

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA A
MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE
TOMADA DE DECISÃO MILITAR**

LUCAS CESAR FERREIRA

Marília, 2014

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA A
MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE
TOMADA DE DECISÃO MILITAR**

Monografia apresentada ao
Centro Universitário Eurípides de
Marília como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciência da
Computação

Orientador: Prof. Ms. Leonardo
Castro Botega

Marília, 2014



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – AVALIAÇÃO FINAL

Lucas Cesar Ferreira

**DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA A MELHORIA DA CONSCIÊNCIA
SITUACIONAL EM SISTEMAS DE TOMADA DE DECISÃO MILITAR**


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


Nota: 8.0 (OITO)

Orientador: Leonardo Castro Botega

1º. Examinador: Rodolfo Barros Chiaramonte

2º. Examinador: Fábio Dacêncio Pereira







Marília, 03 de dezembro de 2014.

À minha família, amigos e
namorada, pela força e incentivo.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, minha família e namorada pelo incentivo e apoio, não seria nada sem vocês.

Agradeço também a todos meus amigos de sala, pela ótima companhia nestes quatro anos, em especial, Alexandre, Caio, Danilo e Victor. Obrigado por todos os momentos de felicidade que me proporcionaram.

Agradeço a todos os professores pela paciência, dedicação e empenho no ensino.

Agradeço ao Núcleo de Assistência Social por me proporcionar uma bolsa de estudo durante os quatro anos de curso.

Agradeço também a meu orientador, Leonardo Botega. Obrigado pela paciência que teve comigo e pelas contribuições em meus trabalhos, não conseguiria chegar até aqui sem isto.

A todos os demais que de alguma maneira contribuíram para este trabalho, muito obrigado.

Sumário

Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
1. Consciência de Situação no Domínio Militar.....	14
1.1 Modelos de Consciência da Situação	14
1.1.1 Modelo Endsley	14
1.1.2 Modelo Beringer e Hancock	17
1.1.3 Modelo Carroll.....	19
1.2 Influência dos Aspectos Temporal e Espacial na Consciência da Situação.....	19
2. Estado da Arte de Interfaces de Consciência de Situação	20
3. Métodos de Pesquisa	25
3.1 Análise de Tarefas Dirigida por Objetivos.....	26
3.2 Modelo Desing Rationale	28
3.3 Prototipação da Interface de Usuário.....	30
3.4 Avaliação do Usuário usando Metodologia SAGAT	31
4. Resultados da Pesquisa	33
5. Conclusões.....	34
Referências Bibliográficas	38

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquemas, Modelos mentais e SAW. (Jones e Endsley, 2000)	16
Figura 2 – Modelo de SAW na tomada de decisão dinâmica. (Endsley, 1995b)	17
Figura 3 – Organização hierárquica das atividades e componentes em SAW. (Beringer, Hancock, 1989).	18
Figura 4 – Método de divisão do trabalho.....	25
Figura 5 – Estrutura da análise de tarefas. (Endsley, 2000).	26
Figura 6 – Especificação do aspecto temporal usando Design Rationale.	29
Figura 7 – Especificação da representação das camadas usando Design Rationale.	29
Figura 8 – Estrutura da UI proposta na pesquisa.	30
Figura 9 – Exemplo de uma consulta SAGAT.	32
Figura 10 – A interface desenvolvida retratando um situação real de roubo.	34
Figura 11 – Representação temporal através da linha do tempo.	35
Figura 12 – Manipulação e integração das múltiplas camadas da interface.	36

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Modelo GDTA baseado no monitoramento de crimes.	27
Tabela 2 – Fonte de dados para informações no ambiente.	28
Tabela 3 – Exemplo de perguntas de SAGAT para o monitoramento de crimes	31

Lista de Siglas

C2	Comando e Controle
UI.....	Interface de Usuário
SAW.....	Consciência da Situação
HTA	Análise Hierárquica de Tarefas
GIS.....	Sistema de Informação Geográfica
CTA	Análise de Tarefa Cognitiva
GDTA	Análise de Tarefa Cognitiva Baseada em Objetivos
SAGAT	Técnica de Avaliação Global de Consciência Situacional
SAR	Busca e Salvamento
RSSF.....	Rede de Sensores Sem Fio
DR.....	<i>Design Rationale</i>

Resumo

Sistemas de tomada de decisão são dependentes do processo cognitivo de consciência de situação, o qual se define pela percepção, compreensão e a projeção de situações. No domínio militar tais sistemas dependem de uma interface de usuário para proporcionar situações geradas ao operador, a fim de gerar consciência situacional em objetivos táticos e estratégicos. Contextos temporais e espaciais são fundamentais em sistemas dinâmicos como os do presente domínio, entender e controlar tais contextos são de extrema importância para a tomada de decisão fundamentada. Determinar como o ambiente deve ser representado através da interface de usuário sem que haja perda de consciência situacional não é uma tarefa trivial, desta maneira, o objetivo desta pesquisa é desenvolver uma interface de usuário que contribua com sistemas de tomada de decisão militar no monitoramento de crimes de roubo. Um estudo de caso será descrito para a apresentação dos requisitos necessários para apoiar consciência da situação em ambientes de decisão militar. Tais requisitos, bem como as diretrizes apresentadas na literatura relacionada, guiam a concepção da interface.

Palavras-chave: Interfaces para Comando e Controle, Interfaces para SAW, Sistemas de tomada de decisão militar.

Abstract

Decision-making systems are dependent on the cognitive process of consciousness of situation, which is defined by perception, comprehension and projection of situations. In the military field such systems depend on a user interface to provide situations generated by operator, in order to generate situational awareness in tactical and strategic objectives. Temporal and spatial contexts are fundamental in dynamical systems like the ones in this domain, understand and control such contexts are of extreme importance to reasoned decision-making. Determine how the environment should be represented in the UI without any loss of SAW is not an easy task, in this way, the objective of this research is to develop a UI which helps with decision-making systems in the monitoring of military crimes of theft. A case study will be described for the presentation of the requirements for the SAW military decision-making environments. Such requirements as well as the guidelines presented in related literature, guiding the design of the interface.

Keywords: Interfaces for Command and Control, Interfaces for SAW, Systems of military decision making.

Introdução

Sistemas de tomada de decisão estruturam um modelo gerencial dos recursos materiais e humanos a disposição em uma determinada operação (Ince et al, 1997). Tais sistemas devem ser capazes de coletar e relacionar dados em diversas fontes, como sensores, dados históricos e imagens, e seu principal objetivo é oferecer meios para apoiar seus comandantes na análise de um determinado evento ocorrido em um ambiente físico real e suportar as ações necessárias para atender tais incidentes, os mesmos através de uma interface de usuário.

No domínio militar tais sistemas são controlados por uma UI com um objetivo bem específico, o de proporcionar que as situações geradas pelo evento no cenário real sejam devidamente reconhecidas e compreendidas, conduzindo o operador à consciência situacional, fundamental para que os tomadores de decisão alcancem os objetivos táticos e estratégicos sobre suas equipes (Sérgio Kostin, 2001).

Consciência da situação (SAW) é definida como estar consciente dos estados de objetivos presentes em um determinado cenário, compreender os seus significados e suas relações e projetar o que pode acontecer com tais entidades num futuro próximo (Endsley, 1988). Os contextos temporal e espacial são de fundamental importância para atingir SAW, em sistemas dinâmicos como os do presente domínio. Conhecer a localização dos eventos, o histórico de eventos passados e analisar previsões de futuros eventos, é primordial para a tomada de decisão, especialmente em situações que oferecem risco à vida e ao patrimônio.

Adicionalmente o estado de consciência da situação é um processo cognitivo do usuário (Endsley, 2004), desta forma, sistemas que se propõem a enriquecer a SAW do operador devem ser capazes de representar o conhecimento prévio do mesmo e agrega-lo às informações capturadas do ambiente para que esta integração de fato auxilie no processo de tomada de decisão evitando erros e equívocos.

Determinar a forma como as informações serão representadas através de uma Interface de Usuário (UI) não é uma tarefa fácil em sistemas de tomada de decisão militar, as mesmas influenciam a percepção dos elementos, determinando a quantidade de informações adquiridas em um tempo limitado, a precisão com que ela pode ser adquirida, e até que ponto

essa informação é compatível com a necessidade do operador do sistema (Endsley, 2004). Desta maneira, o objetivo desta monografia é apresentar o desenvolvimento de uma interface de usuário que possa contribuir para sistemas de tomada de decisão militar, mais especificamente no controle de informações temporais e espaciais em tarefas de identificação e monitoramento de crimes de roubo.

Um estudo de caso será descrito para a apresentação dos requisitos necessários para a SAW em ambientes de decisão militar. Tais requisitos, bem como as diretrizes apresentadas na literatura relacionada, guiam a concepção da interface. Paralelamente, o estudo de caso também apresenta os requisitos de qualidade de dados que complementa o modelo para a melhoria da tomada de decisão fundamentada em SAW.

Organização do documento

O presente documento encontra-se dividido nos seguintes temas e capítulos:

- Capítulo 1: Descreve o conceito de consciência de situação no domínio militar.
- Capítulo 2: Descreve o estado da arte de interfaces de consciência de situação e análises dos seus métodos.
- Capítulo 3: Descreve os métodos de pesquisas utilizados para o desenvolvimento da interface de usuário.
- Capítulo 4: Descreve os resultados da pesquisa.
- Capítulo 5: Discussão e avaliação dos resultados e conclusões.
- Referências Bibliográficas adotadas.

1. Consciência de Situação no Domínio Militar

Sistemas de tomada de decisão estruturam um modelo gerencial dos recursos materiais e humanos à disposição em uma determinada operação para desempenhar funções de planejamento, direção e coordenação, a fim de alcançar objetivos táticos e estratégicos (Ince et al, 1997). Tais sistemas muitas vezes executam tarefas em ambientes críticos, onde a falha pode ocasionar em consequências desastrosas e custosas (Kaempff et al, 1996). Independente do domínio, tais sistemas devem ser capazes de coletar e relacionar dados de diversas fontes e oferecer meios para apoiar os tomadores de decisão a racionar sobre um determinado evento ocorrido em um ambiente físico real e suportar as ações necessárias para atender seus incidentes.

No domínio militar tais sistemas são utilizados para coordenar esforços e interceptar atuais e futuras ameaças no cenário de interesse (ver capítulo 2). Porém, é de extrema importância obter o entendimento preciso da situação atual (Kaempff et al, 1996), (Artman, 2000) para a tomada de decisão precisa e fundamentada em tal domínio, no qual esse entendimento pode ser adquirido através do conceito de consciência da situação (SAW), onde é demonstrado a seguir.

1.1 Modelos de Consciência da Situação

Modelos de Consciência da situação são formas de descrever SAW propostas na literatura, muitos autores definem tal conceito de diferentes formas, a seguir são demonstrados os principais modelos de SAW e discutidos, descrevendo suas principais características e como se aplicam no domínio militar.

1.1.1 Modelo Endsley

O modelo de (Endsley, 1995b) define consciência da situação em três níveis distintos: percepção, compreensão e projeção. O nível de percepção descreve a identificação de objetos e atributos relevantes no ambiente. No domínio de tomada de decisão militar a localização de um evento e as características reportadas na denúncias são exemplos de objetos a serem percebidos. Tais objetos e atributos são adquiridos por fontes de dados, como: sensores, redes sociais, câmeras urbanas, denúncias reportadas por telefone e históricos de

eventos. Portanto, com o aumento da complexidade dos sistemas atuais, a probabilidade dos dados percebidos apresentarem incertezas aumenta e tais incertezas podem interferir diretamente na tomada de decisão. Visto que tal perda de qualidade é inevitável em domínios complexos, em (Grayson, 2013), (Botega, 2014) modelos são propostos a fim de melhorar a qualidade da informação, ao reduzir a incerteza.

O nível de compreensão trata de integrar os dados percebidos e formar informações relevantes a partir de seus relacionamentos, ou seja, dar significado aos objetos em relação a outros objetos, seus atributos e uma situação atual. Este nível é altamente dependente da experiência do operador sobre o domínio, onde atribuir relevância aos dados pode depender dos seus conhecimentos práticos na situação. Por fim, a relação entre a percepção e compreensão gera a capacidade de projeção das situações futuras de um determinado ambiente, com essas informações projetadas o operador pode tomar decisões fundamentadas em um curto período de tempo.

O nível de projeção é altamente influenciado pelos níveis anteriores, onde a insuficiência ou qualidade de informações pode gerar previsões incertas acarretando em possíveis erros nas tomadas de decisões. Além disso, SAW é altamente dependente dos contextos temporal e espacial, onde a relevância dos elementos pode ser determinada pelos contextos espaciais e temporais, por exemplo, no domínio militar a localização do suspeito é um elemento relevante no ambiente e está mudando ao longo do tempo, compreender essas mudanças de curso ajuda a prever a localização do mesmo.

Além dos contextos temporal e espacial os esquemas e modelos mentais do operador constituem-se um mecanismo muito importante para SAW, proporcionando uma vantagem significativa para a aquisição, manutenção e recuperação de SAW. Um modelo mental é um mecanismo pelo qual os seres humanos são capazes de compreender sistematicamente a dinâmica do mundo real, incluindo regras formais e considerações detalhadas do comportamento esperado, baseando-se no conhecimento semântico de como algo funciona, por exemplo, em caso de vítimas em um roubo a equipe de socorro pode identificar rapidamente o estado da vítima, através da alta compreensão de como funciona o corpo humano.

Os modelos mentais ajudam uma pessoa a determinar quais informações são importantes para formar expectativas. Tais modelos são elementos fundamentais para os níveis mais elevados de SAW, onde a compreensão pode ser atingida mesmo tendo

insuficiência de dados, por exemplo, no domínio militar um operador experiente pode compreender a dificuldade de socorro às vítimas apenas pela localização das forças socorristas, levando em conta os problemas no tráfego da área do incidente. A Figura 1 ilustra a estrutura do modelo mental e os esquemas na SAW.

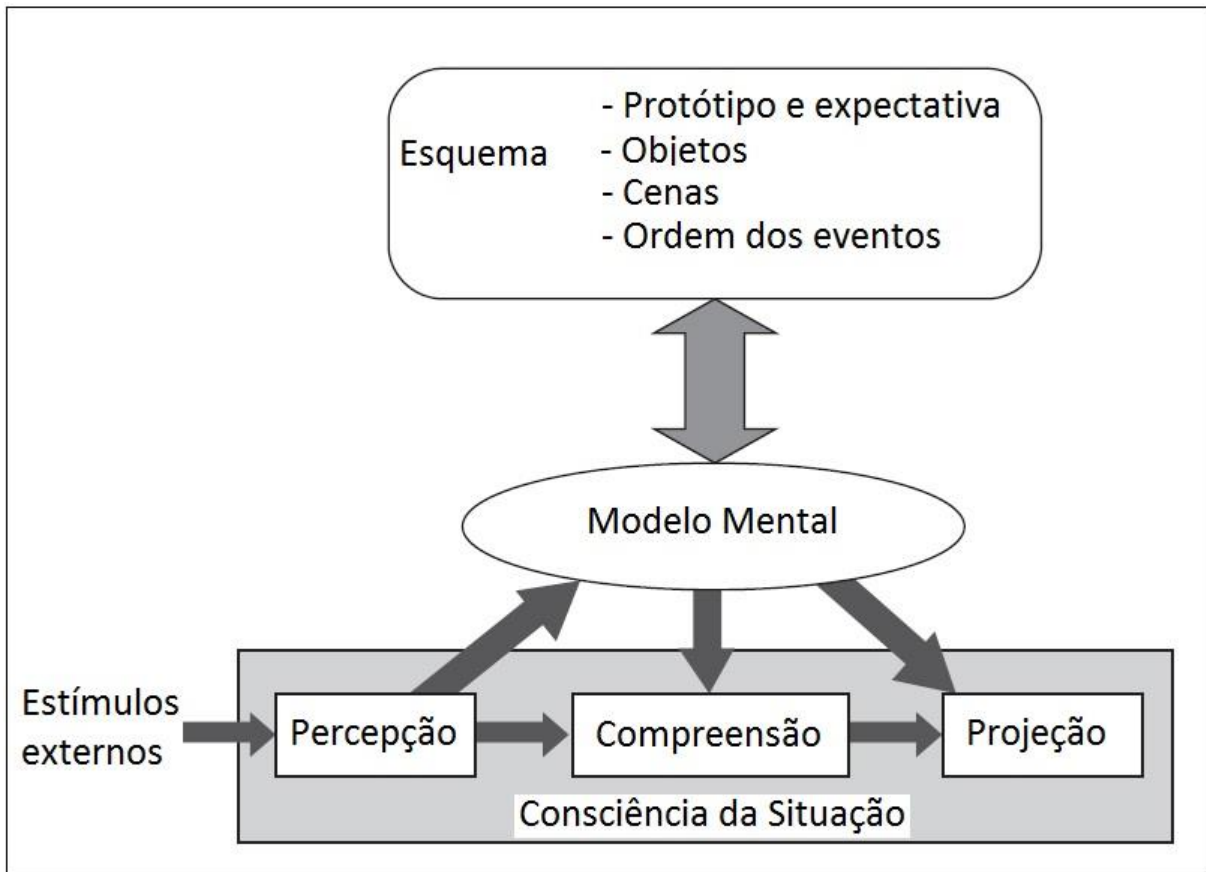


Figura 1 - Esquemas, Modelos mentais e SAW. (Jones e Endsley, 2000)

Esquemas permitem ao operador classificar e compreender rapidamente as informações percebidas. O esquema basicamente fornece compreensão e projeção como uma única etapa, já pré-carregado, como uma situação que já foi vivenciada pelo operador e como evitar a mesma. Portanto, visto que atingir o estado de SAW é um processo que se dá na mente do usuário tais fatores como a incapacidade humana de prestar a atenção, modelos mentais errantes, sobrecarga de dados e fatores de estresse tendem a minar o processo de obtenção do conhecimento situacional do operador. Na Figura 2 é ilustrado o modelo proposto por (Endsley, 1995b).

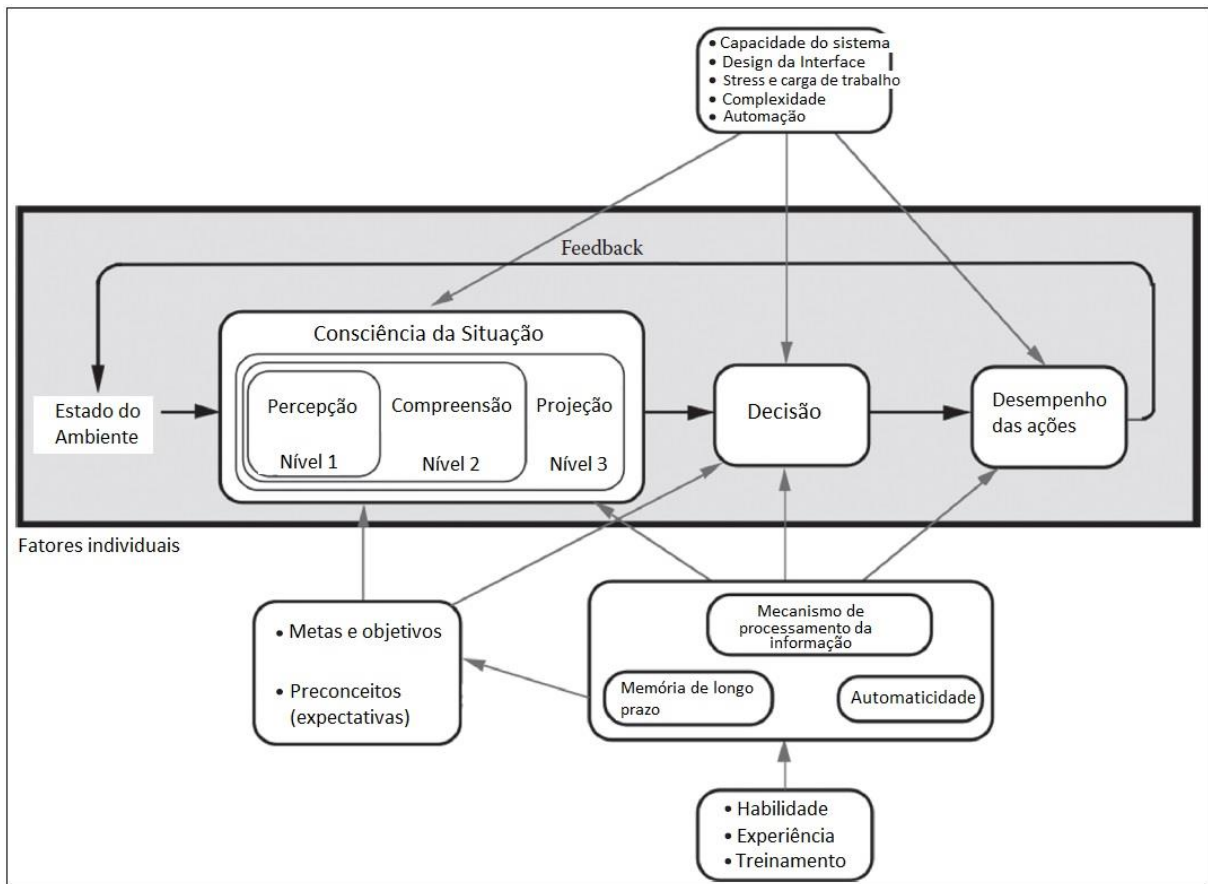


Figura 2 – Modelo de SAW na tomada de decisão dinâmica. (Endsley, 1995b)

1.1.2 Modelo Beringer e Hancock

O modelo de (Beringer e Hancock, 1989) define SAW como a percepção consciente de ações dentro de dois envelopes mutuamente incorporados em quatro dimensões. O envelope interior é o espaço sensorial que não necessita do operador humano para coleta de dados, sendo o envelope exterior a informação contida no interior da região do tempo e espaço. Os envelopes são mutuamente incorporados em envelopes de maior e menor nível, sendo o envelope interior parte do nível maior e o espaço sensorial auxiliado parte do menor podendo transmitir informações apenas através de monitores dentro do envelope sensorial menor.

Tal modelo é dividido em três níveis: superior, inferior e micro. O nível superior é responsável pelas atividades de maior relevância que se relacionam e apoiam a SAW, incluindo as orientações e prioridade das ações a serem tomadas pelo operador, juntamente com as integrações das sub-tarefas e o monitoramento das mudanças no ambiente. O nível

inferior decompõe e alimenta as atividades do nível superior, tal nível tem caracterizado as competências necessárias para obter as informações de detecção, diferenciação, inferência e os diagnósticos. A sequência temporal requer a detecção de novos destinos, a diferenciação entre os estados e membros, os diagnósticos do estado resultante e a inferência dos futuros estados. Essas atividades são necessárias para que o operador possa estabelecer um dinâmico modelo mental que incorpora a previsão do tempo e o comportamento do sistema.

No nível micro está o ambiente e as ações de entrada e saída que influenciam o mesmo, tal ambiente recebe ações de controle do nível superior e retorna com estímulos da situação, essas informações são processadas para apoiar a SAW do operador. Portanto, a maioria dos sistemas que envolvem SAW reside em ambientes críticos, onde um alcance máximo possível de estímulos informativos é preferencial, porém a codificação e a representação da informação podem causar o efeito de estresse no operador e degradar ou perder a SAW. A Figura 3 retrata uma organização hierárquica desses fatores.

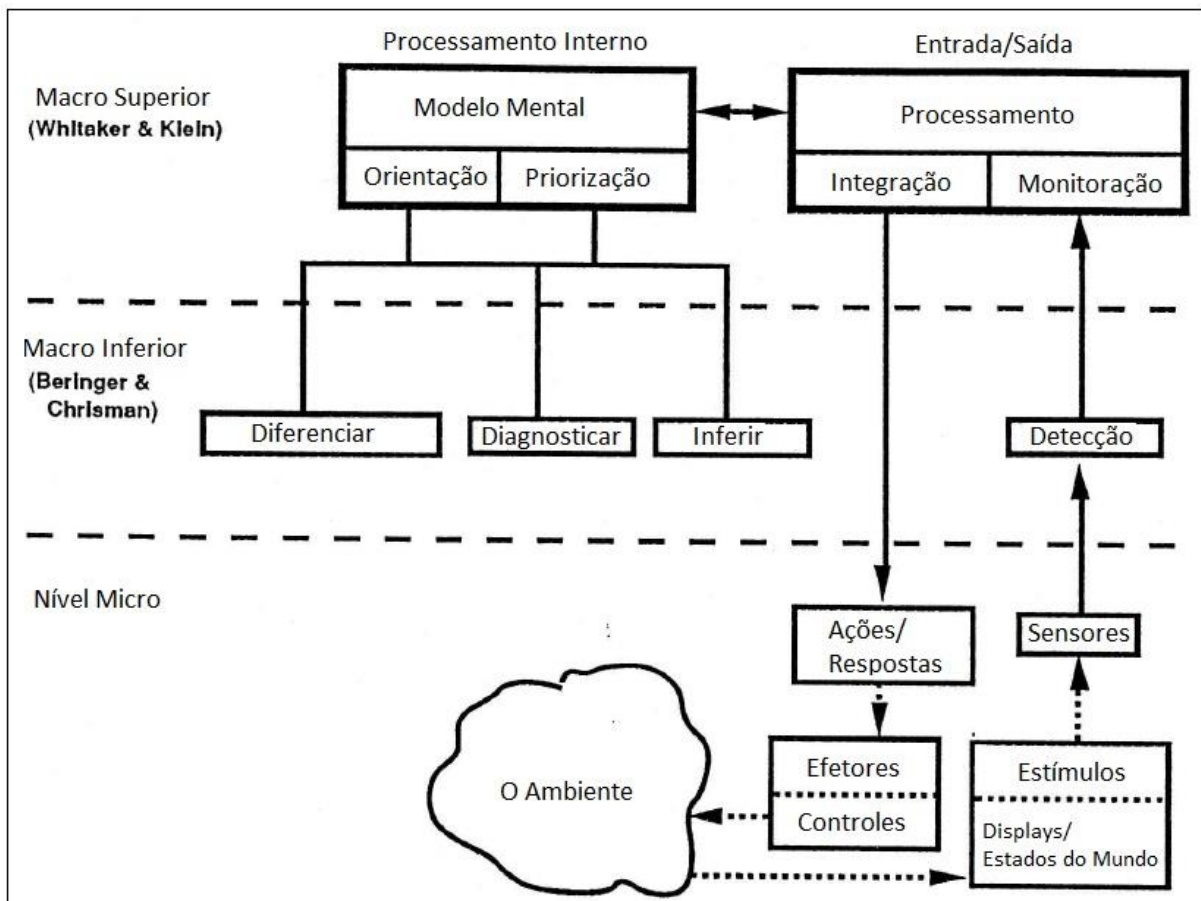


Figura 3 - Organização hierárquica das atividades e componentes em SAW. (Berlinger e Hancock, 1989)

1.1.3 Modelo Carroll

Em (Carroll, 1992) SAW é definida como a percepção contínua de si mesmo e de aeronaves em relação ao ambiente dinâmico de voo, ameaças e missões, e a capacidade de prever futuros estados, em seguida, executar tarefas com base nessa percepção. É a solução de problemas em um relacionamento espacial tridimensional complicada pela quarta dimensão da compressão do tempo, onde há pouquíssimos dados e muitas variáveis. Ela engloba a experiência e capacidades, que afetam a capacidade de prever, decidir e executar do indivíduo.

SAW aplica-se a todos os indivíduos em qualquer tipo de missão em um sentido universal. Os fatores humanos devem ser ordenados em um papel de apoio no âmbito SAW para apoiar o cumprimento da missão. Cada um dos fatores humanos, juntamente com a experiência e as capacidades de cada indivíduo combina-se para apoiar a construção e manutenção de um determinado nível de SAW. O nível de SAW será afetado pela complexidade da missão, a intensidade da ameaça e a quantidade de distrações de atendimento dentro e fora da cabine.

1.2 Influência dos Aspectos Temporal e Espacial na Consciência da Situação

Entender o impacto do tempo sobre objetivos e tarefas em um determinado evento ou ação influencia fortemente a SAW. Em (Endsley, 1995b) a informação espacial é definida como um aspecto altamente útil para determinar os objetos no ambiente e suas mudanças em relação ao tempo, em vários domínios estes aspectos pode ser trivial na tomada de decisão, no domínio militar o aspecto espacial pode representar a localização do evento e suas mudanças em relação ao tempo.

2. Estado da Arte em Interfaces de Consciência de Situação

Para o entendimento claro de como desenvolver a interface de usuário para consciência situacional, uma análise no estado da arte demonstrar os principais métodos e componentes para o desenvolvimento.

Em (Nwiabu et al, 2012) discutem um *framework* para design de UI em sistemas de reconhecimento, que exploram entradas de usuários e do meio ambiente a fim de fornecer informações sob medida em situações específicas. Este *framework* é baseado em uma Análise Hierárquica de Tarefas (HTA) no qual é usado para descrever os principais objetivos e tarefas do domínio, sendo complementada com cenários de estímulo de ideias de design. Para a discussão o *framework* é usado para desenvolver uma UI de um sistema de previsão de formação de hidratos em oleodutos e gasodutos submarinos, aonde a UI é responsável por tratar, interpretar e apresentar informações obtidas por fontes de conhecimentos ao usuário a fim de gerar uma tomada de decisão, no caso do domínio a aplicação do metanol.

Com base na dificuldade de minimizar o esforço mental dos operadores de sistemas de apoio à decisão, (Yu et al, 2009) discutem o conceito de visualização em UI, que propõem um modelo de visualização de informação, juntamente com um mecanismo de recuperação de informações com base no controle difuso. O modelo é composto por três elementos: motor de intérprete, base de conhecimentos e dados persistidos, onde o motor de intérprete tem a função de pesquisar, interpretar informações baseadas no conhecimento e definir quais serão apresentadas na UI. Para a contribuição de melhoria da SAW, o mecanismo de recuperação é capaz de realizar consultas difusas com base nas palavras-chave específicas, diminuindo assim a carga mental do operador e aumentando o poder de compreensão do domínio.

Em (Kun et al, 2006) discutem profundamente o esquema de integração espacial entre tecnologias de visualização e modelos de avaliação de perdas em desastres urbanos, com o objetivo de suprir a necessidade de aplicações espaciais na prevenção de terremotos. Como proposta é desenvolvido um sistema de apoio à decisão para resposta de emergências em terremotos urbanos, o mesmo utiliza um Sistema de Informação Geográfica (GIS) no qual, é usado para representar o contexto espacial e realizar análise da área afetada.

O sistema proposto é dividido em duas partes: sistema de resposta a emergências; sistema de publicações, onde o sistema de resposta à emergência é utilizado para integrar fontes e consultas, e gerar visualizações para a tomada de decisão das forças socorristas, o sistema de publicações é usado para publicar as previsões de perdas na internet para acesso dos usuários. A tomada de decisão e publicações de tal sistema é baseado em cálculos que representam perdas significativas na área afetada.

A fim de responder de forma rápida e eficaz a uma emergência nuclear, em (Meyer et al, 2011) descrevem o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão, no qual seu principal objetivo é guiar grandes organizações como, polícia, militares e autoridades de transporte em evacuações de emergências nucleares, na usina de energia nuclear de Angra dos Reis. Para o desenvolvimento do sistema, são feitas análises em vídeos de simulações anteriores, no qual revela as áreas críticas e suas frequências de acontecimentos no processo de simulação, ou seja, onde a tensão cognitiva dos participantes é maior. Essas análises são então utilizadas como base na realização de uma Análise de Tarefa Cognitiva (CTA), no qual guiará os requisitos funcionais para a tomada de decisão.

O produto final da análise CTA é uma lista de requisitos funcionais que descrevem os aspectos necessários para o desenvolvimento do sistema de apoio à decisão. Para a criação da UI os requisitos funcionais são traduzidos e representados na interface, aspectos espaciais através do GIS, temporais através de uma lista de eventos ao vivo e informações e objetivos através de janelas.

Em (Onal et al, 2013) desenvolvem uma interface de usuário baseada em métodos de melhoria da SAW para minimizar o esforço mental de operadores de escavadeiras elétricas em operações de mineração. A UI proposta utiliza uma análise de tarefa cognitiva baseada em objetivos (GDTA), o qual identifica as informações necessárias para o entendimento claro dos requisitos de SAW em todos os níveis. Essa análise é baseada em entrevistas e discussões com os operadores das escavadeiras.

O *layout* da interface é baseado na combinação de diretrizes de fatores humanos e na análise de requisitos SAW, no qual é composto de componentes, como sistema de guia, painéis de suporte, mapas virtuais e múltiplas telas que juntos tem objetivo de reduzir a carga de trabalho do operador, através da integração dos elementos-chave, para evitar acidentes no processo operacional das escavadeiras elétricas. Por fim a UI é avaliada usando a Técnica de Avaliação Global de Consciência Situacional (SAGAT), que garante a SAW dos operadores.

Com a necessidade de integrar informações de comando, controle e comunicações em operações de SAR, em (Nelson et al, 1998) é proposto um sistema multi-agente (*The Search and Rescue Assistant SARA*) que presta assistência ao SAR, de modo que um conjunto de agentes possam se integrar e gerar uma fonte de conhecimento para solucionar problemas específicos.

No sistema de multi-agente uma sociedade é implantada aonde, cada agente é tratado como uma fonte de conhecimento e cada qual contribui com suas habilidades específicas, e, em troca, conta com informações da sua área de interesse. Tais agentes são classificados como: agentes de interação, domínio, informação e despacho, na qual os agentes de interação são responsáveis por manter o conhecimento e a interação com os usuários, os de domínio têm a função apoiar as tarefas necessárias do domínio SAR, os de informações acessam e interpretam fonte de informações externas, e por fim os agentes de despacho que faz a gestão do grupo. A interação entre os agente é obtida através de uma UI onde pode-se também visualizar informações e dados geográficos.

Em (Van Den Broek et al, 2011) um sistema de apoio à decisão é proposto para suprir a dificuldade de percepção de atos ilegais em missões marítimas como pirataria, tráfico de drogas e outros eventos ilegais. Esse sistema se baseia na fusão de informações de sensores (radar e monitores de curso) e fontes de inteligência (informações que descrevem o contexto atual do navio), no qual tem o objetivo de gerar SAW na identificação prévia de possíveis cenários de ameaça. Para descrever se o cenário percebido é suspeito uma ontologia é criada no qual descrever todas as informações de possíveis ameaças no domínio. Decisões são tomadas a partir de uma definição de ameaça aonde as forças militares são ser acionadas através de alertas.

Em (Gous, 2013) são discutidos o desenvolvimento de duas UI para operações de defesa aérea no qual o principal objetivo delas é certificar-se que o operador possa manter um elevado nível de SAW. A primeira UI é responsável por manter a imagem do ar de um espaço aéreo selecionado, e a segunda pela atribuição de ordens de engajamento em alvos aéreos hostis, no qual o relacionamento de ambas é essencial para o domínio. Porém para desenvolver essas UI deve-se obter um compreensão completa do domínio, portanto, uma análise cognitiva de trabalho (*Cognitive Work Analysis CWA*) é utilizada para identificar e entender as intenções funcionais do domínio, bem como as funções de apoio necessárias para alcançá-las. O layout das interfaces utiliza dois tipos de componentes tecnológicos, o *widgets*

para representação das caixas de textos, botões, camadas de mapa e a *timeline*, e o display gráfico 3D aonde permite a representação geoespacial. Por fim as UI são avaliadas usando a SAGAT, que garante a SAW dos operadores.

Para contribuir para a melhoria da SAW em sistema de comando e controle baseados na prevenção de ataques em campo de batalhas, em (Chai e Du, 2012) um framework é desenvolvido, no qual se baseia em uma estrutura de conhecimento da situação, onde a extração de eventos é responsável por caracterizar os elementos do ambiente, através da fusão de dados dos sensores e regras de classificações de conhecimentos, a mesmo pode reconhecer e explicar a composição das forças inimigas, a suas implantações dinâmicas e intenções, a fim de gerar uma compreensão fundamenta dos elementos. A tomada de decisões é baseada na representação dos dados fundidos na qual descrevem a evolução inimiga. Para a avaliação do *framework*, o mesmo é utilizado para representar uma simulação de um ataque aéreo, onde representa uma melhora significativa na SAW.

Em (Wu et al, 2007) é desenvolvido um Sistema de Desastres Discretos (*Dynamic Discrete Disaster Simulation System D4S2*), para prever desastres naturais e ataques terroristas, no qual tem o objetivo de maximizar a precisão de respostas e minimizar o impacto sobre a vida. Para descrever claramente o domínio na UI, uma análise define os atributos necessários em um possível desastre, entre eles, momento inicial, o tipo de desastre, quantidade de pessoas afetadas e a localização do evento. O sistema de desastre é composto de um GIS que representa o contexto espacial e as visualizações geradas, um sistema de simulação de eventos discretos e regras de decisões nos quais integrados compõem a UI do sistema. Por fim, as tomadas de decisões são codificas com padrões que são levados em conta no momento de projeção.

Partindo de uma necessidade de evitar possíveis catástrofes durante jogos de futebol, em (Gomez et al, 2009) criam e implementam um protótipo para aumentar a SAW dos tomadores de decisão em tempo real, podendo reagir à conformidade, atribuindo possíveis socorristas aos incidentes. Esse protótipo conta com uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) que é responsável por monitorar os sensores colocados em áreas críticas do estádio (sensores de aceleração, ruído e temperatura) a fim de detectar qualquer atividade perigosa. Caso ocorra uma medida anormal, a RSSF envia um alerta ao Comando e Controle (C2) onde o operador pode decidir enviar forças socorristas ao local. A interface do protótipo utiliza o contexto temporal para representação do cenário e das visualizações nas quais incluem a localização

das forças socorristas e o local dentro do estádio que o alerta foi acionado. A tomada de decisão é imediata quando um alerta é acionado, o operador verifica os detalhes do ocorrido e envia as forças socorristas ao local.

Em (Feng et al, 2009) é desenvolvido um sistema de apoio à decisão (*Context-aware Decision Support (CADS)*) no qual incorpora um modelo de SAW compartilhada que através de agentes de entidades extrai informações relevantes do ambiente e as representam aos respectivos operadores. Esses agentes têm como base um conjunto de meta e estratégias que formam a base de comportamento de cada nível de SAW, em um domínio específico, onde metas e estratégias são missões, planos, ações e atributos físicos. Tomadas de decisões no sistema proposto são baseadas nas ações dos agentes, aonde os mesmos tem o objetivo de avaliar e gerar recomendações do cenário. Por fim o cenário representa os pontos percebidos e sua evolução através da localização e do tempo do ocorrido, caixas de diálogo também são representados na UI com objetivo de interagir com as recomendações e sinais de alerta do agente.

Em (Smirnov et al, 2009) é apresentado um sistema de apoio à decisão baseado modelo de contexto que utiliza ontologias para apoiar à decisão operacional na gestão de emergências. O modelo permite integrar o conhecimento do domínio para as necessidades atuais, ou seja, representar a situação de decisão e apoiar o operador na resolução de tarefas típicas para a situação apresentada.

Para este fim, são utilizados dois contextos: abstrato e operacional. O contexto abstrato é baseado em uma ontologia criada por especialistas do assunto, que tem o objetivo de apresentar soluções em determinados casos de emergência e o contexto operacional representa uma ideia explícita sobre as condições no domínio, ou seja, representa os dados percebidos. Antes que o operador possa tomar uma decisão, o sistema percebe todo ambiente e gera soluções viáveis para o incidente com alguns critérios de relevância, por exemplo, custo mínimo de operação ou menor tempo possível de socorro.

Conclui-se que esta análise no estado da arte guiará o desenvolvimento da pesquisa, identificando como UI são construídas e estruturadas para apoiar a tomada de decisão em sistemas críticos. Esta pesquisa identifica os principais métodos para a construção de tais interfaces, entre eles, análises para a identificação dos domínios em questão, os componentes gráficos que representam os aspectos de SA na interface e a avaliação dos operadores em tais sistemas.

3. Métodos de Pesquisa

O trabalho foi dividido em quatro fases de desenvolvimento: Análise de Tarefas, Especificação do Design da UI, Prototipação da UI e Avaliação dos Usuários. Na Figura 4 são ilustradas as fases que o trabalho foi dividido.

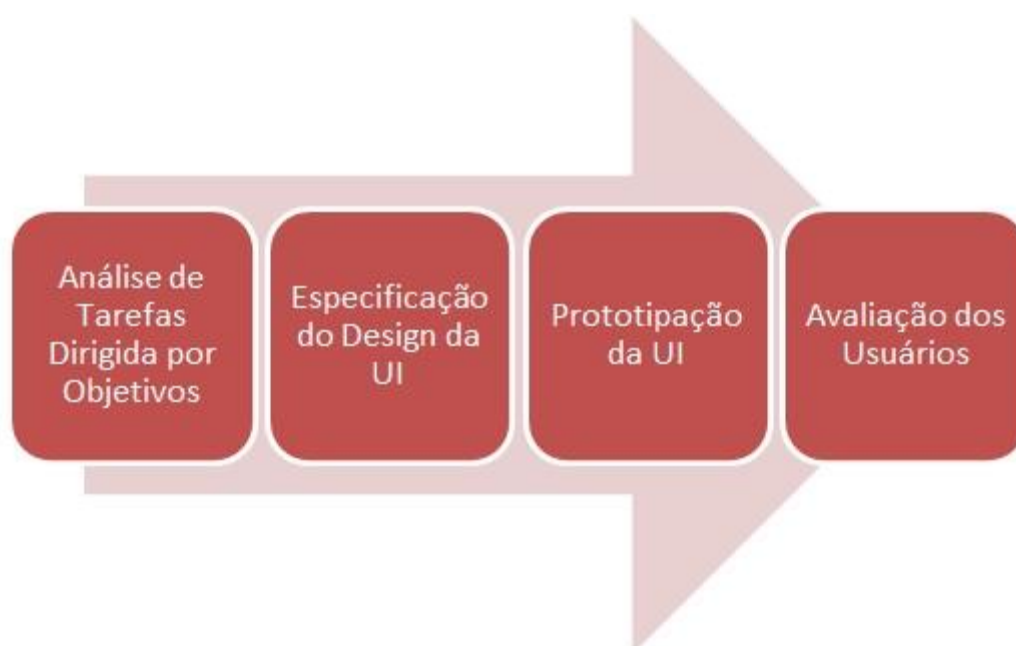


Figura 4 - Método de divisão do trabalho.

Na fase de Análise foram realizadas entrevistas com militares e especialistas do domínio militar para identificar os objetivos, requisitos e fonte de dados que descrevem uma situação de roubo, com intuito de apoiar SAW e definir quais informações são necessárias para a representação através da UI.

Na fase de Especificação do Design da UI foi desenvolvido um estudo de caso para justificar o conhecimento que define a UI.

Na fase Prototipação da UI uma representação da interface é proposta usando uma ferramenta de modelagem gráfica. Como resultado obtém-se a estrutura gráfica da interface.

E por fim, a fase Avaliação dos Usuários adota a metodologia SAGAT que avalia o nível de SAW do usuário no cenário de simulação e garante SAW na operação.

3.1 Análise de Tarefas Dirigida por Objetivos

Antes que um sistema de apoio à consciência da situação possa ser desenvolvido, há a necessidade de se preocupar com o entendimento claro sobre o que significa apoiar SAW em um domínio específico. Esse entendimento pode ser adquirido através da GDTA, que define regras, objetivos e necessidades, a fim de tomar decisões apropriadas à SAW em cada nível de consciência (Endsley, 2000). Operadores de SAW necessitam de requisitos dinâmicos ao longo da execução e tal análise incide sobre essas informações.

A GDTA ajuda a determinar melhores caminhos para a representação da informação precisa ao operador, a fim de apoiar a melhoria da SAW do mesmo e consequentemente a tomada de decisão. Desenvolver GTDA envolve compreender o domínio e determinar seus objetivos, decisões e exigências, tal compreensão pode ser adquirida através de entrevistas com especialistas no domínio ou fonte de informações do domínio. A GDTA é formatada de forma hierárquica, onde seus objetivos são separados em sub-objetivos que descrevem os requisitos necessários para o entendimento do domínio. A Figura 5 mostra a estrutura da GTDA proposta por (Endsley, 2000).

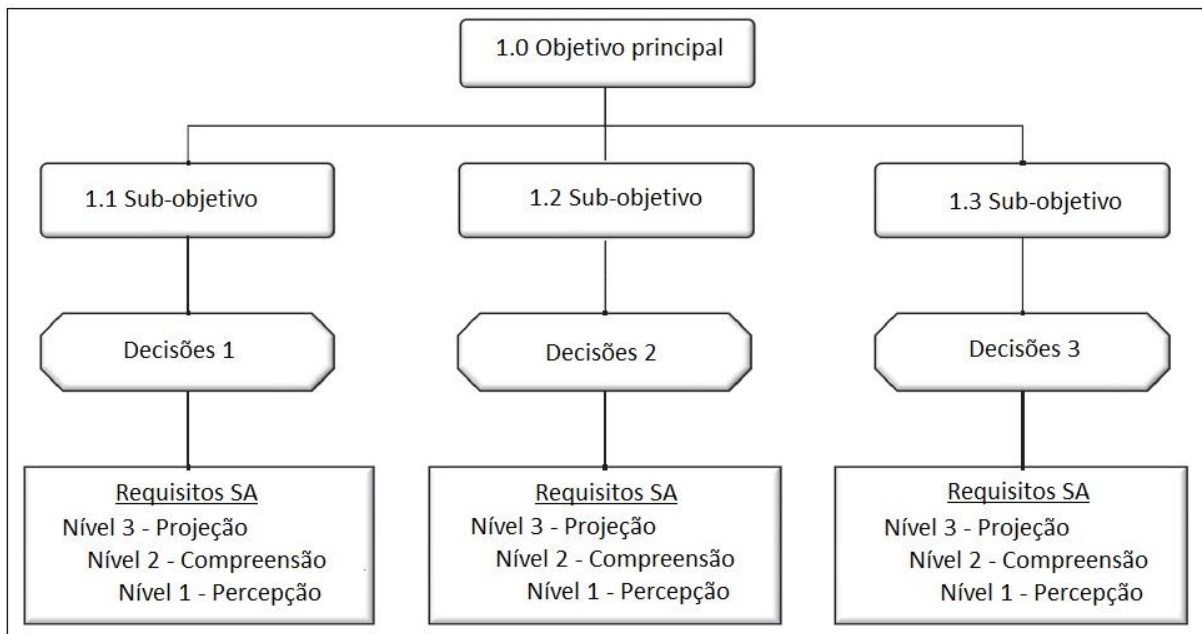


Figura 5 - Estrutura da análise de tarefas. (Endsley, 2000)

Para o desenvolvimento da UI proposta, uma Análise de Tarefa Cognitiva Baseada em Objetivos (GDTA) foi desenvolvido, baseando-se na necessidade de apoiar o operador no monitoramento de crimes, na qual configura-se como estudo de caso. A GDTA foi construída através de várias entrevistas com militares da polícia militar do Estado de São Paulo e especialistas no domínio, na qual representa as informações relevantes que devem ser apresentadas ao operador através da UI, para apoiá-lo nos três níveis de SAW. A análise relata também as fontes de dados que geram informações nos três níveis de SAW. A análise é representada nas Tabelas 1 e 2.

SA - Nível 1	SA - Nível 2	SA - Nível 3
<p>Informações necessárias para estimular a percepção do operador na forma de sugestões (cues)</p>	<p>Informações que indicam a relação entre os elementos percebidos para estimular a compreensão do operador (novas cues)</p>	<p>Informações que indicam a evolução dos eventos e que possibilite projetar estados futuros</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Condição da vítima (ferida, em choque, lúcida, assustada, etc); - O Momento do possível início e final do evento; - Local do crime ou proximidade (espaço/zona do evento); - Número de suspeitos; - Objeto em porte do suspeito; - Local atual e anterior do(s) suspeito(s); - Atributos físicos do(s) criminoso(s); - Presença de civis; - Presença de militares; - Objeto de roubo e suas características; - Índice de qualidade dos dados e da fonte dos dados (completude, precisão e atualidade); 	<ul style="list-style-type: none"> - Pessoas com atributos semelhantes aos da denúncia no local indicado na denúncia: Crime em andamento e indícios de identidade do criminoso; - Pessoas com atributos semelhantes aos da denúncia no local indicado na denúncia, portando o possível objeto subtraído: Indícios dos possíveis criminosos; - Diferença entre o momento da denúncia e o momento do possível início do evento: tempo transcorrido do crime; - Hora atual em relação ao final relatado do evento: duração do evento; - Criminoso porta objeto nas mãos e há presença de civis no local: Indícios de roubo/assalto; - Vítima ferida: Necessário acionar resgate ou outro; - Numero de suspeitos que compartilham a descrição >1: criminosos possivelmente agiram em grupo; - Indices divergentes de qualidade de dados avaliados pelo sistema e pelo humano: necessidade de parametrização; 	<ul style="list-style-type: none"> - Crime em andamento a muito tempo: risco à vida ou patrimônios em futuro próximo; - Tempo transcorrido arbitrariamente longo <u>de</u> evento ainda em andamento: evento pode evoluir para outros crimes; - Tempo transcorrido arbitrariamente após o início do evento ou aparentemente encerrado: redução da performance do atendimento;

Tabela 1 - Modelo GDTA baseado no monitoramento de crimes.

Fontes de dados para informações de Nível 1	Fontes de dados para informações de Nível 2	Fontes de dados para informações de Nível 3
<ul style="list-style-type: none"> - Denúncia ao 190 (voz) da vítima ou testemunha; - Denúncia ao 190 (transcrição/texto) vítima ou testemunha; - Módulo de reconhecimento de padrões com a identificação de atributos/ramificações na denúncia ou nas imagens); - Câmeras urbanas localizadas em pontos fixos da cidade; - Posts em rede social; - Módulo de avaliação estatística de dados (fornecem medidas de qualidade de dados); 	<ul style="list-style-type: none"> - Fontes do nível 1; - Sistema de fusão/integração de dados (novos dados combinados podem gerar novas informações); - Banco de dados com informações recentes e históricas de padrões e atributos; - Operador PM em interface de usuário (interação exploratória ou guiada por experiência/expertise); - Interface de consciência de situação e módulo de visualização de informações; 	<ul style="list-style-type: none"> - Fontes do nível 1 e 2;

Tabela 2 - Fonte de dados para informações no ambiente.

3.2 Modelo Desing Rationale

Para o desenvolvimento do estudo de caso, está sendo utilizado o método de especificação denominado *Design Rationale* (DR) que permite estruturar o conhecimento para o desenvolvimento de uma interface de usuários. O DR pode ser entendido como uma maneira de documentar um histórico de análises para um determinado artefato de software. Esse modelo permite justificar as escolhas que precedem o *design* e seu principal é o reuso do conhecimento e da reflexão crítica dos requisitos durante o processo de *design*, de forma que as soluções propostas possam ser aproveitadas em outros artefatos.

Para representação e controle das informações temporais, uma análise na literatura mostrar vários tipos de *timeline*, em (Bui et al, 2007), (Koseki, 1997), (VanDaniker, 2009) utilizam o conceito de linha do tempo padrão, composta por um eixo que representa um intervalo de tempo e um *widget* deslizante, que ao ser movido especifica o tempo. Em (Bennett, 2010) a informação temporal é representada através de acesso tangível, onde o ganho vem da manipulação direta, porém restringe o domínio e não há correspondência na vida real, tais justificativas são representadas na Figura 6.

A Figura 7 representa as melhores práticas para a representação das camadas da UI em (Shneiderman, 2003) são representadas com controles deslizantes que permitir que os usuários manipulam facilmente entre as camadas de acordo com a necessidade, porém tal controle deslizante precisa passar por camadas vizinhas para chegar em uma camada superior.

Em (Gous, 2013) é utilizado o componente gráfico *Widget*, onde está precisão é aumentada mais há perda de espaço na interface.

Por fim, o DR desenvolvido ilustrado nas Figuras 6 e 7 justificam tais caminhos e decisões e requisitos de design que influenciam diretamente à SAW. Tal especificação contém argumentos, ideias e decisões que justificam a melhora na SAW no domínio militar.

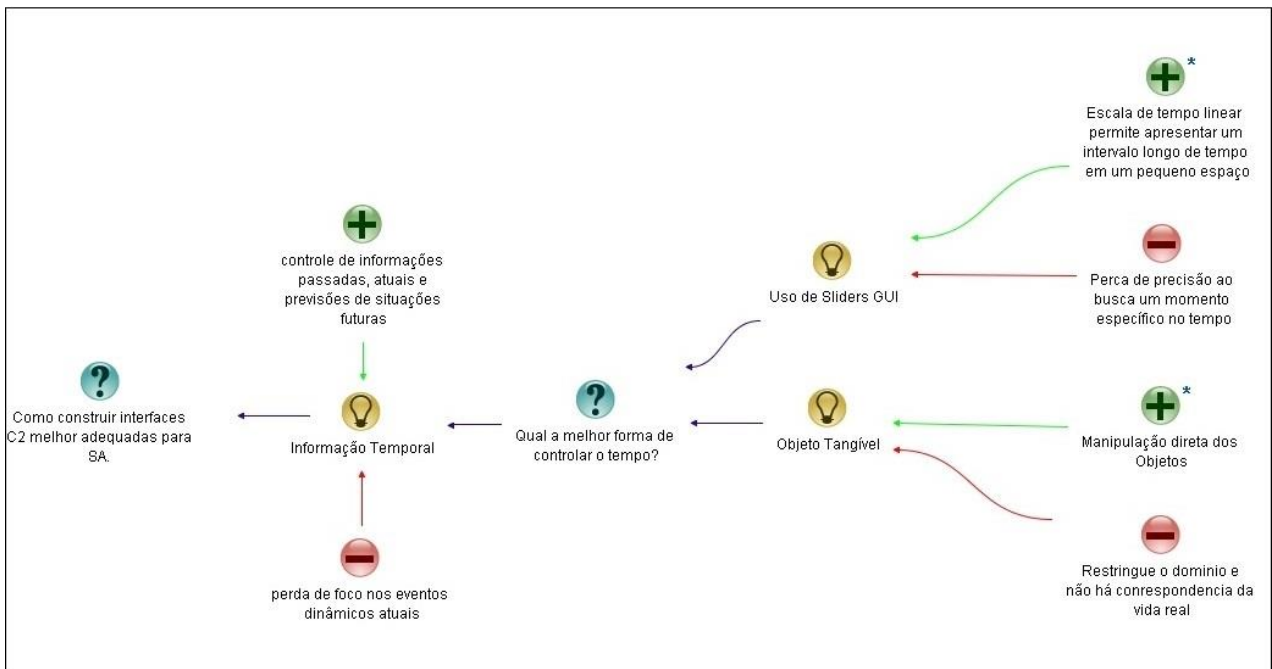


Figura 6. Especificação do aspecto temporal usando *Design Rationale*.

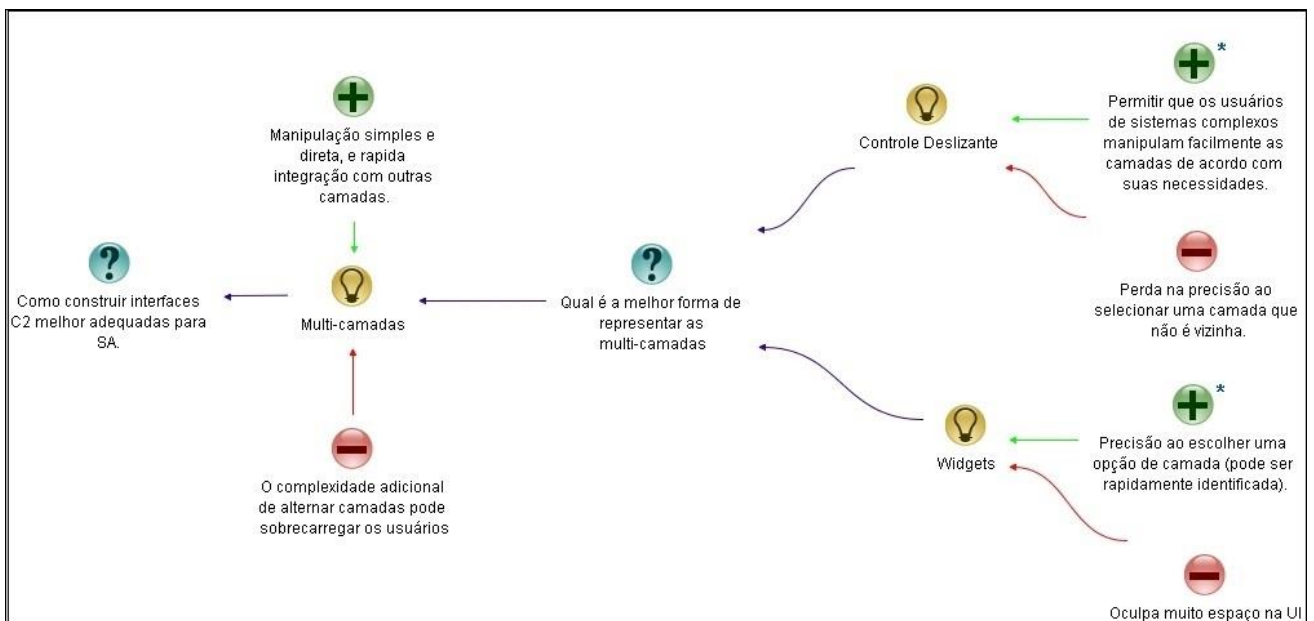


Figura 7. Especificação da representação das camadas usando *Design Rationale*.

3.3 Prototipação da Interface de Usuário

Para a prototipação da UI foi criado uma modelo usando *moqups*, *Moqups* por sua vez pode ser entendido como uma ferramenta de modelagem gráfica utilizada para esboçar ideias de projeto, tal ferramenta disponibiliza vários recursos gráficos para o desenvolvimento de UIs.

A interface ilustrada na Figura 8 é composta por visualizações e componentes gráficos que representam os aspectos que influenciam SAW. Para o aspecto espacial é utilizado visualizações geográficas para a representação o ambiente e seus objetos de interesse, uma *timeline* para controlar o aspecto temporal, por meio de um controle deslizante padrão que disponibiliza ao operador especificar um ponto no tempo e compreender a evolução do histórico de eventos. Para a representação dos atributos de roubo, a interface conta também com componentes geográficos multi-camadas (*layers* e *tiers*), onde as *layers* representam as camadas físicas do mapa, como roteiro, terreno, híbrido e satélite. O uso de *tiers* foi adotado para retratar as fontes de dados relevantes no domínio (ver Capítulo 3, Tabelas 1 e 2).

Como resultado do modelo gráfico obtém-se a estrutura da UI, com seus respectivos componentes de controle para a tomada de decisão militar.

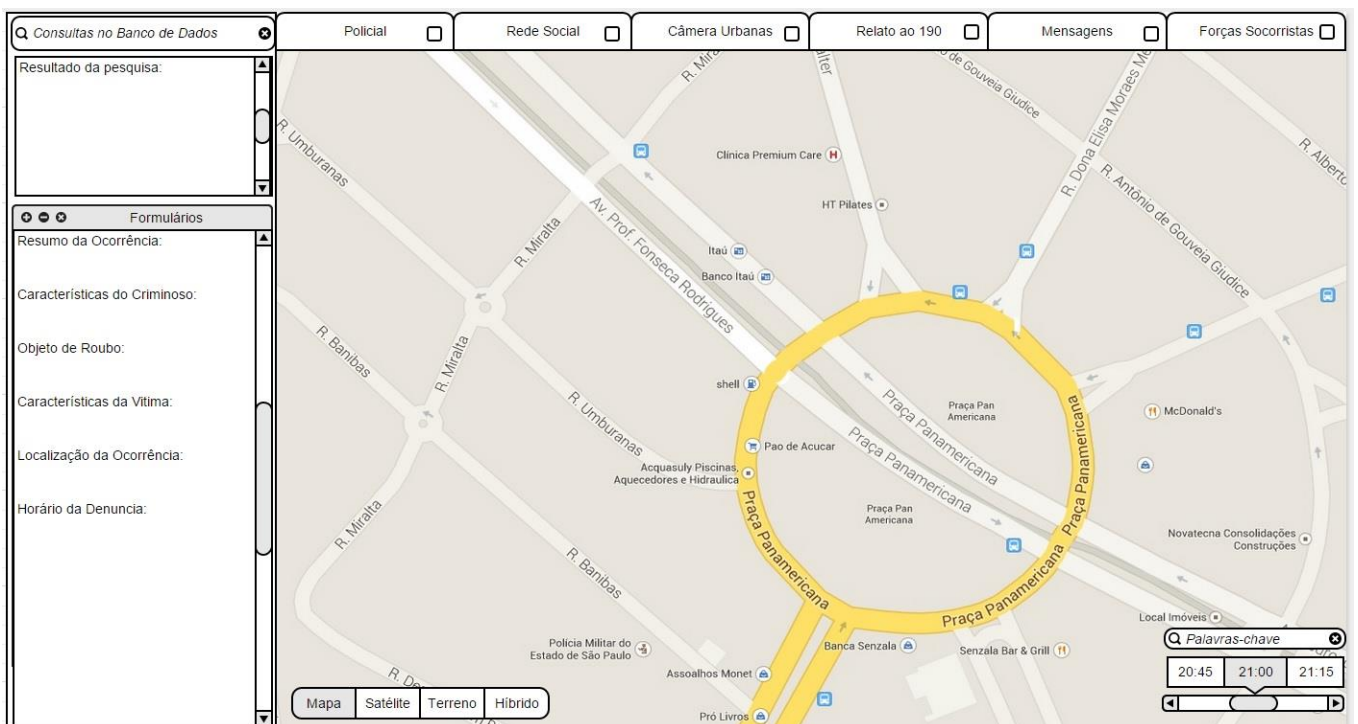


Figura 8: Estrutura da UI proposta na pesquisa

3.4 Avaliação do Usuário usando Metodologia SAGAT

O projeto deve ser testado para identificar quaisquer problemas imprevistos que podem impactar negativamente o operador SAW e permitir que os benefícios relativos de diferentes opções de projeto sejam considerados. Portanto, avaliar SAW envolve medir os seus níveis (ver Capítulo 1, subcapítulo 1.1.1) e em seguida, inferir a partir deles. Em geral, a medição direta e objetiva de SAW é a melhor maneira de abordar a avaliação de um projeto (Endsley, 2004).

Para abordar este objetivo este trabalho utiliza a metodologia SAGAT que realiza exercícios com operador testando os requisitos pertinentes e relevantes de SAW para o domínio de interesse (Endsley, 1988, 1995a). SAGAT utiliza uma forma de congelamento aleatório no cenário de simulação, onde todas as telas do operador ficam invisíveis por um tempo determinado. Nesse momento uma série de perguntas de todos os níveis de SAW (ver Capítulo 1, subcapítulo 1.1.1) são disparadas ao operador para avaliar seu conhecimento na operações. Em geral, perguntas de SAGAT são administradas através de um computador, facilitando a administração dos dados. Dados coletados pelo computador de simulação e por especialistas no assunto são usados para avaliar as respostas como correta ou incorreta com base no que realmente estava acontecendo no cenário naquele momento.

Após o participante completar as perguntas, o cenário de simulação é restabelecido a partir do lugar exato que foi interrompido. Apesar dos congelamentos preocuparem se há interferência na SAW do operador, as evidências indicam que tais congelamentos não afetam o desempenho nas simulações e não há deterioração de SAW (Endsley, 1995c, 2000).

Para que a avaliação seja bem sucedida os congelamentos não devem ser previsíveis ao operador e as perguntas ser reflexo dos requisitos de SAW. Além disso, a formulação das perguntas é desenvolvida para ser coerente com a terminologia do domínio e da maneira em que o operador processa as informações. A Tabela 3 mostra exemplo de perguntas de SAGAT desenvolvidas.

Exemplo de Perguntas SAGAT (Monitoramento de Crimes)
<ul style="list-style-type: none"> - Objeto de roubo e suas características; - Digite a atividade das forças socorristas neste ambiente; - Introduza a localização da ocorrência; - Qual é a tempo de duração do evento; - Digite a direção atual dos militares e a mudança em cada coluna; - Numero de suspeitos que compartilham a descrição dos criminosos; - Diferenças entre o momento inicial e atual da denúncia;

Tabela 3: Exemplo de perguntas de SAGAT para o monitoramento de crimes.

Portanto, administrar os congelamentos é de extrema importância e pode variar em diferentes domínios, no domínio militar, por exemplo, existem restrições de tempo, ou seja, tais congelamentos não podem ser duradouros, porém SAGAT pode ser personalizado quanto a isso e permitir que o participante responda as perguntas em um intervalo de tempo designado.

Os resultados obtidos pela metodologia permite determinar as alterações necessárias para ajudar os operadores a superar os problemas encontrados. A principal vantagem de usar SAGAT é forçar o operador estar consciente da operação, através de consultas aleatórias, onde o operador não consegue se preparar para as perguntas. A Figura 9 mostra um exemplo de consulta enviada ao operador, para testar seu nível de concentração caso ocorra mudanças no ambiente que indicam uma possível ameaça.

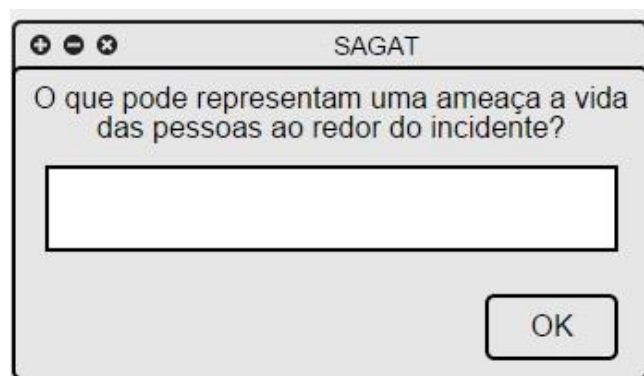


Figura 9: Exemplo de uma consulta SAGAT.

4. Resultados da Pesquisa

Para a discussão e avaliação dos resultados da interface de usuário produzida na pesquisa uma denúncia real de roubo é representada pela interface e ilustrada pelas Figuras 10, 11 e 12.

A denúncia relata que: “Às 20h45 da noite do dia 07/02/2014, a vítima denominada João teve seu carro roubado, um Mercedes de cor preta, por dois indivíduos aparentemente armados com revólver no estacionamento do shopping VillaLobos”.

Partindo dessa denúncia relatada pelo 190 (polícia militar) o sistema de apoio reúne informações necessárias para criar visualizações a serem tratadas na UI. A Figura 10 ilustra a estrutura da interface, bem como, as visualizações do exato momento da denúncia e os recursos necessários para o operador manipular a UI e obter SAW no ambiente, como por exemplo, as múltiplas camadas, o formulário de ocorrência, a consulta ao banco de dados da polícia militar e a linha do tempo.

A Figura 11 ilustra o operador manipulando a linha do tempo na interface, onde o mesmo pode voltar há eventos anteriores e compreender o histórico de eventos em relação ao tempo. A Figura 12 ilustra o operador manipulando as visualizações através das múltiplas camadas, onde pode-se alternar sobre as fontes de dados e as camadas de mapa, no caso específico o operador está relacionando as informações dos postos militares.

Como resultado conclui-se que a interface atende a necessidade de apoiar a SAW em sistemas de tomada de decisão militar, com base na estrutura guiada pelo estado da arte, tal interface é capaz melhorar a SAW ao operador em situações de roubo.

Consultas no Banco de Dados

Resultado da pesquisa:

Formulários

Resumo da Ocorrência:
 As 20h45 da noite do dia 07/02/2014, a vítima denominada João teve seu carro roubado, um Mercedes de cor preta, por dois indivíduos aparentemente armados com revólver no estacionamento do shopping Villalobos.

Características do Criminoso:
 Os dois indivíduos eram brancos e vestiam jeans e camisetas azuis. Um dos dois usava um boné da torcida organizada Gavões da Fiel

Objeto de Roubo:
 Carro Mercedes de cor preta.

Características da Vítima:
 A vítima denominada João passa bem e não teve nenhum ferimento.

Localização da Ocorrência:
 O crime aconteceu no estacionamento do Shopping Villalobos.

Horário da Denúncia:
 As 20h45 da noite do dia 07/02/2014.

Mapa **Satellite** **Terreno** **Híbrido**

Policial **Rede Social** **Câmera Urbanas** **Relato ao 190** **Mensagens** **Forças Socorristas**

Qualidade: 1

Mapa **Satellite** **Terreno** **Híbrido**

Dados do mapa ©2014 Google **Privacidade** **maps.google.com** **Informar um problema** **100 m**

Palavras-chave
 20:30 20:45 21:00

Figura 10: A interface desenvolvida retratando um situação real de roubo.

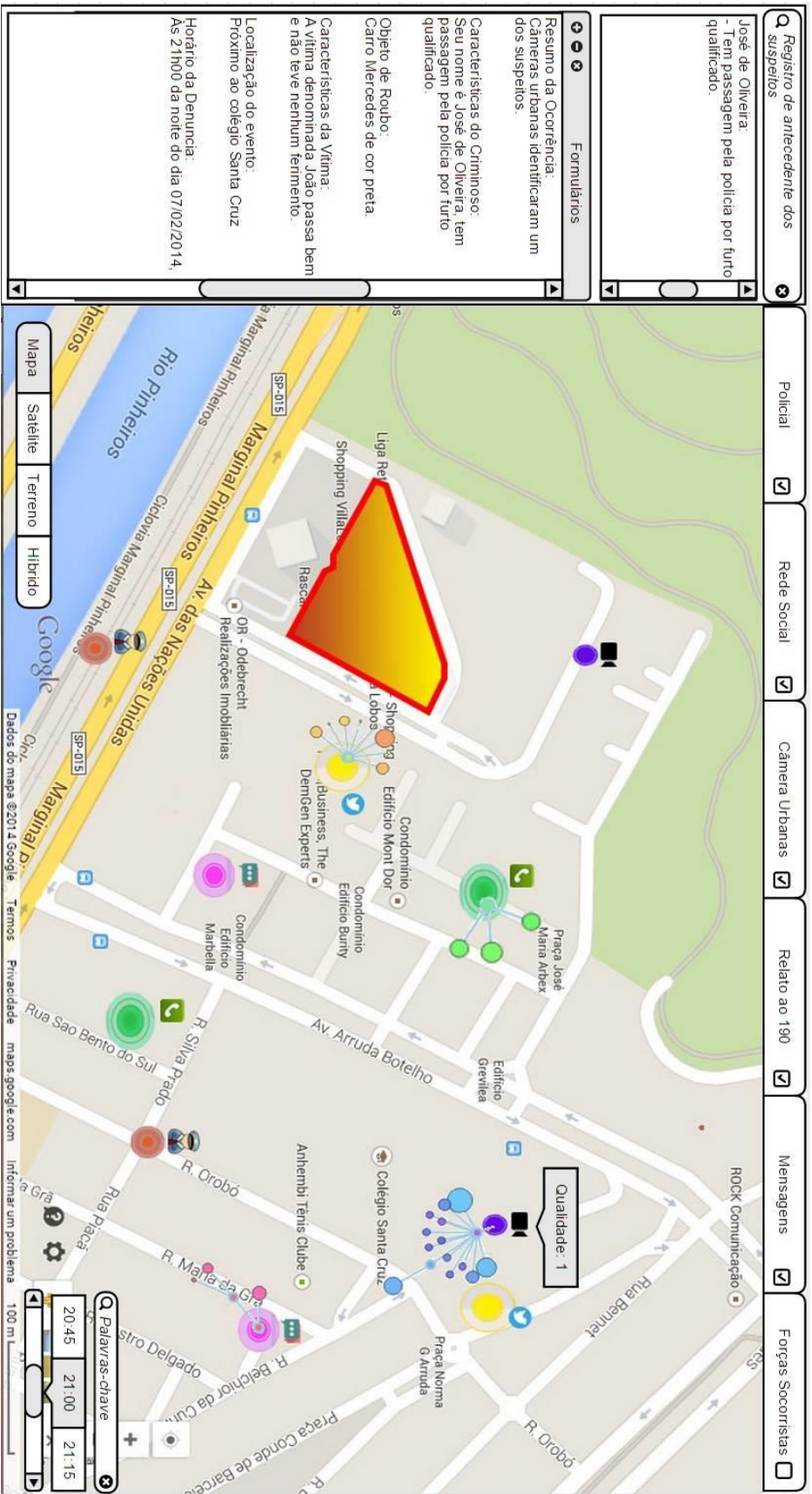


Figura 11: Representação temporal através da linha do tempo.

The interface is divided into several sections:

- Top Panel:** Contains a search bar with the text "Registro de antecedente dos suspeitos" and a dropdown menu showing "José de Oliveira: - Tem passagem pela policia por furto qualificado."
- Right Sidebar:** A vertical menu with checkboxes for "Policia", "Rede Social", "Câmera Urbanas", "Relato ao 190", "Mensagens", and "Forças Socorristas".
- Map:** A Google Maps view of a residential area. A red and yellow polygon highlights a specific location. A callout box over the map says "Qualidade: 1".
- Left Panel (Formulários):** A scrollable list of information:
 - Resumo da Ocorrência:** Câmeras urbanas identificaram um dos suspeitos.
 - Características do Criminoso:** Seu nome é José de Oliveira, tem passagem pela policia por furto qualificado.
 - Objeto de Roubo:** Carro Mercedes de cor preta.
 - Características da Vítima:** A vítima denominada João, passa bem e não teve nenhum ferimento.
 - Localização do evento:** Próximo ao colégio Santa Cruz
 - Horário da Denúncia:** As 21h00 da noite do dia 07/02/2014.
- Bottom Panel:** Includes a search bar for "Palavras-chave" with a time range from 20:45 to 21:15, a scale bar for 100m, and a "Google" logo.

Figura 12: Manipulação e integração das múltiplas camadas da interface.

5. Conclusões

Nesse trabalho, é proposto o desenvolvimento de uma UI para a melhoria da SAW em sistemas de tomada de decisão militar, em especial no monitoramento de crimes. Ao longo deste trabalho, foram apresentados modelos de SAW encontrados na literatura para apoiar a tomada de decisão em sistemas de comando e controle militar, entre os modelos o utilizado na pesquisa é o modelo Endsley (ver Capítulo 1, subcapítulo 1.1.1).

Para o desenvolvimento de tais UI uma análise no estado da arte é gerada, na qual demonstra os principais métodos e componentes que as literaturas utilizam para o desenvolvimento das UI. Para o entendimento claro do domínio de atuação, uma GTDA (ver Capítulo 3, Tabelas 1 e 2). foi desenvolvida para descrever a situação de roubo e definir quais informações são necessárias para que operador possa obter um alto nível de SAW.

É demonstrada a viabilidade dos componentes adotados em uma interface especificada e modelada à luz de um estudo de caso que descreve a apresentação dos requisitos de interface e qualidade dos dados necessários para contribuir com SAW. O estudo de caso se inicia com uma questão de como construir interface que atenda o domínio da GTDA, e justifica os principais contextos para a construção da mesma, decisões de como melhor representar os contextos temporais e espaciais são abordados no estudo de caso, assim como a representação dos atributos de roubo e componentes de acesso ao banco de dados.

A interface final é modelada graficamente utilizando *moqups*, onde se obtém a estrutura da UI, juntamente com seus respectivos componentes de controle e a especificação dos aspectos que influenciam a SAW. Por fim, é proposto uma metodologia para avaliar e identificar quaisquer problemas imprevistos que podem impactar negativamente a consciência situacional do operador.

O autor deste trabalho sugere como trabalhos futuros a implementação da UI, a fim de contribuir para o termino do sistema, podendo ser testado em uma situação real de crimes.

Referências Bibliográficas

(Artman, 2000) Artman, H.. **Team situation assessment and information distribution.** *Ergonomics*, 43 (8), 1111-1128. 2000.

(Bennett, 2010) Bennett, P.. **The Representation and Control of Time in Tangible User Interfaces** (Summary of PhD Research), 307–308. 2010.

(Beringer e Hancock, 1989) Beringer, D. B., Hancock, P. A.. **Exploring situational awareness: A review and the effects of stress on rectilinear normalisation.** In *Proceedings of the Fifth International Symposium on Aviation Psychology* (Volume 2, pp. 646-651). Columbus: Ohio State University. 1989.

(Botega et al, 2014) Botega, L., Berti, C., Araújo, R., Almeida N., Vânia, P.. **A Model to Promote Interaction between Humans and Data Fusion Intelligence to Enhance Situational Awareness.** *Human-Computer Interaction. Theories, Methods, and Tools*. 2014.

(Bui et al, 2007) Bui, A. a. T., Aberle, D. R., & Kangarloo, H. (2007). **TimeLine: Visualizing Integrated Patient Records.** *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 11(4), 462–473. 2007.

(Carol, 1992) Carol, L. A.. **Desperately seeking SA.** *TAC Attack* (TAC SP 127-1), 32(3), 5-6. 1992.

(Chai e Du, 2012) Chai, H., Du, Y.. **A framework of situation awareness based on event extraction and correlation for military decision support.** 2012 *IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom.*, no. 1, pp. 192–196, Aug. 2012

(Endsley, 1988) Endsley, M. R.. **Design and evaluation for situation awareness enhancement.** In Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting (pp. 97–101). Santa Monica, CA: Human Factors Society. 1988.

(Endsley, 1995a) Endsley, M. R.. **A taxonomy of situation awareness errors.** In R. Fuller, N. Johnston, & N. McDonald (Eds.), *Human factors in aviation operations* (pp. 287–292). Aldershot, England: Avebury Aviation, Ashgate Publishing Ltd. 1995.

(Endsley, 1995b) Endsley, M. R.. **Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems.** *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 37, no. 1, pp. 32–64, Mar. 1995.

(Endsley, 1995c) Endsley, M. R.. **Measurement of situation awareness in dynamic systems.** *Human Factors*, 37(1), 65–84. 1995

(Endsley, 2000) Endsley, M. R. **Direct measurement of situation awareness: Validity and use of SAGAT.** In M. R. Endsley & D. J. Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement* (pp. 147–174). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000.

(Endsley, 2004) Endsley, M. R.. **Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design.** (pp.19 -21). 2004.

(Feng et al, 2009) Feng, Y.H., Teng, T.H., Tan, A.H.. **Modelling situation awareness for Context-aware Decision Support.** *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 1, pp. 455–463, Jan. 2009.

(Gomez et al, 2009) Gomez, L., Laube, A., Ulmer, C.. **Secure sensor networks for public safety command and control system.** *2009 IEEE Conf. Technol. Homel. Secur.*, pp. 59–66, May 2009.

(Gous, 2013) Gous, E.. **Utilising cognitive work analysis for the design and evaluation of command and control user interfaces.** 2013 Int. Conf. Adapt. Sci. Technol., pp. 1–7, Nov. 2013.

(Grayson, 2013) Grayson B. Morgan.. **Decision maker perception of information quality: a case study of military command and control.** 2013.

(Ince et al, 1997) Ince, A.N., Evrendilek, C., Wilhelmsen, D., Gezer, F.. **Planning and Architectural Design of Modern Command Control Communications and Information System;** Kluwer. 1997.

(Jones e Endsley, 2000) Jones, D. G., & Endsley, M. R.. **Overcoming representational errors in complex environments.** *Human Factors*, 42(3), 367–378. 2000.

(Kaempf et al, 1996) Kaempf, G. L., Klein, G., Thordsen, M. L., & Wolf, S.. **Decision making in complex naval command-and-control environments.** *Human Factors*, 38(2), 220-231. 1996.

(Koseki, 1997) Koseki, Y.. **TimeSlider : An Interface to Specify Time Point.**1997.

(Kun et al, 2006) Kun, Y., Quan-li, X., Shuang-yun, P.. **The Design and Implementation of Urban Earthquake Disaster Loss Evaluation and Emergency Response Decision Support Systems Based on ArcGIS,** no. 2003, pp. 883–886, 2006.

(Meyer et al, 2011) Meyer, T. S., Muething, J. Z., Amoras, G., Lima, S., Raemy, B., Torres, R., Gomes, J. O., Lambert, J. H., Member, S.. **Decision Support System Interface Design for Radiological Emergency Response Coordination in Brazil,** pp. 146–151, 2011.

(Nelson et al, 1998) K. S. Nelson, R. R. Penner, D. Ph, and N. H. Soken. **SARA : A Multi-Agent System for Collaborative Command and Control,** vol. 00, no. c, 1998.

(Nwiabu et al, 2012) N. Nwiabu, I. Allison, P. Holt, P. Lowit, and B. Oyenehin. **User interface design for situation-aware decision support systems,** *2012 IEEE Int. Multi-Disciplinary Conf. Cogn. Methods Situat. Aware. Decis. Support,* pp. 332–339, Mar. 2012.

(Onal et al, 2013) E. Onal, C. Craddock, M.R. Endsley. **From theory to practice: how designing for situation awareness can transform confusing, overloaded shovel operator interfaces, reduce costs, and increase safety.** 2013.

(Sérgio Kostin, 2001) Sérgio Kostin.. **Modelo para gerenciamento de dados em um ambiente de comando e controle.** 2001.

(Shneiderman, 2003) **Shneiderman, B.. Promoting universal usability with multi-layer interface design.** Proceedings of the 2003 Conference on Universal Usability - CUU '03, 1–8. 2003

(Smirnov et al, 2009) A. Smirnov, M. Pashkin, N. Shilov, T. Levashova, and a. Kashevnik, **.Context-aware operational decision support.** *2007 10th Int. Conf. Inf. Fusion*, pp. 1–8, Jul. 2007.

(VanDaniker, 2009) VanDaniker, M. (2009). **Visualizing real-time and archived traffic incident data.** 2009 IEEE International Conference on Information Reuse & Integration, 206–211.

(Van Den Broek et al, 2011) A. C. Van Den Broek, R. M. Neef, P. Hanckmann, S. P. Van Gosliga, and D. Van Halsema. **Improving Maritime Situational Awareness by Fusing Sensor Information and Intelligence.** 2011.

(Yu et al, 2009) S. Yu, L. Deng, and Y. Zhang. **Visualization User Interface for Decision Support Systems,** Ninth Int. Conf. Hybrid Intell. Syst., pp. 63–66, 2009.

(Wu et al, 2007) S. Wu, L. Shuman, B. Bidanda, M. Kelley, and K. Sochats. **Embedding GIS in Disaster Simulation.** 2007.