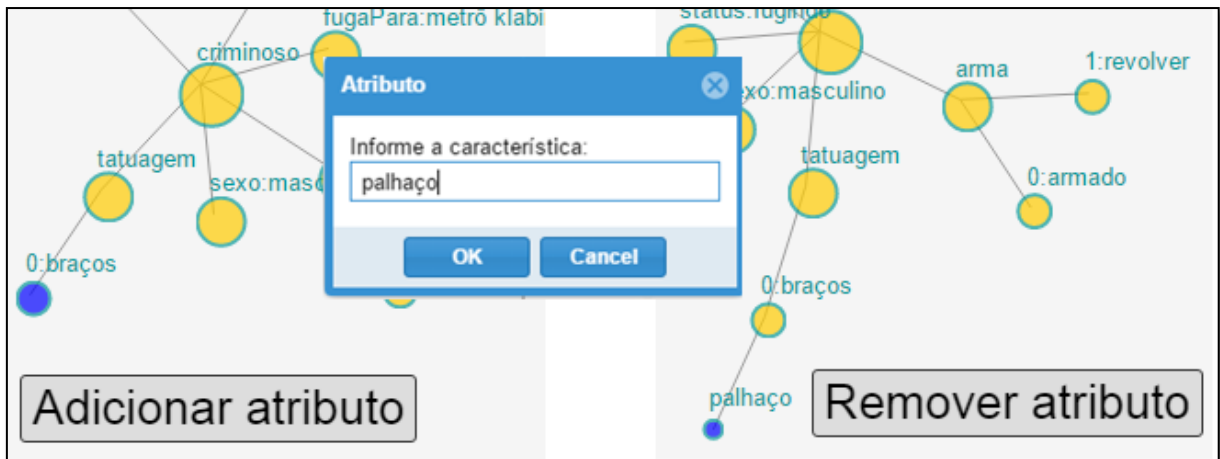


Figura 29 - Exemplo de inserção de atributos. O atributo palhaço sendo adicionado ao atributo tatuagem. Referencia a existência de uma tatuagem de palhaço no braço do objeto criminoso.

Com esta opção na ferramenta, o operador da UI tem a possibilidade de manipular a informação gerada pela interface, adicionando um novo atributo que julgue relevante para a situação ou removendo um atributo de acordo com sua necessidade.

Atuando diretamente no conhecimento situacional, informações inseridas, atualizadas ou removidas refletem nas demais etapas do processo de avaliação da situação e podem ser considerada para Avaliação, Fusão e novamente na Representação semântica e gráfica na interface orientada a SAW.

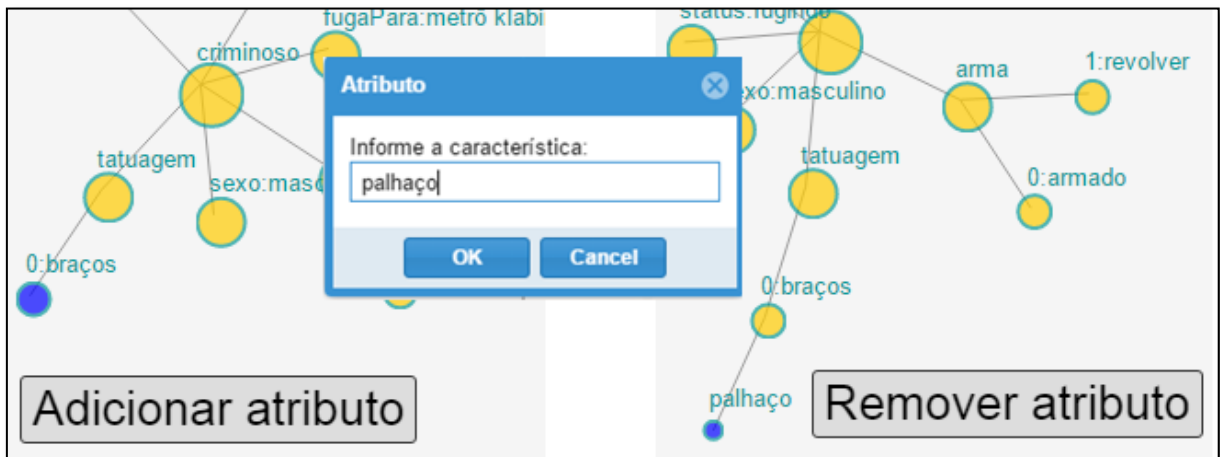


Figura 30 - Exemplo de remoção de atributos. O atributo palhaço sendo removido do atributo tatuagem. Referencia a ausência de uma tatuagem de palhaço no braço do objeto criminoso.

No próximo capítulo o Estudo de Caso é apresentado detalhadamente, a fim de apresentar os passos para a utilização da interface desenvolvida.

CAPÍTULO 7.

ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso apresenta a utilização da interface de usuários desenvolvida no processo de gerenciamento de situações críticas. O domínio de aplicação deste estudo de caso é uma situação crítica de roubo urbano, e o principal objetivo deste é auxiliar o processo de gerenciamento de situações de emergência através da utilização da interface de usuários proposta, para que os operadores de tais sistemas possam atingir SAW de maneira simplificada e mais rápida. Tem por objetivo ainda, permitir uma avaliação do nível de SAW obtido pelos operadores dos sistemas de gerenciamento de situações críticas com a utilização da UI seja possível, visando à redução no tempo de atendimento de denúncias, bem como melhor alocação de recursos militares minimizando erros e falhas no processo de obtenção de SAW. Este estudo de caso aborda uma situação de roubo urbano, onde através de denúncias a interface será carregada com a situação inicial. A interface começa a ser utilizada com a situação 1 carregada.

Descrição do caso: Por volta das 14 horas, ao parar seu carro na esquina da Av. Domingos Setti com a Rua: Luis Vives, Luciano foi surpreendido por um indivíduo armado por um objeto não identificado. Luciano foi obrigado a descer do carro com as mãos para o alto. Devido a sua idade e dificuldades de locomoção Luciano gastou certo tempo para realizar o solicitado pelo assaltante, e por isso foi agredido com força na cabeça com o mesmo objeto com o qual foi surpreendido. Machucado, Luciano saiu do carro, e o indivíduo alto, de calça jeans azul clara e camiseta amarela, fugiu com seu veículo Porsche preto no sentido da zona oeste da cidade, em direção ao metrô Klabin. Por ser um local de pouco movimento, não foram registradas muitas denúncias em relação a este incidente, a primeira denuncia que a interface recebeu foi a seguinte:

Situação 1: *“acaba de acontecer um crime aqui na domingos setti um motorista foi ameaçado e mandaram ele sair do veiculo sem levar nada o bandido fugiu em direção ao mero klabin”*

Para que novas informação sejam inseridas ao sistema em relação à situação, o operador da interface solicitou maiores informações em relação a situação, clicando no botão “Mais Informações” 2 vezes. Com este processo o sistema carrega uma nova entrada de dados:

Situação 2: *“um cara foi roubado aqui na minha frente por alguém armado foi tudo*

muito rápido foi na domingos setti perto do restaurante dom paladino o bandido tinha um revólver era alto e tinha tatuagens nos braços ele deu uma coronhada no homem e ele parece estar bem machucado”

Ao clicar novamente em “Mais Informações”, o operador se depara com uma mensagem: “Chegou uma informação diferente da atual: ‘Vítima feminina’. A informação atual ‘Vítima masculina’ será mantida para garantir a qualidade”. O usuário concorda clicando em YES para ignorar a informação de que a vítima seja do sexo feminino e clica mais uma vez em “Mais Informações” para carregar a situação 4.

Situação 3: *“2 minutos atrás uma senhora foi ameaçada e teve o carro roubado aqui na rua domingos setti o ladrão fugiu para a zona oeste levando o carro dela”*

Situação 4: *“Nossa, acabei de ver um cara com uma camiseta amarela e calça branca roubando um carro preto aqui”*

Uma nova mensagem é exibida na tela: “Refinamentos manuais necessários para a melhoria da qualidade! Inclua atributos no Local, atualize atributos no Criminoso e remova atributos no Criminoso”. Para tal o operador realiza os seguintes passos:

1. Selecione o LOCAL com duplo clique;
2. Selecione Adicionar atributo e adicione o valor “vila mariana” ;
3. Repita o processo e adicione a rua “luis vives” e o numero “220”;
4. Selecione no CRIMINOSO o atributo "calça branca" com duplo clique;
5. Clique Atualizar Valor do Atributo e insira o valor "calça jeans”;
6. Selecione no CRIMINOSO o atributo "armado" com duplo clique;
7. Clique em Remover Atributo;
8. Clica no botão Mais Informações para carregar situação 5;

Situação 5: *“levaram um mercedes preto de um senhor aqui na minha frente”*.

9. Clica no botão Mais Informações para carregar situação 6;

Situação 6: *“hoje cedo vi um assalto lá na domingos setti, coitado do cara, roubaram o porsche dele”*.

Surge uma nova mensagem: “Chegou uma informação divergente da atual: ‘Objeto Porsche’. A informação atual ‘Objeto Mercedes’ será mantida para garantir a qualidade!” O usuário concorda clicando em YES para ignorar a informação de que o objeto seja porsche utilizando então Mercedes. O usuário seleciona novamente o botão “Mais Informações” para carregar a situação 7.

Situação 7: *“homem branco magro roubou um carro aqui na domingos setti”*.

Uma nova mensagem é exibida na tela: “Refinamentos manuais necessários para a melhoria da qualidade! Inclua atributos no Objeto, atualize atributos no Criminoso e remova atributos no Criminoso”. Para tal o operador realiza os seguintes passos:

16. Selecione OBJETO com duplo clique
17. Clique em Adicionar atributo e insira o valor "placa: XKT 8937"
18. Selecione no CRIMINOSO o atributo “zona oeste” com duplo clique
19. Clique Atualizar Valor do Atributo e insira o valor "Zona Norte”
20. Selecione no CRIMINOSO o atributo “dragão" com duplo clique
21. Clique em Remover Atributo

Estes passos levam o operador a concluir o processo proposto, para que seja possível assim, analisar e mensurar o nível de SAW que foi obtido pelo operador com a utilização da interface no processo de avaliação de situação crítica descrito.

O próximo capítulo apresenta a aplicação da avaliação de SAW obtida com o uso da interface de usuários desenvolvida. Este capítulo apresenta a utilização da técnica SARS, e toma do por base o estudo de caso descrito como passos seguidos pelos operadores avaliados.

CAPÍTULO 8.

AVALIAÇÃO DA SAW OBTIDA COM O USO DA INTERFACE DE USUÁRIO DESENVOLVIDA

Para o desenvolvimento da avaliação de SAW para a UI proposta, que visa o enriquecimento da SAW em sistemas de gerenciamento de emergência, a técnica SARS foi utilizada a fim de permitir que uma avaliação da SAW obtida pelos operadores com a utilização da UI seja possível mensurar, quantificar e entender o nível de conhecimento em relação à situação que os operadores foram capazes de obter com a sua utilização.

Conforme apresentado no capítulo 2, a técnica SARS é uma técnica utilizada para fazer à auto avaliação dos usuários, e aplicado ao escopo deste trabalho, avalia a SAW obtida pelos usuários da UI após seu manuseio, segundo os passos do Estudo de Caso descrito no capítulo anterior.

Tal técnica tem o objetivo de mensurar a consciência da situação dos usuários, e foi criada para atender o cenário da Foça Aérea Americana. Aplicada ao escopo de gerenciamento de emergências, a aplicação de tal técnica requer adaptações em relação às perguntas que a utilização deve responder, assim como aos elementos utilizados para avaliação de SAW.

Para este domínio, após a avaliação de SAW quanto à utilização da UI desenvolvida, é necessário obtermos respostas para as seguintes perguntas: O que é SAW no domínio de gerenciamento de situações críticas? É possível mensurar o nível de SAW obtido pelo operador? É possível tomar decisões em situações críticas apenas com base nas informações apresentadas pela UI?

Adaptações para determinar o grau de conhecimento situacional dos operadores dos sistemas de gerenciamento críticos foram necessárias, e com base na lista apresentada na Tabela 1, foi desenvolvida uma lista onde constam 21 elementos comportamentais de SAW que são apresentados na Tabela 3 onde os elementos são divididos em oito categorias de desempenho para o cenário de gerenciamento de avaliação de situações.

A fim de obter informações para a realização da avaliação de SAW, um questionário foi aplicado a 15 operadores. O processo executado pelos mesmos é listado a seguir:

1. Acessar a UI;
2. Realizar os processos descritos no Estudo de Caso (capítulo 7);
3. Acessar questionário;

4. Responder questionário;

Tabela 3 - Elementos de SAW para a auto avaliação dos operadores de sistemas críticos proposto.

Características Gerais	Interpretação da Informação
Conhecimentos táticos	Interpretação de linguagens específicas (domínio)
Conhecimentos específicos	Interpretação de dados geo referenciados
Capacidade de raciocínio rápido	Habilidade para manuseio da UI
Autocontrole emocional	Integração das informações gerais
	Tratamento de prioridades
Plano de Jogo Tático	Operação do Sistema
Desenvolvimento de plano	UI
Execução do plano	
Ajuste do plano durante a ocorrência	
Comunicação	Emprego Tático Além do Alcance Visual – BVR (Beyond Visual Range)
Qualidade (concisão, precisão, pontualidade)	Direcionamento das decisões
Capacidade de usar informações eficazes	
Emprego Geral da Tática	Emprego Tático dentro do Alcance Visual WVR (Within Visual Range)
Avaliação do caráter ofensivo de riscos a vidas e patrimônios	Emprego de recursos
Suporte Mútuo	Avaliação de Ameaças
Tempo de entendimento situacional	

O questionário foi criado conforme descrito na Técnica SARS, onde os usuários respondem com base na escala Likert de 6 pontos (onde os índices vão de Mal a Excelente), um questionário composto por cada item da Tabela 3. Para cada um dos itens descritos os usuários se auto avaliam em relação à utilização da UI.

Para medir a SAW, foram desenvolvidos três diferentes instrumentos para a avaliação de SAW dos pilotos baseados nos 21 elementos da Tabela 1. Seguindo a definição da técnica de Bell e Waag, (1997), o primeiro instrumento mantém a base de entrevistados para que

possam fornecer a sua definição pessoal sobre SAW no domínio de gerenciamento de situações críticas.

Os outros três instrumentos desenvolvidos para mensurar SAW são efetuados conforme a técnica original: (1) individual, (2) supervisão. A avaliação novamente mantém a definição de Bell (Bell e Waag, 1997), sendo baseada em níveis que vão de Aceitáveis até Excelentes, e quando não for possível classificar os entrevistados tem a opção de deixar a informação sem avaliação.

Como resultado da avaliação de SAW (aplicação dos questionários conforme passos a cima), na Tabela 4 a primeira coluna lista as sete fases mais frequentemente utilizadas pelos entrevistados na definição de SAW. Na segunda coluna encontramos os sete elementos altamente utilizados na avaliação de SAW.

Tabela 4 - Fases para definir e elementos para avaliar SAW no domínio de sistemas críticos.

Fases mais comuns utilizadas para DEFINIR as fases de SAW	Elementos com as melhores classificações para SAW
Imagem completa da situação	Possibilidade de confirmação da informação
Confirmação dos dados por diversas fontes de obtenção de dados	Visão hierárquica do grafo
Conhecimento da localização georreferenciada	Utilização de informações atualizadas
Atualização constante de dados	Intervenção do operador no processo
Priorização de ações	Possibilidade de retomar a situação ao passado
Tomada de decisão	
Alocação dos recursos necessários à situação.	

A partir destas informações, foi possível avaliar a consistência e confiabilidade de cada grupo de análise, seja aplicação dos questionários de forma individual ou em grupo.

Para este levantamento, calculamos o Coeficiente de Cronbach. O coeficiente alfa de Cronbach foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951, o cálculo deste coeficiente tem o objetivo de estimar a confiabilidade e consistência de um questionário aplicado em uma pesquisa. Este coeficiente mede a correlação entre as respostas de um questionário, através da análise das respostas que foram dadas pelos operadores da UI, apresentando uma correlação média entre as perguntas. O coeficiente é calculado com base na variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador de todos as perguntas de um questionário que utilizem a mesma escala de medição (escala Likert), e é dado a partir da

seguinte equação:

$$a = \left(\frac{k}{k-1} \right) x \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

onde: k corresponde ao número de itens do questionário;

s^2_i corresponde a variância de cada item;

s^2_t corresponde a variância total do questionário, determinada como a soma de todas as variâncias.

A Figura 31 representa a tabela de aplicação do passo a passo do coeficiente, onde cada coluna desta tabela representa um item, cada linha representa um operador, e o encontro entre um item e um operador (X_{nk}), indica a resposta que o operador deu para o item.

Avaliadores	Itens						Total
	1	2	...	i	...	k	
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1i}	...	X_{1k}	X_1
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2i}	...	X_{2k}	X_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
p	X_{p1}	X_{p2}	...	X_{pi}	...	X_{pk}	X_p
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{ni}	...	X_{nk}	X_n
	S^2_1	S^2_2	...	S^2_n	...	S^2_k	S^2_t

Figura 31 - Tabulação dos dados de um questionário para o cálculo do alfa de Cronbach, adaptado de Cronbach, 2004.

A estimação do coeficiente de Cronbach tem resultados válidos para $\{ \} \alpha \in \mathfrak{R} \mid -\infty < \alpha \leq 1 \wedge \alpha \neq 0$, mas deve ser interpretado no intervalo entre 0 e 1, onde os valores negativos do alfa devem ser considerados como escalas sem confiança (NICHOLS, 1999).

Com base no cálculo deste coeficiente foi possível identificar com confiança que segundo os itens de SARS a média resultante do coeficiente de Cronbach das respostas ao questionário com aplicação individual foi de 0,86. O mesmo processo foi feito para a análise em duplas e os resultados indicam confiabilidade média de 0,90.

Desta forma é possível entender que a média das avaliações com supervisores tanto confirmam quanto permitem um aumento no valor estimado de confiabilidade da situação. Maiores informações sobre a aplicação da técnica SARS, porém, ser encontradas em Bell e Waag, (1997).

O Capítulo 9 apresenta a conclusão obtida a partir do desenvolvimento dos objetivos descritos neste trabalho.

CAPÍTULO 9.

CONCLUSÃO

Durante todo o processo de Avaliação da Situação, a informação situacional é propagada, evolui e pode ser comprometida devido às transformações sofridas no decorrer do tempo. A qualidade da informação por sua vez deve ser avaliada em toda a evolução deste processo. Desta forma, a utilização de interfaces de usuários para auxiliar na gestão e controle da informação auxilia o processo de adquirir, manter e propagar SAW.

No processo de Avaliação da Qualidade de Dados e Informações, comentamos sobre o controle em relação à qualidade dos dados que tem por objetivo qualificar a situação. Este processo auxilia a representação da informação a ser controlada na interface, para que trabalhando em conjunto interface e avaliação da qualidade possam auxiliar o operador especialista a obter, manter e melhorar sua SAW.

A criação da gestão das representações através do controle de uma interface é baseado no resultado de uma ontologia de qualidade de dados e informações aplicados ao domínio de gestão de informações de emergências, e neste caso aplicado a um domínio de roubo.

A UI, é responsável por permitir o controle da Representação do Conhecimento Situacional, onde mecanismos de representação da informação não interferem semanticamente na informação, mas permitem incrementar o conhecimento das situações em relação às fases do processo.

Ambas as informações tem por objetivo dar suporte a UI orientada a SAW, onde ocorre a gestão plena da informação situacional e dos processos que contribuem para a sua formação.

Sempre que ocorre uma nova inferência de informações, a visualização gerida pela interface é atualizada, apresentando ao usuário uma nova Representação do Conhecimento Situacional. Desta forma, o usuário operador tem a possibilidade de manusear e participar de maneira proativa em relação às informações da situação.

Neste contexto, a qualidade dos dados e informações, quantificada e representada graficamente promove o acompanhamento mais rico de tal evolução, estimulando a percepção e até mesmo a compreensão direta da informação situacional. Uma vez melhor orientado pelas questões referentes à qualidade, o humano é capaz de tomar melhores decisões quanto à necessidade de refinamento ou encerramento do processo de avaliação da situação.

Com a utilização da interface para auxílio à gestão da informação, a cada nova interação dos processos internos, é gerado um efeito de propagação e evolução do conhecimento situacional, o que reflete em todas as próximas etapas de avaliação. Com isto, o operador tem a oportunidade de influenciar sobre a composição da informação. Quando há interações diretas do operador no processo de gestão da interface, é possível permitir que fontes externas ao processo sejam consideradas e avaliadas no contexto, incorporando as informações em tempo real à situação apresentada.

Adicionalmente, é possível observar, que embora o modelo como um todo tenha esta característica, os processos internos devem necessariamente seguir uma ordem pré-determinada para a geração de entradas e saídas que contribuam para o abastecimento de demais processos internos.

Não é obrigatório que todos os processos internos sejam ativados para que o humano determine o encerramento do ciclo de análise, ou seja, processos como a fusão propriamente dita, podem não ser necessários para atingir SAW.

Com as informações apresentadas, conclui-se que é possível incluir uma UI orientada à SAW ao processo de avaliação de situações de emergência, pois conforme apresentado no estudo de caso e base nos resultados, a aplicação da mesma teve resultados satisfatórios, auxiliando o processo de aquisição manutenção e recuperação de SAW dos operadores da UI. Esta conclusão é possível baseada na avaliação desenvolvida e nos princípios de desenvolvimento da interface apresentados.

REFERÊNCIAS

- Baumgartner, N., Gottesheim, W., Mitsch, S., Retschitzegger, W., & Schwinger, W. (2010). BeAware!—situation awareness, the ontology-driven way. *Data & Knowledge Engineering*, 69(11), 1181-1193.
- Llinas, J., Bowman, C., Rogova, G., Steinberg, A., Waltz, E., & White, F. (2004). Revisiting the JDL data fusion model II. SPACE AND NAVAL WARFARE SYSTEMS COMMAND SAN DIEGO CA.
- Kokar, M. M., & Endsley, M. R. (2012). Situation awareness and cognitive modeling. *IEEE Intelligent Systems*, (3), 91-96.
- Endsley, M. R. (2011). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*. CRC Press, 2011. p. 396. Second Edition. 2. ed. Boca Raton.
- Endsley, M. R. (1999). Situation awareness and human error: Designing to support human performance. In *Proceedings of the high consequence systems surety conference*.
- Endsley, M. R. (1995). A taxonomy of situation awareness errors. *Human factors in aviation operations*, 287-292.
- Rodgers, M. D., Mogford, R. H., & Strauch, B. (2000). Post hoc assessment of situation awareness in air traffic control incidents and major aircraft accidents. *Situation awareness analysis and measurement*, 73-112.
- Blasch, E. P., Lambert, D., Valin, P., Kokar, M. M., Llinas, J., Das, S., ... & Shahbazian, E. (2012). High level information fusion (hlif): Survey of models, issues, and grand challenges. *Aerospace and Electronic Systems Magazine, IEEE*, 27(9), 4-20.
- Pang, A. T., Wittenbrink, C. M., & Lodha, S. K. (1997). Approaches to uncertainty visualization. *The Visual Computer*, 13(8), 370-390.
- O'Brien, J. A. (2004). *Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet*. Saraiva.
- Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of management information systems*, 5-33.
- Batini, C., Cappiello, C., Francalanci, C., & Maurino, A. (2009). Methodologies for data quality assessment and improvement. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 16.

- Correa, C. D., Chan, Y. H., & Ma, K. L. (2009, October). A framework for uncertainty-aware visual analytics. In *Visual Analytics Science and Technology, 2009. VAST 2009. IEEE Symposium on* (pp. 51-58). IEEE.
- Mecella, M., Scannapieco, M., Virgillito, A., Baldoni, R., Catarci, T., & Batini, C. (2002). Managing data quality in cooperative information systems. In *On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE* (pp. 486-502). Springer Berlin Heidelberg.
- Gershon, N. (1998). Visualization of an imperfect world. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 18(4), 43-45.
- Ann M. Bisantz, (2013) *Uncertainty Visualization and Related Techniques*. The Oxford Handbook of Cognitive Engineering.
- Riveiro, M. (2007, July). Evaluation of uncertainty visualization techniques for information fusion. In *Information Fusion, 2007 10th International Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- MacEachren, A. M., Robinson, A., Hopper, S., Gardner, S., Murray, R., Gahegan, M., & Hetzler, E. (2005). Visualizing geospatial information uncertainty: What we know and what we need to know. *Cartography and Geographic Information Science*, 32(3), 139-160.
- Matheus, C. J., Kokar, M. M., & Baclawski, K. (2003, July). A core ontology for situation awareness. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Information Fusion* (Vol. 1, pp. 545-552).
- Rogova, G. L., & Bosse, E. (2010, July). Information quality in information fusion. In *Information Fusion (FUSION), 2010 13th Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- Nwiabu, N., Allison, I., Holt, P., Lowit, P., & Oyeneyin, B. (2012, March). User interface design for situation-aware decision support systems. In *Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA), 2012 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on* (pp. 332-339). IEEE.
- Yu, S., Deng, L., & Zhang, Y. (2009, August). Visualization user interface for decision support systems. In *Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS'09. Ninth International Conference on* (Vol. 1, pp. 63-66). IEEE.
- Onal, E., Craddock, C., Endsley, M. R., & Chapman, A. From Theory To Practice: How Designing For Situation Awareness Can Transform Confusing, Overloaded Shovel Operator Interfaces, Reduce Costs, And Increase Safety. In: *ISARC 2013*, pp, 1517-1525 (2013)

- Chai, H., & Du, Y. (2012, August). A framework of situation awareness based on event extraction and correlation for military decision support. In *Mechatronics and Automation (ICMA), 2012 International Conference on* (pp. 192-196). IEEE.
- Gómez, M. A., Jiménez, S., Navarro, R., Lago-Peñas, C., & Sampaio, J. (2011). Effects of coaches' timeouts on basketball teams' offensive and defensive performances according to momentary differences in score and game period. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 303-308.
- Feng, Y. H., Teng, T. H., & Tan, A. H. (2009). Modelling situation awareness for Context-aware Decision Support. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 455-463.
- Salmon, P. M., Stanton, N. A., Walker, G. H., & Jenkins, D. P. (2009). *Distributed situation awareness: Theory, measurement and application to teamwork*. Ashgate, Aldershot.
- Jeannot, E., Kelly, C., & Thompson, D. (2003). *The development of situation awareness measures in ATM systems*. Brussels: Eurocontrol.
- Endsley, M.R. & Rodgers, M.D. (1994). *Situation awareness information requirements for enroute air traffic control*. Report DOT/FAA/AM- 94/27. Federal Aviation Administration.
- Souza, Jéssica O. (2014). *Metodologia de avaliação e representação de qualidade de dados provenientes de denúncias de roubo para melhoria da consciência situacional em sistemas de tomada de decisão*. 02/12/2014. 61 páginas. Monografia – Centro Universitário Eurípedes de Marília. Marília – SP.
- Huang, Shiping. *Exploratory visualization of data with variable quality*. Diss. WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, 2005.
- Munzner, T. (2000). *Interactive visualization of large graphs and networks* (Doctoral dissertation, Stanford University).
- Lohse, G. L., Biolsi, K., Walker, N., & Rueter, H. (1994). A classification of visual representations, *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 12: 30-49.
- Griethe, H., & Schumann, H. (2006). *Visualizing uncertainty for improved decision making*. SimVis.
- Bell, H. H., & Waag, W. L. (1997). *Using observer ratings to assess situational awareness in tactical air environments* (No. AL/HR-TP-1996-0050). ARMSTRONG LAB BROOKS AFB TX HUMAN RESOURCES DIRECTORATE.

Bell, D. O Advento da sociedade pós-industrial. Ed. Cultrix, 1973, São Paulo.

CRONBACH, J. L. My current t procedures. Educational and Psychological Measurement, Vol. 64 No. 3, Junho 2004.

da Hora, Henrique Rego Monteiro, Gina Torres Rego Monteiro, and José Arica. "Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach." Produto & Produção 11.2 (2010): 85-103.

Ware, C. (1988). Color sequences for univariate maps: Theory, experiments and principles. Computer Graphics and Applications, IEEE, 8(5), 41-49.

Kesavadas, T., & Llinas, J. (2004). Haptic Rendering Techniques for Non-Physical, Command Decision Support. STATE UNIV OF NEW YORK AT BUFFALO AMHERST.

Barton III, R. J., Encarnacao, L. M., Rowland, R. J., & Zeltzer, D. (2004). Large Scale Interactive Data Visualization for Undersea Warfare Applications. NAVAL UNDERSEA WARFARE CENTER DIV NEWPORT RI.

Fricker, L., & Macklin, C. (2004). Improving Campaign Assessment and Decision Making in Command and Control Through the Use of Visualisation Techniques. QINETIQ LTD FARNBOROUGH (UNITED KINGDOM) CENTRE FOR HUMAN SCIENCES.

Gouin, D., & Evdokiou, P. (2004). A showcase of visualization approaches for military decision makers. DEFENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT CANADAVALCARTIER (QUEBEC).