

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA**

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE ONTOLOGIA CIENTE DE  
QUALIDADE DE INFORMAÇÕES PARA O DOMÍNIO  
DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS**

**JORDANA NOGUEIRA SILVA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. LEONARDO CASTRO BOTEGA**

Marília - SP  
Dezembro/2017

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA**

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE ONTOLOGIA CIENTE DE  
QUALIDADE DE INFORMAÇÕES PARA O DOMÍNIO  
DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS**

**JORDANA NOGUEIRA SILVA**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário Eurípides de Marília como parte  
dos requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Bacharel em Sistemas de Informação.  
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Castro Botega

Marília - SP

Dezembro /2017



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

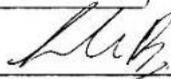
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Jordana Nogueira Silva

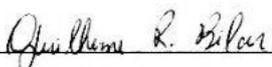
Desenvolvimento de Ontologia Ciente de Qualidade de Informações para o Domínio de  
Gerenciamento de Emergências

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

Nota: 10.0 ( DEZ )

Orientador: Leonardo Castro Botega 

1º.Examinador: Fabio Piola Navarro 

2º.Examinador: Guilherme Rodrigues Bilar 

Marília, 27 de novembro de 2017.

*Decido esse trabalho ao meu noivo*

*Gustavo, minha mãe Marilza e meu Pai Airton.*

# AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela saúde e por estar apta a buscar meus objetivos.

Agradeço aos meus pais Marilza e Airton pelo apoio nesses quatro anos de estudo e trabalho, e por estarem ao meu lado quando decidi mudar totalmente de área e me arriscar na área da computação.

Agradeço ao meu noivo Gustavo que esteve ao meu lado esses quatro anos, participando junto comigo de todas as conquistas obtidas.

Agradeço aos meus amigos de sala Cintia Silman, Taynara Sene e Leandro Cazarini pela amizade, companheirismo e pelas paçocas nesses quatro anos.

Agradeço também ao querido amigo Gustavo Marttos, pela parceria, ajuda e paciência todos esses anos.

Agradeço aos amigos do GIHC que me receberam muito bem já no terceiro ano de curso quando iniciei minha iniciação científica, em especial agradeço ao Lucas Zanco, Valdir Junior e Jordan Saran por sempre estarem disponíveis a me ajudar concluir este trabalho.

Agradeço a Jessica Melo pela ajuda em todo o desenvolvimento deste trabalho.

E por fim agradeço ao meu orientador Leonardo Botega pela ajuda em todo desenvolvimento deste trabalho.

*A persistência é o caminho do êxito.*

*Charles Chaplin*

# RESUMO

Para a comunidade de avaliação e gerenciamento de situações de emergência determinar um processo de análise informacional para o desenvolvimento da Consciência da Situação (SAW) é um desafio, devido à limitada qualidade e complexidade dos dados, além da dinamicidade de ambientes reais monitorados. Operadores de sistemas de avaliação de situações de emergência, expostos a dados de qualidade incerta, estão suscetíveis a erros de SAW, diminuindo suas chances de uma tomada de decisão assertiva. Neste contexto, representar corretamente informações sobre tais situações, à medida que são coletadas e processadas, pode contribuir para melhor orientar humanos e sistemas sobre o que de fato acontece num ambiente de interesse. O presente trabalho visa contribuir com o problema de produção de melhores insumos na avaliação de situações de incêndios florestais, no âmbito do projeto DF100Fogo, apresentando o desenvolvimento de uma ontologia, que agrega informações sobre a qualidade dos dados, promovendo ao operador de sistemas de emergência, uma melhor representação de dados sobre os incêndios. Um estudo de caso com atendimento a um incêndio florestal será utilizado para demonstrar a aplicabilidade da ontologia junto à gestão de qualidade. Resultados apresentam um modelo de representação semântica completo, capaz de receber instâncias extraídas de dados HUMINT, com origem em sensoriamento participativo, e avaliadas quantitativamente sob aspectos de qualidade da informação.

**Palavras-chave:** Ontologia, Consciência da Situação, Dados, Qualidade, Gerenciamento de Emergências, Incêndios Florestais, Representação de dados.

# ABSTRACT

Defining an informational analysis process for developing Situational Awareness (SAW) became a challenge to those who manage emergency situations, due to the limited quality and complexity of data, as well as the dynamism of real monitored environments. Operators of emergency situations analysis systems are susceptible to SAW errors when exposed to uncertain quality data, lowering their chances of taking assertive actions. In this context, portray correctly those information about those situations while these data are still being collected and processed might contribute to improve human and machine coordination about what is really happening in the environment of interest. This essay aims to help improve input data for analysis of forest fire situations in the DF100Fogo project, presenting the development of a new ontology, aggregating information about data quality, providing a better presentation of fire data to the emergency system operator. A case study with assistance to a forest fire will be used to demonstrate the applicability of the ontology to quality management. Results present a complete semantic representation model able to receive extracted instances of data HUMINT, originating from participatory sensing and evaluated quantitatively under aspects of information quality.

**Keywords:** Ontology, Situation Awareness, Data, Quality, Emergency Management, Forest Fires, Data Representation.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Modelo de Consciência da Situação. Fonte: O próprio autor (2017).....	13
Figura 2.1: Modelo de Consciência Situacional al de Endsley (Traduzido e Adaptado de Endsley, 1988). .....	19
Figura 3.1: Pirâmide da Web Semântica de Tim Berners-Lee (Traduzido e adaptado de Tim Berners-Lee, 2000).....	30
Figura 3.2: Exemplo de Ontologia (Fonte: O próprio autor, 2017).....	31
Figura 3.3: As relações entre fenômenos que ocorrem na realidade, sua percepção (em tempos diferentes), sua conceituação abstraída, o idioma usado para falar sobre essa conceituação, seus modelos pretendidos e uma ontologia (Traduzido e Adaptado de Guarino, 2009).....	35
Figura 5.1: Visão geral do modelo ontológico. (Traduzido e Adaptado de Souza et, al. 2014). .....	53
Figura 6.1: Aplicativo DF100Fogo – versão para comunidade.....	55
Figura 6.2: Sistema Administrador DF100Fogo. ....	56
Figura 6.3: Notificação de Incêndio DF100Fogo. ....	57
Figura 6.4: Aplicativo DF100Fogo para Bombeiros.....	57
Figura 6.5: Arquitetura Sistema DF100Fogo. Fonte GIHC 2017.....	59
Figura 6.6: Árvore de atributos para atendimento de solicitações de emergências em incêndios florestais. Fonte: O próprio autor (2017). ....	62
Figura 6.7: Modelo de Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivo. (Traduzido e Adaptado de Endsley, 2001). ....	63
Figura 6.8: Ciclo de Desenvolvimento de Ontologia pela Metodologia 101 de Noy McGuinness (2001). Fonte: O Próprio Autor (2017).....	64
Figura 6.9: Ontologia DF100Fogo.....	65
Figura 6.10: Exemplo de estrutura utilizada pelo DQV para qualificação de dados. .	68
Figura 6.11: Exemplo de Dimensão de Atualidade Utilizando o Vocabulário DQV ( <i>Data Quality Vocabulary</i> ). ....	70
Figura 6.12: JSON referente a Classe Local da Ontologia.....	72
Figura 6.13: Avaliação da Dimensão Certeza com o Vocabulário DQV.....	73
Figura 7.1: Solicitação de incêndio florestal no JBB em formato JSON. ....	76
Figura 7.2: Relato 1 - Comunidade em formato JSON.....	77

Figura 7.3: Relato 2 - Bombeiro em formato JSON.....	81
Figura 7.4: Resultado de Avaliação de Qualidade para a Fusão dos Relatos 1 e 2 em formato JSON.....	83
Figura 7.5 - Ontologia Instanciada a partir dos dados dos Relatos 1 e 2 .....	85
Figura 7.6: Parte do JSON-LD para Ontologia.....	86
Figura 7.7: Prefixos utilizados para as consultas SPARQL.....	87

# LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Qualidade dos Dados Categorias e Dimensões (Traduzido e Adaptado de Strong et al., 1997).....	41
Tabela 4.2: Metodologias de qualidade de dados (Traduzido e adaptado de Batini et al, 2009). .....	42
Tabela 6.1: Tabela de Classes da Ontologia, descrevendo o que cada classe representa para a situação.....	66
Tabela 7.1: Avaliações de Qualidade Primeiro Relato. ....	78
Tabela 7.2: Avaliações de Qualidade Segundo Relato. ....	82
Tabela 7.3: Avaliações de Qualidade Fusão dos Relatos 1 e 2. ....	84
Tabela 7.4: Resultado da Consulta SPARQL para a classe Local .....	87
Tabela 7.5: Resultado da Consulta SPARQL para a classe Local com Qualificação de dados.....	88
Tabela 7.6: Resultado da Consulta SPARQL para a Relação entre as Classes Bombeiro e Isolamento. ....	89
Tabela 7.7: Resultado da Consulta SPARQL, Resultado para a Qualificação das Dimensões Atualidade e Certeza na Classe Situação. ....	90

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**SAW** – *Situation Awareness*

**IQESA** - *Information Quality Assessment Methodology in the Contexto of Emergency Situation Awareness*

**JSON** - *JavaScript Object Notation*

**OWL** - *Web Ontology Language*

**JSON-LD** - *JavaScript Object Notation for Linked Data*

**GIHC** – *Grupo Interação Humano Computador*

**CIMS** - *Crisis Information Management Systems*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Motivação.....	12
1.2 Objetivo Geral .....	13
1.3 Objetivo Específico.....	13
1.4 Metodologia de Trabalho.....	14
1.5 Organização do Trabalho .....	14
<b>CAPÍTULO 2 - CONSCIÊNCIA SITUACIONAL .....</b>	<b>16</b>
2.1 Consciência Situacional .....	16
2.1.1 Consciência Situacional (SAW) por Endsley .....	18
2.1.2 Avaliação de SAW.....	22
2.2 Sistemas ou Estruturas de Apoio a SAW .....	23
2.3 Considerações Finais .....	24
<b>CAPÍTULO 3 - ONTOLOGIAS EM SUPORTE A SAW .....</b>	<b>26</b>
3.1 Ontologia .....	26
3.1.1 Ontologia e a Web Semântica.....	29
3.1.2 Construção de uma ontologia.....	30
3.1.3 Metodologias de desenvolvimento de ontologias .....	32
3.1.4 Representação das Ontologias .....	34
3.1.5 Vocabulários.....	37
3.2 Ontologias e Consciência Situacional (SAW).....	37
3.3 Considerações Finais .....	38
<b>CAPÍTULO 4 - QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES.....</b>	<b>39</b>
4.1 Avaliações e Gestão da Qualidade de Dados e Informações .....	39
4.2 Qualidade de Dados e Informações e a SAW .....	48
4.3 Considerações Finais .....	48
<b>CAPÍTULO 5 - ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>50</b>

<b>CAPÍTULO 6 - DESENVOLVIMENTO DE ONTOLOGIA CIENTE DE QUALIDADE DE INFORMAÇÕES PARA O DOMÍNIO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA</b>	<b>54</b>
6.1 O Projeto DF100Fogo	54
6.2 Metodologia	59
6.2.1 Desenvolvimento e Aplicação do Questionário para os Especialistas do Domínio	60
6.2.2 Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivos - GDTA ( <i>Goal-Directed Task Analysis</i> )	62
6.2.3 Construção de uma Ontologia de Domínio	63
6.2.4 Aplicação de Métricas e Dimensões para Qualificar e Quantificar os Dados	68
6.2.4.1 Avaliação de Atualidade	69
6.2.4.2 Avaliação de Completude	70
6.2.4.3 Avaliação de Relevância	71
6.2.4.4 Avaliação de Consistência	72
6.2.4.5 Avaliação da Certeza da Situação	73
6.3 Considerações Finais	74
<b>CAPÍTULO 7 - ESTUDO DE CASO</b>	<b>75</b>
7.1 Construção de Consultas SPARQL	86
7.2 Considerações Finais	90
<b>CAPÍTULO 8 - CONCLUSÃO</b>	<b>91</b>
8.1 Publicações Relacionadas	92
8.2 Trabalhos Futuros	93
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO A*</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO B*</b>	<b>102</b>

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

Nos últimos 15 anos o total de área queimada no Brasil chega a 12.257.764 km<sup>2</sup> (INPE, 2017), sendo que uma das grandes preocupações é emissão de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), e sua contribuição para o agravamento do efeito estufa, consequentemente causando danos a camada de ozônio e alterações no clima. Outro dano causado pelas queimadas é a perda de espécie da fauna e flora, gerando um ambiente menos saudável e estável para vida humana. No ano de 2016 houve 1.023.533 km<sup>2</sup> de área queimada em todo território brasileiro.

Na área do bioma do Cerrado, localizado na região do Distrito Federal há grande recorrência de incêndios mesmo em áreas de preservação, e isso tem gerado uma preocupação ao setor público, que a cada ano acaba mobilizando mais recursos e esforços em operações de prevenção e combate a esses incêndios. Apesar de existir um Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais<sup>1</sup>, o Distrito Federal ainda não possui um sistema próprio para o gerenciamento de incêndios florestais, fazendo uso atualmente do Sisfogo<sup>2</sup> (Sistema Nacional de Informações de Incêndios) do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis). Dentro deste contexto o presente trabalho visa desenvolver recursos de representação de dados para o DF100Fogo, sistema que atualmente tem seu desenvolvimento e manutenção sob responsabilidade de uma parceria entre o Centro Universitário Eurípides de Marília (UNIVEM), o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

---

<sup>1</sup> O Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Distrito Federal foi instituído pelo Decreto nº 17.431, de 11 de junho de 1996.

<sup>2</sup> Sisfogo - <http://www.ibama.gov.br/sistemas/sisfogo>

Tal sistema, tem por objetivo auxiliar o Corpo de Bombeiros do Distrito Federal e as Brigadas do Jardim Botânico de Brasília (JBB) no combate e controle de incêndios florestais. Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), o JBB é composto por uma área de bioma de Cerrado com cerca de 500 hectares e possuindo assim um maior endemismo (fauna e flora) e diversidade de espécies, além de ser considerado o berço das águas pois abriga as três principais nascentes das bacias da América do Sul. O SEMA também cita que o cerrado está entre as 25 áreas classificadas como críticas para a conservação da biodiversidade biológica no mundo.

## 1.1 Motivação

A Consciência da Situação (SAW), de operadores que trabalham no domínio de gerenciamento de emergências torna-se um fator crucial na aquisição de melhores subsídios informacionais, sustentando assim todo processo de tomada de decisão desses operadores. Adquirir e manter a SAW de humanos operadores de sistemas críticos como os de gerenciamento de emergências em incêndios florestais, transforma-se em uma tarefa complexa. A dinamicidade do ambiente presente, o grande volume de dados e as muitas variáveis presentes no ambiente real, impactam negativamente no desenvolvimento e aquisição da SAW por tal operadores.

A produção de incerteza para a construção de SAW nesse domínio, também pode ser consequência dos dados provenientes principalmente de relatos humanos (HUMINT) que em geral são heterogêneos, imprevisíveis, complexos e dinâmicos. Esse tipo de contexto associado a limitados métodos para a representação de qualidade de informações, cria um ambiente totalmente inapropriado para que operadores responsáveis por tomar decisões de impacto, consigam atingir e desenvolver os três níveis de SAW, percepção, compreensão e projeção como demonstrado na Figura 1.1.

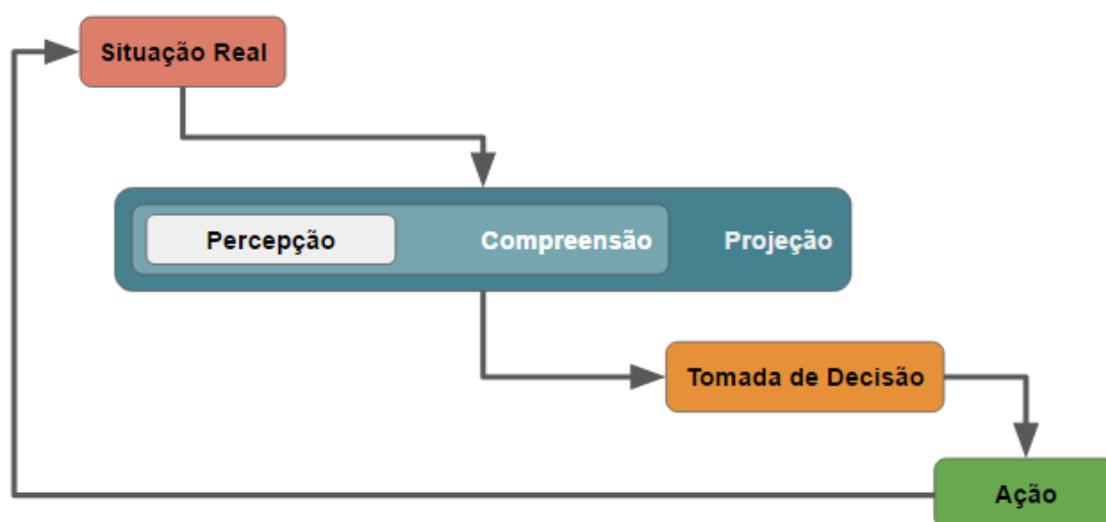


Figura 1.1: Modelo de Consciência da Situação. Fonte: O próprio autor (2017).

## 1.2 Objetivo Geral

Contribuir com o desenvolvimento da SAW de operadores de sistemas de gerenciamento de emergência, através do uso de ontologias para uma representação de dados mais clara e objetiva, mostrando operador humano todas as possíveis relações, entidades e seus atributos em uma situação de emergência com incêndio.

## 1.3 Objetivo Específico

Desenvolver uma ontologia de domínio de incêndio florestal, que faça uso de uma metodologia de gestão de qualidade para qualificar e quantificar os dados utilizados pela mesma, auxiliando assim sistemas e humanos operados em processos de inferência sobre a situação de emergência com os incêndios.

## 1.4 Metodologia de Trabalho

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho está especificada abaixo, e será explicada passo a passo no Capítulo 5.

1. Pesquisa sobre gerenciamento de emergência
2. Estudo sobre consciência situacional
  1. Pesquisa sobre o gerenciamento de emergência com incêndios.
  2. Estudo sobre consciência situacional.
  3. Desenvolvimento e aplicação de um questionário à especialistas do domínio, visando obter conhecimento sobre o domínio.
  4. Aplicação da técnica de Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivos (*Goal-Directed Task Analysis - GDTA*), para análise das tarefas e objetivos de cada operador no domínio afim de obter os principais requisitos para o atendimento a uma solicitação de incêndio florestal.
  5. Utilização da metodologia de Noy e McGuinness (2001) e do vocabulário DQV (*Data Quality Vocabulary*), para o desenvolvimento da ontologia.
  6. Utilização da metodologia IQESA (*Information Quality Assessment Methodology in the Context of Emergency Situation Awareness*), para aplicação de métricas e dimensões de qualidade de dados.
  7. Metodologia exploratória dirigida por estudo de caso, validando a ontologia desenvolvida e executando testes através de consultas SPARQL.

## 1.5 Organização do Trabalho

Neste primeiro Capítulo 1 foram apresentados o contexto, motivação e objetivos do trabalho e a metodologia aplicada ao mesmo.

No Capítulo 2 “Consciência Situacional” são apresentados os principais conceitos sobre o tema e o modelo que será utilizado neste trabalho proposto por Endsley (1988).

No Capítulo 3 “Ontologias em Suporte a SAW” são descritos os conceitos referente ao tema, as principais metodologias de desenvolvimento de uma ontologia, tipos de linguagens utilizadas e como a ontologia pode ser útil em sistemas de gerenciamento de emergência e na Consciência da Situação.

No Capítulo 4 “Qualidade de Dados e Informações” é apresentado os conceitos de qualidade de dados e informações, as principais metodologias e dimensões utilizadas, a metodologia IQESA utilizada por esse trabalho e como a qualidade ajuda a SAW de humanos operadores em sistemas de gerenciamento de emergência.

No Capítulo 5 “Estado da Arte” é apresentado alguns trabalhos relacionados ao tema deste trabalho.

No Capítulo 6 “Desenvolvimento de Ontologia Ciente de Qualidade de Informações para o Domínio de Gerenciamento de Emergência” é descrito como foi o desenvolvimento do trabalho seguindo a metodologia já descrita no Capítulo 1.

No Capítulo 7 “Estudo de Caso” é apresentado um estudo de caso para validação do trabalho juntamente com consultas SPARQL.

No Capítulo 8 “Conclusão” são apresentadas as discussões finais e trabalhos futuros, seguidas das referências utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

# Capítulo 2

## CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

---

Nesse Capítulo serão apresentados os conceitos referente a Consciência Situacional (*SAW – Situational Awareness*) e como isso impacta nas decisões humanas. O modelo mais utilizado para referenciar a SAW é o proposto por Endsley (1988), este modelo e os motivos que influenciam a SAW em operados de sistemas críticos serão apresentados no decorrer deste capítulo.

### 2.1 Consciência Situacional

Segundo Gilson (1995), o termo consciência situacional foi citado pela primeira vez durante a Primeira Guerra Mundial por Oswald Boelke que percebeu a importância de se obter a consciência do inimigo antes que este ganhasse uma consciência semelhante. Até o final da década de 80 não houve por parte dos pesquisadores grande interesse nesse tema, porém com o grande investimento em pesquisas e desenvolvimento no setor de aviação, notou-se que era necessário desenvolver uma melhor consciência situacional em pilotos e controladores de tráfego aéreo.

Esses profissionais lidam com sistemas não otimizados, e a grande quantidade de informações presentes nesses sistemas, juntamente com a pressão psicológica que a profissão exerce, ultrapassa a capacidade humana de manter o controle em determinadas situações.

Hartel, Smith & Prince (1991), apontaram a consciência situacional como um dos principais fatores em uma revisão feita em mais de 175 acidentes aeronáuticos, essa constatação gerou debates por parte de alguns pesquisadores da área, como Flach (1995), que apontou a definição de consciência situacional muito intuitiva para ser caracterizada como fator principal em acidentes aéreos e Sarter & Woods (1991), que acreditam que a definição de SAW apesar de muito popular no domínio da aviação, tem seu uso baseado em uma compreensão intuitiva e isso não necessariamente apropriado.

Além da área aeroespacial também podemos identificar que o termo consciência situacional é fonte de pesquisas em áreas como medicina, defesa civil, militar, navegação marítima e terrestre, manutenção de equipamentos, educação, entretenimento, esportes dentre várias outras (Endsley e Jones, 2012), e a ocorrência de falhas em algumas das áreas citadas acima por parte de humanos operadores podem gerar consequências potencialmente desastrosas.

Para Endsley (1988), a consciência situacional tem sua aplicabilidade em situações operacionais e rotineiras como dirigir um carro por exemplo, onde o motorista deve ter a consciência da situação por uma razão específica, no caso prestar atenção ao tráfego. Portanto “[...] consciência situacional é normalmente definida em como se relaciona com as metas e objetivos de um trabalho ou função específica.” (Endsley, 1988, p 13).

Smith e Hancock (1995), definem que consciência situacional como adaptativa, coordenada externamente, eles defendem que a consciência é uma das maneiras de gerar conhecimento, no qual uma pessoa teria que centrar todos os seus conhecimentos e comportamentos para alcançar seus objetivos conforme imposto pela tarefa que lhe cabe.

É possível concluir que não há um consenso dos autores ao falar sobre o assunto, porém quase todos citam influências externas como causadores de ganho ou perda de consciência situacional para execução de uma tarefa ou objetivo específico.

### 2.1.1 Consciência Situacional (SAW) por Endsley

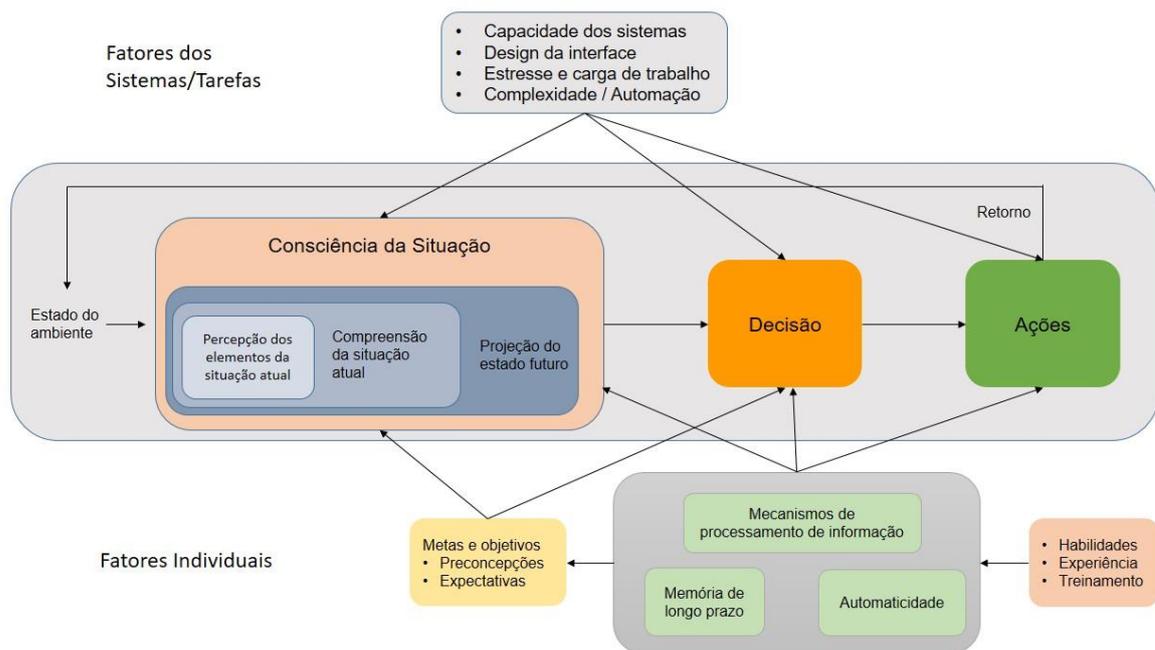
Endsley se tornou a precursora deste tema quando fez sua primeira publicação em 1988, no qual define consciência situacional (SAW) como “percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e uma projeção de seu status no futuro próximo.”

A definição formal de SAW é composta por um foco de elementos que se relacionam em 3 níveis:

- Nível um: Percepção dos elementos no ambiente, pode ser definido como o recolhimento de informações relevantes para uma dada ação. As dificuldades em receber essas informações aumentam o esforço mental necessário, podendo gerar ansiedade por parte do operador quando um sinal não é totalmente compreendido.
- Nível dois: Compreensão da situação atual, baseada em um apanhado de elementos confusos do primeiro nível de SAW, vai além de simplesmente estar ciente dos elementos que estão presentes no ambiente para incluir um entendimento da importância desses elementos, sempre levando em conta os próprios objetivos.
- Nível três: Projeção do estado futuro, este é o mais alto nível de SAW, pois significa ter a capacidade de prever eventos futuros a partir da compreensão da situação atual. Para se chegar a esse nível o humano deve ter um bom entendimento dos níveis um e dois, pois com isso é permitido uma tomada de decisão correta e ágil.

A Figura 2.1 ilustra o modelo proposto por Endsley (1988), e demonstra os três níveis descritos acima e como eles se relacionam.

Tanto a percepção do tempo quanto a dinâmica temporal de vários elementos desempenham um papel importante na SAW, (Endsley, 1988). O tempo é um fator de extrema importância para SAW, principalmente para se atingir os níveis dois e três, pois os cenários estão em constantes mudanças e a SAW de um operador deve acompanhar essa dinamicidade e se manter atualizada para que o nível três seja executado com maior assertividade.



**Figura 2.1: Modelo de Consciência Situacional de Endsley (Traduzido e Adaptado de Endsley, 1988).**

Além do tempo há outros fatores que influenciam a aquisição de SAW de maneira positiva ou negativa, como o conhecimento prévio do operador em determinadas situações. Esse conhecimento prévio também é chamado de modelos mentais, Rouse & Morris (1986) definem modelos mentais como "mecanismos através dos quais os humanos são capazes de gerar descrições do propósito e forma de um sistema, explicar o funcionamento de um sistema e os seus estados observados e prever os estados futuros", ou seja o conhecimento prévio de uma pessoa em determinadas situações, se torna um insumo importante para o desenvolvimento da SAW, outra definição bem aceita sobre esse assunto é de Carroll & Olson (1988) que define:

"Modelo mental é uma estrutura rica e elaborada que reflete a compreensão do usuário do que o sistema contém, de como ele funciona e de por que ele funciona daquela forma. Ele pode ser imaginado como conhecimento suficiente sobre um sistema que permite ao usuário experimentar ações mentalmente antes de executá-las".

Esse tipo de situação pode influenciar a SAW de maneira negativa, já que pode haver por parte do operador uma falta de atenção em novas informações relevantes para a nova situação. O estresse e a fadiga do operador, ambientes estressantes, com ruídos excessivos ou até sistemas com interfaces complexas,

podem também atuar de maneira negativa para a obtenção e o desenvolvimento da SAW.

Mesmo operadores mais experientes e com os melhores treinamentos podem não atingir o nível três da consciência situacional em determinadas situações por motivos de informações incompletas ou imprecisas. Desta forma é importante que além de um bom modelo mental o operador tenha acesso as informações de qualidade, Oliveira *et al.* (2015), defendem que a melhoria na evolução da SAW pode auxiliar processos operacionais e planejamentos estratégicos, com isso a qualidade das decisões e a melhor compreensão do ambiente será obtida por parte do operador.

Endsley (1988), identifica oito situações que são consideradas inimigas para se obter uma a consciência situacional.

1. Tunelamento de informações: Determinadas tarefas exigem um compartilhamento de atenção, esse tipo de situação pode levar a um estrangulamento na partilha de atenção por parte do operador, podendo o mesmo negligenciar outras informações relevantes, e com isso ter sua consciência situacional desatualizada frente a atual situação, onde dependendo de sua função os erros podem ser irreversíveis;
2. Memória Recorrente: A memória de curto prazo, também conhecida como memória de trabalho, é geralmente usada por operadores para executar suas tarefas, apesar ser possível fazer uso do processo de fragmentação de informações, ainda sim contamos com um tempo limitado que essas informações ficaram armazenadas nesse tipo de memória. Em muitos sistemas é possível identificar tarefas que dependam da memória do operador, onde para se executar uma ação o operador deve acessar várias telas, e o desenvolvimento da SAW acaba sendo prejudicado pois o mesmo passa a ter a seu dispor baixos recursos cognitivos;
3. Fatores estressantes: A fadiga, o estresse, ambientes de trabalho, muitos ruídos entre outras situações, podem gerar ansiedade e complicações pessoais ao operador, causando a baixa disponibilidade de recursos cognitivos para o processamento da SAW;
4. Sobrecarga de dados A dinamicidade de ambientes e informações muitas vezes podem causar uma sobrecarga nos operadores, pois há por parte

- do ser humano uma limitação cognitiva na quantidade de informações que podem ser absorvidas, apesar de ser possível desenvolver uma capacidade maior de memória de um operador, ainda o espaço pode ser insuficiente e também há uma degradação natural com o passar dos anos;
5. Informações salientes: Sistemas que possuem muitos alertas ou propriedades com movimentos e cores, podem gerar distrações para o operador, tirando seu foco de informações relevantes e prejudicando o desenvolvimento da SAW;
  6. Sistemas complexos: Quanto mais recursos e regras aplicadas em um sistema, mais difícil se torna o aprendizado e a formação de um modelo mental claro de como o sistema funciona por parte dos operadores, esse tipo de situação pode resultar em altos riscos, como até perda de vidas;
  7. Modelos mentais vagos: A criação e utilização de modelos mentais pelo operador é importante para o desenvolvimento da SAW, porém em novas situações, esses modelos adquiridos em situações anteriores podem vir a atrapalhar a interpretação de novas informações relevantes se não usado com cuidado pelos sistemas, gerando um problema na compreensão e projeção (níveis 2 e 3).
  8. Automações de processos: Em sistemas que possuem muitos processos automatizados, pode acontecer uma síndrome conhecida como fora do laço (*out-of-the-loop syndrome*), que significa que o operador está distante do processo, e quando o mesmo tem que intervir no sistema para a correção de algum erro, ele pode não ter sucesso pois, não possui o entendimento do funcionamento do sistema, nessas situações é comum acontecer um baixo desenvolvimento da SAW, pois o operador não tem o controle do processo que o sistema está executando.

Endsley (1995), atribui causas de acidente aéreo a falhas de operadores em adquirir e manter a SAW, para demonstrar tal estudo ela criou uma taxionomia no qual ela detalha os resultados de uma investigação com as principais companhias de transporte aéreo do Estados Unidos. Foram investigados 24 acidentes aéreos, sendo constatado que em 17 deles houve algum tipo de erro humano ainda investigados por fatores casuais.

### Nível 1 – Percepção da situação

- Indisponibilidade de dados ou informações.
- Dificuldade em detectar e interpretar os dados.
- Dificuldades ao examinar ou observar os dados.
- Compreensão errada dos dados.
- Falha em memorização dos dados.

### Nível 2 – Compreensão da situação

- Modelo mental pobre ou a ausência do mesmo.
- Utilização de modelos mentais imprecisos.
- Dependência excessiva de valores padrão nos modelos mentais.

### Nível 3 – Projeção da situação no futuro

- Modelo mental pobre ou ausência do mesmo.
- Projeção excessivas da situação em curso.

Botega *et al.* (2016) analisou os estudos feitos pelos pesquisadores sobre acidentes aéreos e definiu:

“A compreensão das situações e como os componentes destas impactam no ambiente, são fatores cruciais para a tomada de decisão e influenciam o comportamento do próprio usuário e de sistemas que o auxiliam. Neste contexto, casos malsucedidos, dependendo do domínio da aplicação podem conduzir a erros irreversíveis.”

Destaca-se então a importância de SAW em operadores de sistemas críticos, e também a importância de atingir os seus níveis de forma plena, além do cuidado que se deve ter com fatores externos, pois os mesmos podem contribuir de forma positiva ou negativa para o desenvolvimento da consciência situacional de operadores.

## 2.1.2 Avaliação de SAW

Botega (2016), cita que existe na literatura cerca de 30 técnicas de avaliação de SAW, todas elas relacionadas com sistemas de emergência, onde 17 dessas

técnicas podem ser usadas adequadamente para avaliação da SAW, sendo assim as categorias de técnicas para medir e especificar a SAW são:

- a. Congelamento de simulação: São aplicadas ao operador questões relacionadas aos três níveis de SAW, com um intervalo de tempo aleatório.
- b. Tempo real: São aplicadas ao operador questões relacionadas a SAW enquanto o mesmo desempenha uma tarefa, sem interrupção no seu processo, as respostas e sua latência são usadas para medir o nível de SAW.
- c. Observação: Baseia-se em comportamentos observáveis, o operador executa uma tarefa e um especialista o observa e atribui pontos para a SAW.
- d. Auto avaliação: Consiste em os próprios operadores se auto avaliarem subjetivamente após o término das tarefas.
- e. Medidas de performance: Avaliar pontos relevantes referente ao desempenho dos operados durante a realização de tarefas.
- f. Mapeamento de processo: Consistem em registrar todos os processos que o operador executa para realizar a tarefa e desenvolver a SAW.

## **2.2 Sistemas ou Estruturas de Apoio a SAW**

Como dito anteriormente o valor da consciência situacional pode ser aplicada em muitos domínios, desde um treinamento, um trabalho em equipe até o desenvolvimento de uma interface. Um exemplo de aplicação de SAW foi apresentado por Matthews, Strater e Endsley (2004), onde, através de um estudo, foi possível identificar os requisitos da SAW em líderes de pelotões de infantarias. Inicialmente foram feitas entrevistas semiestruturadas e em seguida, com os requisitos levantados, foram desenvolvidas métricas para o treinamento da SAW desses líderes.

Outro tipo de aplicação em que se deve considerar os métodos para garantir o desenvolvimento da SAW, é em sistemas operados dentro do domínio de

gerenciamento de emergência, onde é necessário obter respostas rápidas e eficientes para resolução de emergências. Operadores deverão interpretar essas respostas de maneira clara, mesmo que o ambiente ao redor seja de extrema pressão e que haja uma grande gama de dados e informações muitas vezes consumida em tempo real.

Sistemas de fusão de dados são capazes de subsidiar recursos necessários para o desenvolvimento da SAW, através de procedimentos como processamento e validação de informações. A interferência humana nesses sistemas ainda é necessária, pois, só assim o dado passa ter algum significado e relevância, com isso a partilha de recursos cognitivos por parte do operador fica comprometida, pois, além de todo o ambiente e as demais tarefas o mesmo ainda terá que executar a análise dos dados.

Em um domínio de gerenciamento de emergência, sistemas devem ser capazes de auxiliar seus operadores a tomarem decisões. Para isso é necessário que além do uso da fusão de dados haja uma capacidade de representação desses dados. Neste contexto é identificado o que o uso de um modelo semântico como ontologia, ajudaria a representar de maneira clara e objetiva os objetos formados pelos dados, suas relações e seus atributos, além de uma melhor performance quanto a seleção, dissipação e recuperações de informações relevantes para o domínio.

## **2.3 Considerações Finais**

Neste Capítulo foram apresentados os conceitos de referente a consciência situacional, informações em como adquirir, manter, seus benefícios e suas dificuldades. É importante ressaltar o peso de uma consciência situacional em operadores de sistemas críticos, pois frequentemente tais operadores se encontram a frente de situações que exigem uma rápida ação, por isso é importante que os dois primeiros níveis de SAW (percepção e compreensão) sejam atingidos e compreendidos.

No Capítulo 3 será apresentado o que é uma ontologia, seus conceitos, e sua relação com a SAW e sistemas críticos.

# Capítulo 3

## ONTOLOGIAS EM SUPORTE A SAW

---

Com o avanço da tecnologia, no ano de 2017, somente os dados móveis alcançarão 49 Exabytes mensais (Cisco, 2017), e com esse aumento imenso, torna-se necessário a utilização de técnicas que visam melhorar processo e organização destes dados.

Nesse capítulo será apresentado o conceito de ontologia, onde ela é aplicada, ferramentas e metodologias para o seu desenvolvimento.

### 3.1 Ontologia

O termo ontologia teve sua origem na filosofia e foi estudado na Grécia Antiga por Platão e Aristóteles que descrevem a ontologia como um dos aspectos da metafísica que visa categorizar tudo que é fundamental e essencial para determinada entidade.

Ontologia do grego “*ontos*”, que significa “*ser*”, e “*logos*”, que significa “*saber*”, é conceituada como o “estudo do ser”, e foi popularizado pelo filósofo alemão Christian Wolff (1736), que definiu ontologia como *philosophia prima* (filosofia primeira), a ciência do ser enquanto ser, e tinha como objetivo estudar as formas mais gerais do ser.

Na área da Computação o uso de ontologia se dá como um meio para categorizar informações. Também é possível ver áreas como Web Semântica e Inteligência Artificial utilizando ontologias como subsídios para compreender e

codificar o conhecimento, através das relações existentes entre os conceitos de um determinado domínio.

Dentro desse contexto é possível identificar o grande poder que o uso de ontologia traz na hora de armazenar e organizar os dados, mas existem outros métodos para tal função, Almeida & Bax (2003) descreve alguns deles:

“Diversos tipos de estruturas são utilizados na organização da informação. Estruturas que se organizam a partir da utilização de termos são os arquivos de autoridade, glossários e dicionários. Estruturas que se organizam com a classificação e a criação de categorias são os cabeçalhos de assunto e os esquemas de classificação (ou taxonomias). As estruturas que se organizam a partir de conceitos e de seus relacionamentos são as ontologias, os thesaurus e as redes semântica.”

Há na literatura diferentes definições para o termo ontologia, sendo que muitas vezes elas se complementam em pontos de vista da mesma realidade. Mizoguchi (2003) define que “uma ontologia consiste em conceitos hierarquicamente organizados e relações entre eles que explicam os objetos que aparecem no mundo alvo como suas instâncias”. Guarino Oberle, & Staab (2009) descreve ontologias computacionais como um meio de modelar formalmente a estrutura de um sistema, identificar as entidades e relações relevantes que são úteis para um determinado domínio. Borst (1997) afirma que ontologia é “uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”.

De acordo com a citação a referência formal acontece por que uma ontologia pode ser legível para máquinas, e ao mesmo tempo pode ser explícita, pois tem seus conceitos, propriedades, relações, restrições e axiomas expressamente definidos. Já a conceitualização de uma ontologia se dá por se tratar de uma referência do mundo real e tem seu conhecimento consensual compartilhado.

Ontologia pode ser classificada quanto a seu grau de formalismo, aplicação, conteúdo e função.

#### Formalismo

- Altamente informais: expressam uma linguagem natural.

- Semi-informais: através de uma linguagem natural se expressam de forma estruturada e delimitada.
- Semi-formais: pela linguagem natural é definida formalmente.
- Rigorosamente formais: expressam em semântica formal, proposições e provas.

#### Aplicação

- Autoria neutra: quando à reuso das informações.
- Especificação: quando é baseada em um domínio específico.
- Acesso comum a informação: quando compartilha os termos proporcionando conhecimento.

#### Conteúdo

- Terminológicas: simbolizam os termos mais utilizados em um domínio específico para o modela-lo.
- Informação: quando especifica registro de instâncias.
- Modelagem de conhecimento: quando especificam conceitos de conhecimento.
- Aplicação: quando modelam o conhecimento no sistema que é aplicada.
- Domínio: quando expressam conceitualização que especificam um domínio.
- Genéricas: quando podem ser aplicadas em várias áreas de conhecimento pois possuem conceitos comuns.
- Representação: quando possuem conceitos que expressam o formalismo de representação do conhecimento.

#### Função

- Ontologias Genéricas: descrevem conceitos gerais a várias áreas do conhecimento, tem caráter abstrato e podem ser aplicadas a qualquer domínio.
- Ontologias Domínio: fazem uso de princípios e vocabulários do próprio do domínio em que representa.

- Ontologias de Tarefas: não possuem domínio específico, mas descrevem as atividades ou processos do domínio em que é aplicada. Tem como principal função facilitar com a integração entre tarefa de conhecimento e o domínio.
- Ontologias de Aplicação: expressam conceitos tanto de domínio quanto de uma tarefa específica.
- Ontologia de Representação: expressam conceitos do formalismo de representação do conhecimento, deixando claro os acordos ontológicos embutidos neste formalismo.

### 3.1.1 Ontologia e a Web Semântica

O conceito da Web Semântica nasceu da necessidade de se criar mecanismos capazes de captar a semântica do conteúdo em páginas disponíveis na Web. Foi proposto então atribuir a própria internet algum tipo de inteligência e com isso, fazer que as páginas Web possuam uma semântica definida e clara e que os operadores pudessem raciocinar sobre essa semântica.

As ontologias usadas nesse cenário servem como instrumentos de organização, reuso e transmissão de conhecimento, o uso de vocabulários, e a criação de novas tecnologias para permitir que as páginas Web sejam anotadas usando formalismos lógicos, sendo possível definir ou instanciar novas ontologias. Tim Berners-Lee (2000), identifica o uso de ontologias em seu modelo de camadas também conhecido como “pirâmide da Web Semântica”, a imagem abaixo descreve os recurso e linguagens que dão suporte a Web Semântica.

A Figura 3.1 demonstra que o uso de ontologias está totalmente relacionado com a Web Semântica, que vem sendo muito estudada e discutida por ser um novo conceito de como distribuir, armazenar e fazer o reuso dos dados na internet.

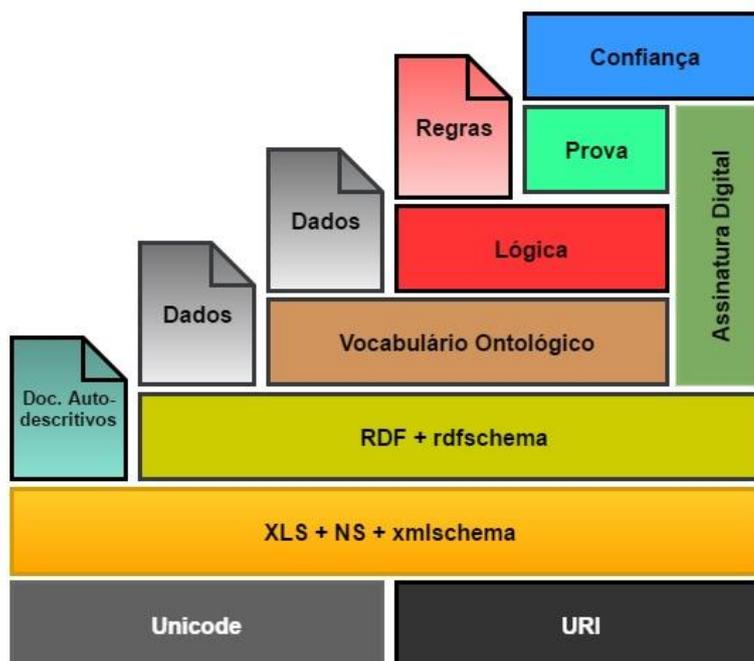


Figura 3.1: Pirâmide da Web Semântica de Tim Berners-Lee (Traduzido e adaptado de Tim Berners-Lee, 2000).

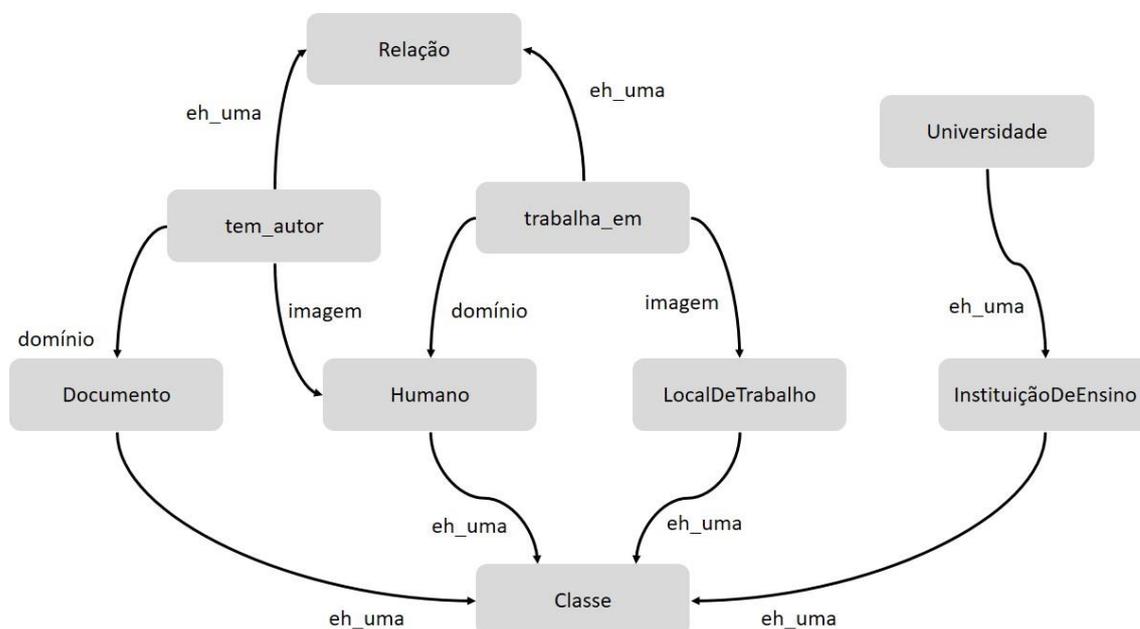
Acredita-se que em um futuro próximo o conceito da Web Semântica seja cada vez mais popular e utilizado na hora de se criar um documento web, mudando assim a maneira que os dados serão representados. Sendo assim é possível prever que as aplicações no futuro serão capazes de ter uma comunicação, já que as mesmas conseguiram entender e interpretar as linguagens e vocabulários utilizados dos documentos umas das outras.

### 3.1.2 Construção de uma ontologia

A construção de uma ontologia envolve saber qual domínio ela será inserida, e qual será a definição de seu escopo, após esses passos são necessários escolher uma metodologia e uma ferramenta para auxílio na construção e divulgação da ontologia, por fim uma linguagem para suas especificações.

Nem todas ontologias possuem uma estrutura igual a outra, porém todas possuem elementos como:

- **Classes:** organizadas em hierarquias sendo, classes que possui relações com classes mais altas, são chamadas de subclasses, já as classes mais altas, são superclasses destas classes mais baixas.
- **Relações:** representa as comunicações entre as partes do domínio.
- **Axiomas:** usado para moldar sentenças consideradas verdadeiras.
- **Instâncias:** são utilizadas para representar itens específicos.
- **Funções:** fatos que podem ocorrer no contexto da ontologia.



**Figura 3.2: Exemplo de Ontologia (Fonte: O próprio autor, 2017).**

Na Figura 3.2, temos um modelo de ontologia, onde as classes são *Documento*, *Humano*, *localDeTrabalho* e *InstituiçãoDeEnsino* e as relações são *tem\_autor* e *trabalha\_em*.

Uma relação deve ser composta de um domínio e uma imagem para indicar quais classes ela envolve. No uso da relação *trabalha\_em* (João, *trabalha\_em* lojaX), temos João como sujeito, *trabalha\_em* como predicado e lojaX como objeto. Pela definição da relação *trabalha\_em* podemos concluir que João é da classe *Humano* e que lojaX é da classe *LocalDeTrabalho*.

### 3.1.3 Metodologias de desenvolvimento de ontologias

Metodologias de desenvolvimento de ontologias existem no intuito de estruturar sua construção e manipulação.

Abaixo será descrito algumas metodologias usadas para construção de ontologias.

#### 1. Enterprise Ontology

Segundo Uschold, King, Moralee & Zorgios (1998), essa metodologia é utilizada para a construção de ontologias empresariais e possui 4 fases:

- Identificação do propósito
- Construção da Ontologia
- Avaliação do resultado
- Documentação

Na construção da ontologia inicialmente é feito a definição de um escopo, e por *brainstorming* é criada a coleção de conceitos, após isso esses conceitos são agrupados e passam por um refinamento onde é verificado quais conceitos são básicos, quais são genéricos e específicos. Para cada conceito é selecionada uma palavra que tenha apenas um significado, caso a mesma não exista é criado um novo conceito, após essas etapas é feita a definição de significado da ontologia, ou seja, é identificado e descrito um sentido que ela deva representar, essa ontologia é traduzida em linguagem formal, a OntoLingua.

#### 2. Methontology

É necessário ter o conhecimento do domínio para o desenvolvimento da ontologia, e de acordo com Fernández, Gómez, & Juristo, (1997), suas fases são:

- Levantamento de requisitos.
- Aquisição de conhecimento, mesmo esse não sendo um processo ontológico.
- Conceitualização, é criando um modelo conceitual do conhecimento do domínio.

- Integração, nesse passo é considerado o reuso de ontologias que representam o mesmo domínio.
- Implementação da ontologia.
- Avaliação da ontologia implementada.
- Documentação do processo.

### 3. On-to-knowledge methodology

Segundo Sure, Staab & Studer (2004) essa metodologia é baseada em quatro fases, sendo elas:

- Começo (Kick-off): nessa fase são feitos levantamentos e as especificações de requisitos, a identificação das questões de competências, também é verificado se já existe uma ontologia que atenda o domínio em questão, e após isso uma primeira versão da ontologia é desenvolvida.
- Refinamento: após a primeira versão é possível construir versões mais maduras da ontologia.
- Avaliação: é feita uma avaliação dos requisitos e das questões de competências, caso tudo esteja certo, a ontologia é colocada em produção.
- Manutenção: é a fase em que mudanças e adaptações dos requisitos ocorrem, ou seja, a ontologia está sempre sendo atualizada à medida que o domínio necessite.

### 4. Methodology 101

Essa metodologia foi desenvolvida por Noy & McGuinness (2001), e segue sete passos para a construção da ontologia, sendo eles:

- Primeiro é necessário responder algumas perguntas para definir o domínio e o escopo da ontologia:
  - Qual domínio que a ontologia irá cobrir?
  - Para que a ontologia será usada?
  - Quais questões as informações contidas na ontologia deveram responder?
  - Quem irá usar a ontologia?

- Segundo passo é verificar se já não existe alguma ontologia que atenda o seu domínio e escopo.
- Terceiro passo é criar uma lista com os termos mais importantes, e verificar junto aos especialistas do domínio quais as relações e propriedades que os mesmos possuem.
- Quarto passo é definir as classes e a suas hierarquias:
  - Top-down: vai da definição do contexto geral para o mais específico.
  - Bottom-up: vai da definição do contexto mais específico para o mais geral.
  - Combinação que usa os dois métodos acima.
- Quinto passo é definir as propriedades das classes, nesse estágio é necessário determinar a descrição das classes através de suas propriedades, onde essas são chamadas de slots que ficaram vinculadas as classes.
- Sexto passo é definir as facetas dos slots, descrevendo seus tipos de valores e suas cardinalidades.
- Sétimo passo e último passo é a criação de instâncias de classes, onde para isso é preciso ter definido:
  - A escolha da classe;
  - A criação de uma instancia individual desta classe;
  - O preenchimento dos valores de slot;

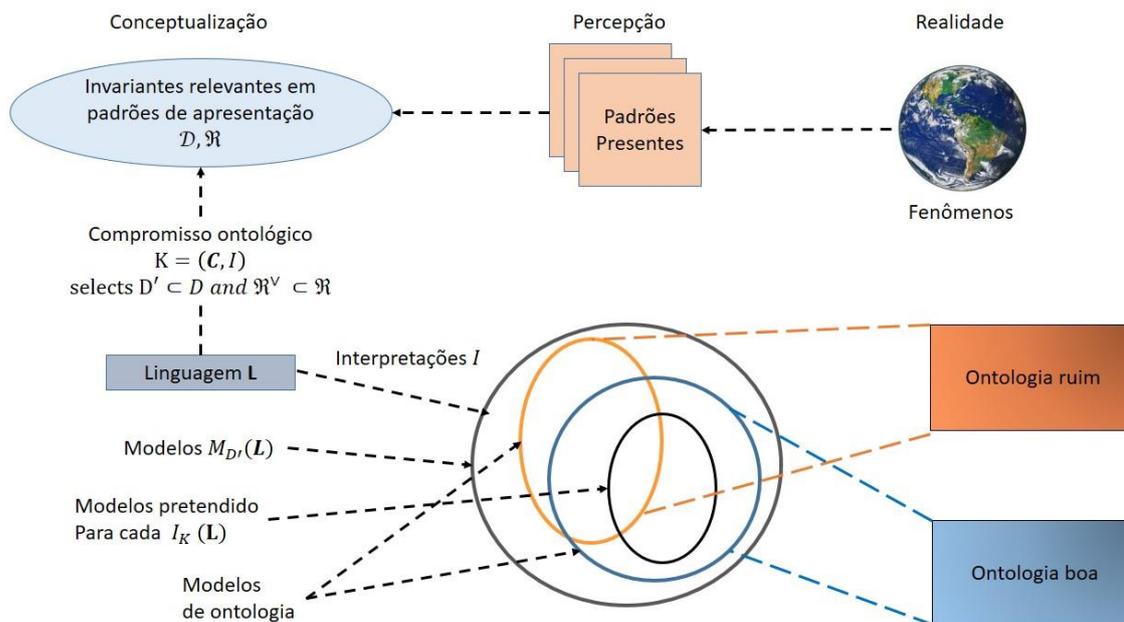
### 3.1.4 Representação das Ontologias

A representação de uma ontologia pode ser feita de duas maneiras:

- Formal: consumidas por maquinas, através de linguagens próprias para sua representação, como OWL, RDF, etc.
- Gráfica: consumida por humanos, através de grafos, UML (*Unified Modeling Language*), estrutura de árvore, etc.

Guarino (2009) descreve como uma ontologia deve ser conceitualizada em seu papel de *especificações explícitas*:

“A ontologia é apenas um conjunto de tais axiomas, ou seja, uma teoria lógica projetada para capturar os modelos pretendidos que correspondem a uma certa conceitualização e excluir os não intencionais. O resultado será uma especificação aproximada de uma conceitualização: os modelos melhores propostos serão capturados e os modelos não pretendidos serão excluídos”.



**Figura 3.3:** As relações entre fenômenos que ocorrem na realidade, sua percepção (em tempos diferentes), sua conceitualização abstraída, o idioma usado para falar sobre essa conceitualização, seus modelos pretendidos e uma ontologia (Traduzido e Adaptado de Guarino, 2009).

Na Figura 3.3 é possível entender o papel de uma ontologia dentro de um sistema, em que a realidade é transformada em um modelo pretendido através de linguagens específicas para a representação de uma ontologia. Quando a ontologia atinge uma boa qualidade ela consegue representar a realidade com maior precisão, porém é muito comum encontrar ontologias que não possuem qualidade, e ao representar a realidade muitas vezes a distorce, isso é um fato que possui grande impacto em sistemas de apoio a decisão, podendo o operador tomar uma decisão errada e causar prejuízos a si mesmo e a outros.

Há diversas linguagem utilizadas para representar uma ontologia, sendo possível classificá-las em três categorias, Tradicionais (Cycl, Ontolíngua, F-Logic,

CML, OCML, Loom, KIF), Padrão Web (XML e RDF) e *Web-based* (OIL, DAML+OIL, SHOE, XOL, OWL).

Para a escolha de uma linguagem, é necessário saber o domínio que será especificado. Abaixo são apresentados os conceitos e as principais características das linguagens mais referenciadas e utilizadas.

- **Ontolingua:** Foi desenvolvida pela KSL (*Knowledge Systems Lab*) na Universidade de Stanford, combina princípios de linguagens baseadas em *frames* e lógicas, porém não possui funcionalidades para inferência, baseada em KIF (*Knowledge Interchange Format*), e possibilita a representação de princípios, taxonomias de conceitos, relações n-árias, axiomas, instancias e procedimentos.
- **RDF (*Resource Description Framework*):** Desenvolvida pela W3C (WWW Consortium), trata-se de uma linguagem baseada em representar os metadados, fazendo uso da *tripla* objeto, atributo e valor, também muito utilizada na área I.A. Tem por objetivo representar o conhecimento por meio de uma rede semântica através de conceitos, taxonomias de conceitos, e relações binárias.
- **OWL (*Web Ontology Language*):** Desenvolvida e recomendada pela W3C, baseada nas linguagens DAML e OIL, também faz uso da *tripla* objeto, atributo e valor, vindo a ser considerada uma extensão do RDF. Essa linguagem é muito utilizada quando as informações dos documentos web precisam ser processados por aplicações e seu conteúdo consumidos por humanos.
- **XML (*Extensible Markup Language*):** Possibilita a construção de documentos de fácil entendimento por humanos e máquinas, baseia-se em um aglomerado de regras dividindo o documento em partes identificáveis através dos indicadores semânticos.

A principal função de uma ontologia é sua capacidade de criar representações de um determinado domínio que possam ser consumidas por máquinas e humanos, o uso dessa tecnologia em dias que o aumento de dados é constantes também impacta diretamente em como essas informações são organizadas e recuperadas.

### 3.1.5 Vocabulários

Vocabulários podem ser definidos por um conjunto de termos que descrevem de maneira correta os dados e o domínio em que é aplicado. Guarino (2009), define que “ontologia é um conjunto de axiomas lógicos projetados para explicar o significado pretendido de um vocabulário. ” (Guarino, 2009). Noy & McGuinness (2001), descreve que uma ontologia pode definir um vocabulário comum para quem precisa compartilhar informações.

O uso de vocabulários está totalmente relacionado ao reuso de informações presentes na web, e dentro de uma ontologia representa uma teoria lógica de primeira ordem, onde os termos dentro do vocabulário podem ser definidos como predicados unários ou binários, identificados como relações e conceitos entre as instancias.

A escolha de um vocabulário deve ser feita após o total entendimento dos conceitos e da semântica do domínio que o mesmo será aplicado. Compreender todas as características, classes e suas propriedades dentro do contexto em que o vocabulário será usado fornece subsídios para melhores descrever de maneira mais clara as relações entre as entidades que compõe o domínio.

## 3.2 Ontologias e Consciência Situacional (SAW)

Endsley (1988), quando definiu o conceito de SAW, teve por objetivo medir o processamento e o consumo de informações por humanos, como já explicado no capítulo 2 adquirir e manter a SAW em domínios de críticos é uma tarefa difícil, pois além do gerenciamento do sistema, o humano operador ainda tem que gerenciar muitas variáveis de ambientes presentes em um situação crítica. Para se alcançar os 3 níveis de SAW tais operadores precisam ter o conhecimento dos objetos presentes em uma situação de emergência.

Matheus *et al.* (2003), descreve que a consciência completa não é obtida somente pelo conhecimento de objetos dentro de um domínio, é necessário conhecer os atributos pertencentes a esses objetos e as relações que os mesmos

possuem. De acordo com Kokar *et al.* (2009), a principal diferença da consciência da situação em processamento computacional e processamento humano é que em humanos a SAW já suportada e pode ser medida (Endsley, 2003), enquanto em computadores esse processo precisa ser definido e implementado, sendo assim, é necessário desenvolver junto ao projeto uma especificação para que sua implementação seja correta. Ainda neste contexto Kokar *et al.* (2009), descreve que o uso de computação baseada em ontologias ajuda a desenvolver um modelo de inferência no qual processos computacionais conseguiriam deter a conscientização da situação.

Esse tipo de inferência em sistemas de emergência ajuda a manter os dados atualizados mesmo com a dinamicidade que um atendimento emergencial demanda. Ainda é possível afirmar que sistemas que fazem uso de ontologia, são capazes de fazer deduções de fatos através das relações que a ontologia revela junto com seus termos ontológicos, o que para o nível 2 e 3 de SAW de operadores humanos é muito importante, pois gera uma maior compreensão do cenário que a emergência está ocorrendo e cria subsídios para uma tomada de decisão.

### 3.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os conceitos de ontologia, qual sua utilidade, como desenvolver uma, quais tipos de ontologias existem, em quais linguagem é possível desenvolver uma ontologia, e qual o benefício de seu uso para apoio a consciência da situação. Sendo a ontologia uma forma de representar dados, a mesma pode ser usada para qualquer tipo de domínio, sendo necessário somente do contexto que ela irá representar e a utilização ou criação de um vocabulário para a representação das relações entre as entidades do domínio.

No capítulo 4 será apresentado conceitos sobre a Qualidade dos dados e Informações e como a mesma pode ser usada para a melhoria da consciência a situação de operados de sistemas críticos.

# Capítulo 4

## QUALIDADE DE DADOS E INFORMAÇÕES

---

---

Devido ao crescimento exponencial de dados produzidos eletronicamente, a qualidade de dados e informações passou a ser prioridade em diversas áreas, sendo necessário em muitos casos o uso de metodologias de avaliação e gestão de qualidade.

### 4.1 Avaliações e Gestão da Qualidade de Dados e Informações

O termo qualidade é frequentemente relacionado a correção ou adequação de algo, visando o seu uso e reconhecimento ao um conjunto de expectativas pré-determinadas. A qualidade também representa a ausência de erros ou falhas em determinado produto ou serviço.

Não existe na literatura uma definição formal aceita por todos os autores para a expressão qualidade, pois vários entendem e descrevem seu significado de maneiras diferentes, e isso acontece, pois, o termo qualidade é subjetivo, podendo ser avaliado e entendido de várias formas frente a contextos e objetivos diferentes.

Os impactos causados em desempenho de sistema empresarial ou até mesmo governamental por falta de gestão e avaliação de qualidade dos dados resultam em prejuízos financeiros e perda de vidas dependendo o domínio que o sistema de informação está implantado.

Em seu artigo Fisher e Kingma (2001), constata que dois grandes desastres americanos estão relacionados com a falta de gestão da qualidade de dados. O primeiro desastre trata-se da explosão do ônibus espacial *Challenger* que ocorreu em 28 de janeiro de 1986, os prejuízos deste acidente foram a morte de sete tripulantes e um prejuízo financeiros que passou de um bilhão de dólares. Após a perícia realizada foi constatado pela NASA que houve problemas com incoerência de erros e banco de dados, relatórios violados, falta de testes e falta de modelagem para análise de tendências, Fisher e Kingma (2001) também citam que o uso de dimensões como completude, consistência e precisão possivelmente ajudaria a evitar o acidente.

O segundo desastre aconteceu em 3 de julho de 1988, quando uma embarcação da Marinha dos Estados Unidos identificou de maneira imprecisa um Airbus Iraniano, o confundindo com um caça militar e disparou dois misseis contra o avião matando assim cerca de 290 pessoas que estavam no voo 655. Fisher e Kingma (2001), apontaram que possíveis causas deste acidente, sendo a falta de qualidade dos dados, o uso de indicadores de alvos errados, sobrecarga de dados, comunicação falha e o uso de informações incompletas e conflitantes no sistema.

Um fato comum entre esses dois acidentes é a falta de gestão e avaliação para qualidade de dados. Mesmo em domínios diferentes é possível reconhecer o impacto que uma informação produzida de um dado inconsistente ou incoerente podem ter. É importante enfatizar que para sistemas de informação principalmente os que apoiam decisões, os dados que serão por eles processados devem estar livres de problemas de qualidade.

A qualidade pode ser medida através do uso de métricas e dimensões, Botega (2016), define dimensões da seguinte maneira:

“Cada área de aplicação detém os próprios requisitos de qualidade e categorização particulares, chamado de dimensões, chamados de dimensões, cujos significados são definidos de acordo com objetivos, tarefas e decisões associadas”.

As métricas podem ser definidas como a forma que as dimensões serão medidas e calculadas sendo que sua aplicabilidade dependerá do contexto e domínio que o dado ou informação a ser avaliado está inserido. Algumas abordagens e definições para avaliação de qualidade serão apresentadas a seguir.

O'Brien (2004) descreve que a qualidade da informação é dotada de três dimensões: tempo, conteúdo e forma onde seus principais atributos são:

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

Marchand (1990), propõe cinco tipos de abordagem para definição de qualidade de informação: transcendente, baseada no usuário, baseada no produto, baseada na produção e abordagem da qualidade como um dos aspectos de valor. Essas cinco tendências podem ser agrupadas em 3 categorias que seguem as linhas de estudos dominantes na ciência da informação sendo elas:

- Transcendente: reconhece o valor da informação como absoluto e universal, (Marchand, 1990).
- Produto (informação enquanto coisa): Marchand (1990), define que qualidade da informação quanto produto possui termos precisos e identificáveis, sendo seus atributos possíveis de serem quantificados e mensurados.
- Centrada no usuário (subjetiva): o valor da informação depende exclusivamente do usuário e do contexto que a mesma é exposta.

Strong *et al.*, (1997), define que dados com qualidade são dados adequados para usuário, ou seja, os critérios de utilidade e usabilidade são importantes para a definição de qualidade.

**Tabela 4.1: Qualidade dos Dados Categorias e Dimensões (Traduzido e Adaptado de Strong et al., 1997).**

<b>Categorias</b>	<b>Dimensões</b>
Intrínseca	Precisão, Objetividade, Reputação e Credibilidade
Acessibilidade	Acessibilidade, segurança de acesso
Contextual	Relevância, Valor agregado, Prazo, Completude, Quantidade de dados

Aspectos de representação	Interpretação, facilidade de compreensão, representação concisa, representação consistente
---------------------------	--

Na Tabela 4.1 a categoria Intrínseca garante a confiabilidade e a importância dos dados, já a categoria de Acessibilidade visa a segurança e o acesso aos dados, a categoria contextual preza pela relevância dos dados no contexto que eles são inseridos e a categoria de representação dos dados está relacionada ao formato que o dado deva ser utilizado.

Batini *et al.*, (2009) diz que o processo racional para se medir, representar e melhorar a qualidade de dados e informações depende da forma de entrada e processamento do dado e de seu contexto.

**Tabela 4.2: Metodologias de qualidade de dados (Traduzido e adaptado de Batini et al, 2009).**

<b>Metodologia</b>	<b>Aplicabilidade</b>	<b>Referência</b>
TDQM – <i>Total Data Quality Management</i>	Diversas áreas	Wang, 1998
DWQ - <i>The Data Warehouse Quality Methodology</i>	Projetos de data warehouse	Jeusfeld <i>et al.</i> , 1998
TIQM - <i>Total Information Quality Management</i>	Projetos de data warehouse	English, 1999
COLDQ - <i>Loshin Methodology (Cost-effect Of Low Data Quality)</i>	Áreas financeiras	Loshin, 2001
AIMQ - <i>A Methodology for Information Quality Assessment</i>	Áreas de desempenho	Lee <i>et al.</i> , 2002
IQM - <i>Information Quality Measurement</i>	Contexto Web e Intranet	Eppler e Munzenmaier, 2002
AMEQ - <i>Activity-based Measuring and Evaluating of product information Quality Methodology</i>	Projetos de manufatura	Su e Jin, 2006
DataQuinCIS - <i>Data Quality in Cooperative Information Systems</i>	Áreas financeiras	Scannapieco <i>et al.</i> , 2004
QAFD - <i>Methodology for the Quality</i>	Áreas financeiras	De Amicis and Batini,

<i>Assessment of Financial Data</i>		2004
<i>CIHI - Canadian Institute for Health Information Methodology</i>	Área da saúde	Long e Seko, 2005
<i>ISTAT Methodology</i>	Área de censo	Falorsi <i>et al</i> , 2003
<i>DQA - Data Quality Assessment</i>	Diversas áreas	Pipino <i>et al.</i> , 2002
<i>AMEQ - Activity-based Measuring and Evaluating of product information Quality Methodology</i>	Projetos de manufatura	Su e Jin, 2006
<i>CDQ - Comprehensive Methodology for Data Quality Management</i>	Diversas áreas	Batinl e Scannapieco, 2006
<i>IQESA – Information Quality Assessment in the Context of Emergency Situation Awareness</i>	Contexto emergenciais	Botega <i>et.al.</i> , 2016

A tabela 4.2 demonstra algumas das principais metodologias para qualidade de dados juntamente com suas referências. Dessas metodologias a mais relevante e utilizada é a *Total Data Quality Management* (TDQM) (Wang, 1998).

A TDQM faz uso dos princípios de gestão de processos da metodologia *Total Quality Management* (TQM), sua aplicabilidade se define em um ciclo contínuo passando por quatro fases, visando atingir um alto nível e qualidade:

- **Definição:** Determina os dados, suas características, as dimensões de qualidades e requisitos relacionados.
- **Medição:** Estabelece métricas de qualidade de dados para as dimensões identificadas na fase anterior.
- **Análise:** Interpreta os resultados das métricas aplicada na fase anterior, identifica as dimensões que estão com baixa qualidade e as possíveis causas dessa baixa.
- **Melhoria:** Nesta fase são utilizadas ferramentas e frameworks para sanar os problemas de qualidade identificado na fase anterior.

Cada metodologia juntamente com o domínio de aplicação estabelece quais dimensões e métricas serão utilizadas para quantificar e/ou qualificar os dados

fazendo uso também de requisitos do sistema em que o dado será processado e consumido, porém é importante ressaltar que a participação do humano no processo de qualificação é grande, pois para uma informação gerar conhecimento a algo ou alguém, a mesma deve ser necessária e fazer sentido no contexto que será aplicada. A exemplo disso podemos citar a *Methodology for the Quality Assessment of Financial Data*, (QAFD) de De Amicis and Batini, (2004), que faz uso do conhecimento humano em seu processo de qualificação, através da definição de requisitos e procedimentos para a melhoria da qualidade da informação.

Referente as metodologias apresentadas na Tabela 4.2, Batini *et al*, (2009), em seu artigo lista as dimensões de qualidade de dados e as informações usadas por elas.

- **TDQM**: acessibilidade, adequabilidade, crença, integralidade, concisão, facilidade de operações, valor adicionado, representação consistente, interoperabilidade, objetividade, relevância, reputação, segurança, pontualidade, compreensibilidade.
- **ISO8000**: acurácia (sintática e semântica), proveniência, integralidade e certificação.
- **DWQ**: representação consistente, integralidade, minimalismo, rastreabilidade, interoperabilidade, evolução do metadado, acessibilidade (sistema, transacional, segurança), utilidade (interoperabilidade), pontualidade (atualidade, volatilidade), expansividade, credibilidade, acurácia, consistência.
- **TIQM**: Dividida em dois tipos de dimensões:
  - Inerentes: consistência (conformidade de definição), integralidade, conformidade com regras de negócio, acurácia (sintática e semântica), precisão, duplicação, equivalência e concorrência de dados redundantes.
  - Pragmáticas: acessibilidade, pontualidade, clareza contextual, integridade de derivação, usabilidade, retidão (fato de integralidade), custo.
- **AIMQ**: acessibilidade, adequação, crença, integralidade, representação concisa, facilidade de operação, livre de erros, interoperabilidade,

objetividade, relevância, reputação, segurança, pontualidade, compreensibilidade.

- **CIHI:** acurácia, capacidade de comparação de pontualidade, usabilidade, características de relevância: sobre cobertura, subcobertura, variância de resposta simples/correlata, confiabilidade, coleção e captura, sem resposta de unidade/item, edição e imputação, processamento, estimação, pontualidade, capacidade de compreensão, integração, padronização, equivalência, capacidade de ligação, comparação de produto/histórico, acessibilidade, documentação, interoperabilidade, adaptabilidade, valor.
- **DQA:** acessibilidade, quantidade apropriada de dado, crença, integralidade, livre de erros, consistência, representação concisa, relevância, facilidade de manipulação, interoperabilidade, objetividade, reputação segurança, pontualidade, compreensibilidade, valor agregado.
- **IQM:** acessibilidade, consistência, pontualidade, concisão, capacidade de manutenção, atualidade, aplicabilidade, conveniência, velocidade, capacidade de compreensão, clareza, acurácia, rastreável, segurança, correto, interatividade.
- **ISTAT:** acurácia, integralidade, consistência
- **AMEQ:** representação consistente, interoperabilidade, caso de entendimento, representação concisa, pontualidade, integralidade valor agregado, relevância, adequação, significância, ausência de confusão, disposição, legível, capacidade de raciocínio, precisão, confiabilidade, livre de vícios, deficiência do dado, deficiência do projeto, operação, deficiências, acurácia, custo, objetividade, crença, reputação, acessibilidade, correto, ambiguidade, consistência.
- **COLDQ:** divide as dimensões em:
  - Esquema: clareza de definição, capacidade de compreensão, flexibilidade, robustez, essencialidade, granularidade do atributo, precisão de domínios, homogeneidade, capacidade de identificação, capacidade de obtenção, relevância,

- simplicidade/complexidade, consistência semântica, consistência sintática.
- Dado: acurácia, valores nulos, integralidade, consistência, atualidade, pontualidade, acordo de utilização, mordomia, ubiquidade.
- Apresentação: adequação, interpretação correta, flexibilidade, precisão do formato, portabilidade, consistência, uso de armazenamento, política de informação: acessibilidade, metadados, privacidade, segurança, redundância, custo.
- **DaQuinCIS:** acurácia, integralidade, consistência, atualidade, confiabilidade.
- **QAFD:** acurácia semântica/sintática, consistência interna/externa, integralidade, atualidade, exclusividade.
- **CDQ:** divide as dimensões entre:
  - Esquema: correto em relação ao modelo, correto em relação aos requisitos, integralidade, pertinência, legibilidade, normalização.
  - Dado: acurácia semântica/sintática, integralidade, consistência, atualidade, pontualidade, volatilidade, integralidade, reputação, acessibilidade, custo.
- **IQESA:** precisão sintática, completude, completude temporal, atualidade, relevância e consistência das informações.

No contexto de gerenciamento de emergências, as dimensões de qualidade mais utilizadas para sistemas de informações inseridos em domínios críticos como é o caso deste trabalho são:

- **Precisão Sintática:** Tem como objetivo averiguar se valores textuais de uma propriedade analisada confere com seu correspondente no mundo real.
- **Completude:** É a análise do quão completo o dado a ser analisado se encontra. Amicis e Batini definem completude como sendo o “grau da presença e da ausência de valores de dados em uma variável.” (Amicis e Batini, 2004).

- **Completude Temporal:** tem por objetivo prover um índice quantitativo de completude para dados temporais.
- **Atualidade:** essa dimensão é relacionada diretamente com o tempo, sendo assim é responsável por verificar a evolução temporal de um evento ou objeto.
- **Relevância:** determina de forma quantificável o quanto determinado dado ou informação possui importância para o usuário ou o contexto.
- **Consistência:** verifica as violações de regras semânticas para um determinado conjunto de dados ou informação. (Botega, 2016).

O presente trabalho fará uso da metodologia IQESA (Botega *et. al*, 2016), para quantificar e qualificar os dados provenientes de situações de emergências em incêndios florestais, juntamente com as dimensões: consistência, atualidade, completude e relevância.

A metodologia para Avaliação IQESA, visa promover a avaliação e representação de informações provenientes de situações emergenciais. Os requisitos adotados por essa metodologia para concepção de qualidade, são especificados por especialistas humanos no domínio em que a mesma será aplicada.

A IQESA tende a ser capaz de monitorar mudanças na qualidade de informação através do uso de métodos de fusão de informações, sendo possível explicar as métricas da qualidade da informação na sua saída do sistema. Essa metodologia também se propõe a ser flexível, acompanhando assim a evolução dos sistemas de informações através de suas constantes atualizações.

Visando a melhoria de SAW de operadores de sistemas de emergência, a metodologia IQESA é composta de três etapas:

- Elucidação dos requisitos de qualidade de dados e informações.
- Modelagem e aplicação de funções e métricas para quantificar dimensões de qualidade.
- Representação da informação situacional qualificada.

## 4.2 Qualidade de Dados e Informações e a SAW

É possível afirmar que de forma geral a avaliação de qualidade de dados e informações influenciam diretamente no processo de aquisição e manutenção de SAW de operadores humanos. Esse processo é estimulado por dados e informações proveniente de humanos e sistemas, que devem descrever fielmente as situações do mundo real. Assim, se obtém a formação do modelo mental completo do operador e sua aquisição de SAW, resultando em uma tomada de decisão mais assertiva

Em alguns domínios, a gestão de qualidade de dados e informações em sistemas passa de uma necessidade para um fator crítico, pois, quando a mesma não está presente, como dito no começo deste capítulo, falhas podem não ser detectadas a tempo, provocando estragos irreparáveis como perda de vidas humana.

Sistemas de apoio a emergência, em geral possuem uma troca de informações em tempo real entre o humano e o sistema, e esses dados muitas vezes provem de fontes heterogêneas, e podem ter baixa qualidade como falta de confiabilidade, fidelidade, ser contraditório e até mesmo redundante. Em sistemas que visam dar suporte a SAW de um operador humano, dados nocivos propagados pelo sistema, geram incerteza e falta de suporte para tomada de decisão de operadores humanos.

## 4.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os conceitos de qualidade de dados e informações, o que é o termo qualidade, as principais dimensões utilizadas para avaliação de qualidade, o uso de métricas para quantificar a qualidade nos dados, também foram apresentadas as principais metodologias para gestão e avaliação de qualidade em dados e informações.

O uso de qualidade de dados para sistemas de informação é um assunto relevante que a cada dia mais tem sido discutido por profissionais da área, pois já

ficou provado que dados de má qualidade sendo propagados em sistemas geram informações ruins, resultando em conhecimentos imprecisos, e isso combinado com outros fatores podem resultar em tomada de decisões incorretas.

No Capítulo 5 serão apresentados três trabalhos que possuem relações com ontologias, situações de emergência e qualidade como o estado da arte desta monografia.

# Capítulo 5

## ESTADO DA ARTE

---

O aumento exponencial no volume de dados trouxe junto a necessidade em aprimorar os métodos de representação desses dados em sistemas de informações. Junto a esse tipo de situação temos também informações HUMINT que são providas do uso da inteligência humana para a observação de um cenário. Tais informações podem ser tendenciosas, imprecisas e omissas, e para fazer uso desse tipo de informação é necessário entender seu significado semântico e muitas vezes a participação humana nesse processo de interpretação se faz obrigatória. Um dos exemplos dessas informações são os relatos em uma situação de emergência que muitas vezes são feitos pelas próprias vítimas do incidente (Botega, 2016, apud Stampouli *et al*, 2009).

Com base nesse contexto o uso de ontologias como parte do processo para de representação e inferência vem crescendo em sistemas de informações. Como já discutido no capítulo 3, o uso de ontologia em sistemas que apoiam decisões principalmente em domínios que lidam com emergências é extremamente relevante na ajuda da identificação das relações entre as entidades presentes em uma situação de emergências.

Li, *et al.* (2008), em seu artigo “*Building a Practical Ontology for Emergency Response Systems*”, propôs o desenvolvimento de uma ontologia genérica que pode ser aplicada a diversas situações de emergência pois ela utiliza conceitos semânticos padronizados.

Para a utilização dessa ontologia é necessário seguir quatro etapas, sendo elas: (1) Preparação da resposta: antes de responder a emergência é necessário verificar sua veracidade, e após isso fazer uso de base de dados anteriores para escolha de uma melhor solução. (2) Resposta a emergência: nessa etapa é enviado

uma equipe ao local da emergência e estabelecida uma comunicação confiável com a base, caso seja necessário é possível consultar um grupo de peritos para situações difíceis e imprevistas. (3) Resgate em emergência: essa etapa é feita caso haja vítimas a serem resgatas e atendidas, todo o monitoramento a emergência é feito em tempo real, e caso haja alterações no cenário, os passos anteriores devem ser refeitos. (4) Manipulação de resíduos: nessa etapa uma investigação é feita a fim de identificar as causas do incidente, após essa apuração, é feita a limpeza e restauração do local onde ocorreu o incidente e prestado apoio social as vítimas.

Essa ontologia também conta com um vocabulário comum para o domínio, onde outras organizações podem usar e compartilhar informações relevantes agregando assim mais informações ao vocabulário.

O uso de conceitos genéricos em uma situação de emergência se torna um desafio caso haja alguma situação imprevista sem abrangência por esses termos. Segundo o artigo os testes realizados foram feitos em ambiente controlado o que dificulta saber o real potencial dessa ontologia, e atualmente ela ainda faz uso de metodologias para a gestão de qualidade de dados e informações.

Segundo o artigo o trabalho ainda se encontra em desenvolvimento e seus próximos passos serão: adicionar mais conceitos, propriedades e relações na ontologia, expandi-la para futuramente contemplar todas os CIMS (*Crisis Information Management Systems*).

Amailef & Lu (2013), desenvolveu um sistema chamado OS-CBR (*Ontology-supported case-based reasoning*), utilizando a metodologia de raciocínio baseado em casos junto com recursos da ontologia. Os autores descrevem em seu artigo os benefícios de juntar o CBR (*case-based reasoning*) com a tecnologia ontológica, melhorando assim a eficiência dos tomadores de decisão em uma situação de emergência. O sistema conta com medidas de similaridades baseadas em ontologias, evitando assim problemas de sinônimos nos dados. Outro benefício apresentado pelos autores é a capacidade que o sistema possui de aprender com situações do passado, visando assim gerar melhores solução para presentes situações de emergências. Esse sistema foi implementando em sistemas de respostas baseados em dispositivos moveis (MERS - *Mobile-Based Emergency Response System*) e segundo os autores esse tipo de abordagem é significativa tanto na teoria como na pratica. Ao longo do artigo, Amailef & Lu (2013), demostram

resultados de alguns experimentos, onde foi indicado que o uso da ontologia é benéfico em casos que contém alguma similaridade.

Os testes foram realizados no domínio de localização dos desastres (espacial e temporal), e os dados para esses testes de usabilidade da abordagem proposta, foram fornecidos pelos próprios autores. Também não foi identificado o uso de metodologias para a gestão de qualidade de dados e informações, e o segundo o artigo o trabalho ainda se encontra em desenvolvimento, sendo os próximos passos a realização de um estudo mais aprofundado em outras sessões do MERS e o desenvolvimento de mecanismos que facilitem a integração de soluções MERS com sistemas de emergências existentes baseados em informações provenientes da internet.

Outro trabalho similar encontrado, foi a ontologia *Fire*, (Souza, *et. al.* 2014), em seu artigo “*An Application of geographical and Statistical Linked Data to Ecology: The Brazilian Cerrado Ontology Network and Qualitative Reasoning Models*” ele propõe o desenvolvimento de uma ontologia para representar o conhecimento científico sobre ecologias da vegetação presente no Bioma do Cerrado Brasileiro. Em seu trabalho Souza (2014), faz uso de várias ontologias de diferentes domínios como o de estatística, clima, tempo, incêndio, etc. A Figura 5.1 ilustra como a ontologia *Fire* consome os serviços de outras ontologias,

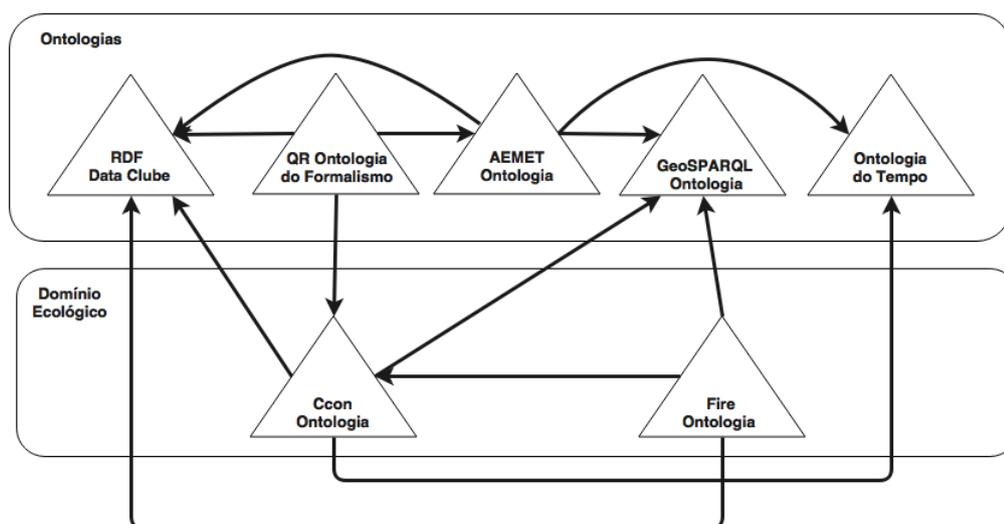
Ontologia RDF Clube data é utilizada para representar dados estatísticos multidimensionais e as informações observadas, QR Ontologia de Formalismo representa modelos de raciocínios qualitativos, utilizado para definir cada um dos termos do formalismo Garp3 QR<sup>3</sup>, que é usado no banco de trabalho DynaLearn ILE<sup>4</sup>.

A ontologia AEMET é utilizada para representar medidas meteorológicas, a ontologia GeoSPARQL é utilizada para representar informações geográficas e dados geoespaciais, a ontologia do tempo representa o tempo em si, intervalos e instantes. A ontologia Ccon é responsável por representar conceitos ecológicos como a dinâmica das comunidades de plantas e as diferentes fisionomias do bioma do Cerrado.

---

<sup>3</sup> <https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/QRm/models/>

<sup>4</sup> <https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/DynaLearn/>



**Figura 5.1: Visão geral do modelo ontológico. (Traduzido e Adaptado de Souza et, al. 2014).**

A ontologia *Fire*, tem por objetivo representar os diferentes modos e eventos de incêndios, e os conceitos sobre incêndios que ocorrem na vegetação natural suas características, causas e efeitos, com foco no domínio da vegetação Cerrado (Souza et. al. 2014).

Segundo o artigo os testes de validação desta ontologia foram feitos em dados abertos das agências do governo brasileiro, como INMET<sup>5</sup> (Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil), INPE<sup>6</sup> (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial), IBGE<sup>7</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e LAPIG - UFG<sup>8</sup> (Processamento de Imagem e Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás).

Também é informado que esses resultados são um primeiro passo na associação entre conjuntos de dados e modelos qualitativos, e para próximos trabalhos é esperado mapear dados numéricos em pontos e intervalos relevantes, estabelecendo uma correspondência entre dados numéricos e valores qualitativos, além de produzir automaticamente uma interpretação do significado de influências diretas e proporcionalidades qualitativas, de modo que o modelo causal possa ser lido e os resultados da simulação interpretados para o usuário.

<sup>5</sup> <http://www.inmet.gov.br/portal/>

<sup>6</sup> <http://www.inpe.br/>

<sup>7</sup> <https://www.ibge.gov.br/>

<sup>8</sup> <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/>

# Capítulo 6

## DESENVOLVIMENTO DE ONTOLOGIA CIENTE DE QUALIDADE DE INFORMAÇÕES PARA O DOMÍNIO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA

---

Neste capítulo o desenvolvimento de uma ontologia de domínio para o gerenciamento de emergências em incêndios florestais será apresentado, agregado a essa ontologia a metodologia de Avaliação de Qualidade de Dados e Informações no Contexto de Consciência Situacional – IQESA.

### 6.1 O Projeto DF100Fogo

O projeto DF100Fogo tem o objetivo de auxiliar o Corpo de Bombeiros do Distrito Federal e as Brigadas do Jardim Botânico de Brasília (JBB), no combate e controle de incêndios florestais em áreas de conservação. Atualmente o projeto é desenvolvido e mantido pelo Centro Universitário Eurípides de Marília (UNIVEM) em parceria com o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O DF100Fogo é composto por um aplicativo voltado para a comunidade, disponibilizado na *Play Store*<sup>9</sup>, e recebe relatos da população sobre focos de incêndios em áreas urbanas protegidas. A partir disso é feita uma busca por semelhança e padrões de dados em relatos anteriores e emitido um resumo da situação aos membros do Departamento de Bombeiros e agentes locais de combate a incêndio responsáveis pelo Jardim Botânico de Brasília (JBB).

O projeto DF100Fogo também faz uso de fusão de dados e informações para reduzir a dimensionalidade da informação e aumentar sua expressividade e qualidade da mesma, pois suas fontes de dados são heterogêneas. Para este propósito, o sistema conta com aplicativos de suporte para usuários e um sistema servidor para processar a fusão de dados e informações.

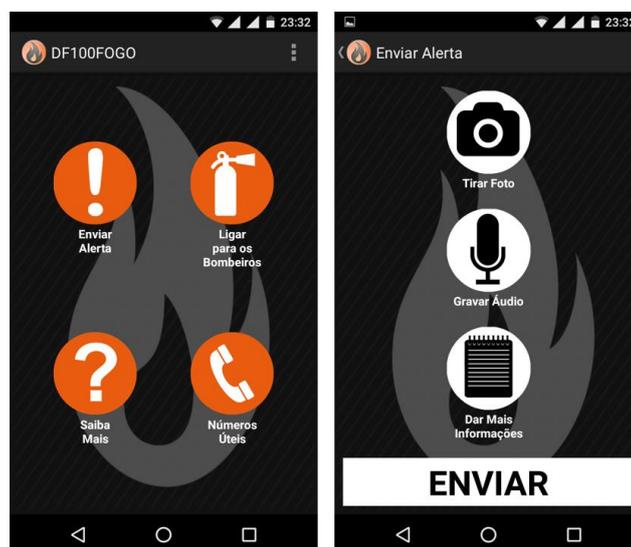


Figura 6.1: Aplicativo DF100Fogo – versão para comunidade.

A Figura 6.1 demonstra o aplicativo utilizado pela comunidade para relatar os incêndios, na primeira tela do aplicativo temos os ícones: (1) Enviar Alerta, (2) Ligar para os Bombeiros, (3) Saiba Mais e (4) Números Úteis. Na segunda tela temos as três opções disponíveis para envio de notificações pela população para os Bombeiros, sendo elas por foto, áudio ou texto.

O sistema servidor que compõe o DF100Fogo, processa todas as notificações e junto a um sistema administrador permite uma visualização das informações sobre a real situação do incêndio. Há também a possibilidade de agregar a situações de

<sup>9</sup> Serviço de distribuição digital de aplicativos da Google.

incêndios informações de georreferenciamento e clima através de serviços externos que são consumidos pelo sistema administrador do DF100Fogo.

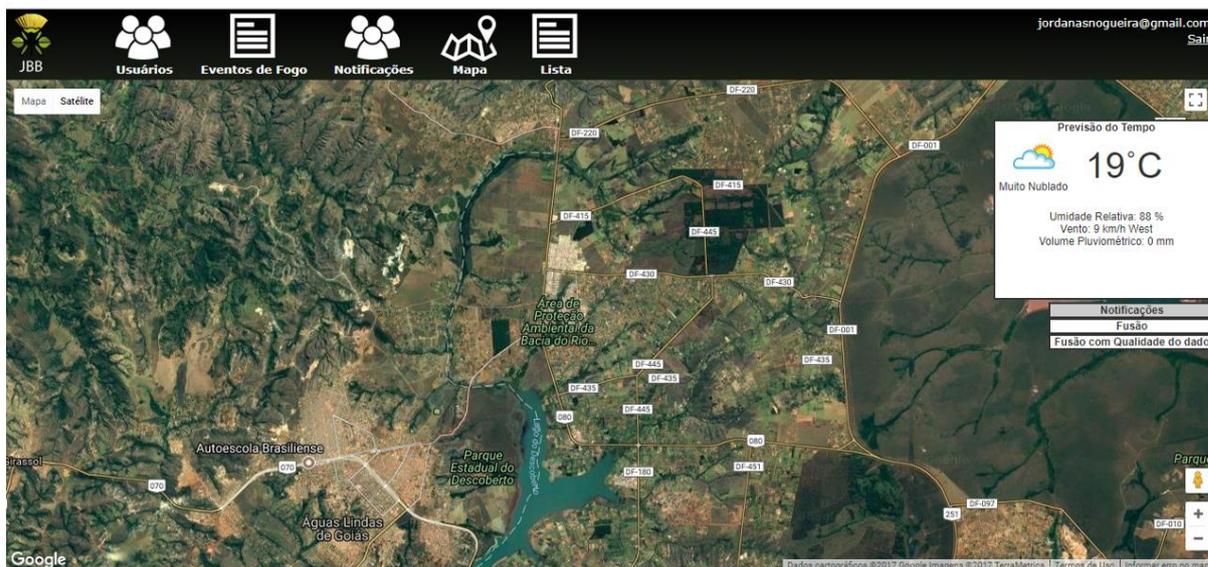


Figura 6.2: Sistema Administrador DF100Fogo.

A Figura 6.3 demonstra com uma notificação de incêndio é visualizada pelo sistema Administrador do DF100 Fogo. O operador consegue visualizar o mapa junto com informações do clima como temperatura, umidade e vento. Também é possível fazer um controle dos usuários cadastrados, verificar os eventos de incêndio, notificações sobre incêndio e uma lista com todas as notificações já cadastradas no sistema.

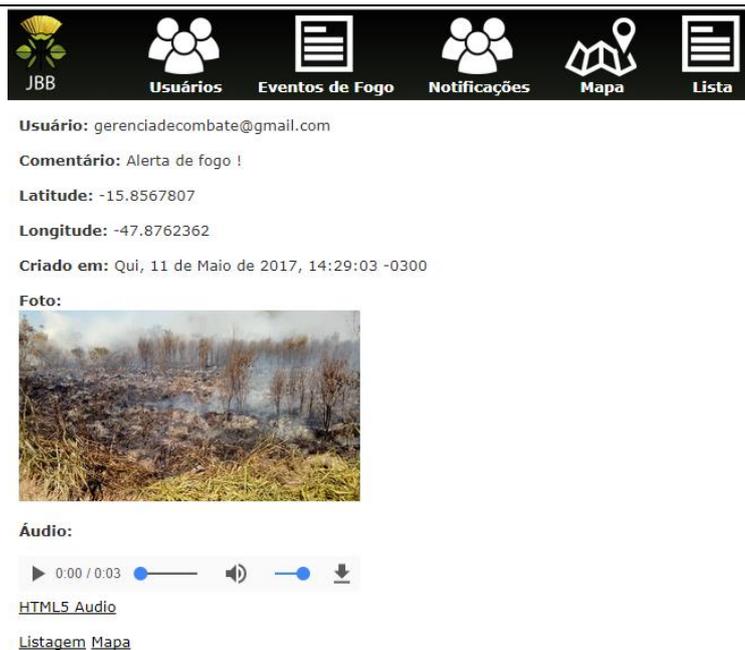


Figura 6.3: Notificação de Incêndio DF100Fogo.

Há também um aplicativo de uso de bombeiros e brigadistas que ficam em patrulha pelo JBB, seu objetivo é manter a comunicação de maneira mais eficiente entre os bombeiros e brigadistas de campo com a base dos bombeiros. Com esse aplicativo os bombeiros têm acesso a uma lista de notificações sobre incêndios e consegue visualizar esses incêndios no mapa.



Figura 6.4: Aplicativo DF100Fogo para Bombeiros.

Na Figura 6.5 é demonstrado a arquitetura do sistema DF100Fogo, como ele está sendo desenvolvido e como está consumindo os serviços externos como informações sobre o clima, relevo e geolocalização.

Também é possível ver como os dois aplicativos presentes na arquitetura se comunicam com o Serviço Central de Distribuição de Conversão, que fica responsável por intermediar e converter toda solicitação feita pelos serviços, ele também envia e recebe informações do Serviço de Fusão de Dados, Qualificação dos Dados e o Serviço de Representação, responsável por converter os arquivos em OWL (*Web Ontology Language*).

Toda comunicação dentro da arquitetura é feita por JSON (*JavaScript Object Notation*) e JSON-LD (*JavaScript Object Notation for Linked Data*), ambos tipos de arquivos são leves e de fácil entendimento humano, principal diferença entre eles é que o JSON-LD é utilizado para interoperar a escala da Web.

Dentro dessa arquitetura o presente trabalho irá atuar no serviço de representação, pois é onde todos os dados serão condensados e utilizados para instanciação da ontologia, criando um arquivo com extensão owl. A partir desse passo é gerado um arquivo JSON-LD que será consumido pelos serviços de interface, demonstrando assim ao humano operador maiores informações sobre a situação.



Figura 6.5: Arquitetura Sistema DF100Fogo. Fonte GIHC 2017.

## 6.2 Metodologia

Para se cumprir o objetivo proposto, a metodologia empregada se apoia nas seguintes atividades: (1) Desenvolvimento de um questionário para os especialistas do domínio, (2) Aplicação da técnica de Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivos (GDTA - *Goal-Directed Task Analysis*) (Endsley, 2003), (3) Construção de uma ontologia de domínio utilizando a metodologia 101 de Noy e McGuinness (2001), (4) Aplicação de métricas e dimensões para qualificar e quantificar os dados, (5) Estudo de caso e aplicação de testes para a validação da ontologia utilizando consultas

SPARQL. Todas essas etapas citadas acima serão descritas com mais detalhes abaixo.

### **6.2.1 Desenvolvimento e Aplicação do Questionário para os Especialistas do Domínio**

Inicialmente para se ter conhecimento sobre domínio de incêndios, foi desenvolvido e aplicado um questionário ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) e as Brigadas de Combate a Incêndios do Jardim Botânico de Brasília (ANEXO A). Com as respostas adquiridas, foi possível identificar quais as informações são prioritárias para a tomada de decisão do operador frente a uma situação de incêndio no JBB, e quais são os serviços e fontes de dados que devem ser consumidas para provê-las ou inferi-las.

A Figura 6.6 demonstra uma árvore de atributos criada a partir dos principais termos e entidades identificados nas repostas fornecidas pelos bombeiros, levando em consideração a patente e o tempo de serviço de cada bombeiro.

A árvore de atributos se torna um recurso de extrema importância para as demais fases da metodologia, pois é possível verificar uma hierarquia de atributos através dos nós que a compõe, e para a fase de qualificação dos dados ela fornece insumo para identificar os requisitos que devem ser quantificados e qualificados.

O nó central da árvore de atributos é a situação de emergência com incêndio, e os nós que a ele estão ligados são as entidades que compõe essa situação, cada qual com seus atributos também chamados de folhas, esses atributos descrevem cada entidade.

Em um atendimento a uma solicitação de incêndio florestal, as principais entidades que devem ser identificadas são:

- Informações sobre o local em que está ocorrendo o incêndio;
- Informações sobre vítimas, quantidade e estado;
- Qualificações sobre o solicitante ou denunciante;
- Informações sobre o fogo, se foco de incêndio é pequeno, médio ou grande;
- Informações sobre o clima na região do incêndio, a velocidade do vento, taxa de umidade, etc.;

Como o projeto a ser desenvolvido será aplicado em uma área de conservação as informações abaixo também são altamente importantes:

- Tipo de vegetação atingida pelo incêndio;
- Tipo da topologia em que o incêndio está ocorrendo;

A partir desses resultados foi possível atualizar desenvolver a primeira versão do GDTA (ANEXO B). Também obter insumo para a construção da ontologia, esse modelo representa além de objetivos a serem alcançados, decisões a serem tomadas, tarefas a serem cumpridas e requisitos informacionais para contemplar essa demanda. O nível de importância de cada informação revelada pela entrevista possibilitou criar uma escala de prioridades informacionais (Endsley, 2003).

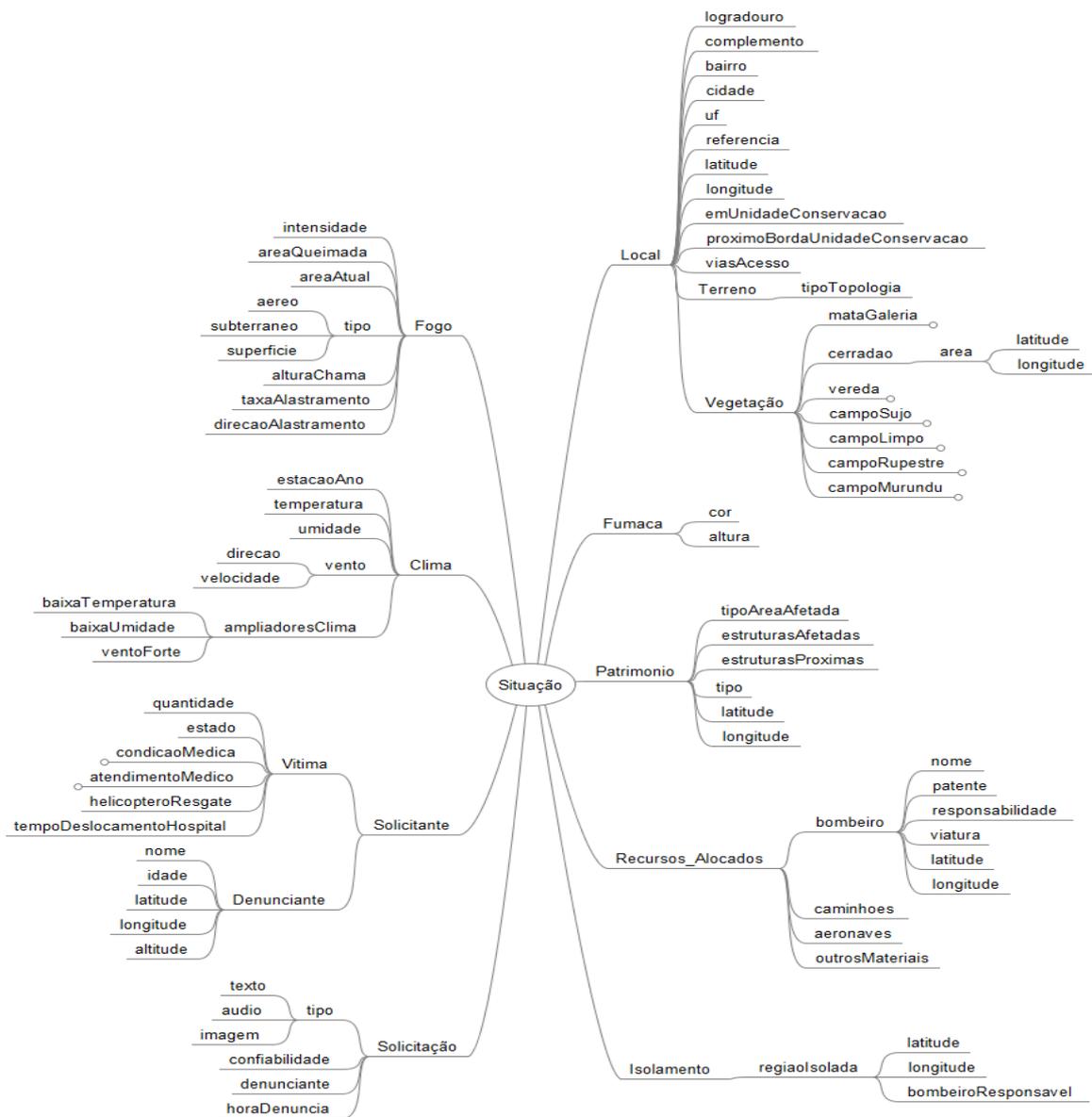


Figura 6.6: Árvore de atributos para atendimento de solicitações de emergências em incêndios florestais. Fonte: O próprio autor (2017).

### 6.2.2 Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivos - GDTA (Goal-Directed Task Analysis)

O uso da metodologia GDTA (Endsley, 2003), tem como objetivo a identificação dos principais aspectos referente ao domínio que o mesmo está sendo aplicado. Em sistemas críticos, ele é usado para a identificação dos principais objetivos a serem alcançados com sucesso pelo operador, além de contribuir com a aquisição e desenvolvimento da SAW de tal operador.

Endsley (2001), descreve a análise que o GDTA aplica como:

“(...) este tipo de análise baseia-se em metas ou objetivos, e não em tarefas (como pode ser uma análise de tarefas tradicional). Isso ocorre porque os objetivos são a base para a tomada de decisões em muitos ambientes complexos.”

A Figura 6.7 demonstra a hierarquia dos objetivos até a decisão, juntamente com os 3 níveis de SAW aplicado na metodologia GDTA.

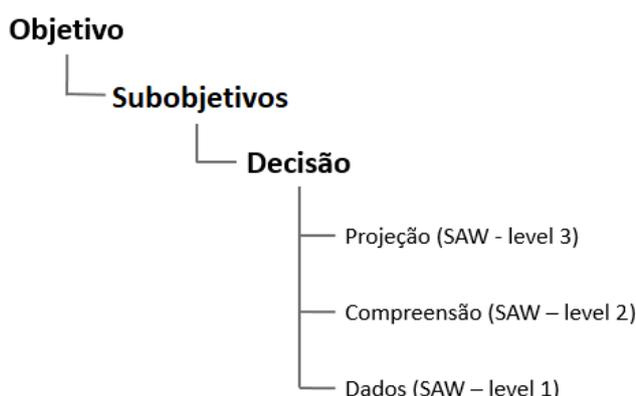


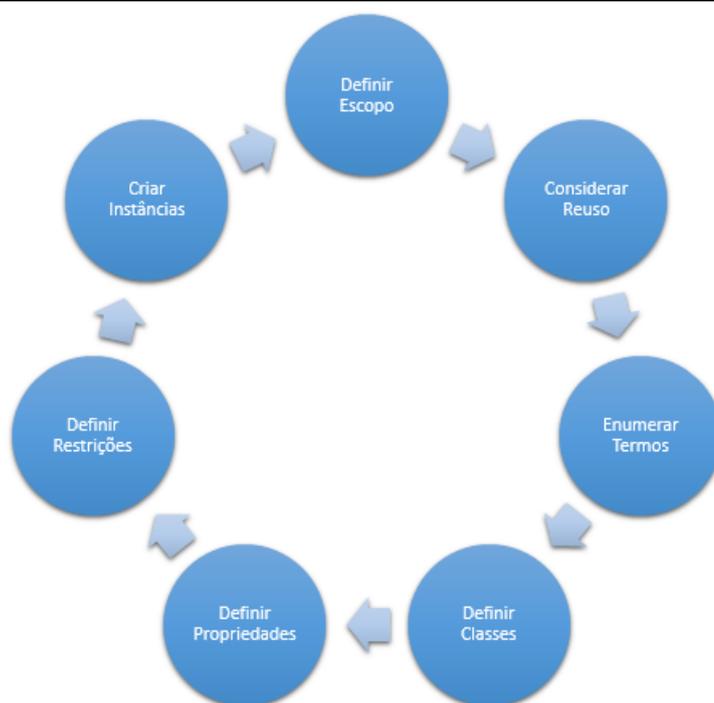
Figura 6.7: Modelo de Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivo. (Traduzido e Adaptado de Endsley, 2001).

### 6.2.3 Construção de uma Ontologia de Domínio

A metodologia adotada para a construção e o desenvolvimento da ontologia de domínio, será a metodologia 101 (*Ontology Development 101*) de Noy McGuinness (2001), ilustrada na Figura 6.8, a mesma já foi conceituada no capítulo 3. Seguindo um ciclo de sete passos essa metodologia se tornou a mais utilizada em construção de ontologias devido a sua simplicidade em ser entendida e aplicada a qualquer domínio.

Abaixo serão descritos todos os passos para o desenvolvimento da ontologia no presente trabalho.

- Definir o Escopo: A ontologia desenvolvida tem o domínio como sendo incêndios florestais, a mesma será usada para auxiliar os Bombeiros que atuam no JBB ao combate e controle de situações de incêndios.



**Figura 6.8: Ciclo de Desenvolvimento de Ontologia pela Metodologia 101 de Noy McGuinness (2001). Fonte: O Próprio Autor (2017).**

- Considerar o Reuso: Após pesquisa feitas, foi localizada uma ontologia chamada *Fire* (Souza *et al.* 2014), que poderia ser reutilizada para o mesmo domínio, porém seu foco era o efeito nas estruturas e fisionomias que os incêndios no cerrado brasileiro causam, por isso essa ontologia não foi utilizada, porém foi estuda e considerada um trabalho correlato, a mesma foi apresentada no capítulo 1.
- Enumerar Termos: Essa etapa foi concluída após uma análise das respostas obtidas pelos bombeiros, sendo assim foi feito um levantamento dos principais termos citados por eles, levando em consideração a patente de cada bombeiro.
- Definir Classes e Propriedades: Havia no questionário algumas perguntas que revelavam quais seriam as informações prioritárias como por exemplo: A sétima pergunta era: Quais são os requisitos ou critérios ideais para atender a uma denúncia de incêndio? A resposta dessa pergunta foi o insumo necessário para a definição de classes e propriedades.



**Tabela 6.1: Tabela de Classes da Ontologia, descrevendo o que cada classe representa para a situação**

<b>Descrição das Classes da Ontologia</b>	
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>
Situação	Classe de nível mais alto que representa toda a situação possível de ser representada utilizando a ontologia proposta.
Incêndio	Esta classe é responsável por definir quais são as possíveis situações a serem representadas, em uma situação de incêndio.
Florestal	Classe que representa a especificação de situações de incêndio florestal, representando quais as propriedades com as demais classes que caracterizam um incêndio para o domínio.
Local	Representa informações sobre o local do incêndio, como latitude, longitude entre outras propriedades, também é responsável por agrupar as classes Terreno, Patrimônio e Isolamento
Terreno	Representa tipo de topologia no local do incêndio.
Patrimônio	Representa estruturas próximas ao incêndio, as mesmas podem ter sido afetadas ou não e podem ser do tipo Vegetação.
Isolamento	Representa a área isolada devido ao incêndio pelo Bombeiro responsável.
Pessoa	Responsável por agrupar os possíveis tipos de pessoa que estão presentes nas situações de incêndio florestal, no caso, Bombeiro, Vítima e Solicitante.

Bombeiro	Representa a Pessoa que será responsável por administrar e resolver a situação de emergência com incêndio.
Vítima	Representa a Pessoa que esta ferida na situação de incêndio.
Solicitante	Classe que representa o papel de alguém que apenas relatou uma situação de incêndio, em alguns dos casos a classe Vítima assume esse papel em conjunto
Solicitação	Classe que representa a denúncia do incêndio.
Recursos Alocados	Representa tipos de recursos alocados para o atendimento a emergência, nesta classe também é alocado o Bombeiro responsável pelo atendimento ao incêndio.
Fogo	Classe contém informações sobre o incêndio como dimensão, propagação entre outras propriedades, também é responsável por agrupar os tipos de incêndio Subterrâneo, Superfície e Aéreo
Subterrâneo, Superfície e Aéreo	Classes referente aos tipos de incêndios.
Fumaça	Representa informações sobre a fumaça no local do incêndio.
Clima	Representa informações sobre o clima no local do incêndio.
Vegetação	Classe agrupa os diferentes tipos de vegetações encontrados no JBB.
Cerrado, Mata Galeria, Campo Rupestre, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Murundu, Vereda e Cerradão	Classes referentes aos tipos de vegetação que podem ser afetadas pelo incêndio.

## 6.2.4 Aplicação de Métricas e Dimensões para Qualificar e Quantificar os Dados

Nessa etapa foram definidas as funções e métricas para quantificar as dimensões, utilizando a IQESA (Botega, 2016). Junto a ontologia será utilizado o Vocabulário de Qualidade de Dados (*Data Quality Vocabulary - DQV*), ele será responsável por identificar as relações das dimensões de qualidade com as instancias da ontologia.

O DQV é um modelo de boas práticas para expressar a qualidade de dados. Foi desenvolvido pelo Grupo do W3C (*World Wide Web Consortium*), visando estimular, facilitar a publicação, intercambio e consumo de metadados de qualidade, para cada etapa do ciclo de vida de um conjunto de dados. A Figura 6.10 demonstra um exemplo do uso do vocabulário DQV.

Para qualificação e quantificação dos dados foi feito o uso das dimensões atualidade, completude, consistência, relevância e certeza, abaixo será descrito com detalhes como foi aplicado as métricas para cada dimensão.

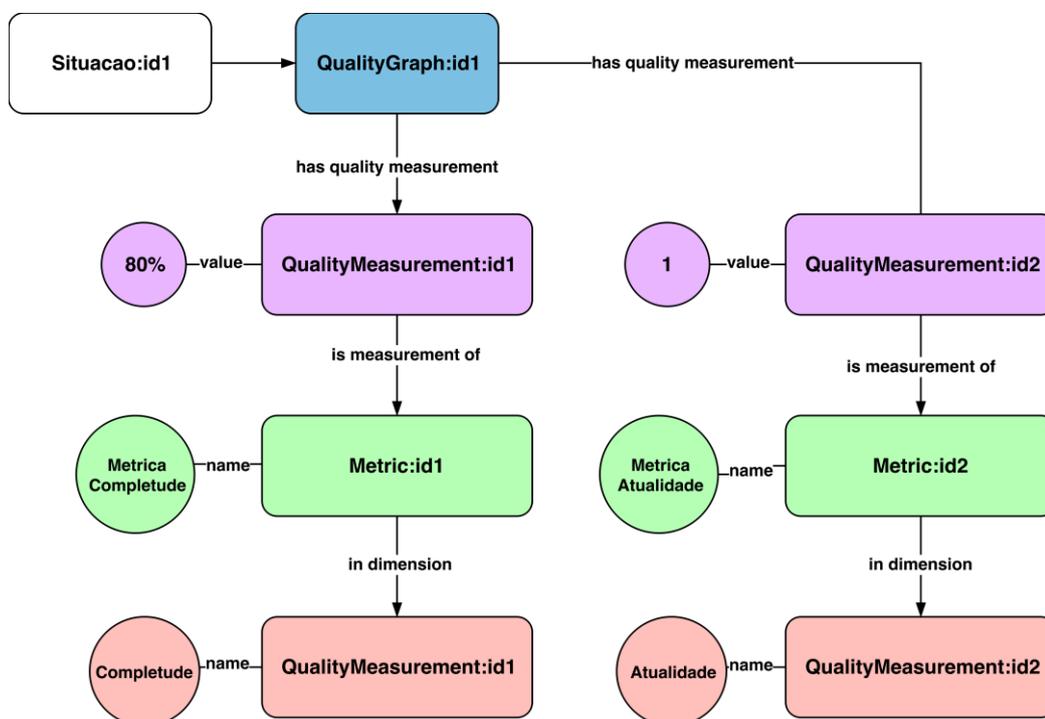


Figura 6.10: Exemplo de estrutura utilizada pelo DQV para qualificação de dados.

### 6.2.4.1 Avaliação de Atualidade

A avaliação da Atualidade trata-se de um progresso temporal de um evento, sua contribuição para o desenvolvimento a SAW de operadores de sistemas de emergências é essencial. Se os dados temporais estiverem errados ou imprecisos, a situação pode ser interpretada de maneira incorreta, causando assim uma tomada de decisão errada por parte dos operadores (Botega, 2016).

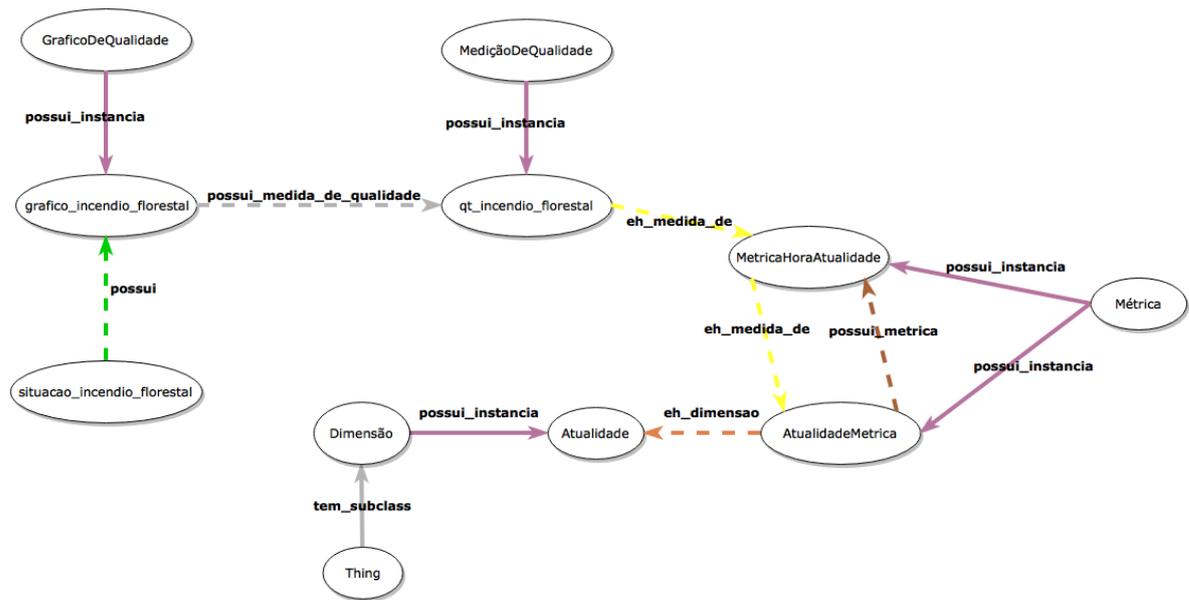
Para o domínio de incêndio florestal, a sua métrica será obtida através de dois atributos presentes na situação de emergência: (1) hora que a solicitação/denúncia foi gerada e a (2) hora atual do sistema. Essa avaliação irá resultar em dois valores: um indicador quantitativo para a existência dos dois atributos e os valores para calcular o tempo de atendimento a solicitação.

$$T_s = \sum_{y=1}^2 -\theta$$

**Formula 1 - Ajustada para realização de cálculo da dimensão Atualidade (Adaptado de Botega, 2016).**

A Fórmula 1 consiste em efetuar a subtração dos dois atributos, hora em que a denúncia foi gerada e hora atual do sistema.

A Figura 6.11 demonstra como a atualidade será instanciada junto a ontologia utilizando o vocabulário DQV. Primeiro passo é a instanciação de uma situação de incêndio, “*situação\_incendio\_florestal*”, e a partir dessa dela é criado o gráfico de qualidade “*gráfico\_incendio\_florestal*”, esse gráfico contém todos os metadados sobre métricas de qualidade no conjunto de dados. Essa instância de gráfico tem o relacionamento “*possui\_um\_medida\_de\_qualidade*” com a instância “*qt\_incendio\_florestal*”, que por sua vez é uma instância de “*MedicaoDeQualidade*”.



**Figura 6.11: Exemplo de Dimensão de Atualidade Utilizando o Vocabulário DQV (Data Quality Vocabulary).**

A instância “*qt\_incendio\_florestal*” é uma medida de métrica da classe “*MetricaHoraAtualidade*”, lembrando que a dimensão de atualidade só pode ser medida com valores temporais. A instância de “*MetricaHoraAtualidade*” também é uma medida da classe “*AtualidadeMetrica*”, essas duas instancias são da classe “*Métrica*”. A instância “*AtualidadeMetrica*” é instancia da dimensão “*atualidade*”. As dimensões de Completude, Relevância, Consistência e Certeza seguem o mesmo fluxo para serem instanciadas.

#### 6.2.4.2 Avaliação de Completude

Para avaliar a completude no domínio de incêndio florestal, a árvore de atributos foi utilizada, pois a mesma foi construída com base nas respostas obtidas junto aos bombeiros no questionário aplicado, estando ali presente todos os atributos que possuem prioridade para se atender uma solicitação de incêndio pelos bombeiros.

$$C = S \left[ \left( \frac{\sum \beta * \gamma}{\sum \gamma} * 0,9 \right) + 0,1 \right]$$

**Formula 2 - Fórmula para cálculo de Completude (Botega, 2016).**

A Fórmula 2 calcula a dimensão de completude para os atributos presentes no objeto a ser analisado, sendo que  $S$  representa a presença do objeto a ser avaliado, quando presente,  $S = 1$  e quando ausente,  $S = 0$ ;  $\beta$  representa o atributo que descreve o objeto, quando presente é igual a 1 e quando ausente é 0; o  $\gamma$  representa o peso, que, quando considerado prioritário, tem valor igual a 2 e quando não prioritário é recebe o valor igual 1. Para cada peso presente deve ser feita a somatória da multiplicação e o seu resultado dividido pelo total de atributos prioritários. O valor resultante desta fórmula deve variar entre 0 a 100% (Melo, 2017).

#### **6.2.4.3 Avaliação de Relevância**

A dimensão de Relevância não possui fórmula para o seu cálculo, ela consiste em identificar os atributos presentes relevantes no objeto, atribuindo a eles o valor de 0 para os não relevantes ou 1 para os relevantes.

A Figura 6.12 demonstra o JSON da classe Local presente na ontologia, para esses dados apresentados os seguintes valores possuem relevância: complemento, referencia, latitude, longitude, em\_uni\_conservação, prox\_borda\_unid\_conservacao. Tais valores foram identificados relevantes para o atendimento de uma situação de emergência dentro do domínio de incêndios florestais.

```
{
  "local":{
    "logradouro":"","
    "complemento":"Proximo ao anfiteatro",
    "bairro":"Lago Sul",
    "cidade":"Brasilia",
    "uf":"DF",
    "referencia":"Jardim Botanico",
    "latitude":"-15.868840",
    "longitude":"-47.839613",
    "altitude":"1.100 metros",
    "em_uni_conservacao":"sim",
    "prox_borda_unid_conservacao":"sim",
    "vias_acesso":""
  }
}
```

Figura 6.12: JSON referente a Classe Local da Ontologia.

#### 6.2.4.4 Avaliação de Consistência

Para se avaliar a consistência e é necessário utilizar a análise sintática e semântica, e as regras para se adotar essa avaliação variam de acordo com o contexto que ela está sendo aplicada (Botega, 2016).

Segundo Botega (2016 apud Scannapieco *et al.*, 2005), a inconsistência pode ser exemplificada por um dado em uma resposta provida para um conjunto de dados, no qual o estado civil de uma pessoa é “casado” e a idade do sujeito é de “cinco anos de idade”.

No contexto deste trabalho a avaliação da consistência será aplicada a partir da segunda denúncia referente a mesma situação de incêndio que o sistema receber, e o valor atribuído para denúncias consistentes será 0 até 100%. Abaixo são apresentados exemplos de denúncias inconsistentes.

Relato 1: “Há um foco de incêndio próximo a portaria do Jardim Botânico. ”

Relato 2: “Acabo de ver fumaça preta próximo a entrada do JBB. ”

Relato 3: “Tem uma fumaça rosa no JBB. ”

Os três relatos foram obtidos pelo aplicativo DF100Fogo para comunidade, os 2 primeiros relatos apresentam consistência pois ambos se referem a entrada do JBB, sendo, um informando ter visto fogo e o outro uma fumaça preta, já o terceiro relato apresenta inconsistência devido a cor da fumaça informado pelo solicitante e

por falta de referência em seu relato. Porém nenhuma denúncia é descartada, mesmo esse terceiro relato, para ser validado como um possível trote, é feita a verificação da latitude e longitude do aparelho celular para se ter 100% de certeza ao não considerar atender essa solicitação.

### 6.2.4.5 Avaliação da Certeza da Situação

Ao final da qualificação e quantificação de todas as dimensões e atributos, é feita a avaliação da certeza da situação. Tal dimensão consiste em determinar um índice global para representar a avaliação de qualidade da informação como um todo.

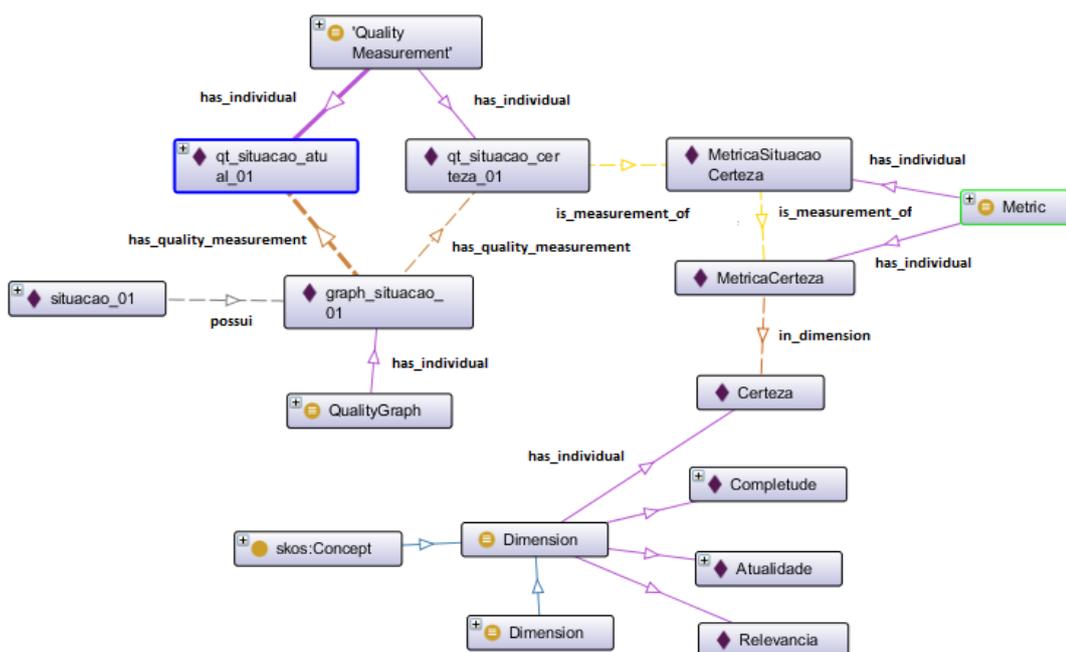


Figura 6.13: Avaliação da Dimensão Certeza com o Vocabulário DQV.

A Figura 6.13 ilustra a avaliação de qualidade para a dimensão Certeza, utilizando o vocabulário DQV. Seu cálculo consiste na soma de todas as dimensões de qualidade. Após isso, com esse resultado é feita a divisão pela quantidade de dimensões de qualidade aplicadas na situação.

### **6.3 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentado o desenvolvimento da ontologia proposta por este trabalho, juntamente com todas metodologias citadas no capítulo 1.

No capítulo 7 será demonstrado um estudo de caso visando validar a metodologia apresentada neste capítulo para o desenvolvimento da ontologia de domínios emergências ciente de qualidade de informações.

# Capítulo 7

## ESTUDO DE CASO

---

O estudo de caso apresentado nesta seção visa demonstrar o papel da qualidade de dados e informações como suporte a sistemas críticos e em consequência ajudar os operadores desses sistemas a melhorar sua SAW, promovendo abstrações de alto nível e reduzindo as incertezas no momento da tomada de decisão.

Para demonstração de tais resultados, será utilizado a metodologia IQESA, e junto a ontologia o vocabulário DQV para representar as métricas e dimensões de qualidade.

O estudo de caso irá abordar uma situação de emergência com incêndio florestal no JBB, neste contexto será necessário entender o cenário da situação e identificar algumas informações relevantes para a resolução do caso como: localização do incêndio, possíveis vítimas, informações sobre o clima e vegetação no local do incêndio.

O primeiro relato utilizado para o presente estudo de caso é demonstrado abaixo, o mesmo chegou até os bombeiros via aplicativo do DF100Fogo:

Relato 1: “Está acontecendo um incêndio grande no parque nacional próximo ao anfiteatro, as chamas estão com um metro e meio mais ou menos e a fumaça esta preta, tem um moço que tentou apagar as chamas e ficou com as mãos queimadas”

É possível verificar na Figura 7.1 algumas informações que chegam ao sistema dos bombeiros junto com o primeiro relato feito pelo aplicativo DF100Fogo utilizado pela comunidade local: (1) tipo do alerta, (2) confiabilidade do alerta, esse

critério é medido pelo número de alertas verdadeiros que a pessoa já emitiu de seu aplicativo, juntamente com a idade que a pessoa possui, (3) texto da denúncia, (4) hora da denúncia, o exato momento em que o solicitante enviou a denúncia de seu aplicativo, (5) informações sobre o solicitante como nome, idade e localização exata do mesmo no ato da denúncia.

```
{
  "solicitacao": {
    "tipo": "alerta",
    "confiabilidade": "sim",
    "texto_denuncia": "Esta acontecendo um incendio grande no parque
      nacional proximo ao anfiteatro, as chamas estão com um metro e
      meio mais ou menos e a fumaça esta preta, tem um moço que
      tentou apagar as chamas e ficou com as maos queimadas.",
    "hora_denuncia": "14:23"
  },
  "solicitante": {
    "nome": "Marcos Silva",
    "idade": "33 anos",
    "longitude": "-15.869151",
    "latitude": "-47.839848",
    "altitude": "1.100 metros"
  }
}
```

**Figura 7.1: Solicitação de incêndio florestal no JBB em formato JSON.**

Após esse primeiro contato com a solicitação o próprio sistema em um processo de fusão de dados organiza as informações tendo como base a árvore de atributos ilustrada na Figura 6.6.

A Figura 7.2 ilustra todas as informações referente ao primeiro relato em formato JSON, além das informações demonstradas na Figura 7.1 sobre o solicitante e a solicitação, a imagem abaixo demonstra informações providas de serviços externos ao sistema dos Bombeiros, como por exemplo dados sobre o clima e topologia no local da ocorrência e algumas informações referente a localização que são buscadas a partir da latitude e longitude da situação de incêndio como por exemplo, bairro, cidade e UF.

```

{
  "local": {
    "logradouro": "",
    "complemento": "Proximo ao anfiteatro",
    "bairro": "Lago Sul",
    "cidade": "Brasilia",
    "uf": "DF",
    "referencia": "Parque Nacional",
    "latitude": "-15.868773",
    "longitude": "-47.839484",
    "altitude": "1.100 metros",
    "em_uni_conservacao": "true",
    "prox_borda_unid_conservacao": "true",
    "vias_acesso": "",
    "terreno": {
      "tipo_topologia": "aclive",
      "vegetacao": ""
    }
  },
  "patrimonio": {
    "tipo_area_afetada": "",
    "estruturas_afetadas": "",
    "tipo_estruturas_proximas": "anfiteatro",
    "latitude": "-15.868567",
    "longitude": "-47.840169",
    "altitude": "1.100 metros"
  },
  "isolamento": {
    "regiao_isolada": {
      "latitude": "",
      "longitude": "",
      "bombeiro_responsavel": ""
    }
  },
  "fogo": {
    "intensidade": "",
    "area_queimada": "",
    "tipo": {
      "superficie": {
        "altura_chamas": "1.5 metros"
      }
    },
    "taxa_alastramento": "",
    "direcao_alastramento": "Nor-Nordeste",
    "velocidade_propagacao": "",
    "dimensao_incendio": "grande"
  },
  "clima": {
    "temperatura": "23°C",
    "umidade": "49%",
    "vento": {
      "velocidade_vento": "12km/h",
      "direcao_vento": "Nor-Nordeste"
    },
    "estacao_ano": "Outono",
    "amplificadores_clima": {
      "baixa_umidade": "Sim",
      "alta_temperatura": "Não",
      "vento_forte": "Não"
    }
  },
  "fumaca": {
    "cor": "Preta",
    "altura_fumaca": ""
  },
  "pessoa": {
    "vitima": {
      "quantidade": "1",
      "estado_vitima": "queimadura nas mãos",
      "condicao_medica": {
        "atendida": "Não",
        "escala_glassgow": {
          "abertura_ocular": "",
          "resposta_verbal": "",
          "condicao_motora": ""
        },
        "tipo_procedimentos": ""
      }
    },
    "tempo_deslocamento_hospital": "",
    "helicoptero_resgate": ""
  },
  "solicitante": {
    "nome": "Marcos Silva",
    "idade": "33 anos",
    "longitude": "-15.869151",
    "latitude": "-47.839848",
    "altitude": "1.100 metros"
  },
  "bombeiro": {
    "nome": "",
    "localizacao": {
      "latitude": "",
      "longitude": ""
    },
    "patente": "",
    "responsabilidade": "",
    "viatura": ""
  },
  "solicitacao": {
    "tipo": "texto",
    "confiabilidade": "sim",
    "texto_denuncia": "Esta acontecendo um incendio grande no parque nacional proximo ao anfiteatro, as chamas estão com um metro e meio mais ou menos e a fumaça esta preta, tem um moço que tentou apagar as chamas e ficou com as maos queimadas.",
    "hora_denuncia": "14:23"
  },
  "recursos_alocados": {
    "bombeiro": "",
    "caminhoes": "",
    "aeronaves": "",
    "outros_materias": ""
  }
}

```

Figura 7.2: Relato 1 - Comunidade em formato JSON.

Após os dados organizados corretamente, será utilizado a metodologia IQESA para fazer a qualificação e quantificação dos dados e informações junto com as dimensões de Completude, Relevâncias, Atualidade e Consistência.

Tabela 7.1: Avaliações de Qualidade Primeiro Relato.

Entidades	Compleitude	Relevância	Atualidade	Consistência	Certeza
Local	82%	6	-	-	-
Terreno	100%	1	-	-	-
Patrimônio	69,4%	3	-	-	-
Fogo	39,7%	2	-	-	-
Superfície	100%	1	-	-	-
Fumaça	69,4%	1	-	-	-
Clima	100%	7	-	-	-
Vítima	39,7%	3	-	-	-
Solicitante	100%	2	-	-	-
Solicitação	100%	3	2 minutos	-	<b>39,53%</b>

A dimensão de Consistência só é calculada a partir do segundo relato sobre a mesma situação de incêndio, porém os índices de Completudes, Relevância e Atualidade são calculados conforme formulas demonstradas nas seções anteriores:

- Local:
  - Dos 12 atributos presentes na classe, apenas 10 possuem valores, aplicando esses valores a fórmula de completude presente na Figura 6.12 o índice encontrado é de 82%.
  - Dos 10 atributos presentes somente 6 são relevantes.
- Terreno
  - Possui apenas um atributo com valor sendo o índice de completude de 100%.
  - Possui valor 1 de relevância.
- Patrimônio
  - Possui 6 atributos desses 4 possuem valores sendo o índice de completude de 69,4%.
  - Possui 3 valores relevantes.
- Fogo
  - Possui 6 atributos, desses apenas 2 possui valor gerando um índice de completude de 39,7%.
  - Possui 2 valores relevantes.

- Superfície
  - Tipo do incêndio identificado no local, possui 1 atributo e o mesmo tem valor, gerando uma completude de 100%.
  - Possui 1 atributo relevante.
- Fumaça
  - Possui 2 atributos, sendo somente 1 com valor gerando um índice de completude de 69,4%.
  - Possui 1 atributo relevantes.
- Clima
  - Possui 8 atributos todos com valores presentes, gerando um índice de completude de 100%.
  - Possui 7 atributos relevantes.
- Vítima
  - Possui 9 atributos, desses somente 3 estão completos gerando um índice de completude de 39,7%
  - Possui 3 atributos relevantes.
- Solicitante
  - Possui 5 atributos todos completos gerando uma completude de 100%
  - Possui 2 atributos relevantes.
- Solicitação
  - Possui 4 atributos, todos com valores gerando um índice de completude de 100%.
  - Possui 3 atributos relevantes.
  - Para cálculo da Atualidade foi subtraído o horário da solicitação, 14:23h do horário do sistema quando recebeu a denúncia as 14:25h, gerando um valor de atualidade de 2 minutos.

O cálculo da Certeza se dá pela somatória de todos os índices calculados (830,2), dividido pela quantidade de índices presentes no relato (29) resultando em 39,53%.

O segundo relato entregue ao sistema foi enviado pelo aplicativo DF100Fogo utilizando pelos bombeiros.

Relato 2: “Ocorrência de grande incêndio registrada próximo ao anfiteatro em vegetação tipo mata de galeria na unidade de conservação, possui vítima no local com olhos ardendo, mãos queimadas e dificuldades para respirar, feito na vítima primeiros atendimentos, área isolada de 95 metros, intensidade do fogo de 500 Kcal/m e taxa de alastramento de 2 m/s, com fumaça preta de mais ou menos 5m e chamas de 1,5 metros. ”

Este relato está bem mais técnico e completo pois se trata de um bombeiro de campo que verificou pelo seu aplicativo do DF100Fogo para bombeiros o relato anterior e foi até o local verificar a real situação de incêndio.

Com esse relato foi gerado o JSON demonstrado na Figura 7.3, nele é possível observar que houve a inserção de novas informações importantes para o atendimento a denúncia. Informações mais técnicas como o tipo de vegetação presente no local do incêndio, mais informações sobre o estado da vítima, confirmações de informações do relato anterior como dimensão do incêndio, a referência ao anfiteatro, cor da fumaça e altura das chamas.

```

{
  "local": {
    "logradouro": "",
    "complemento": "Proximo ao anfiteatro",
    "bairro": "",
    "cidade": "",
    "uf": "",
    "referencia": "",
    "latitude": "-15.868773",
    "longitude": "-47.839484",
    "altitude": "",
    "em_uni_conservacao": "sim",
    "prox_borda_unid_conservacao": "",
    "vias_acesso": "",
    "terreno": {
      "tipo_topologia": "aclive",
      "vegetacao": {
        "Mata_Galeria": {
          "area": {
            "latitude": "-15.868773",
            "longitude": "-47.839484"
          }
        }
      }
    },
    "patrimonio": {
      "tipo_area_afetada": "vegetacao pertencente a mata de galeria",
      "estruturas_afetadas": "nenhuma",
      "tipo_estruturas_proximas": "anfiteatro",
      "latitude": "-15.868567",
      "longitude": "-47.840169",
      "altitude": "1.100 metros"
    },
    "isolamento": {
      "regiao_isolada": {
        "tamanho_area": "95 metros",
        "latitude": "-15.868894",
        "longitude": "-47.839284",
        "bombeiro_responsavel": "José Antonio da Silva"
      }
    },
    "fogo": {
      "intensidade": "500 Kcal/m.",
      "area_queimada": "20 metros",
      "tipo": {
        "superficie": {
          "altura_chamas": "1,5 metros"
        }
      },
      "taxa_alastramento": "2 m/s",
      "direcao_alastramento": "Nor-Nordeste",
      "velocidade_propagacao": "lenta",
      "dimensao_incendio": "grande"
    },
    "fumaca": {
      "cor": "Preta",
      "altura_fumaca": "5 metros"
    },
    "clima": {
      "temperatura": "",
      "umidade": "",
      "vento": {
        "velocidade_vento": "",
        "direcao_vento": ""
      },
      "estacao_ano": "",
      "amplificadores_clima": {
        "baixa_umidade": "",
        "alta_temperatura": "",
        "vento_forte": ""
      }
    },
    "pessoa": {
      "vitima": {
        "quantidade": "1",
        "estado_vitima": "dificuldade para respirar, olhos ardendo",
        "condicao_medica": {
          "atendida": "Sim",
          "escala_glassgow": {
            "abertura_ocular": "",
            "resposta_verbal": "",
            "condicao_motora": ""
          },
          "tipo_procedimentos": "primeiros socorros"
        },
        "tempo_deslocamento_hospital": "20min",
        "helicoptero_resgate": "não"
      },
      "solicitante": {
        "nome": "José Antonio da Silva",
        "idade": "35 anos",
        "longitude": "-15.868805",
        "latitude": "-47.840474",
        "altitude": "1.100 metros"
      },
      "bombeiro": {
        "nome": "José Antonio da Silva",
        "localizacao": {
          "latitude": "-15.868805",
          "longitude": "-47.840474"
        },
        "patente": "brigadista",
        "responsabilidade": "verificar denuncia e isolar a área",
        "viatura": "12"
      },
      "solicitacao": {
        "tipo": "alerta",
        "confiabilidade": "sim",
        "texto_denuncia": "Ocorrência de incendio grande registrada proximo ao anfiteatro em mata de galeria, em unidade de conservação, a uma vitima no local com olhos ardendo, maos queimadas e dificuldades para respirar, feito na vitima primeiros atendimentos, area isolada de 95 metros, intensidade do fogo de 500 Kcal/m e txa de alastramento de 2 m/s, com fumaca preta de mais ou menos 5m e chamas de 1,5 metros",
        "hora_denuncia": "14:30"
      },
      "recursos_alocados": {
        "bombeiro": "José Antonio da Silva",
        "caminhoes": "não",
        "aeronaves": "não",
        "outros_materias": "não"
      }
    }
  }
}

```

Figura 7.3: Relato 2 - Bombeiro em formato JSON.

A cada nova informação referente a mesma situação que o sistema recebe o mesmo processo para avaliação de qualidade de dados ocorre. A Tabela 7.2 apresenta os novos resultados referente as dimensões de Completude, Consistência, Atualidade e Relevância para a situação.

**Tabela 7.2: Avaliações de Qualidade Segundo Relato.**

Entidades	Completude	Relevância	Atualidade	Consistência	Certeza
Local	46%	4	-	-	-
Terreno	100%	1	-	-	-
Vegetação	100%	2	-	-	-
Patrimônio	100%	5	-	-	-
Isolamento	100%	4	-	-	-
Vítima	69,4%	6	-	-	-
Solicitante	100%	2	-	-	-
Bombeiro	100%	5	-	-	-
Fogo	100%	6	-	-	-
Superfície	100%	1	-	-	-
Fumaça	100%	1	-	-	-
Recursos Alocados	100%	1	-	-	-
Solicitação	100%	3	3 minutos	100%	<b>48,54%</b>

Na Tabela 7.2 é possível ver o cálculo da consistência, essa dimensão é aplicada a partir de novas informações processadas para uma situação que já está em curso, para se aplicar a métrica dessa dimensão é necessário se ter uma base de informações para a comparação com as novas que chegam ao sistema.

O cálculo resultou em 100% pois os dois relatos continham informações sobre o mesmo incêndio, algumas até se repetiram confirmando assim a sua consistência.

Para esse segundo relato o cálculo de Certeza foi de 48,54%, pois as novas informações ajudaram a melhorar os índices de qualidade das demais dimensões. Portanto agora será apresentado uma fusão dos 2 relatos onde será possível produzir uma informação única, mais significativa e com melhores índices de qualidade.

```

{
  "local": {
    "logradouro": "",
    "complemento": "Proximo ao anfiteatro",
    "bairro": "Lago Sul",
    "cidade": "Brasilia",
    "uf": "DF",
    "referencia": "Jardim Botanico",
    "latitude": "-15.868840",
    "longitude": "-47.839613",
    "altitude": "1.100 metros",
    "em_uni_conservacao": "sim",
    "prox_borda_unid_conservacao": "sim",
    "vias_acesso": "",
    "terreno": {
      "tipo_topologia": "aclive",
      "vegetacao": {
        "Mata_Galeria": {
          "area": {
            "latitude": "-15.868773",
            "longitude": "-47.839484"
          }
        }
      }
    },
    "patrimonio": {
      "tipo_area_afetada": "vegetacao pertencente a mata de galeria",
      "estruturas_afetadas": "nenhuma",
      "tipo_estruturas_proximas": "anfiteatro",
      "latitude": "-15.868567",
      "longitude": "-47.840169",
      "altitude": "1.100 metros"
    },
    "isolamento": {
      "regiao_isolada": {
        "tamanho_area": "95 metros",
        "latitude": "-15.868894",
        "longitude": "-47.839284",
        "bombeiro_responsavel": "José Antonio da Silva"
      }
    }
  },
  "fumaca": {
    "cor": "Preta",
    "altura_fumaca": "5 metros"
  },
  "solicitacao_1": {
    "tipo": "texto",
    "confiabilidade": "sim",
    "denunciante": "Marcos da Silva",
    "texto_denuncia": "Esta acontecendo um incendio grande no parque nacional proximo ao anfiteatro, as chamas estão com um metro e meio mais ou menos e a fumaça esta preta, tem um moço que tentou apagar as chamas e ficou com as maos queimadas.",
    "hora_denuncia": "14:23"
  },
  "solicitacao_2": {
    "tipo": "alerta bombeiro",
    "confiabilidade": "sim",
    "denunciante": "Jose Antonio da Silva",
    "texto_denuncia": "Ocorrencia de incendio grande registrada proximo ao anfiteatro em mata de galeria, em unidade de conservação, a uma vitima no local com olhos ardendo, maos queimadas e dificuldades para repirar, feito na vitima primeiros atendimentos, area isolada de 95 metros, intensidade do fogo de 500 Kcal/m e txa de alastramento de 2 m/s, com fumaca preta de mais ou menos 5m e chamas de 1,5 metros",
    "hora_denuncia": "14:30"
  },
  "clima": {
    "temperatura": "23°C",
    "umidade": "49%",
    "vento": {
      "velocidade_vento": "12km/h",
      "direcao_vento": "Nor-Nordeste"
    },
    "estacao_ano": "Outono",
    "amplificadores_clima": {
      "baixa_umidade": "Sim",
      "alta_temperatura": "Não",
      "vento_forte": "Não"
    }
  },
  "vitima": {
    "quantidade": "1",
    "estado_vitima": "queimadura nas mãos, dificuldade para respirar, olhos ardendo",
    "condicao_medica": {
      "atendida": "sim",
      "escala_glassgow": {
        "abertura_ocular": "",
        "resposta_verbal": "",
        "condicao_motora": ""
      }
    },
    "tipo_procedimentos": "primeiros socorros"
  },
  "tempo_deslocamento_hospital": "20 minutos",
  "helicoptero_resgate": "Não",
  "solicitante": {
    "nome": "Marcos Silva",
    "idade": "33 anos",
    "longitude": "-15.871816",
    "latitude": "-47.836471",
    "altitude": "1.100 metros"
  },
  "bombeiro": {
    "nome": "José Antonio da Silva",
    "localizacao": {
      "latitude": "-15.868805",
      "longitude": "-47.840474"
    },
    "patente": "brigadista",
    "responsabilidade": "verificar denuncia e isolar a area",
    "viatura": "12"
  },
  "fogo": {
    "intensidade": "500 kcal/m",
    "area_queimada": "20 metros",
    "tipo": {
      "superficie": {
        "altura_chamas": "1.5 metros"
      }
    },
    "taxa_alastramento": "2m/s",
    "direcao_alastramento": "Nor-Nordeste",
    "velocidade_propagacao": "lenta",
    "dimensao_incendio": "grande"
  },
  "recursos_alocados": {
    "bombeiro": "Jose Antonio da Silva",
    "caminhoes": "não",
    "aeronaves": "não",
    "outros_materias": "não"
  }
}

```

**Figura 7.4: Resultado de Avaliação de Qualidade para a Fusão dos Relatos 1 e 2 em formato JSON.**

A tabela 7.3 ilustra os valores de qualidade medidos para a fusão dos relatos 1 e 2, o processo para esses cálculos foram os mesmos já demonstrados anteriormente.

Tabela 7.3: Avaliações de Qualidade Fusão dos Relatos 1 e 2.

Entidades	Completeness	Relevância	Atualidade	Consistência	Certeza
Local	82%	6	-	-	-
Terreno	100%	1	-	-	-
Vegetação	100%	2	-	-	-
Patrimônio	100%	5	-	-	-
Isolamento	100%	4	-	-	-
Clima	100%	7	-	-	-
Vítima	69,4%	6	-	-	-
Solicitante	100%	2	-	-	-
Bombeiro	100%	5	-	-	-
Fogo	100%	6	-	-	-
Superfície	100%	1	-	-	-
Fumaça	100%	1	-	-	-
Solicitação_1	100%	3	2 minutos	-	-
Solicitação_2	100%	3	3 minutos	100%	-
Recursos locados	100%	1	-	-	-
			<b>5 minutos</b>	<b>100%</b>	<b>48,77%</b>

Após esses cálculos sobre a qualidade, a ontologia será instanciada e demonstrada na Figura 7.5. Como já conceituada a ontologia é um mecanismo de representação de dados e informações, ao ser instanciada com os dados presentes nos dois relatos a ontologia poderá apresentar novas relações entre as entidades, esse tipo de processo contribui de forma positiva na inferência de conhecimento para o humano operador de sistemas críticos.

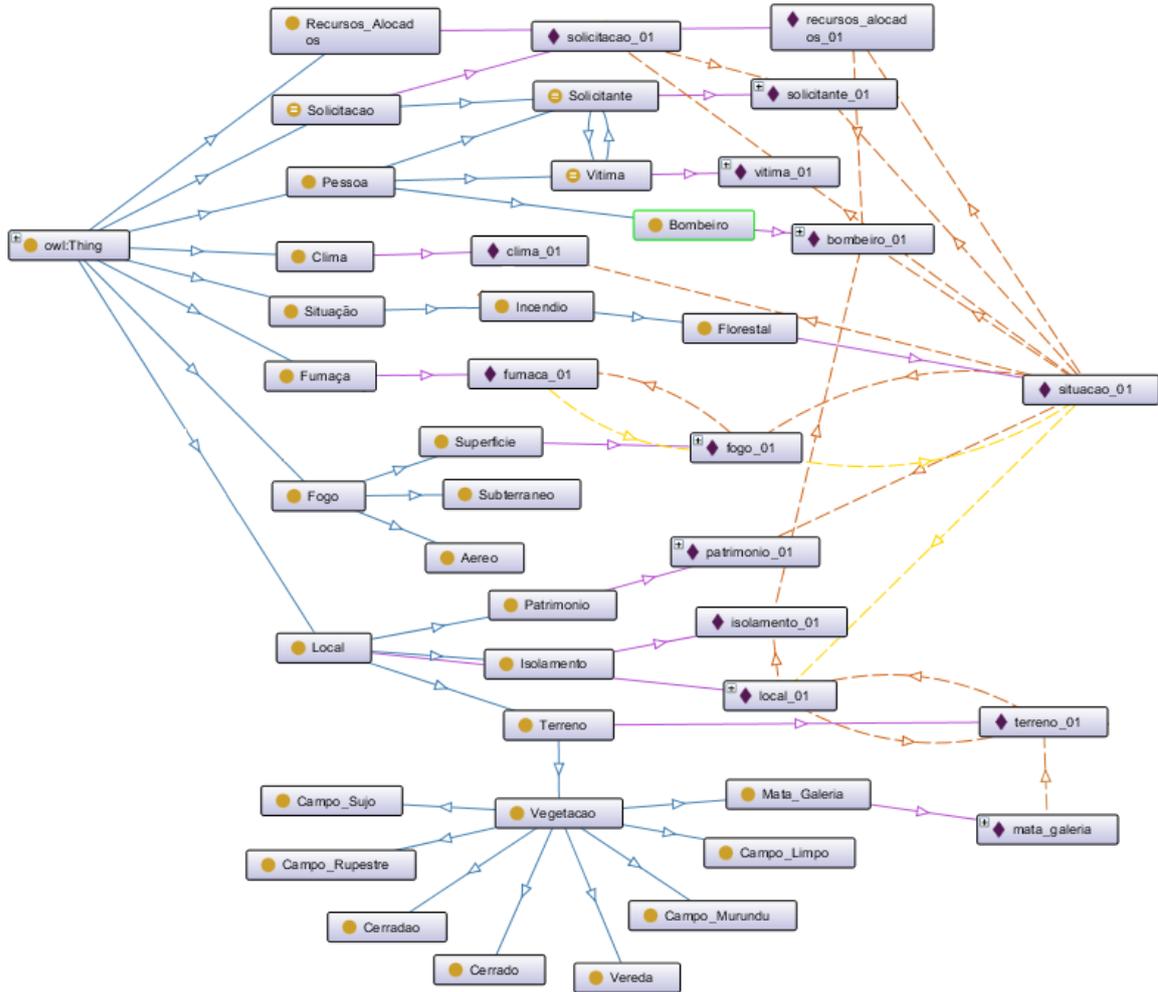


Figura 7.5 - Ontologia Instanciada a partir dos dados dos Relatos 1 e 2

A Figura 7.6 demonstra parte dos dados gerados em formato JSON-LD, tais dados serão enviados aos serviços de interfaces. A partir desse passo é demonstrado ao humano operador, novas relações e informações sobre o relato, subsidiando assim uma tomada de decisão mais assertiva e confiável, além de contribuir com a SAW de tal operador.

```

{
  "@context": {
    "local": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Local",
    "terreno": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Terreno",
    "vegetação": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Vegetacao",
    "patrimonio": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Patrimonio",
    "isolamento": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Isolamento",
    "solicitacao": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Solicitacao",
    "clima": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Clima"
    ....
  }
},
{
  "@graph": [
    {
      "@id": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#bombeiro_01",
      "@type": [
        "http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual",
        "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#Bombeiro"
      ],
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#latitude": {
        "@type": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal",
        "@value": "-15.868805"
      },
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#longitude": {
        "@type": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal",
        "@value": "-47.840474"
      },
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#nome": "José Antonio da Silva",
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#patente": "brigadista",
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#possui": {
        "@id": "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#graph_bombeiro_01"
      },
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#responsabilidade": "verificar denuncia e isolar a area",
      "http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#viatura": {
        "@type": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer",
        "@value": "12"
      }
    }
  ]
}

```

Figura 7.6: Parte do JSON-LD para Ontologia.

## 7.1 Construção de Consultas SPARQL

As consultas SPARQL demonstradas abaixo permitem ao operador de sistemas de emergências uma melhor inferência sobre a situação de incêndio, produzindo assim mais certeza para uma tomada de decisão mais assertiva.

Utilizando os dados e a ontologia demonstrada acima, as consultas abaixo tem o propósito de validar o presente estudo de caso.

Considere os prefixos demonstrados na Figura 7.7 para todas as consultas apresentadas ao longo desta sessão.

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xmls: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX dqv: <http://www.w3.org/ns/dqv#>
PREFIX incendio: <http://www.semanticweb.org/jj/ontologies/2017/4/incendio#>

```

**Figura 7.7: Prefixos utilizados para as consultas SPARQL.**

A primeira consulta apresentada foi executada visando retornar informações sobre a Classe Local, informações referentes a latitude e longitude são de extrema importância no domínio de incêndio florestal, pois a partir dessa localização foi possível verificar que a situação de incêndio ilustrada abaixo está acontecendo em uma unidade de conservação.

```

SELECT *
WHERE {
  ?fogo incendio:acontece_em ?situacao .
  ?situacao incendio:acontece_em ?local .
  ?local incendio:complemento ?complemento .
  ?local incendio:longitude ?longitude .
  ?local incendio:latitude ?latitude .
  OPTIONAL {
    ?local incendio:em_unidade_conservacao ?conserv .
  }
}

```

**Código Fonte 7.1 - Consulta SPARQL Classe Local.**

**Tabela 7.4: Resultado da Consulta SPARQL para a classe Local**

<b>Fogo</b>	Incendio:fogo_01
<b>Situação</b>	Incendio:situação_01
<b>Local</b>	Incendio:local_01
<b>Complemento</b>	“Próximo ao Anfiteatro”
<b>Latitude</b>	-15.868840
<b>Longitude</b>	-47.839613
<b>Conservação</b>	true

A segunda consulta também foi efetuada na classe Local, porém agora é possível verificar os valores referente as dimensões de Completude e Relevância, providos da qualificação dos dados.

```
SELECT ?situacao ?graph ?qt ?qt_value ?metrica
WHERE {
  ?fogo incendio:acontece_em ?situacao .
  ?situacao incendio:acontece_em ?local .
  ?local incendio:complemento ?complemento .
  ?local incendio:longitude ?longitude .
  ?local incendio:latitude ?latitude .
  OPTIONAL {
    ?local incendio:em_unidade_conservacao ?conserv .
  } .
  ?local incendio:possui ?graph .
  ?graph dqv:hasQualityMeasurement ?qt .
  ?qt dqv:value ?qt_value .
  ?qt dqv:isMeasurementOf ?metrica .
}
```

**Código Fonte 7.2: Consulta SPARQL Classe Local com Qualificação de dados.**

A Tabela 7.5 demonstra os resultados obtidos da consulta demonstrada no Código Fonte 7.2, as instancia Graph, Qt, Qt\_value e Métrica são do vocabulário DQV. Essa consulta demonstrou os valores de qualidade, as relações entre as métricas e as instancias.

**Tabela 7.5: Resultado da Consulta SPARQL para a classe Local com Qualificação de dados.**

	<b>Completude</b>	<b>Relevância</b>
<b>Situação</b>	Incendio:situação_01	Incendio:situação_01
<b>Graph</b>	Incendio:graph_local_01	Incendio:graph_local_01
<b>Qt</b>	Incendio:qt_local_comp_01	Incendio:qt_local_relev_01
<b>Qt_value</b>	84,7%	9
<b>Métrica</b>	Incendio:MetricaLocalCompletude	Incendio:MetricaLocalRelevancia

A terceira consulta demonstra o relacionamento entre as Classe Bombeiro e Isolamento, na ontologia o bombeiro responsável por verificar a situação de emergência, também fica responsável por isolar a área.

```
SELECT *
WHERE {
  ?situacao incendio:possui ?fogo .
  ?fogo incendio:intensidade ?intensidade .
  ?fogo incendio:taxa_alastramento ?taxa_alastra .
  ?situacao incendio:possui ?bombeiro .
  ?bombeiro incendio:nome ?bombeiro_nome .
  ?bombeiro incendio:viatura ?bombeiro_viat .
  ?isolamento incendio:possui ?bombeiro .
  ?isolamento incendio:tamanho_area ?tamanho .
}
```

**Código Fonte 7.3: Consulta SPARQL Relação entre as Classes Bombeiro e Isolamento.**

**Tabela 7.6: Resultado da Consulta SPARQL para a Relação entre as Classes Bombeiro e Isolamento.**

Situação	Incendio:situação_01
Fogo	Incendio:fogo_01
Intensidade	500 Kcal/m
Taxa_alastramento	2m/s
Bombeiro	Incensio:bombeiro_01
Bombeiro_nome	“Jose Antônio da Silva”
Bombeiro_viatura	12
Isolamento	Incendio:isolamento_01
Tamanho	95 metros

A quarta e última consulta apresentada nesse estudo de caso retorna os valores calculados para as dimensões de Certeza e Atualidade da situação.

```

SELECT *
WHERE {
  [] incendio:possui ?graph .
  ?graph dqv:hasQualityMeasurement ?qt .
  ?qt dqv:isMeasurementOf ?qt_s .
  FILTER regex(str(?qt_s), 'Metrica(HoraAtualidade|SituacaoCerteza)', 'i') .
  ?qt dqv:value ?valor .
}

```

**Código Fonte 7.4: Consulta SPARQL, Valores para a Qualificação da Classe Situação.**

**Tabela 7.7: Resultado da Consulta SPARQL, Resultado para a Qualificação das Dimensões Atualidade e Certeza na Classe Situação.**

	<b>Atualidade</b>	<b>Certeza</b>
<b>Graph</b>	Incendio:graph_situacao_01	Incendio:graph_situacao_01
<b>Qt</b>	Incendio:qt_situacao_atual_01	Incendio:qt_situacao_certeza_01
<b>Qt_s</b>	Incendio:MetricaHoraAtualidade	Incendio:MetricaSituacaoCerteza
<b>Valor</b>	“5 min”	48,77%

## 7.2 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado o estudo de caso validando a ontologia desenvolvida no presente trabalho. O Capítulo 8 será sobre a Conclusão deste trabalho.

# Capítulo 8

## CONCLUSÃO

---

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma ontologia ciente de qualidade de dados, visando contribuir com a aquisição e melhora nos níveis de SAW em operadores humanos de sistemas de emergência. Tal ontologia será utilizada no sistema DF100Fogo, mantido por uma parceria entre o Centro Universitário Eurípides de Marília (UNIVEM), o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

A ontologia irá proporcionar ao sistema DF100Fogo uma representação de dados mais clara e objetiva, conforme descrito neste trabalho o uso de ontologias em sistemas de informações, é favorável para ilustrar todas as entidades e suas possíveis relações, até mesmo inferindo novos dados sobre determinada situação. Em sistemas de domínio emergência é comum encontrar relações não explícitas entre as entidades, o que é resolvido com o uso de ontologias, além disso, o auxílio se estende aos operadores humanos, também contribuindo positivamente com a SAW do mesmo, permitindo uma tomada de decisão mais segura e assertiva.

Para alcançar o objetivo, a metodologia de desenvolvimento do trabalho foi dividida em 5 etapas, sendo elas (1) Desenvolvimento de um questionário para os especialistas do domínio, (2) Aplicação da técnica de Análise de Tarefas Dirigidas por Objetivos (GDTA - *Goal-Directed Task Analysis*) (Endsley, 2003), (3) Construção de uma ontologia de domínio utilizando a metodologia 101 de Noy e McGuinness (2001), (4) Aplicação de métricas e dimensões para qualificar e quantificar os dados utilizando a metodologia IQESA (Botega, 2016), (5) Estudo de caso e aplicação de consultas SPARQL para a validação da ontologia.

Para ilustrar os resultados obtidos neste trabalho foi desenvolvido e apresentado um caso de teste no capítulo 7, onde pode-se constatar que por meio

de consultas que atendam a necessidade do operador e da situação que o mesmo está atendendo em dado momento, é possível e verificar relações entre entidades presentes na situação, e utilizar dados qualificados e quantificados para auxílio na tomada de decisão e no desenvolvimento da SAW do operador.

## 8.1 Publicações Relacionadas

Nesta seção serão apresentadas publicações de artigos científicos relacionados ao tema deste trabalho.

- *Desenvolvimento de Ontologia Ciente de Qualidade de Informações para a Melhoria de Consciência Situacional no Domínio de Gerenciamento de Emergências*. Jordana N. Silva, Jessica Souza, Allan Oliveira, Maria de Fátima Tavares, Leonardo Botega. I Workshop de Informação, Dados e Tecnologia - WIDAT, Florianópolis, Brasil, 2017.
- *Desenvolvimento de Ontologia Ciente de Qualidade de Informações para a Melhoria de Consciência Situacional no Domínio de Gerenciamento de Emergências*. Jordana N. Silva, Denis Barboni e Leonardo Botega. 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica. CONIC SEMESP. São Paulo, Brasil, 2016.
- *Crowdsourcing, data and information fusion and situation awareness for emergency Management of forest fires: The project DF100Fogo (FDWithoutFire)*. Allan Oliveira, Leonardo Botega, Jordan Saran, Jordana N. Silva, Jéssica Melo, Maria de Fátima Tavares, Vania Neris. Computers, Environment and Urban Systems, 2017.

## **8.2 Trabalhos Futuros**

Como trabalhos futuros é necessário aplicar tal ontologia desenvolvida no sistema DF100Fogo, fazer uso de machine learning, visando melhorar a inferência de qualidade de dados na ontologia, aplicar métodos quantitativos afim de gerar mais subsídios para a tomada de decisão por parte do operador humano.

---

# REFERÊNCIAS

---

ALMEIDA, M. B., & BAX, M. P. (2003). Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*, Brasília, 32(3), 7-20.

AMAILEF, Khaled; LU, Jie. Ontology-supported case-based reasoning approach for intelligent m-Government emergency response services. *Decision Support Systems*, v. 55, n. 1, p. 79-97, 2013.

BALLOU, Donald *et al.* Modeling information manufacturing systems to determine information product quality. *Management Science*, v. 44, n. 4, p. 462-484, 1998.

BATINI, Carlo *et al.* Methodologies for data quality assessment and improvement. *ACM computing surveys (CSUR)*, v. 41, n. 3, p. 16, 2009.

BERNERS-LEE, T. Semantic Web Architecture. 2000. Acesso em: 08 junho 2017. Disponível em: <<https://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>>.

BOTEGA, Leonardo Castro *et al.* Methodology for data and information quality assessment in the context of emergency situational awareness. *Universal Access in the Information Society*, p. 1-14, 2016.

BOTEGA, L. C. MODELO DE FUSÃO DIRIGIDO POR HUMANOS E CIENTE DE QUALIDADE DE INFORMAÇÃO. 01/2016. 261 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia do Programa de Pós-Graduação. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2016.

BORST, W. N. (1997). Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse. *Universiteit Twente*.

CARROLL, J. M., AND OLSON, J. (Eds.). (1987). *Mental models in human-computer interaction: Research issues about what the user of software knows*. Washington, DC: National Academy Press.

CISCO VISUAL NETWORKING INDEX. Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper. Acesso em: 09 junho 2017. Disponível em: <[http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html?CAMPAIGN=Mobile+VNI+2017&COUNTRY\\_SITE=us&POSITION=Press+Release&REFERRING\\_SITE=PR&CREATIVE=PR+to+MVNI+white+paper](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html?CAMPAIGN=Mobile+VNI+2017&COUNTRY_SITE=us&POSITION=Press+Release&REFERRING_SITE=PR&CREATIVE=PR+to+MVNI+white+paper)>.

DE AMICIS, Fabricio; BATINI, Carlo. A methodology for data quality assessment on financial data. *Studies in Communication Sciences*, v. 4, n. 2, p. 115-137, 2004.

---

ENDSLEY, M. R. (1988, October). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 32, No. 2, pp. 97-101). SAGE Publications.

ENDSLEY, M. R. A taxonomy of situation awareness errors. Human factors in aviation operations, v. 3, n. 2, p. 287–292, 1995.

ENDSLEY, Mica R. Designing for situation awareness in complex systems. In: Proceedings of the Second International Workshop on symbiosis of humans, artifacts and environment. 2001.

ENDSLEY, Mica R. *et al.* Situation awareness oriented design: From user's cognitive requirements to creating effective supporting technologies. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2003. p. 268-272.

ENDSLEY, M. R.; CONNORS, E. S. Situation Awareness: state of the art. In: Power And Energy Society General Meeting: Conversion And Delivery Of Electrical Energy In The 21st Century, 2008. Anais... [S.1.:s.n.], 2008. p.1-4.

ENDSLEY, M. R.; JONES, D. G. Designing for Situation Awareness: Na approach to user-centered design, second edition. [S.1.]: Taylor & Francis, 2012.

FLACH, J. M. (1995). Situation awareness: Proceed with caution. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37(1), 149-157.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A., & JURISTO, N. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering.

FISHER, Craig W.; KINGMA, Bruce R. Criticality of data quality as exemplified in two disasters. Information & Management, v. 39, n. 2, p. 109-116, 2001.

GUARINO, N., OBERLE, D., STAAB, S.: WHAT IS AN ONTOLOGY? IN: STAAB, S., STUDER, R. (EDS.) HANDBOOK ON ONTOLOGIES, 2ND EDN., PP. 1–17. SPRINGER, HEIDELBERG (2009).

GILSON, R. D. 1995. Situation Awareness – Special issue preface human factors 37 (1) 3-4.

HARTEL, C. E. J.; SMITH, K. & PRINCE, C. (1991). Defining aircrew coordination sixth international symposium on aviation psychology. Columbus, Ohio.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Monitoramento por Satélite - Programa Queimadas. Acesso em: 09 junho 2017. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/aq1km/#geral>>.

JONES, D; BENCH-CAPON, T; Visser, P. Methodologies For Ontology Development. In Proc. It Knows Conference, XV Ifipworld Computer Congress, Budapest, August. 1998.

- 
- LI, Xiang *et al.* Building a practical ontology for emergency response systems. In: Computer Science and Software Engineering, 2008 International Conference on. IEEE, 2008. p. 222-225.
- MARCHAND, D. Managing information quality. In: WORMELL, I. (Ed.) Information quality: definitions and dimensions. London: Taylor Graham, 1990. p. 7-17
- MATTHEWS, M. D., STRATER, L. D., & ENDSLEY, M. R. (2004). Situation Awareness Requirements for Infantry Platoon Leaders. *Military Psychology*, 16(3), 149.
- MATHEUS, Christopher J.; KOKAR, Mięczyslaw M.; BACLAWSKI, Kenneth. A core ontology for situation awareness. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Information Fusion. 2003. p. 545-552.
- MELO, Jessica Oliveira de Souza Ferreira. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE DADOS NO CONTEXTO DO LINKED DATA, 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Marília, 2017.
- MIZOGUCHI, RIICHIRO. "Part 1: introduction to ontological engineering." *New generation computing* 21.4 (2003): 365-384.
- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, Stanford, CA, 2001..
- O'BRIEN, J. Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. v. 2, p. 431.
- OLIVEIRA, N., RODRIGUES, F., SOUZA, J., BOTEGA, L., & ARAÚJO, R. (2015). Interface de Usuários para o Enriquecimento da Consciência Situacional em Sistemas de Gerenciamento de Emergência. *JOURNAL ON ADVANCES IN THEORETICAL AND APPLIED INFORMATICS*, 1(1), 60-71.
- ROUSE, WILLIAM B., AND NANCY M. MORRIS. "On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models." *PSYCHOLOGICAL BULLETIN* 100.3 (1986): 349.
- SARTER, N. B., & WOODS, D. D. (1991). Situation awareness: A critical but ill-defined phenomenon. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1(1), 45-57.
- SILVA, Jordana N. *et al.* Desenvolvimento de Ontologia Ciente de Qualidade de Informações para a Melhoria de Consciência Situacional no Domínio de Gerenciamento de Emergências. 2017.
- SOUZA, Adriano *et al.* An Application of geographical and Statistical Linked Data to Ecology: The Brazilian Cerrado Ontology Network and Qualitative Reasoning Models. 2014

---

SURE, Y., STAAB, S., & STUDER, R. (2004). On-to-knowledge methodology (OTKM). In Handbook on ontologies (pp. 117-132). Springer Berlin Heidelberg.

SMITH, K.; HANCOOCK, P. a. Situation Awareness Is Adaptive, Externally Directed Consciousness. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, [S.1.], v.37, n.1, p. 137-148, 1995..

STRONG, Diane M.; LEE, Yang W.; WANG, Richard Y. Data quality in context. Communications of the ACM, v. 40, n. 5, p. 103-110, 1997.

USCHOLD, M., KING, M., MORALEE, S., & ZORGIOS, Y. (1998). The enterprise ontology. The knowledge engineering review, 13(01), 31-89.

VON WOLFF, C. F. (1736). Philosophia prima: sive ontologia. prostat in Officina libraria Rengeriana

WANG, Richard Y. A product perspective on total data quality management. Communications of the ACM, v. 41, n. 2, p. 58-65, 1998.

# Anexo A\*

## QUESTIONÁRIO APLICADO AO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL E AS BRIGADAS DE INCÊNDIOS DO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA

---

Questionário aplicado para coleta de informações sobre o domínio de incêndio florestal

1. Qual sua patente?
2. Qual a sua função?
3. Por quanto tempo executa tal função?
4. Sobre o processo de atendimento das denúncias de incêndio. Quais as etapas a serem cumpridas para um atendimento?
5. Sobre o processo de atendimento das denúncias de incêndio. Existe um atendimento preliminar para alocação dos recursos ou os recursos só são alocados mediante uma certeza na situação?
6. Quais são os requisitos ou critérios mínimos para atender a uma denúncia de incêndio?

- 
7. Quais são os requisitos ou critérios ideais para atender a uma denúncia de incêndio?
  8. As emergências de incêndio florestal são classificadas de acordo com diferentes níveis ou tipos? Se sim, quais são?
  9. Quanto aos níveis ou tipos de incêndio quais são as informações necessárias e prioritárias para entender e atender cada um deles?
  10. Quanto as informações para atender emergências de incêndio florestal, quais das listadas abaixo possuem maior prioridade?
    - Clima (direção e velocidade do vento, temperatura, umidade)
    - Vítima (estado, quantidade)
    - Local (proximidade de moradias, situação de acesso, rede de hidrantes, endereço, referência, tipo)
    - Tipo de Vegetação e característica de terreno (floresta densa, mata com vegetação arbustiva, campo, mata ciliar, declividade de terreno)
    - Porte e Extensão (velocidade de propagação; extensão de área atingida)
    - Recursos logísticos (nº carros, nº recursos humanos, relação tempo/distância para atendimento, vias de acesso)
  11. Sobre o INCÊNDIO, existe alguma informação relevante que não foi listada?
  12. Quanto ao clima, existem outros atributos além dos citados acima? (Direção e velocidade do vento, temperatura e umidade)
  13. Quanto ao local, existem outros atributos além dos citados acima? (Proximidade de moradias, situação de acesso, rede de hidrantes, endereço, referencia, tipo)

- 
- 14.Quanto ao vítima, existem outros atributos além dos citados acima?  
(Estado, quantidade)
- 15.Quais são as informações necessárias para o atendimento?
- 16.Quais são as informações mais importantes? (Prioritárias)
- 17.Qual o prazo satisfatório para o atendimento de uma emergência de incêndio?
- 18.Defina a importância das informações seguintes para caracterizar preliminarmente as denúncias:
- Local (proximidade de moradias, situação de acesso, rede de hidrantes, via, região administrativa, quadra, rua, bairro, referência).
- 19.Quanto aos atributos referentes ao local, quais dos três considera mais importante?
- Rua
  - Bairro
  - Proximidade de moradias
  - Situação de acesso
  - Rede de hidrantes
  - Região administrativa
  - Quadra
  - Referencia
- 20.Sobre os atributos relacionados ao LOCAL, existe algum atributo relevante que não foi listado?
- 21.Defina a importância das informações seguintes para caracterizar preliminarmente as denúncias:

- 
- Tipo da emergência (incêndio florestal, acidente associado, atendimento médico)

22. Sobre os atributos relacionados ao TIPO DA EMERGÊNCIA, existe alguma categoria relevante que não foi listada?

23. Defina a importância das informações seguintes para caracterizar preliminarmente as denúncias

- Existência e condição de vítimas

24. Relacionado a existência e condição das vítimas, quais são as informações necessárias para tomada de decisão?

25. Quanto à existência de vítimas no local, quais são as informações básicas para prestar o primeiro atendimento?

26. Existe alguma informação relevante que não foi questionada no formulário?

27. Quais são os meios ou canais de comunicação utilizados para fazer uma denúncia? Ex.: telefone, rádio, redes sociais, etc.

28. Quais são os meios ou canais de comunicação utilizados para receber uma denúncia? Ex.: telefone, rádio, redes sociais, etc.

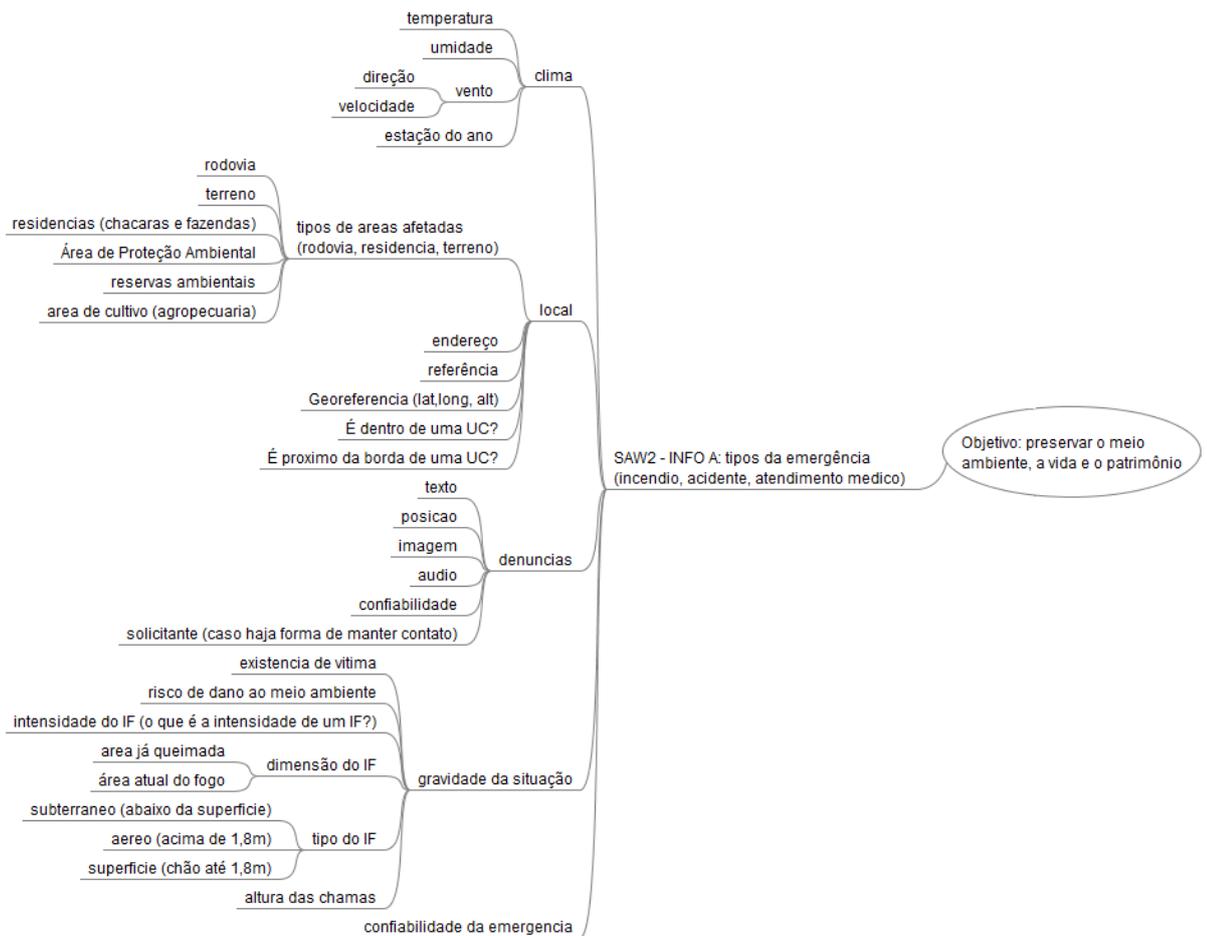
29. Quanto à vegetação e característica de terreno, existem outros atributos além dos citados acima?

30. Quanto ao porte e extensão, existem outros atributos além dos citados acima?

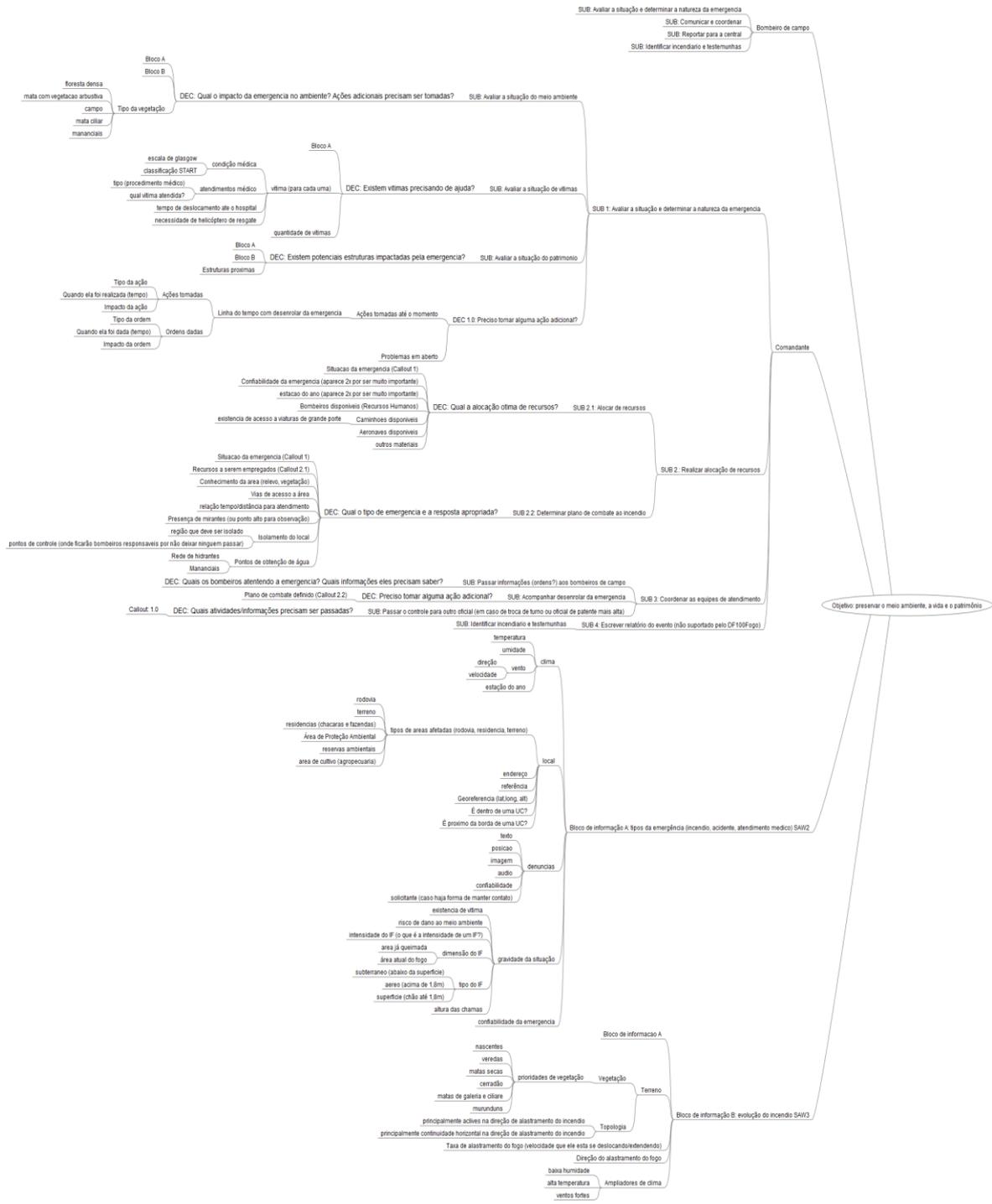
31. Quanto aos recursos logísticos, existem outros atributos além dos citados acima?

# Anexo B\*

## ANÁLISE DE TAREFAS DIRIGIDAS POR OBJETIVOS (GOAL-DIRECTED TASK ANALYSIS - GDTA)



Anexo B 1: Parte do GDTA Que Representa Informações Essenciais Sobre o Incêndio.



Anexo B 2: GDTA completo.