

---

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA**

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**INTERFACE ORIENTADA A CONSCIÊNCIA  
SITUACIONAL PARA COMANDO E CONTROLE NO  
PROJETO DF100FOGO**

**MURILO PELLEGRINI FERNANDES**

**ORIENTADOR(A): PROF. DR. ALLAN CESAR MOREIRA DE OLIVEIRA**

Marília - SP  
Junho/2017

---

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA**

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**INTERFACE ORIENTADA A CONSCIÊNCIA  
SITUACIONAL PARA COMANDO E CONTROLE NO  
PROJETO DF100FOGO**

**MURILO PELLEGRINI FERNANDES**

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(a): Prof. Dr. Allan Cesar Moreira de  
Oliveira

Marília - SP

Novembro /2017



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

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Murilo Pellegrini Fernandes

INTERFACE ORIENTADA A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL PARA COMANDO E  
CONTROLE NO PROJETO DF100FOGO

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: 10 ( dez )

Orientador: Allan Cesar Moreira de Oliveira Alc

1º.Examinador: Emerson Alberto Marconato Emerson Alberto Marconato

2º.Examinador: Paulo Rogerio de Mello Cardoso Paulo Rogerio de Mello Cardoso

Marília, 30 de novembro de 2017.

---

*Dedico este trabalho a minha mãe Cristina,  
meu pai Marcos, meu irmão Matheus, minha avó  
Eunice, e a todos que me ajudaram no decorrer  
desde projeto e nos quatro anos de faculdade.*

---

# AGRADECIMENTO

Gostaria primeiramente de agradecer a minha família, que sempre me deu apoio e esteve ao meu lado nessa caminhada, e nunca me deixaram desistir desse objetivo.

Agradeço imensamente ao meu orientador e também professor Allan Cesar Moreira, por todo o conhecimento que foi compartilhado, e toda a atenção que ele dispôs para que fosse concluído este projeto.

A todos os amigos que fiz nestes quatros anos de estudos, por todo o tempo que passamos junto e vamos passar.

---

*“Não se pode criar experiência.  
É preciso passar por ela.”  
- Albert Comus*

---

---

# RESUMO

A Consciência Situacional (em inglês Situation Awareness - SA) é a compreensão dos fatores que podem vir a influenciar na execução de uma tarefa, e o que pode vir a acontecer em um futuro próximo. Muito utilizada em sistemas de tomada de decisão, a SA é de suma importância, pois, quando o operador de um sistema tem ampla consciência do cenário em que ele atua é possível que ele consiga alcançar todos os níveis da SA (percepção, compreensão e projeção) e assim possivelmente tomar uma melhor decisão e diminuir o tempo de resposta. Desenvolver uma interface orientada ao apoio a SA é algo desafiador devido à incerteza das informações. Neste caso a interface deve estar pronta para melhor expor a informação para o operador. O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de uma interface que possa atender todos os princípios de design da IHC e que auxilie o operador do sistema a alcançar todos os níveis de SA.

**Palavras-chave:** Consciência situacional, Situação de risco, Controle de emergência, Interfaces de Usuário, Interfaces Orientadas à Consciência Situacional.



---

# ABSTRACT

Situational Awareness (SA) is the understanding of the factors that may influence the execution of a task, and what may happen in the near future. Much used in decision-making systems, the SA is of paramount importance, since when the system operator is well aware of the scenario in which it operates, it is possible for it to reach all SA levels (perception, comprehension and projection) and thus possibly making a better decision and shortening the response time. Developing an interface oriented to the support of SA is somewhat challenging due to the uncertainty of the information. In this case the interface must be ready to better expose the information to the operator. The objective of the work is the development of an interface that can meet all IHC design principles and that assists the system operator to achieve all levels of SA.

**Keywords:** Situational Awareness, Risk Situation, Emergency Control, User Interfaces, Situational Awareness-Oriented Interfaces.

---

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de SA para processo de tomada de decisão. “Endsley, M.R. & Rodgers, M.D. (1994)” .....	17
Figura 2 - Processo de design de uma interface de usuário (user interface UI). “Endsley, M. R. (2011)” .....	18
Figura 3 – Interface voltada para os usuários, mostrando das informações da área, através de mapa georreferenciado. “Pereira, N.O. 2015” .....	32
Figura 4 - Interface baseada em consciência situacional para visualização de uma área geográfica contendo várias unidades militares (“Eliot Feibush, Nikhil Gagvani, Daniel Williams, "Visualization for Situational Awareness", September/October 2000”).....	33
Figura 5 - Funcionamento do Sistema DF100FOGO. Adaptado de (OLIVEIRA, A.C.M. et al, 2017). .....	37
Figura 6 - GDTA do comandante sendo com foco na avaliação e determinação da natureza da emergência.....	40
Figura 7 - GDTA do comandante sendo com foco na alocação de recursos .....	41
Figura 8 - GDTA do comandante com foco na coordenação de equipes de atendimento.....	42
Figura 9 - GDTA do comandante com foco no envio de relatório sobre o incêndio ..	42
Figura 10 - Primeiro protótipo desenvolvido para a interface DF100Fogo .....	43
Figura 11 - Segundo protótipo desenvolvido para a interface DF100Fogo com foco nos objetivos do GDTA .....	44
Figura 12 - Interface final.....	46
Figura 13 - Interface final com duas emergências detalhadas .....	48
Figura 14 - Interface final com filtro de mapa em foco .....	48
Figura 15 - Interface final com foco no filtro de apresentação de informação no mapa .....	49
Figura 16 - Adicionar pontos no mapa .....	49
Figura 17 - Selecionar Emergência .....	49
Figura 18 - Menu de tabs .....	50
Figura 19 - Alerta de Nível Global .....	54

---

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**CTA** – *Análise de tarefa cognitiva*

**Feedback** – *Uma resposta*

**GDTA** - *Análise de Tarefas Dirigidas a Metas*

**JBB** - *Jardim botânico de Brasília*

**JSON** – *JavaScript Object Notation*

**SA** - *Consciência Situacional*

**SAOD** – *Análise de Requisitos*

**U.C.** – *Unidade de Conservação*

**IHC** – *Interação humano-computador*

---

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 2 - CONSCIÊNCIA SITUACIONAL E INTERFACES</b> .....	<b>16</b>
2.1 O que é a consciência situacional .....	16
2.2 SAOD e GDTA .....	18
2.2.1 SAOD ou Análise de Requisitos .....	18
2.2.2 GDTA .....	20
2.2.2.1 Elaborando uma entrevista.....	21
2.2.2.2 Componentes principais do GDTA .....	24
2.3 Guidelines de design .....	26
<b>CAPÍTULO 3 - INTERFACES PARA GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Trabalhos Relacionados.....	31
<b>CAPÍTULO 4 - DF100FOGO</b> .....	<b>34</b>
4.1 Explicação do projeto df100fogo .....	35
4.2 Interface de comando e controle no projeto DF100Fogo .....	37
<b>CAPÍTULO 5 - INTERFACE DE USUÁRIO PARA MELHORA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DO OPERADOR DO SISTEMA DF100FOGO</b> .....	<b>39</b>
5.1 Análise de Requisitos .....	39
5.2 Desenvolvimento da interface do DF100Fogo orientada a SA.....	42
5.3 Interface final.....	45
5.4 Aplicação dos princípios de design de SA nas interfaces .....	50
5.4.1 Organização das informações de acordo com os objetivos .....	50
<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO 7 - JSON DA SITUAÇÃO</b> .....	<b>60</b>

---

---

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

O DF100Fogo foi criado para auxiliar o Jardim Botânico de Brasília a identificar focos de incêndios com mais rapidez, facilidade e maior precisão nas áreas de cerrado, que são áreas de risco.

O projeto possui três frentes, uma para a comunidade, pessoas que moram próximo as áreas de risco e visitantes, uma para os bombeiros de campo, que recebem notificações via dispositivo móvel e por fim, uma central de comando e controle, onde são recebidas as solicitações enviadas pelo usuário de perfil público, e são avaliadas, e então são tomadas as decisões necessárias para aquela devida emergência.

Porém, um grande problema com o projeto atual, era conceber a possibilidade de o operador do sistema prever eventos futuros com as informações que eram apresentadas para ele pela interface. Visando esse problema a nova interface será baseada nos princípios de Consciência Situacional (SA).

SA é um termo muito utilizado em cenários de tomada de decisão crítica, uma SA mal definida pelo operador de um sistema pode gerar uma má compreensão da situação, afetando a decisão a ser tomada.

Em nosso cenário que é o controle de áreas preservadas do Jardim Botânico de Brasília que possuam grande risco de incêndio, é necessário que haja um tempo de resposta elevado para a solução do incêndio, para que assim não sejam causados danos tão prejudiciais a área de preservação.

A problemática deste trabalho é justamente a dificuldade no desenvolvimento de uma interface que de apoio a consciência situacional e atenda todos os princípios de design e a Análise de tarefas dirigidas a metas (em inglês Goal-Directed Task Analysis – GDTA ) que foi definida diante de uma entrevista com os operadores e responsáveis do sistema. Este problema é encontrado, pois, uma interface que estimule a consciência da situação do operador possui uma grande quantidade de

---

informação. Tendo em mente essa quantidade de informação que será apresentada na interface é necessário que a interface atenda todos os sete princípios de design citados neste projeto para que não haja falta de informação apresentada e muito menos excesso da mesma para não atrapalhar na tomada de decisão e melhoria da consciência da situação do operador do sistema.

Diante de nosso problema o objetivo deste trabalho é justamente desenvolver uma interface que possa apoiar a consciência situacional do operador do sistema DF100Fogo. Para isso será feita uma análise das informações que compõem a consciência da situação do operador do sistema, isso tudo é feito com uma técnica chamada GDTA.

Após a junção dessas informações que são primordiais para a execução das tarefas será elaborada uma interface que atenda as diretrizes de design e todos os requisitos definidos no GDTA.

Para concluirmos os objetivos, iremos realizar um estudo sobre consciência situacional, analisar quais informações compõem a consciência da situação do operador do sistema DF100Fogo, um estudo de como aplicar as informações obtidas em uma interface para estimular a consciência situacional do operador do sistema. Por fim será desenvolvida a interface atendendo as informações anteriores.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 serão apresentados conceitos de SA, como fazer uma análise de requisitos necessários, criação de um GDTA, como elaborar uma entrevista para melhora do GDTA, os principais componentes de um GDTA e as diretrizes de design; Na Seção 3, são apresentadas algumas interfaces orientadas a consciência situacional; A Seção 4, detalha o projeto DF100Fogo; por fim a Seção 5 apresenta a descrição do desenvolvimento da interface proposta.

---

# Capítulo 2

## CONSCIÊNCIA SITUACIONAL E INTERFACES

---

Nesta sessão será abordado o que é SA, como ela funciona e como atua diretamente na tomada de decisão do operador de um sistema.

Também será apresentada a técnica para análise de requisitos e objetivos que serão utilizados para a elaboração do GDTA que é crucial para o desenvolvimento da interface do projeto.

### 2.1 O que é a consciência situacional

A Consciência Situacional(SA) é a compreensão dos fatores que podem vir a influenciar na execução de uma tarefa, e o que pode vir a acontecer em um futuro próximo.

Tem sua definição formal como "a percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de seu status no futuro próximo" (Endsley, 1988).

A SA é muito utilizada em sistemas de tomada de decisão, pois, quando o operador tem ampla consciência do cenário é possível que ele consiga alcançar todos os três níveis da SA e assim tomar a melhor decisão possível, assim aumentando o desempenho do mesmo.

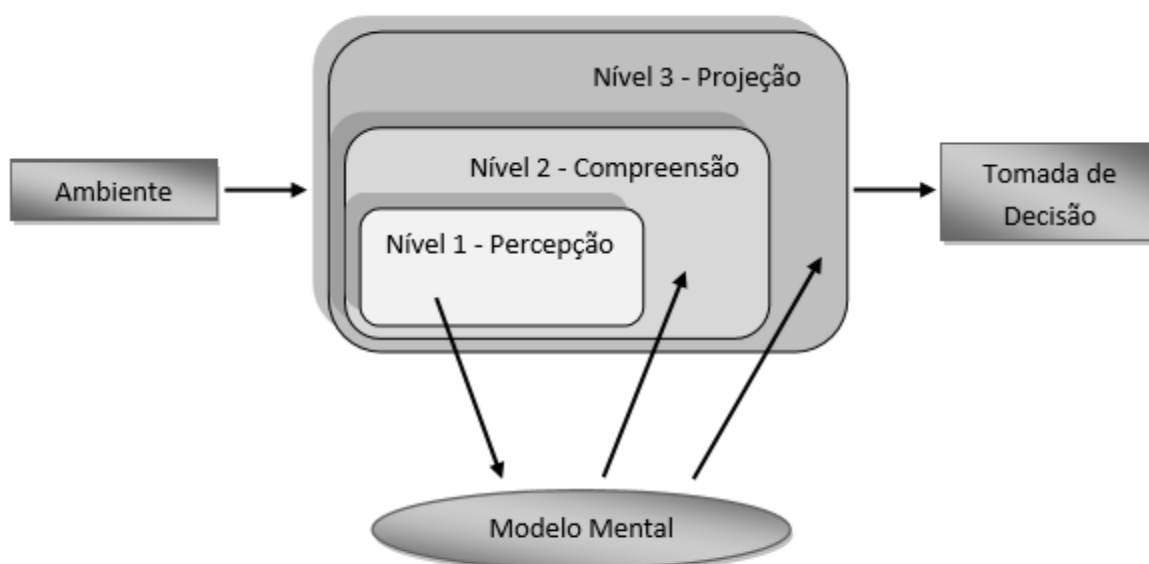
Em um cenário como o nosso, é necessária uma tomada de decisão crítica, para assim combater o foco do incêndio o mais rápido possível, mas uma má SA pode acabar prejudicando o entendimento da situação atual, assim gerando um atraso no combate ao incêndio e podendo assim causar danos a região de preservação e outros danos aos redores da região.



O aperfeiçoamento do processo de SA resulta em uma melhora na qualidade das decisões tomadas, gerando assim um melhor entendimento sobre o cenário.

A SA é dividida em três níveis distintos:

- Nível 1 — Percepção: O primeiro é perceber os elementos no ambiente, essa percepção pode ser feita através dos quatro sentidos ou combinação dos mesmos.
- Nível 2 — Compreensão: O segundo é o ato de compreender a situação atual, as informações percebidas no nível 1 e aplicar com os objetivos do operador do cenário.
- Nível 3 — Projeção: O último é a junção dos níveis anteriores em relação ao objetivo, assim gerando a capacidade de prever acontecimentos futuros.



**Figura 1 - Modelo de SA para processo de tomada de decisão. “Endsley, M.R. & Rodgers, M.D. (1994)”**

Quando o operador do sistema consegue alcançar todos os níveis, ele tem amplo conhecimento do sistema, assim consegue tomar a melhor decisão possível para cada situação, sabendo para quem transferir uma tarefa ou executando a mesma mais rapidamente que outro operador que não tem amplo conhecimento, ganhando assim tempo que é muito valioso no nosso cenário de combate a incêndio em áreas preservadas.

Em SA percepção e atenção do operador são cruciais, pois, o mesmo irá trabalhar com um número de informações alta. Sabemos que a capacidade de nós

pessoas, é limitada para trabalhar com múltiplas informações, assim limitamos também o nível de SA que o operador pode atingir.

SA é altamente influenciada por limitação humana, como a memória e a atenção. Porém, caso o operador sofra de algum desses problemas ele pode buscar ferramentas que lhe auxiliam com essas limitações, que segundo Endsley algumas delas são, “o uso de metas e processos dirigidos a objetivos, automaticidade, modelos mentais e correspondência de padrões para esquemas de situações conhecidas e expectativas”. A melhoria da SA também vem com o treinamento e o amplo conhecimento do domínio.

## 2.2 SAOD e GDTA

### 2.2.1 SAOD ou Análise de Requisitos

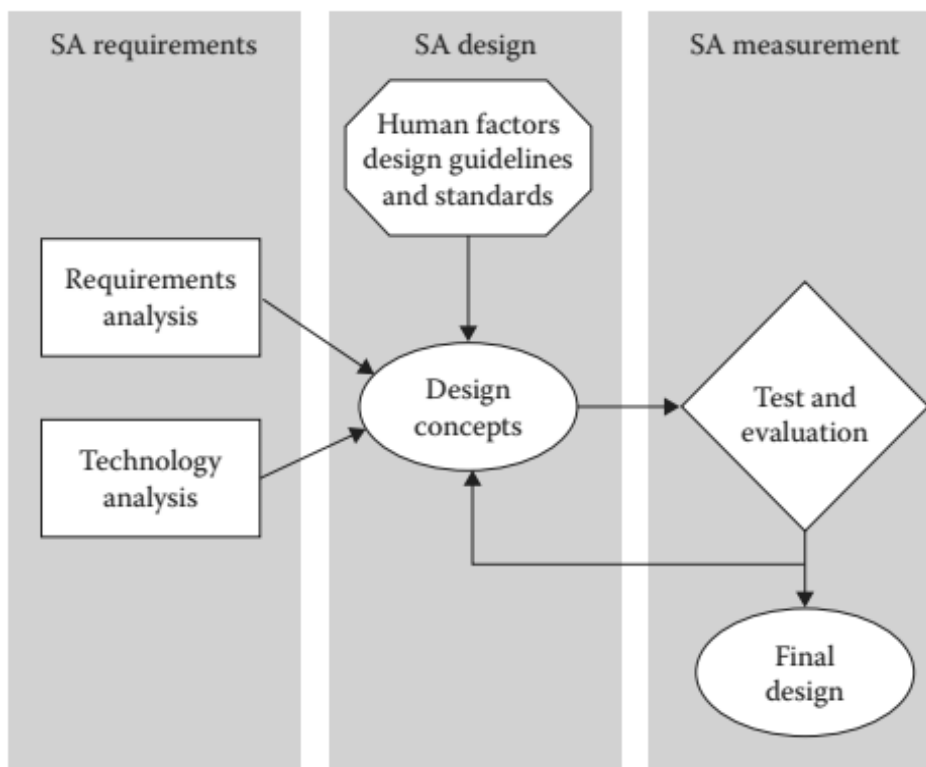


Figura 2 - Processo de design de uma interface de usuário (user interface UI).  
“Endsley, M. R. (2011)”

---

Nesta etapa é desenvolvido um conceito operacional no qual é descrito as funções e suas restrições e as capacidades que devem constar no sistema. Além de se definir os conceitos operacionais do sistema nesta etapa também é muito importante definir as condições ambientais que o sistema estará sendo usado junto com as características do operador do sistema. Segundo Endsley alguns destes conceitos são:

- Níveis de ruído ambiente
- Níveis de iluminação
- Suscetibilidade às variações climáticas e de temperatura
- Vibração
- Privacidade
- Requisitos de segurança
- ritmo esperado das operações
- Posições de uso (por exemplo, sentado, em pé, enquanto móvel)
- Carga de trabalho e níveis de estresse
- Frequência de utilização (por exemplo, ocasional, intermitente, frequente, contínua)
- A necessidade de integração com outros sistemas atuais
- Características anormais no ambiente de trabalho, tais como gravidade ou toxicidade ambiental
- 

Já algumas das características de usuário são:

- Sexo (masculino, feminino ou ambos)
- Tamanhos, incluindo altura e peso (percentil da população a ser acomodada)
- Níveis de habilidade, treinamento e conhecimentos básicos (incluindo
- Experiência e experiência com tipos de sistemas semelhantes)
- Faixas etárias (com destaque para as populações jovens ou em envelhecimento)
- Capacidade de acuidade visual e audição
- Idiomas a serem acomodados

- 
- Vestuário especial ou outro equipamento a ser acomodado (como luvas, Máscaras ou mochilas)
  - Qualquer deficiência física ou requisitos especiais
  - A necessidade de acomodar vários usuários no mesmo sistema

Por último são necessários os requisitos operacionais dos usuários do sistema que segundo Endsley são, “uma consideração de como eles trabalham e operam em seus empregos, os tipos de processos físicos e cognitivos que eles empregam, sua necessidade de interação com os outros e suas exigências de SA” (Endsley, 2011). Para isso é necessário que seja feita uma análise de tarefa cognitiva (CTA), será usada uma forma de CTA chamada análise de tarefas dirigida a objetivos (GDTA).

Após o recolhimento de todas essas informações, é dado início ao processo de avaliação para a modelagem do sistema, todas as restrições, funções, requisitos operacionais, de ambiente e de usuário.

É de suma importância que seja criado um conjunto de critérios que identifiquem os requisitos de usabilidade e também os requisitos de SA já identificados.

O processo de avaliação e o desenvolvimento da engenharia serão desenvolvidos com base nos requisitos de sistema que foram identificados na análise de requisitos. Endsley dizia que “tais requisitos ignoram completamente o componente de processamento humano. Os usuários podem ser inundados com dados que são mal apresentados e o sistema resultante ainda atender a todos os requisitos de engenharia e ser julgado um sucesso”.

### **2.2.2 GDTA**

GDTA é uma análise de tarefas dirigida a objetivos, “centra-se nas metas que o operador deve cumprir com êxito para executar o trabalho, as decisões que ele / ela devem fazer para atingir os objetivos, e os requisitos de informação necessários para tomar as decisões apropriadas” (Endsley, 2011).

---

A GDTA tem seu foco em informações dinâmicas que mudam durante o desempenho de uma tarefa, essas informações dinâmicas são os requisitos de SA, quando definidos os requisitos, podemos criar ambientes de informações que consigam transmitir essas informações de maneiras claras e diretas, ajudando assim o operador do sistema a manter um bom nível de SA.

Uma boa GDTA, é aquela que consegue identificar o que os operadores do sistema precisam para o realizar seu trabalho, o fato de como executam uma tarefa e a combinação de informação para resolver problemas são extremamente importantes para que possamos desenvolver uma interface que mostre de uma melhor forma as informações para o operador a fim de gerar um apoio a consciência da situação e a melhor tomada de decisão, assim tendo um aumento no desempenho da execução da tarefa.

### **2.2.2.1 Elaborando uma entrevista**

Para criarmos uma GDTA, é necessária uma coleta de informações com operadores experientes do sistema através de uma entrevista, para assim adquirirmos as metas, decisões a serem tomadas e os requisitos de SA. Com o resultado dessa coleta de informações conseguimos criar um GDTA inicial, essa GDTA é validada por um número maior de pessoas experientes que conhecem o cenário abordado, para que tenhamos certeza que ela consegue abranger todas as metas mais relevantes, decisões e os requisitos de SA.

Endsley dizia que, “As entrevistas da GDTA são entrevistas não estruturadas que se concentram em metas e requisitos de informação, em vez de monitoração de tecnologias ou sistemas específicos ou fluxos de tarefas”. É importante que o entrevistador tenha amplo conhecimento de todo o domínio, e do processo de trabalho que entrevistado executa, para que a entrevistado se sinta mais à vontade para expressar como realiza as funções, sem ter que buscar outros meios de explicar termos técnicos, já que o entrevistador tem amplo conhecimento do domínio.

Na entrevista os operadores experientes são entrevistados separadamente, para que possamos captar todos seus pensamentos baseados nas metas que o

---

operador deve cumprir. Caso fizéssemos essa coleta em grupo não conseguiríamos captar todas as visões do cenário possível, pois, muitos operadores não se manifestaram como realmente enxergam suas metas e o cenário.

No livro de Endsley ela cita que “Cada entrevista começa com uma introdução do propósito e intenção do esforço de coleta de dados e uma rápida revisão da experiência do entrevistado”. Baseado nas respostas do entrevistado o entrevistador pode dar uma sequência na entrevista conforme for identificando uma área para se aprofundar. Caso o entrevistador perceba mais de um assunto em potencial para se conversar com o entrevistado ele deverá anotar este assunto para retornar após a conclusão do assunto que já está sendo abordado.

Em seu livro Endsley nos dá alguns exemplos de uma entrevista:

**Entrevistador:** "Quais são os objetivos do Oficial de Apoio ao Fogo?"

**Entrevistado:** "Estabelecer ligação de apoio ao fogo com outras unidades. Tem que coordenar e comunicar com sistemas fora do sistema de artilharia. "

**Entrevistador:** "Por que coordenar com outras unidades?"

**Análise:** Recolha o tema principal da resposta do participante para questionamento

O entrevistado pode decidir após declarar seus objetivos iniciais do trabalho se realizar uma pausa e aguarda por novas perguntas do entrevistador ou se realizar uma conversa sem a realização de uma pausa.

Caso o entrevistado opte por pausar, o entrevistador coloca em pauta um dos assuntos que ele encontrou para abordar com o entrevistado, assim a conversa irá fluir até que todos os tópicos identificados sejam questionados. Já no caso de o entrevistado seguir uma linha de raciocínio contínua, é necessário que o entrevistador capte os assuntos e os anote para que sejam abordados ao término do raciocínio do entrevistado, também é necessário que todos os tópicos sejam discutidos.

É de suma importância que o entrevistador tenha estudado o domínio antes da entrevista, pois, assim ele pode desenvolver algumas perguntas específicas do domínio que irão facilitar o decorrer da entrevista e também irá garantir uma melhor

---

coleta de informações. Em seu livro Endsley cita alguns exemplos de questões que podem vir a ajudar em quase todos os cenários de entrevista:

- O que você precisa saber para tomar essa decisão?
- O que você gostaria idealmente de conhecer?
- Como as pessoas fazem isso mal? O que eles normalmente não consideram?
- O que seria um exemplo de alguém com SA realmente bom?
- Como você usa essa informação?
- Quão confiante você está de que as informações que você está recebendo são válidas? Como isso afeta suas decisões?

Após a conclusão da entrevista é necessário que o entrevistador organize as entrevistas por notas, utilizando uma estrutura de objetivo viável, e que permita a representação adequada dos requisitos de informação. Uma estrutura de objetivo irá ajudar na coleta de informações adicionais.

Classificar as notas em categorias similares irá ajudar na identificação de áreas que possuam metas e assim pode vir a facilitar o desenvolvimento de uma estrutura preliminar de metas.

Com base nos objetivos principais e os secundários, é elaborada uma hierarquia relacional, essa hierarquia é representada pelos objetivos que o operador do sistema busca alcançar.

GDTA é baseada em uma hierarquia de metas adequadas, mas no início da GDTA a hierarquia não será boa o suficiente. Para melhorar a GDTA é necessário que sejam feitas novas entrevistas com especialistas atingindo assim novos patamares e conseqüentemente forçando que nossa GDTA seja melhorada. Este processo de melhoramento é feito adicionando, removendo e até reorganizando metas.

---

### **2.2.2.2 Componentes principais do GDTA**

#### ***Objetivos***

Para o sucesso do operador em seu trabalho, são estipuladas metas, essas metas são objetivos em uma ordem superior. As metas precisam ser auto descritivas para que se relacionem com o objetivo a ser descrito.

No início do desenvolvimento de uma GDTA muitos itens que foram classificados como objetivos são alterados para tarefas ou requisitos de SA, conforme mais informações vão sendo descobertas.

#### ***Decisões***

Decisões usadas para cumprir os objetivos são listadas na hierarquia de metas abaixo dos objetivos que elas correspondem. Versões iniciais de GDTA possuem mais decisões do que uma versão final, pois, no início da criação da GDTA são listadas todas as decisões possíveis a serem tomadas, mas durante o decorrer do desenvolvimento da GDTA essas decisões são avaliadas mais cuidadosamente, garantindo assim que fiquem apenas as decisões que são extremamente relevantes para o domínio abordado.

Decisões são formuladas em forma de perguntas mais elaboradas, que possam exigir do entrevistado uma resposta mais completa, além de um 'sim' ou 'não', essa resposta é baseada no seu conhecimento de seus objetivos e do domínio em que ele atua.

Endsley dizia em seu livro que “se o único propósito de uma pergunta é discernir uma única informação, não é uma decisão nesse sentido; é um requisito de informação e pertence à parte de requisitos de SA da hierarquia.”

#### ***Requisitos de SA***

SA são identificados através da avaliação de cada decisão e da identificação de todas as informações que o operador necessita para tomar essa decisão. (Endsley, 2011).



---

Endsley também dizia que “*Os requisitos de informação devem ser listados sem referência à tecnologia ou à maneira pela qual a informação é obtida, e cada requisito deve ser totalmente identificado para maior clareza.*”

Durante o desenvolvimento do GDTA, as primeiras entrevistas podem conter uma falta de informação, pois, os entrevistados muitas vezes comentam de alguma informação em nível de dados. Gerando assim uma falta de informação sobre os requisitos de SA.

É necessário que durante o desenvolvimento da entrevista o entrevistador tenha atenção em questões de como o entrevistado interage com a informação do domínio. Com o questionamento dessas informações é possível extrair do entrevistado como ele utiliza essa informação, a partir desta discussão sobre como o entrevistado utiliza a informação é possível obter as exigências de alto nível de SA.

Pode vir a ocorrer que o entrevistado aborde os requisitos de alto nível de SA, neste caso é necessário que o entrevistador questione requisitos adicionais para garantir os requisitos de nível baixo de SA.

Durante a entrevista é necessário que o entrevistador preste atenção nas previsões e projeções que o entrevistado venha a fazer quando está a chegar em uma decisão. Informações de estados futuros, representam o requisito de Nível 3 (Projeção). *Geralmente, os requisitos do Nível 3 SA são compostos por vários requisitos de Nível 1 e 2 SA.* (Endsley, 2011).

Endsley afirma que “*A consistência é importante dentro dos requisitos de SA, uma vez que os projetos serão finalmente criados para garantir que muitos dos requisitos de SA sejam suportados quanto possível.*” (Endsley, 2011).

### **Conclusão**

Todas as informações coletadas para a criação do GDTA são referentes aos objetivos e requisitos de informação, sendo assim GDTA não se refere aos métodos e procedimentos atuais para obter a informação ou executar a tarefa.

Caso o GDTA deixe não preencha todas as necessidades, pode se usar os manuais e a documentação para o melhoramento da GDTA, considerando que manuais e documentos tendem a ser específicos da tarefa.

---

Apesar dos manuais e documentação serem específicos demais, eles podem vir a garantir que o GDTA está completo. Pode vir a trazer boas discussões de como os operadores realmente executam seu trabalho, pois, muitas vezes ele não segue à risca o manual, nos mostrando assim, quais são as verdadeiras informações que o operador necessita.

## 2.3 Guidelines de design

Guideline ou diretrizes é um termo usado para referenciar User interface (Interface de usuário).

A maneira pela qual a informação é apresentada ao operador através da interface influencia grandemente a conscientização da situação (SA), determinando a quantidade de informação que pode ser adquirida no tempo limitado disponível, a precisão com que ela pode ser adquirida e o grau em que essa informação é compatível com as necessidades de SA do operador. (Endsley, 2011).

No desenvolvimento de interfaces de sistemas é necessário que seja transmitida a informação necessária para o usuário do sistema, para que possa ser poupado esforço mental indevido.

Serão abordados alguns princípios que Endsley afirma que “foram desenvolvidos com base na compreensão dos fatores que afetam SA em sistemas complexos”.

### **Princípio 1: organizar a informação em torno das metas**

“A informação deve ser organizada em termos dos principais objetivos do operador, em vez de apresentá-la de uma forma que seja orientada à tecnologia, exibida com base nos sensores ou sistemas que criaram a informação. Ele deve ser organizado de modo que a informação necessária para um determinado objetivo seja co-localizada e responda diretamente as decisões principais associadas com o objetivo.” (Endsley, 2011).

---

Com a análise de requisitos de SA, conseguimos encontrar as entradas que são necessárias para definir quais informações que são necessárias para tratar cada objetivo. A análise de requisitos determina como juntar informações em vários meios de visualização, com o objetivo de garantir que toda informação precisa para o objetivo seja fornecida.

### **Princípio 2: Apresentar informações de nível 2 diretamente - Compreender a compreensão**

No princípio 2, Endsley afirma que “Como a atenção e a memória de trabalho são limitadas, o grau em que as telas fornecem informações processadas e integradas em termos de requisitos de Nível 2 SA afetará positivamente a SA” (Endsley, 2011). Devido este fato, é importante sempre que possível apresentar as informações processadas para o operador, evitando assim que ele perca o foco do objetivo e acabe se distraindo. Isso vem a causar uma melhora significativa na SA.

“Nível 2 Os requisitos de SA variam entre sistemas, mas normalmente incluem considerações de priorização, congruência entre valores de dados e requisitos, e o efeito de vários fatores em outros sistemas ou em metas de operador. Em alguns casos, será necessário um cálculo do sistema para fornecer essas informações. Em outros casos, a apresentação da informação em justaposição com outras informações (comparadores relevantes) torna a compreensão fácil para o operador.” (Endsley, 2011).

### **Princípio 3: Fornecer assistência para as projeções do Nível 3 SA**

“Uma das partes mais difíceis e tributárias de SA é a projeção de estados futuros do sistema. A projeção requer um modelo mental bem desenvolvido. O suporte gerado pelo sistema para projetar eventos futuros e estados do sistema deve beneficiar diretamente o Level 3 SA, especialmente para operadores menos experientes.” (Endsley, 2011).

O desenvolvimento de projeções de sistema vem a ser muito difícil. É importante que as telas permitam o operador prever possíveis ocorrências, como,

---

por exemplo, mostrar o aumento da temperatura nas áreas do cerrado, isso pode vir a estimular o Nível 3 do operador para ele prever um possível foco de incêndio.

#### **Princípio 4: Apoio Global SA**

“Um problema frequente para SA ocorre quando a atenção é direcionada a um subconjunto de informações e outros elementos importantes não são atendidos, intencionalmente ou não intencionalmente (Jones & Endsley, 1996).”

Restringir o nível de informação exibido para o usuário pode vir a fazer com que ele perca o foco em elementos mais importantes para a tarefa atual. Menus e janelas de informações em excessos vem a prejudicar a visualização do operador em tarefas cruciais para o funcionamento de sistema.

Fornecer para o operador uma outra tela(monitor) com uma SA Global, exibindo uma visão geral da situação e os objetivos do operador deve ser fornecida, juntamente deve ser fornecida informações bem detalhadas referentes aos objetivos atuais.

A SA Global é de suma importância para determinar precisamente as metas que o operador deve dar maior prioridade e também para que ele possa atingir o Nível 3 de SA (projeção de eventos futuros).

#### **Princípio 5: Apoiar os trade-offs entre processamento orientado por objetivos e orientado por dados**

“A concepção do sistema em torno das metas do operador (Princípio 1) apoiará o processamento orientado por objetivos. A grande exibição de imagens que suporta SA global (Princípio 4) suportará processamento orientado a dados direcionando o operador para onde concentrar a atenção para alcançar metas de alta prioridade.” (Endsley, 2011).

O objetivo do princípio 5 é fazer com que processamento orientado por objetivos e orientado por dados se complementem. Para isso é possível aderirmos à características de ambiente (luzes, piscas, alerta, cores brilhantes, sons altos) que venham a retirar a atenção do operador no processamento atual e redirecionar para

---

os objetivos necessários. Essas características devem ser extremamente reservadas para necessidades críticas, e evitados ao máximo em eventos que não sejam críticos, para assim evitarmos que o operador se sinta à vontade com aquele acontecimento (sons, luzes, alerta) e não dê a devida prioridade para o objetivo.

#### **Princípio 6: Fazer pistas críticas para a ativação do esquema saliente**

“Na medida em que modelos e esquemas mentais são hipotetizados como sendo as principais características usadas para alcançar os níveis mais elevados de SA em sistemas complexos, as pistas críticas usadas para ativar esses mecanismos precisam ser determinadas e salientadas no design da interface.” (Endsley, 2011).

Endsley, cita que Kaplan e Simon (1990), foram responsáveis por descobrirem que a tomada de decisão é facilitada se os atributos críticos são perceptivamente elevados.

Geralmente os determinar essas dicas críticas não são uma tarefa fácil, tendo em vista que muitas vezes o operador do sistema não consegue passar essas sugestões. Os operadores que conseguem verbalizar as sugestões e essas sugestões são tratadas como importantes é necessário que elas sejam codificadas para que suportem a tomada de decisão do operador do sistema.

#### **Princípio 7: Aproveite as capacidades de processamento paralelo**

O ser humano consegue compartilhar a atenção entre diversas tarefas e meios de informações, justamente esta capacidade é muito importante em qualquer sistema. Tendo vista que nem todos os sistemas suportam o processamento paralelo de informações, os sistemas que permitam têm um aumento direto na SA do operador.

“Enquanto as pessoas só podem tomar visivelmente tanta informação ao mesmo tempo, elas são mais capazes de processar informações visuais e informações auditivas simultaneamente.” (Endsley, 2011).

#### **Princípio 8: Usar a filtragem de informações cuidadosamente**

---

“A filtragem de informações estranhas (não relacionadas às necessidades de SA) e a redução de dados (pelo processamento e integração de dados de baixo nível para chegar aos requisitos de SA) devem ser benéficas para a SA.” (Endsley, 2011).

A filtragem de informação tem como objetivo auxiliar a SA, fazendo com que o sistema apenas apresente as informações que o operador necessita no momento, isso iria reduzir a sobrecarga de dados e geraria uma melhora de SA.

Porém, o operador do sistema não tem instantaneamente SA apenas olhando as informações que lhe foram apresentadas, para gerar a SA é necessário que o operador observe a situação apresentada, filtrando a informação que será apresentada, este processo será altamente prejudicado afetando a SA final do operador.

Endsley também cita que “o operador precisa ser capaz de responder não apenas a crises imediatas, mas sim de olhar para o futuro para identificar situações em desenvolvimento (Nível 3 SA). Isso lhes permite planejar com antecedência para evitar situações indesejadas, desenvolver uma estratégia tática para lidar com as possibilidades, ou se preparar para possíveis ações, minimizando assim o tempo de reação.” (Endsley, 2011).

Apenas informações que são extremamente desnecessárias devem ser eliminadas. Assim é mais vantajoso apresentar informações de forma clara e de fácil processamento para o operador, para que ele mantenha um nível de SA elevado, o que é necessário para altos níveis de SA.

# Capítulo 3

## INTERFACES PARA GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA

---

---

### 3.1 Trabalhos Relacionados

Esta seção irá apresentar algumas interfaces que também são baseadas em consciência situacional e visam a melhora da performance do operador e da tomada de decisão para cada cenário. Serão apresentadas interfaces que apoiem a tomada de decisão em cenário de risco e cenário que precisem de um tempo de resposta extremamente elevado.

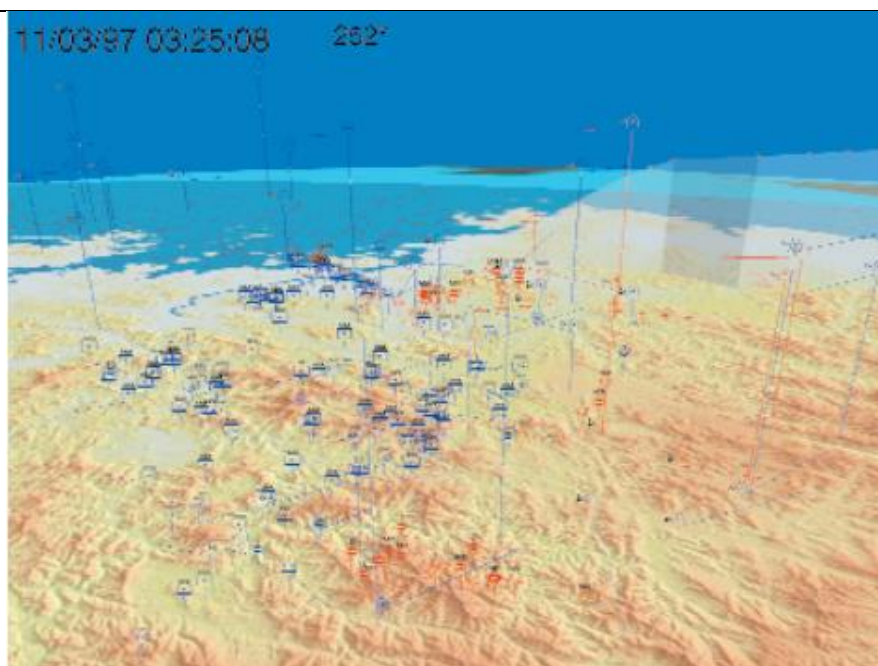
Pereira em 2015 abordou sobre o uso de uma UI orientada a SA para o processo de avaliação de situações de emergências. Sua interface é voltada para o cenário de furtos, e busca a redução da quantidade de erros humanos que afetam a SA em sistemas de avaliação e com isso gerar um aumento na consciência da situação do operador do sistema.



**Figura 3 – Interface voltada para os usuários, mostrando das informações da área, através de mapa georreferenciado. “Pereira, N.O. 2015”**

Eliot Feibush, Nikhil Gagvaniis e Daniel Williams desenvolveram uma interface baseada em consciência situacional para visualização de uma área geográfica contendo várias unidades militares. A interface foi desenvolvida para auxiliar a tomada de decisão militar e otimizar a exibição de dados táticos para a apresentação de informação.





**Figura 4 - Interface baseada em consciência situacional para visualização de uma área geográfica contendo várias unidades militares (“Eliot Feibush, Nikhil Gagvani, Daniel Williams, "Visualization for Situational Awareness", September/October 2000”)**

Scheepens, R. J. desenvolveu uma interface para o apoio de segurança marítima, onde ele aponta que os operadores monitoram as informações baseadas nas relações às ameaças ao ambiente marítimo e que essa visualização da informação possui um papel importante para gerar a consciência da situação do operador.

Marlene Alvarez, Virginia Fernandez Arguedas, Vincenzo Gammieri, Fabio Mazzarella, Michele Vespe, Giuseppe Aulicino e Antonio Vollero usaram a consciência situacional para a descoberta de anomalias e ventos no mar, para auxiliar também a tomada de decisão no cenário marítimo. Eles realizam uma análise de dados de tráfego para encontrar padrões e eventos e junta-los todos em um mapa de eventos.

Todas as soluções apresentadas, são eficientes para os domínios das quais foram desenvolvidas. Nossa interface para o sistema DF100Fogo busca uma forma mais fluida na apresentação da informação apresentada para o operador, mostrando não apenas um tom de interface apenas técnica.

# Capítulo 4

## DF100FOGO

---

---

Nesta sessão será apresentada a explicação do projeto DF100fogo, como surgiu, como o projeto funciona com suas frentes de perfil publica, para os bombeiros de campo e para a central de comando e controle. Também será apresentada os defeitos da interface hoje e as melhorias que serão feitas com o desenvolvimento da nova interface.

---

## 4.1 Explicação do projeto df100fogo

“O sistema, validado pela Brigada de prevenção de incêndios do Jardim Botânico de Brasília (JBB), foi lançado em 20 de dezembro de 2014, em Brasília, com a presença das equipes da UFSCar, JBB e o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia IBICT (parceiros no projeto Saberes do Cerrado).” (Cruz, 2015).

O DF100Fogo foi criado para auxiliar o Jardim Botânico de Brasília a identificar focos de incêndios com mais rapidez e facilidade e com maior precisão nas áreas de risco(cerrado).

O sistema possui três frentes, uma pública, que é voltada para os moradores, visitantes e motoristas, uma de colaborador que é voltada para membros da brigada, bombeiros e membro do JBB e por fim uma de administrador que apenas o administrador do JBB e o gerente da brigada tem acesso.

No perfil público, o usuário pode utilizar o aplicativo para celular, disponível na loja da Play Store. Será possível apenas notificar situações de risco, via voz, texto, foto ou vídeo e também passar informações como coordenadas geográficas do foco de incêndio. As informações enviadas são recebidas em uma central, que aciona uma equipe que é responsável por combater o incêndio.

O perfil colaborador, o membro da brigada, bombeiro ou membro do JBB, podem também notificar situações de risco, mas neste perfil eles podem consultar notificações recebidas, para se caso recebam algum caso de queimada possam tomar as primeiras precauções a respeito.

Já no perfil de Administrador apenas o Administrador do JBB e o Gerente da Brigada tem acesso. Este perfil é possível, notificar situações de risco, consultar notificações, registrar eventos de fogo, enviar mensagens de alerta em massa, gerenciar perfis. Possui funcionalidades funcionais como os outros perfis, mas um diferencial de funcionalidades de alto nível.

A figura 4.1 apresenta de uma forma simples e de fácil compreensão como o projeto funciona.

As informações são enviadas pelo perfil da comunidade e são todas filtradas junto a uma fusão de dados, onde as informações são validadas e agrupadas, para

---

que chegue o maior número de informação possível para o operador do sistema de devida emergência. Um usuário pode enviar uma solicitação com pouca informação, como, por exemplo “fogo próximo ao conjunto 14”, porém, um outro usuário pode enviar “fogo no conjunto 14 indo em direção ao conjunto 13”, a fusão de dados irá ter o trabalho de juntar essas duas informações para melhor apresentar para o operador como um único bloco de informações.

Após a fusão das informações, elas são apresentadas pela interface de comando e controle, onde o operador do sistema irá tomar a melhor decisão diante de sua experiência para aquela ocorrência.

Sendo assim a decisão tomada será enviada para a equipe mais próxima ao local da denúncia, essa equipe composta por bombeiros de campo irá receber as ações que devem ser tomadas por um aplicativo instalado em um dispositivo móvel. A equipe de bombeiros no local também pode enviar informações extras para a central de comando e controle, solicitar auxílio médico ou até mais equipe se necessário.

O projeto também consta com uma base de informações para a fusão de dados composta por mapas de topologia, vegetação, unidade de conservação, a possibilidade de conseguir informações com os bombeiros de campo, históricos de outras denúncias e serviços de clima, tudo isso é apresentada na interface com forma de auxiliar o operador do sistema na tomada de decisão.

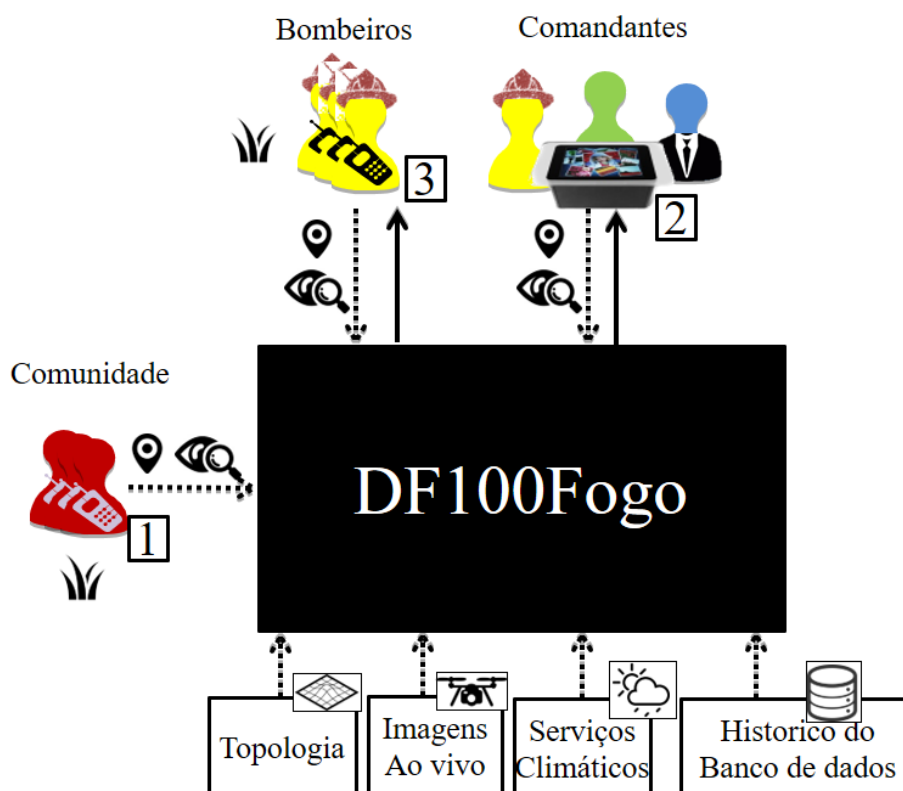


Figura 5 - Funcionamento do Sistema DF100FOGO. Adaptado de (OLIVEIRA, A.C.M. et al, 2017).

## 4.2 Interface de comando e controle no projeto DF100Fogo

A nova interface do projeto para a frente de comando e controle foi desenvolvida com base nos conceitos de SA que são apresentadas na sessão 2.1, várias entrevistas para a elaboração de um GDTA, que é apresentado na sessão 2.2.2 e atender as diretrizes de design.

A interface atual contém alguns princípios de consciência situacional de Nível 1 (percepção dos elementos no ambiente), e alguns de Nível 2 (Compreensão da situação atual). Porém, em uma interface de tomada de decisão crítica é de suma importância que seja possível que operador do sistema consiga atingir o Nível 3

---

(projeção do estado futuro) de consciência situacional para que ele possa evitar maiores danos a área de preservação.

Pensando nisso, esse projeto busca a melhora na apresentação de informação com uma interface que atenda aos requisitos de SA os objetivos definidos no GDTA e as diretrizes de design, para que o operador possa ter uma melhor experiência, gerando assim uma melhor significativa para sua tomada de decisão.

## Capítulo 5

---

# INTERFACE DE USUÁRIO PARA MELHORA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DO OPERADOR DO SISTEMA DF100FOGO

---

Nesta sessão serão apresentadas as interfaces que foram desenvolvidas diante do GDTA definido e os princípios de design de interface e de design para SA.

## 5.1 Análise de Requisitos

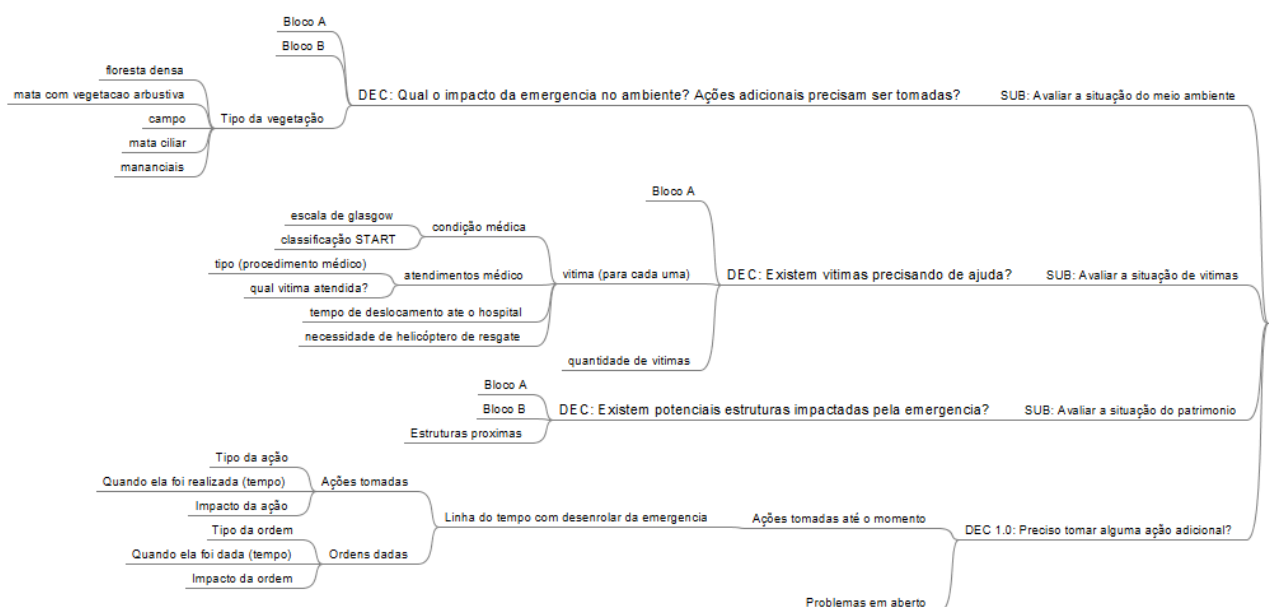
Antes de darmos início ao desenvolvimento da interface, foi preciso fazer uma análise de requisitos, que foi feita junto a uma entrevista, que foi apresentada por Mendes (2016, p. 52–71) para melhor conhecimento do domínio apresentado. A entrevista foi feita com os integrantes do corpo de Bombeiros de Brasília, para que sejam definidas quais informações são mais importantes e quais informações devem ser tomadas para cada tipo de decisão.

Diante dos resultados obtidos com a entrevista, foram encontradas palavras chaves no domínio, sendo possível definir os objetivos que são:

- 1ª - Avaliar a situação e determinar a natureza da emergência (Figura 6)
- 2ª – Realizar alocação de recursos (Figura 7)
- 3ª – Coordenar as equipes de atendimento (Figura 8)
- 4ª – Escrever relatório do evento (Figura 9)

Primeiramente é necessário que o operador do sistema avalie a natureza da emergência (figura 6) antes de tomar qualquer ação, para isso é necessário que ele avalie a situação do meio ambiente, qual o impacto da emergência no ambiente o

tipo de vegetação. Após isso, a situação das vítimas, caso possua, a quantidade de vítimas no local, a condição medica de cada vítima, o tempo de deslocamento até o hospital mais próximo, se é possível fazer um atendimento básico no local, e se é necessário da solicitação de helicóptero para o resgate. Também é necessário que seja verificado se possuem estruturas patrimoniais próximas a área de incêndio, pois, essas áreas devem ser conservadas. Após esses procedimentos, é necessário que o operador revise as decisões que ele irá tomar e então reavalie a situação para ver se é necessário que seja tomada alguma decisão adicional e se possui algum problema em aberto que não foi possível solucionar antemão.



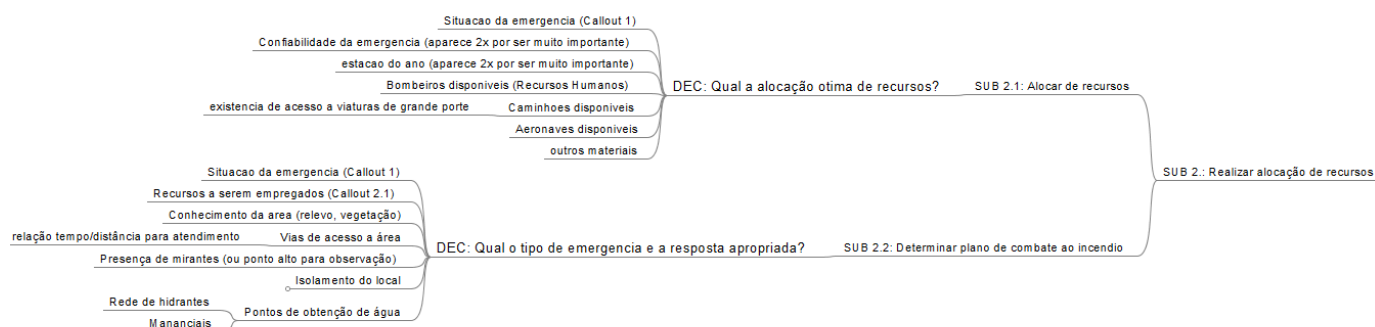
**Figura 6 - GDTA do comandante sendo com foco na avaliação e determinação da natureza da emergência.**

Logo após o operador do sistema agrupar todas as decisões, ele irá realizar a alocação dos recursos (figura 7) para as ações que foram definidas. A alocação de recursos varia muito para cada denuncia, pois, conforme o operador aloca uma equipe a um foco, ele não poderá alocar essa até que tenham finalizado a ocorrência, portando é necessário avaliar sempre qual a melhor alocação para a devida denúncia.



Assim que forem definidos os recursos disponíveis e que serão destinados à emergência o próximo passo do operador será definir qual o melhor plano para combater o incêndio.

Diante dessa informação, o operador deve avaliar informações como, conhecimento da área (relevo, vegetação), tempo/distancia para a chegada da equipe, se a região possui mirantes, os pontos de controle para evitar que a população não atrapalhe no decorrer do trabalho e se a região possui também pontos para a obtenção de água próximas (Hidrantes, Mananciais).

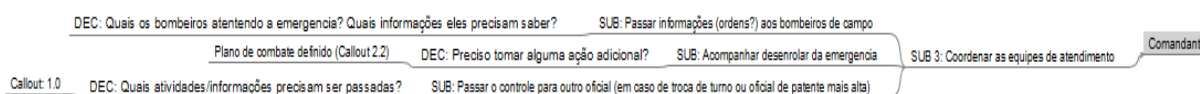


**Figura 7 - GDTA do comandante sendo com foco na alocação de recursos**

A figura 8 trata da coordenação das equipes de atendimento, é necessário que seja passado para os bombeiros de campos as informações, porém, os bombeiros de campos não precisam saber todas as informações que o operador do sistema possui, os bombeiros de campos precisam saber apenas informações relevantes para o combate do incêndio.

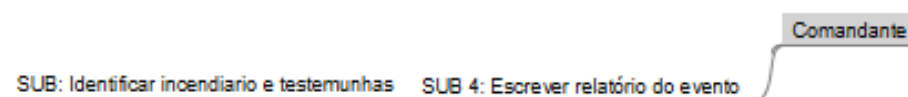
É necessário que o operador não abandone a emergência após a alocação dos recursos, é preciso que ele fique atento com as informações passadas pelos bombeiros de campo, para verificar se é necessário tomar alguma decisão adicional.

Em caso de uma troca de turno, o operador precisa ter ciência das informações que devem ser passadas para o operador que irá assumir, para que não haja confusão e o novo oficial acabe tomando decisões já tomadas.



**Figura 8 - GDTA do comandante com foco na coordenação de equipes de atendimento**

Assim que a emergência é encerrada, é necessário que o operador faça um relatório da denúncia (figura9). Esse relatório não é suportado na interface atual, na interface a ser desenvolvida será possível o desenvolvimento desse relatório. O relatório da emergência irá incluir as informações do incêndio, as ações tomadas, a identificação do(s) incendiário(s) e testemunhas, para que essas informações fiquem salvas para consultas.



**Figura 9 - GDTA do comandante com foco no envio de relatório sobre o incêndio**

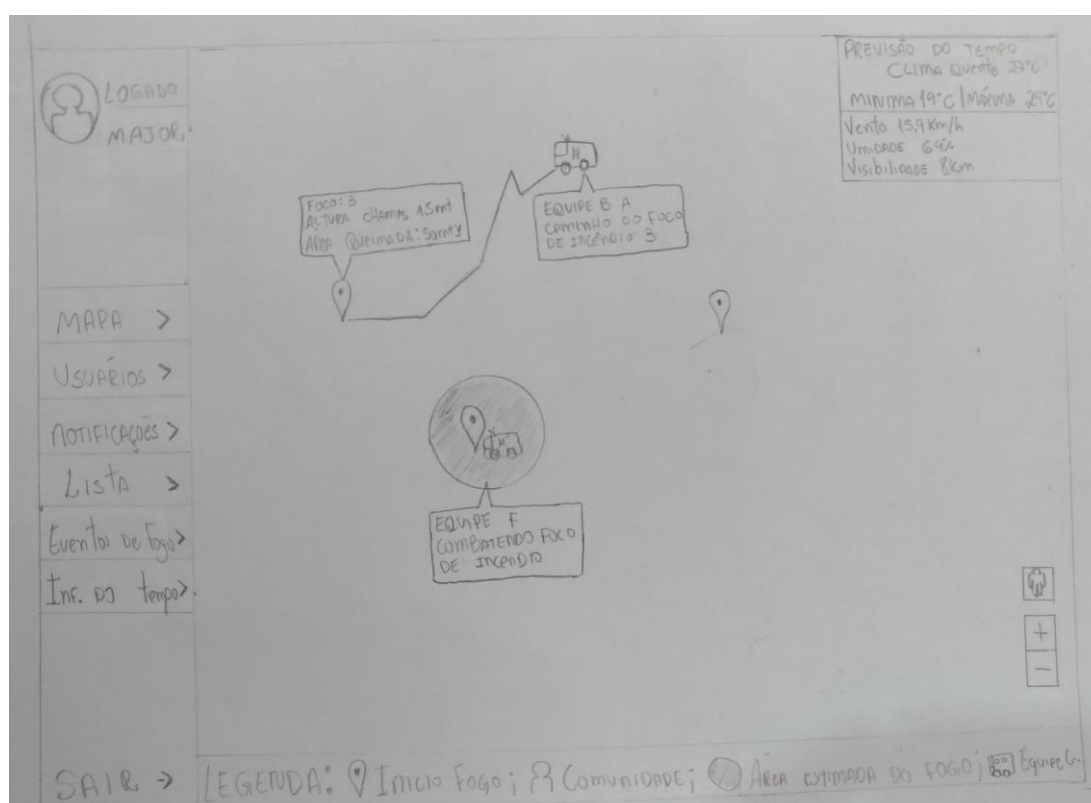
## 5.2 Desenvolvimento da interface do DF100Fogo orientada a SA

Visando melhorar a consciência situacional do operador do sistema DF100Fogo, foi desenvolvido um protótipo da interface (figura 10) baseada nos princípios de design e no GDTA elaborado junto a entrevista com o operador do sistema e demais integrantes da corporação. Porém, os requisitos não foram todos devidamente atendidos gerando assim uma abstinência de informações necessárias para o operador do sistema.

No primeiro protótipo da interface (figura 10), o foco principal foi a exibição das informações no mapa, os pontos significam os focos de incêndios que estão ocorrendo naquele momento. Os pontos que possuem um círculo ao seu redor, seriam para informar ao operador do sistema que já foram alocados os devidos recursos e há bombeiros trabalhando naquela denúncia. E por fim o ponto que era

ligado ao caminhão dos bombeiros, era para apontar a rota que uma devida equipe iria realizar até a chegada na denúncia para começar o combate.

Um dos grandes problemas deste protótipo, foi na exibição de informações para o operador do sistema tomar algumas decisões, por exemplo, era exibida informações sobre o clima, porém, não eram exibidas informações sobre a topologia, unidades de conservação, a quantidade de vítimas no incêndio, caso o operador quisesse acessar alguma, dessas informações, seria necessário que ele alterasse a página a ser exibida, tirando assim o foco principal, que é a exibição das informações no mapa, dando a possibilidade do operador trabalhar no mesmo.



**Figura 10 - Primeiro protótipo desenvolvido para a interface DF100Fogo**

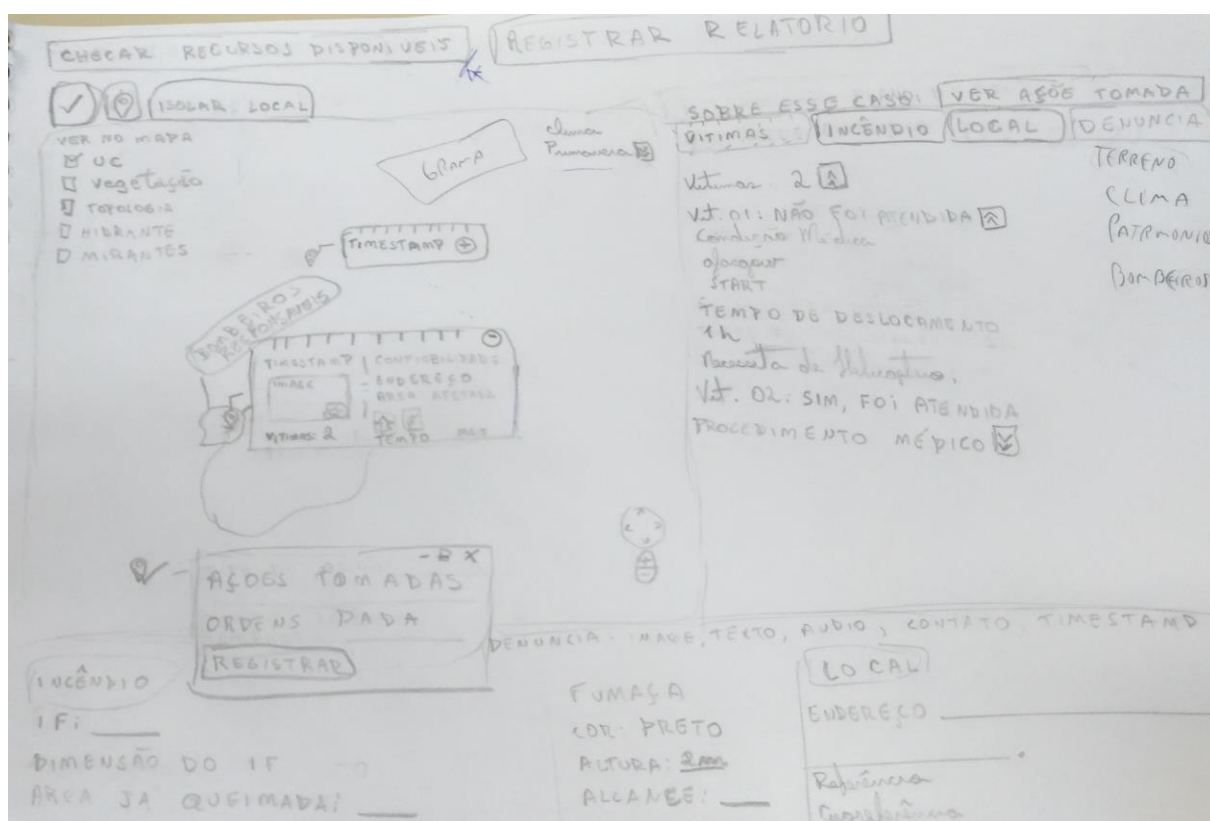
Pensando nisso, foi desenvolvida um novo modelo de interface (figura 11) focado nos requisitos que não foram completamente atendidos no primeiro protótipo e melhorando os demais para acatar o GDTA definido.

Essa versão mais completa apresenta melhor as informações para o operador do sistema, e foi adicionada um menu de *tabs* lateral para que o operador possa

navegar entre as informações, mas que continue visualizando as informações do mapa, que recebem atualizações a todo momento.

No menu de tabs, as informações apresentadas visam melhorar a avaliação da emergência do operador, gerando assim um ganho na consciência situacional. O menu apresenta informações importantes para a tomada de decisão, tais como, vítimas, local da denúncia, as solicitações enviadas, as ações já tomadas e toda as informações do caso.

Foi adicionado também um filtro de informações de exibição no mapa e filtro de mapa, a possibilidade de adicionar denúncias sem recebe-las pelo aplicativo da comunidade (por exemplo, denúncias via 193).



**Figura 11 - Segundo protótipo desenvolvido para a interface DF100Fogo com foco nos objetivos do GDTA**

Já no novo protótipo que foi desenvolvido (figura 11) foram atendidos os princípios de design e os requisitos do GDTA, podendo gerar assim uma interface já baseada nos protótipos anteriores (figura 12).

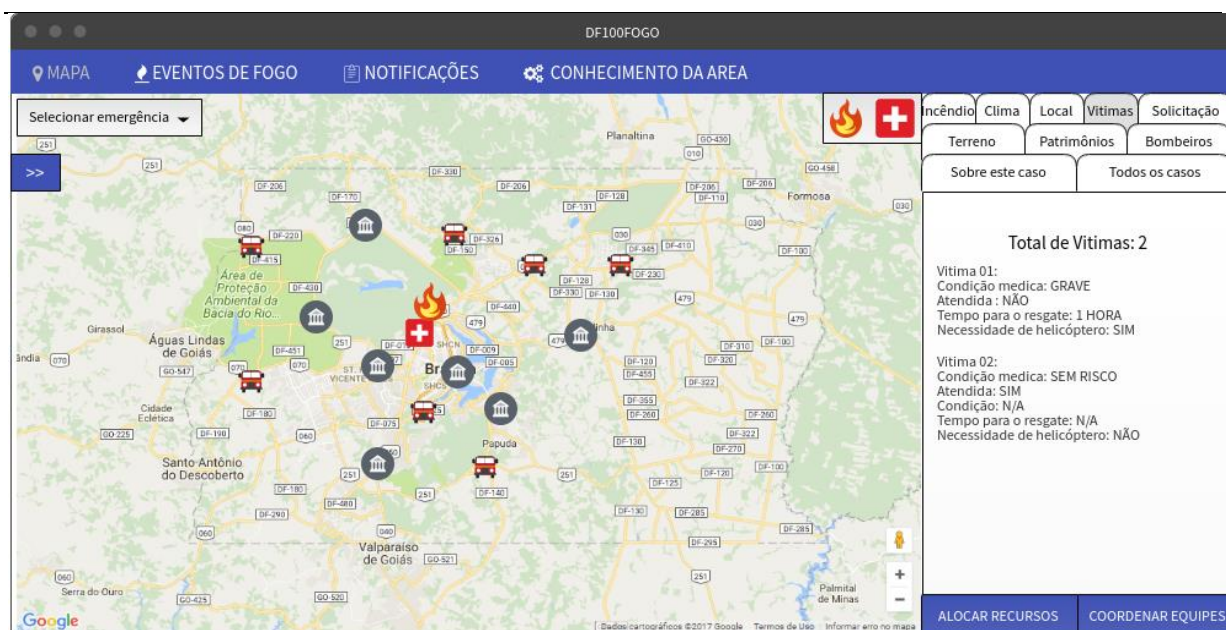
---

Apesar da interface (figura 11) atender os princípios de design e os requisitos do GDTA, algumas informações acabaram ficando obscuras para o operador do sistema. Uma delas foi o filtro, onde algumas opções de filtro alteravam totalmente o mapa, porém, o operador não tinha essa informação em mãos, diante disso não seria possível ele saber qual filtro iria alterar o mapa inteiro e qual iria apenas exibir informações no mapa atual.

### **5.3 Interface final**

A interface final contou com ajustes no posicionamento de alguns elementos importantes para que fiquem melhor apresentados para o operador do sistema, por serem informações importantes que ele precise acessar constantemente, como os botões presentes na imagem “Alocar recursos” e “Coordenar equipes” onde o operador necessitará estar acessando a todo momento enquanto visualiza as ocorrências expostas no mapa, alterações nos filtros de exibição para melhor apresentá-los ao operador.

A figura 12 apresenta a tela inicial da interface com a aba de vítimas selecionada. O mapa nesta situação, está apresentando uma notificação de incêndio representado pelo ícone de fogo, duas vítimas no local, que são representadas pelo ícone de emergência, também são apresentados os bombeiros de campos, representados pelo ícone de caminhão de bombeiro, a posição do ícone no mapa representa onde aquela equipe está no momento, para que assim o operador do sistema possa avaliar e designar a equipe mais próxima para combater uma solicitação, e por fim são apresentadas as unidade de conservações próximas, para que o operador possa avaliar a situação e elaborar um plano de combate ao fogo específico caso haja incêndio em uma Unidade de Conservação (U. C.) ou o incêndio possa se alastrar a próximo de uma.



**Figura 12 - Interface final**

As informações apresentadas no mapa contêm um resumo das informações para auxiliar o operador do sistema. A figura 13 apresenta um foco de incêndio que recebeu a seleção do operador, neste caso são exibidas as informações que foram conseguidas diante da fusão de dados, tais como, informações de endereço, cruciais para que seja apresentada o ponto no mapa, se é próximo ou se está em uma U. C. Também é dada a opção para que o operador possa alocar recursos ou coordenar as equipes caso a alocação de recursos já tenha sido feita para aquela emergência.

A interface elaborada possui dois tipos de filtros, um para alteração completa do mapa (figura 14) e outro filtro de exibição de informações no mapa principal (figura 15).

O filtro de alteração de mapa (figura 14), dá ao operador do sistema a possibilidade de visualizar vários tipos de mapas para ampliar a gama de informação sobre a situação. Este filtro possui outras variantes de mapa, tais como: Mapa de vegetação, onde é apresentada toda a vegetação da região; Mapa de topologia, apresenta toda a topologia do terreno, as áreas com elevações, desvios, informação muito importante para o operador definir o plano de controle do incêndio; Mapa de unidade de conservação, é apresentada a dimensão que cobre cada unidade de conservação; Mapa de incêndio, é apresentada a área do incêndio, até que ponto ele se alastrou; Mapa climático, onde são apresentadas informações climáticas da

---

área (umidade, temperatura, estação do ano, etc.); Por fim o mapa padrão do Google Maps com as informações da ocorrência apresentadas no mesmo.

Já o filtro de exibição de informações (figura 15) dá ao operador do sistema a possibilidade de exibir ou ocultar informações no mapa principal. Essas informações que o filtro permite que o operador oculte ou exiba são: Solicitações; Vítimas; Patrimônios; Bombeiros de campo; todas essas informações são apenas de exibição no mapa principal, o operador pode ter acesso a elas a todo momento no menu de *tabs* localizado na lateral esquerda da interface.

Um último filtro adicionado na interface do mapa para o usuário, é a possibilidade de ele selecionar apenas informações de cada emergência para serem exibidas no mapa (figura 16), utilizando este filtro será exibida apenas as informações de um incêndio, tanto no mapa quanto no menu de *tabs* da interface. Gerando assim a possibilidade do operador foque toda sua atenção para tomar decisão de uma devida solicitação, não prejudicando sua atenção e foco com possíveis distrações de outros objetivos que não são primordiais neste momento.

Os botões “ALOCAR RECURSOS” e “COORDENAR EQUIPES” são encontradas na parte inferior do menu de *tabs* e também quando alguma informação no mapa é selecionada. Essas opções levam o operador do sistema para uma nova interface, que será elaborada na continuidade deste projeto no qual o operador do sistema irá, após concluir os objetivos da primeira entidade do GDTA (figura 5), definir os passos da próxima entidade apresentada na figura 6.

Pensando na possibilidade de que nem todas as ocorrências chegarão pelo perfil da comunidade, a figura 17 visa ajudar o operador do sistema a adicionar informações no mapa caso a central receba denúncias por outros meios de comunicação, evitando assim que haja gargalos de informações e o sistema esteja sempre completo com todas as solicitações lançadas.

Por fim é apresentado o menu lateral de *tabs*, esse menu contém as informações de todas as ocorrências que estão ocorrendo e que já ocorreram. Cada *tab*, agrupa suas informações específicas referentes, divididas em emergências. As informações ali apresentadas foram todas retiradas das tarefas dos operados para a resolução dos objetivos. As informações ali apresentadas estão disponíveis no Anexo B do JSON da situação ainda não finalizado do projeto.



**DF100FOGO**

MAPA | EVENTOS DE FOGO | NOTIFICAÇÕES | CONHECIMENTO DA AREA

Selecionar emergência

**EMERGENCIA 1:**  
 Rua: Rua 12  
 Complemento: N/A  
 Bairro: Lado Oeste  
 Referência: Parque Nacional  
 Em uma UC: Sim  
 Próximo de uma borda de UC: Sim  
 ALOCAR RECURSOS | COORDENAR EQUIPES

**EMERGENCIA 2:**  
 Quantidade de vítimas neste local: 2  
 Ferimentos: queimaduras, perna quebrada, desmaiada  
 Atendida: não  
 Tempo hospital: 20min,  
 Helicóptero a caminho: SIM  
 ALOCAR RECURSOS | COORDENAR EQUIPES

Incêndio | Clima | Local | Vítimas | Solicitação  
 Terreno | Patrimônios | Bombeiros

Sobre este caso | Todos os casos

Total de Vítimas: 2

Vítima 01:  
 Condição médica: GRAVE  
 Atendida: NÃO  
 Tempo para o resgate: 1 HORA  
 Necessidade de helicóptero: SIM

Vítima 02:  
 Condição médica: SEM RISCO  
 Atendida: SIM  
 Condição: N/A  
 Tempo para o resgate: N/A  
 Necessidade de helicóptero: NÃO

ALOCAR RECURSOS | COORDENAR EQUIPES

Figura 13 - Interface final com duas emergências detalhadas

**DF100FOGO**

MAPA | EVENTOS DE FOGO | NOTIFICAÇÕES | CONHECIMENTO DA AREA

Selecionar emergência

**FILTROS**

Exibição | Mapa

Vegetação  
 Topologia  
 Unidade de conservação  
 Incêndio  
 Clima  
 Mapa padrão

Incêndio | Clima | Local | Vítimas | Solicitação  
 Terreno | Patrimônios | Bombeiros

Sobre este caso | Todos os casos

Total de Vítimas: 2

Vítima 01:  
 Condição médica: GRAVE  
 Atendida: NÃO  
 Tempo para o resgate: 1 HORA  
 Necessidade de helicóptero: SIM

Vítima 02:  
 Condição médica: SEM RISCO  
 Atendida: SIM  
 Condição: N/A  
 Tempo para o resgate: N/A  
 Necessidade de helicóptero: NÃO

ALOCAR RECURSOS | COORDENAR EQUIPES

Figura 14 - Interface final com filtro de mapa em foco



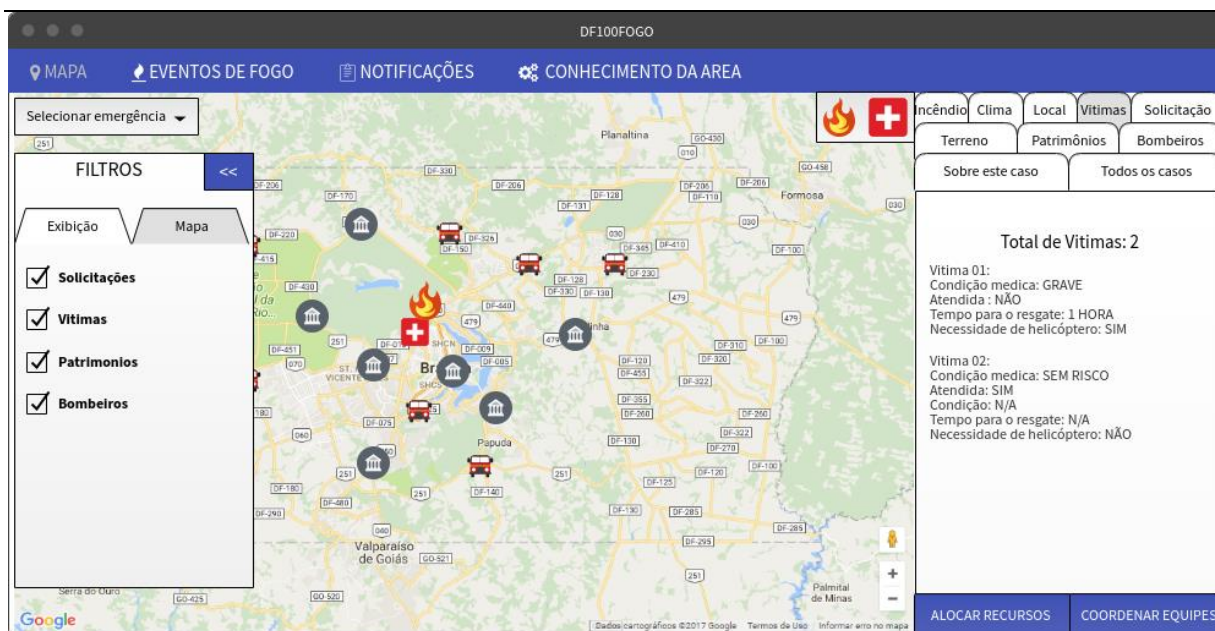


Figura 15 - Interface final com foco no filtro de apresentação de informação no mapa

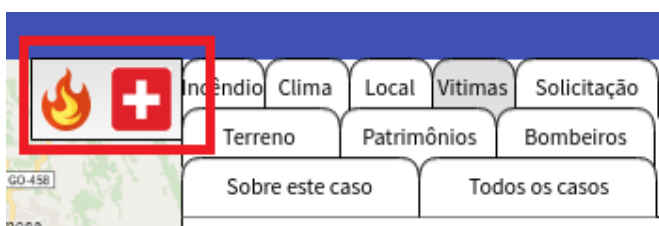


Figura 16 - Adicionar pontos no mapa



Figura 17 - Selecionar Emergência

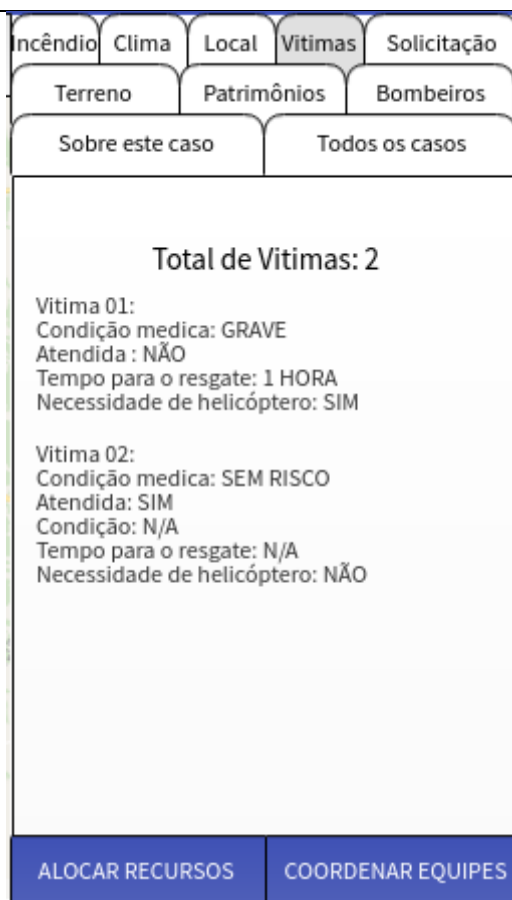


Figura 18 - Menu de tabs

## 5.4 Aplicação dos princípios de design de SA nas interfaces

### 5.4.1 Organização das informações de acordo com os objetivos

Os objetivos dos operadores são avaliar as denúncias recebidas pelos usuários de perfil público que enviam as notificações por um dispositivo mobile e alocar os recursos com maior rapidez e facilidade para melhor solucionar o foco de incêndio.

Diante deste objetivo a interface apresentada na figura 12 mostra como foram apresentadas as informações para o operador do sistema de forma a ajudá-lo a cumprir seus objetivos.

---

A figura 12 apresenta a tela inicial do sistema, alocando todas as informações necessárias para se desenvolver SA do incêndio em um menu com tabs na parte direita da interface.

Este menu engloba todas as informações importantes para auxiliar na tomada de decisão do operador do sistema, como incêndios que estão ocorrendo, clima da região, local, vítimas, e se o terreno contém alguma unidade de conservação próxima e se possui algum bombeiro próximo a região.

Algumas, dessas informações ele pode visualizar também no mapa, para assim conseguir ver informações importantes ao mesmo tempo.

É possível também que o operador filtre cada incêndio por vez, para assim avaliar melhor aquela situação e seus acontecimentos.

Neste menu com as informações sobre o incêndio o operador poderá navegar entre as informações sem perder a visão do mapa que pode estar chegando novas denúncias e relatos a todo o momento.

### **5.1.2 Apresentação de informações de nível 2 diretamente**

Em seu livro Endsley no princípio 2 afirma que “Como a atenção e a memória de trabalho são limitadas, o grau em que as telas fornecem informações processadas e integradas em termos de requisitos de Nível 2 SA afetará positivamente a SA” (Endsley, 2011).

Tendo esta afirmação de Endsley em mente será apresentada na interface algumas informações já processadas para o operador do sistema, para que ele não necessite desviar sua atenção, por exemplo para verificar quanto tempo uma equipe demora para chegar ao destino, quanto tempo uma equipe de socorro levará para chegar ao local, a interface possuirá todas essas informações já processadas para melhor entendimento do cenário.

Endsley também afirma que em alguns casos apenas a apresentação de informações sobrepostas ou justapostas já geram uma facilidade na compreensão da situação, aliviando a carga mental imposta no operador para comparar informações/dados ou analisa-los para alcançar o Nível 2 de SA. Visando este apoio, a apresentação das entidades sobrepostas ao mapa principal, já são uma forma de apresentar as informações de Nível 2 diretamente para o usuário.

---

Toda a junção de informação que são apresentadas no menu de *tabs*, são apresentadas diretamente ao Nível 2, preservando a compreensão do usuário e gerando assim um estímulo para que seja mais fácil de se alcançar o nível 3.

### 5.1.3 Auxílio para projeção de Nível 3 de SA

As informações apresentadas no menu de *tabs*, além de servirem para ajudar o operador alcançar os Níveis 1 (Percepção) e 2 (Compreensão), servem principalmente para um dos objetivos mais difíceis e complicados de uma interface que busca apoiar os princípios de SA, apoiar o operador a alcançar o Nível 3 (Projeção de eventos futuros).

O Nível 3 de SA é uma tarefa bastante complexa de se apoiar em uma interface, pois é necessário que o operador do sistema possua um entendimento do sistema elevado e já tenha desenvolvido a capacidade de atingir os dois primeiros níveis de SA, Percepção e Compreensão.

Por isso a interface apresenta para o operador do sistema todas as alterações climáticas, de terreno, informações sobre o fogo, como intensidade, altura das chamas, a direção que o fogo está se alastrando, a dimensão do dano até o momento, coloração da fumaça, se contem mirantes próximos e os pontos possíveis para se obter água (hidrantes e mananciais). Com essas informações que são apresentadas e atualizadas a todo momento, o operador do sistema pode prever alguns possíveis acontecimentos e alocar uma equipe antes ou elaborar um plano de controle antes de acontecer.

Um exemplo na interface, o operador tem a informação do tipo do terreno, sendo assim ele pode verificar se caso o terreno possua um aclive ou o vento esteja muito forte o fogo irá se espalhar com mais facilidade naquele terreno, podendo juntar esses fatores com a umidade do ar.

---

#### **5.1.4 Apoio a SA para informações Globais**

Um problema frequente para SA ocorre quando a atenção é direcionada a um subconjunto de informações e outros elementos importantes não são atendidos, intencionalmente ou não intencionalmente (Jones & Endsley, 1996).

A quantidade em excesso de Menus e janelas de informações muitas vezes veem a atrapalhar o operador na tomada de decisão, pois podem acabar ocultando informações importantes e tirando o foco do objetivo principal para objetivos que acabam sendo não prioritários para a resolução do problema.

Pensando neste problema a interface foi pensada para que sempre que chegue uma nova denúncia o usuário receba uma notificação no navegador dando a possibilidade de ele ir àquela para aquela denúncia no exato momento ou dar continuidade na tarefa para após finaliza-la ir até a nova tarefa.

Já o mapa e sua função de zoom permite ter uma visão global dos eventos ocorrendo de forma paralela, que somada ao filtro de entidades permite entender a distribuição de bombeiros por emergências ou vítimas, os patrimônios já afetados e a origem das solicitações (que ajuda também a enxergar a tendência de novas solicitações em um futuro próximo em uma região).

#### **5.1.5 Apoiar os trade-offs entre processamento orientado por objetivos e orientado por dados**

A interface possui notificações de novas solicitações, recebimento de notificações dos bombeiros de campo que estão combatendo um foco de incêndio, alterações climáticas em grande escala em uma região.

O princípio 5 é, dar a possibilidade de o operador alterar de uma tarefa atual para um objetivo de nível crítico, que necessita receber uma decisão o mais rápido possível.

Por exemplo, o operador do sistema está gerando um relatório de uma solicitação que já foi atendida, porém uma equipe de campo envia uma solicitação de resgate de vítima por helicóptero, essa notificação chegará para

o operador com um alerta de nível geral, pois deve ser dada a prioridade máxima para esse tipo de solicitação.

Portanto a interface irá contém um alerta de Nível Global (Figura 19), para dar apoio a essa troca tarefa para objetivo principal. O operador assim que receber uma notificação com uma prioridade mais alta do que a tarefa atual, será solicitado para que seja focada a atenção para o novo objetivo. Uma escala de prioridade de alerta será definida com os operadores no decorrer deste projeto e das entrevistas subsequentes.

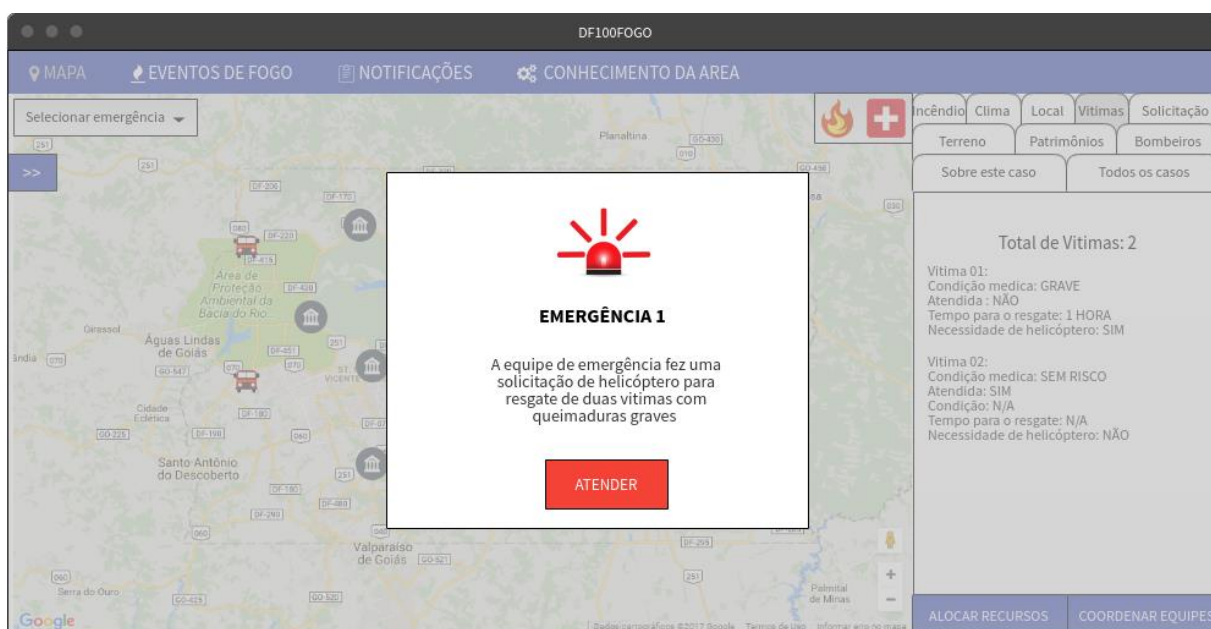


Figura 19 - Alerta de Nível Global

### 5.1.7 Aproveite as capacidades de processamento paralelo

O ser humano possui uma capacidade de compartilhar atenção diante de diversas tarefas e meios de informações, portando a interface desenvolvida pensando nessa informação trata essa atenção múltipla do operador para estimular a SA.

“Enquanto as pessoas só podem tomar visivelmente tanta informação ao mesmo tempo, elas são mais capazes de processar informações visuais e informações auditivas simultaneamente.” (Endsley, 2011).

---

A tela principal da interface onde é apresentado o mapa é dividida em duas partes, conforme mostra a figura 4.4, uma com o mapa e outra com as informações dos incêndios, casos anteriores e atuais. Para manter o usuário sempre ciente nas novas notificações será recebido sempre um aviso sonoro quando houver uma nova notificação da qual não foi alocada recursos e sempre que o usuário estiver alocando recurso para uma denúncia, a notificação ficará em segundo plano até ele terminar essa ação, pois mesmo que o operador tenha atenção em diversas tarefas não seria bom tirar a atenção do mesmo enquanto ele aloca recursos para uma denúncia.

### **5.1.8 Usar a filtragem de informações cuidadosamente**

Para que não haja uma sobrecarga de informações a serem exibidas para o operador do sistema, todas as informações que não ajudem na SA devem ser filtradas para melhor entendimento do objetivo. A interface em sua tela principal (figura 12) irá apenas exibir informações que se refiram ao objetivo e estimulem o desenvolvimento da SA do operador.

A interface apresenta também um filtro de mapa (figura 15), um de informações que estão contidas no mapa (figura 14) e um filtro de emergências (figura 16). O funcionamento de cada filtro foi detalhado na sessão 5.3 Interface Final.

A interface apenas elimina informações que foram julgadas não necessárias para o auxílio da tomada de decisão do operador diante dos objetivos. A eliminação de informações que podem vir a ajudar na tomada de decisão devem prejudicar a SA do operador.

---

# CONCLUSÕES

## CONCLUSÃO

---

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma interface que de apoio a consciência situacional (SA), atenda os princípios de design apresentados, e a atenda também todos os objetivos da Análise de tarefas dirigidas a metas (GDTA) que foi definida diante de uma entrevista com os operadores, majores, e responsáveis pelo gerenciamento do sistema.

A interface com apoio a consciência situacional busca dar a possibilidade de o operador do sistema alcançar os três níveis de SA (Percepção, Compreensão e Projeção de eventos futuros).

O primeiro passo para o operador do sistema alcançar o primeiro Nível de SA, é o ato de perceber os elementos ao seu redor, perceber as informações que são apresentadas para ele na interface.

Para o operador alcançar o Nível 2 de SA, é necessário que ele compreenda todas as informações que já foram apresentadas e percebidas por ele, para que assim possam ser aplicadas com os objetivos do cenário.

Já Nível 3 de SA é uma tarefa bastante difícil de se apoiar em uma interface de tomada de decisão crítica, pois é preciso que o operador do sistema possua um amplo entendimento do cenário atual para que possa projetar situações futuras com as informações apresentadas pela interface.

Portando conclui-se que o objetivo de se desenvolver uma interface que atenda os princípios de consciência situacional foi atendido. A interface foi totalmente recriada para que as entidades sejam melhores apresentadas.

Para continuidade do trabalho, sugiro a finalização das funcionalidades propostas na interface. Adicionar uma possibilidade de comunicação de tempo real entre o bombeiro da central com o aplicativo da comunidade e dos bombeiros. A continuação das entrevistas com os bombeiros operantes do sistema, para que o



---

sistema continua sempre evoluindo. Por fim, espera-se que o sistema possa atender não só o JBB mas sim todas brigadas do País.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

---

Cruz, G, Framework de qualidade de dado para sistema multisensores de segurança crítica (DF100Fogo: Sistema de detecção de fogo no cerrado): em Conclusões. p. 81-82, maio 2015.

Eliot Feibush, Nikhil Gagvani, Daniel Williams, "Visualization for Situational Awareness", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 20, no. , pp. 38-45, September/October 2000, doi:10.1109/38.865878

Endsley, M. R. (2011). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*. CRC Press, 2011.

Endsley, M.R. & Rodgers, M.D. (1994). Situation awareness information requirements for en route air traffic control.

Endsley, M.R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement.

<http://revistaincendio.com.br/aplicativo-df100fogo/>

<http://www.jardimbotanico.df.gov.br/espacos-jbb/brigada-de-incendio/>

M. Alvarez, V. F. Arguedas, V. Gammieri, F. Mazzarella, M. Vespe, G. Aulicino, A. Vollero, "AIS event-based knowledge discovery for maritime situational awareness", *2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION)*, pp. 1874-1880, July 2016.

Mendes, V, (2016) "FUSÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES NO CONTEXTO DO PROJETO DF100FOGO" em Anexo A. p. 52-71

OLIVEIRA, A.C.M. et al. Crowdsourcing, "Data and Information Fusion and Situation Awareness for Emergency Management of Forest Fires: The project DF100FOGO" *COMPUTERS ENVIRONMENT AND URBAN SYSTEMS*, p.1-9, 2017.

Pereira, N.O., Interface de usuários para o enriquecimento da consciência situacional em sistemas de gerenciamento de emergência, 2015.

---

Scheepens, R. J. (2015). *Visualization for maritime situational awareness* Eindhoven:  
Technische Universiteit Eindhoven

---

# ANEXO A

## JSON DA SITUAÇÃO

---

---

```
{
  "local":{
    "endereco":{
      "logradouro" : "",
      "complemento": "",
      "bairro"    : "Lado Oeste",
      "cidade"   : "Brasília",
      "uf"       : "DF",
      "referencia" :[
        "Parque Nacional"
      ]
    },
    "georef":{
      "latitude": "-15.648747",
      "logitude": "-47.913910",
      "altitude": ""
    },
    "em_uc"      : "Sim",
    "proximo_borda_uc" : "Sim"
  },

  "terreno":{
    "vegetacao":[ //valores possiveis
      "nascente",
      "veredas",
      "matassecas",
```

---

```
"cerradao",
"matasdegaleriaciliare",
"murunduns"
],
"tipovegetacao":[ //valores possiveis
"floresta_densa",
"mata_arbustiva",
"campo",
"mata_ciliar",
"mananciais"
],
"topologia":{
"active": "Diversos aclives na direção do fogo",
"continuidade_horizontal": "Planalto Direcao alastramento"
}
},

"fogo":{
"intensidade": "",
"dimensao":{
"area_queimada" : "",
"area_atual": ""
},
"tipo": "", //valores possiveis: subterraneo, superficie, aereo
"alturachamas": "1,5mt",
"taxa_alastramento": "",
"direcao_alastramento": "Parque Nacional"
},

"fumaca":{
"cor" : "Preta",
"altura" : "",
"alcance": ""
```

---

```
},

"vitima":{
  "quantidade": "1",
  "vitimas":[
    {
      "estado":[
        "queimada",
        "perna quebrada",
        "desmaiada"
      ],
      "condicao_medica":{
        "escala_glasgow": "",
        "classificacao_start": ""
      },
      "atendimento_medico":{
        "atendida": "",
        "procedimentos": []
      },
      "tempo_hospital" : "20min",
      "helicoptero_resgate": ""
    }
  ]
},

"clima":{
  "temperatura": "22 °C",
  "umidade" : "83%",
  "vento":{
    "direcao" : "Nor-Nordeste",
    "velocidade": "12km"
  },
  "estacao": "Verão",
```

---

```
"amplificadores":{
  "baixa_umidade" : "Não",
  "alta_temperatura": "Não",
  "vento_forte" : "Não"
}
},

"patrimonio":{
  "tipo_area_afetada":[ // valores possiveis
    "rodovia",
    "terreno",
    "residencia",
    "protecao_ambiental",
    "reserva_ambiental",
    "agropecuaria"
  ],
  "estruturas_proximas":[
    {
      "latitude" : "",
      "longitude" : "",
      "tipo":[
        "Moinho",
        "Armazém"
      ]
    },
    {
      "latitude" : "",
      "longitude" : "",
      "tipo":[
        "residencia"
      ]
    }
  ]
}
```

---

```
    },

    "recursos_disponiveis":{
      "bombeiros":[
        {
          "id" : "",
          "nome" : "",
          "cargo": ""
        }
      ],
      "caminhoes": [],
      "acesso_viaturas_grandes": "",
      "aeronaves": [],
      "outros_materiais": []
    },

    "resposta_emergencia":{
      "recursos_alocados":{
        "bombeiros":[
          {
            "id" : "",
            "nome" : "",
            "posicao_atual" : "",
            "cargo" : "",
            "responsabilidade": ""
          }
        ],
        "caminhoes" : [],
        "aeronaves" : [],
        "outros_materiais": []
      },
      "vias_acesso":[
        {
```



---

```
        "distancia": "",
        "tempo" : ""
    }
],
"mirantes":[
    {
        "latitude" : "",
        "longitude": ""
    }
],
"isolamento":{
    "vertices": [],
    "regiao_deve_ser_isolada": "",
    "pontos_controle":[
        {
            "latitude" : "",
            "longitude": "",
            "bombeiros_responsaveis": []
        }
    ]
},
"pontos_obtencao_agua":{
    "hidrantes":[
        {
            "latitude" : "",
            "longitude": ""
        }
    ],
    "mananciais":[
        {
            "latitude" : "",
            "longitude": ""
        }
    ]
}
```

---

```
]
}
}
}
```