

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

**JESSICA OLIVEIRA DE SOUZA**

**METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE  
QUALIDADE DE DADOS PROVENIENTES DE DENÚNCIAS DE  
ROUBO PARA MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM  
SISTEMAS DE TOMADA DE DECISÃO**

**MARÍLIA  
2014**

**JESSICA OLIVEIRA DE SOUZA**

**METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE  
QUALIDADE DE DADOS PROVENIENTES DE DENÚNCIAS DE  
ROUBO PARA MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM  
SISTEMAS DE TOMADA DE DECISÃO**

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

Orientador  
Prof.: Me. Leonardo Castro Botega

**MARÍLIA  
2014**



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA  
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – AVALIAÇÃO FINAL**

Jessica Oliveira de Souza

Metodologia de Avaliação e Representação de Qualidade de  
Dados de Chamadas de Emergência para Sistemas de Tomada de  
Decisão

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: Elvis Fusco

2º. Examinador: Rodolfo Barros Chiramonte

Marília, 02 de dezembro de 2014.

*Dedico ao meu pai Wilson, minha mãe  
Uilza, minhas irmãs Brenda, Jordana,  
Carolina e todos meus familiares.*

## **AGRADECIMENTOS**

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

Agradeço meus pais que sempre me instruíram, porém nunca me dissuadiram de trilhar meus próprios caminhos e decisões. Pai, obrigada por estar sempre ao meu lado você é e sempre será uma das minhas bases de sustentação na vida. Mãe, obrigada por ouvir meus desabafos acadêmicos todas as noites, eu tenho orgulho de ter uma mãe tão batalhadora como a senhora. Agradeço a minha família pelo apoio em todos os anos da graduação, em especial minha querida irmã e amiga Brenda, meu cunhado Vinícius, meu namorado Danilo e minha prima Natália que se mostrou uma verdadeira amiga todos esses anos.

Agradeço imensamente meu orientador Professor Leonardo por todos os valores transmitidos, pela excelente orientação nos últimos três anos, pela paciência e sua confiança em meu potencial.

Agradeço também aos professores que compartilharam conhecimento, experiências e me aconselharam, em especial Elvis, Rodolfo, Fábio e Giulianna. Também meus companheiros que estiveram comigo a maior parte do tempo Leticia, Rafael, Jorge, Calos, Ítalo, Valdir e todo o pessoal do COMPSI.

*“Tudo o que a tua mão achar para fazer,  
faze-o com o próprio poder que tens...”  
- Eclesiastes 9:10*

SOUZA, Jessica Oliveira. Metodologia de Avaliação e Representação de Qualidade de Dados Provenientes de Denúncias de Roubo para Melhoria da Consciência Situacional em Sistemas de Tomada de Decisão. 2014. 61 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2014.

## RESUMO

Uma questão desafiadora na comunidade da Avaliação da Situação é determinar como o processo de avaliação pode ser redesenhado para o aprimoramento da Consciência da Situação (SAW), que pode ser severamente degradada, se os dados de baixa qualidade propagarem pelo processo, comprometendo a tomada de decisões. Em sistemas militares a identificação das situações é de extrema importância visto que as informações são utilizadas para responder a chamados de emergência, onde uma compreensão defeituosa da situação impactaria nas vítimas de tais chamados. Assim, este trabalho visa apresentar uma metodologia para avaliação objetiva, subjetiva e representação de qualidade de dados e informações provenientes de fontes heterogêneas que provêm entradas para um sistema de avaliação de situações militares, especificamente de roubo. A metodologia para tal será composta por métricas de qualidade e uma ontologia para capturar o conhecimento semântico do domínio. Um estudo de caso em atendimento de denúncias de roubo será abordado para ilustrar a aplicabilidade da metodologia. Resultados preliminares são promissores quanto a completude e precisão do tempo nos chamados de emergência gerados.

**Palavras-Chave:** Gestão do Conhecimento, Avaliação de Qualidade de Dados, Metodologia para Avaliação de dados

SOUZA, Jessica Oliveira. Metodologia de Avaliação e Representação de Qualidade de Dados Provenientes de Denúncias de Roubo para Melhoria da Consciência Situacional em Sistemas de Tomada de Decisão. 2014. 61 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2014

## **ABSTRACT**

A challenging issue for the Situation Assessment community is to determine how data and information evaluation can be employed to improve Situation Awareness (SAW). This process is subject to shortcomings since the operators mental model is formed with information help provided by such systems, which are influenced by the quality of the data. In military systems, situations identification is utmost importance since the information is used to satisfy emergency calls where a faulty situation understanding would affect the victims involved. Thus, this work aims to define a methodology for objective and subjective evaluation and data and information quality representation from heterogeneous sources in order to provide inputs for military situation evaluation systems centered specifically on allegations of robbery. Such methodology is composed by gathering requirements for the domain, quantitative metrics for quality evaluation as completeness and time-related problems, an ontology to represent semantic knowledge from domain and evaluation functions according to scores set through quality metrics. Finally, a case study in response to robbery complaints is discussed to illustrate the methodology applicability.

**Keywords:** Knowledge management, Data Quality assessment, Methodology for data evaluation



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Framework conceitual da qualidade de dados (WANG & STRONG, 1996) .....	16
Figura 2. Modelo do processo dinâmico aquisição de SAW e tomada de decisão (ENDSLEY, 1995).....	23
Figura 3. Tipos de ontologias de acordo com o grau de abrangência. ....	28
Figura 4. Ontologia de topo utilizada por Endsley e Kokar (2012). ....	29
Figura 5. Atividades de gerenciamento de ontologias (PASLARU, SIMPERL & TEMPICH 2006).....	30
Figura 6. Representação da ontologia baseada na modelagem do usuário do sistema (MAEDCHE, RAZMERITA & ANGEHRN, 2003).....	31
Figura 7. Representação da arquitetura geral para avaliação de qualidade de dados (BLASZCZYŃSKI, KOSIEDOWSKI, MAZUREK & WILK 2006). ....	32
Figura 8. Modelo Conceitual Proposto para Aplicação da Metodologia Focado no nível 1 de SAW. ....	36
Figura 9. Fluxograma da Metodologia para Avaliação e Representação de Qualidade.....	37
Figura 10. Árvore dos Atributos Modelo para uma Denúncia de Roubo.....	40
Figura 11. Evolução temporal da denúncia. ....	41
Figura 12. Fluxo da Avaliação Realizada pelo Usuário. ....	43
Figura 13. Fluxo da Avaliação Realizada pelo Sistema. ....	44
Figura 14. Modelagem da Estrutura do Banco de Registro para Avaliações.....	45
Figura 15. Ontologia de Topo para SAW (MATHEUS, BACLAWSKI, & KOKAR, 2003)..	48
Figura 16. Ontologia para Aprimorar SAW no atendimento de denúncias de roubo. ....	49
Figura 17. Algoritmo Utilizado para Realizar Avaliação de completude. ....	53
Figura 18. Classificação dos Requisitos de acordo com a árvore. ....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferentes definições de completude registradas na literatura (BATINI, CAPPIELLO, FRANCALANCI, & MAURINO, 2009) .....	16
Tabela 2. Diferentes metodologias para avaliação de qualidade.....	19
Tabela 3. Taxnomia de erros em SAW (ENDSLEY, 1999).....	26
Tabela 4. Passo-a-Passo e atividades realizadas na metodologia.....	38
Tabela 5. Requisitos definidos por meio do GDTA .....	39
Tabela 6. Denúncia avaliada seus respectivos objetos e atributos presentes e ausentes .....	42
Tabela 7. Lista Modelo para Avaliação Subjetiva.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SAW	Consciência da Situação
UCR	Relatos de Crime Uniforme
FBI	Escritório Federal de Investigação
SOA	Service-Oriented Architecture
RTE	Real-Time Enterprise
PR-OWL	Probabilistic Web Ontology Language
MBA	Master in Business Administration
PMESP	Polícia Militar do Estado de São Paulo
OWL	Web Ontology Language
CONON	Context Ontology
GDTA	Goal-Driven Task Analysis
SOUPA	Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
1 QUALIDADE DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES EM TOMADA DE DECISÃO .....	15
1.1 Metodologias para Avaliação de Qualidade.....	17
1.2 Influência da Qualidade de Dados no Domínio Militar .....	19
2 A REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE OS OBJETOS E ATRIBUTOS PARA A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL .....	23
2.1 Ontologias para Representação do Conhecimento de Objetos e Atributos em Situações.....	27
2.2 Ontologias para Ajudar Avaliar a Qualidade de Dados e Informações.....	30
2.3 Ontologias como Suporte à Consciência Situacional e Tomada de Decisões Militares .....	32
3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE QUALIDADE DE DADOS PROVENIENTES DE DENÚNCIAS DE ROUBO PARA MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE TOMADA DE DECISÃO .....	36
3.1 Levantamento de Requisitos para o Domínio Militar .....	38
3.2 Definição de Métricas para Avaliação Quantitativa de Qualidade .....	40
3.3 Representação Semântica do Conhecimento do Domínio e Qualidade dos Dados.....	46
4 RESULTADOS.....	51
4.1 Estudo de Caso.....	52
CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

## INTRODUÇÃO

Consciência da situação (SAW) é um processo cognitivo do humano composto por 3 níveis: percepção dos elementos no ambiente, compreensão do estado destes elementos compondo uma situação e a evolução destes em um estado futuro próximo.

Visto que atingir o estado de SAW é um processo que se dá na mente do humano é de extrema importância capturar o conhecimento deste ao operar sistemas de apoio à decisão com este propósito, bem como desenvolver sistemas que possam auxiliar este processo.

O modelo mental e SAW estão altamente relacionados, visto que o modelo mental consiste no modelo formado pelo usuário a partir da compreensão das situações. Uma má compreensão da situação afeta o modelo mental do usuário conduzindo a tomadas de decisões errôneas.

Sistemas para o auxílio da SAW podem oferecer barreiras para a compreensão, como por exemplo o aspecto crítico, dinâmico e em tempo real do crime em curso no atendimento de chamadas 190 da polícia militar do estado de São Paulo.

SAW é um processo que demanda atividade cognitiva e o modelo mental prévio do usuário das situações pode auxiliar na diminuição da sobrecarga cognitiva desta atividade. Entretanto, a má compreensão das informações pode não somente causar a perda de seu significado global, como conduzir a falhas quanto a alocação de recursos.

Outro fator importante que pode prejudicar o modelo mental do usuário é a qualidade na qual tais denúncias descrevem a realidade do cenário, visto que a qualidade das informações adquiridas neste processo podem conduzir a incertezas ao operador ao tentar interpretar os dados.

A literatura registra abordagens que têm como objetivo aprimorar e manter SAW do usuário. Tais trabalhos utilizam de tecnologias como modelos cognitivos, ontologias e frameworks desenvolvidos com base em ontologias de topo, lógica fuzzy, modelos de fusão de dados.

Um meio de fornecer suporte tanto à qualidade das informações quanto a sistemas de suporte a decisão é o uso das ontologias, que podem adaptar-se a contextos específicos para montar esquemas verbais de forma a atribuir significado às informações.

Entretanto, um problema comum que pode ser encontrado em sistemas que utilizam ontologias é a possibilidade de ocorrer situações inesperadas ou desconhecidas por limitações na aquisição, processamento e interpretação de dados.

A qualidade é reconhecida como um problema de desempenho relevante nos processos operacionais, bem como no processo de compreensão das situações para tomada de decisão, visto que a má identificação da situação denunciada ocasiona em falhas diversas tanto ao alocar recursos para atender tais denúncias, quanto em definir táticas para responder ao chamado 190.

Assim, visando contribuir para a consciência da situação reportada pelas chamadas de emergência, este trabalho irá compor uma etapa de avaliação logo após uma denúncia de roubo reportada pela vítima.

Desta maneira, o objetivo geral é definir uma metodologia para avaliação e representação da qualidade de dados provenientes das denúncias reportadas à Polícia Militar do Estado de São Paulo. Serão definidas funções de qualidade para a detecção de possíveis problemas de acordo com dimensões específicas, tais como completude e problemas referentes à questão temporal, como por exemplo a atualidade das informações e duração dos eventos.

Tal metodologia pretende prover o suporte ao desenvolvimento de sistemas de apoio à tomada de decisão militar, utilizando métricas de avaliação objetiva e subjetiva da qualidade, bem como uma ontologia para representação do conhecimento do domínio. Para ilustrar a aplicabilidade da metodologia será realizado um estudo de caso em que a vítima sofre roubo e realiza a chamada de emergência. Sobre esta chamada serão aplicadas funções de avaliação da qualidade nos dados que, por sua vez serão moldados de acordo com uma ontologia.

A estrutura de apresentação deste trabalho divide-se na seguinte forma: no Capítulo 1 ocorre a abordagem da qualidade de dados, suas dimensões e trabalhos relacionados. No Capítulo 2 são apresentados conceitos relacionados a ontologias e trabalhos relacionados. Adiante, no Capítulo 4 a metodologia do trabalho e suas respectivas etapas é abordada. Em seguida, os Resultados e Conclusões aplicados por meio de um estudo de caso.

# 1 QUALIDADE DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES EM TOMADA DE DECISÃO

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

De acordo com a literatura, não há um padrão definido quanto a qualidade da informação em sistemas de tomada de decisão, os requisitos são divididos em dimensões ou métricas e a aplicação destas são altamente dependentes de domínio, considerando que a aplicação define seus respectivos significados de acordo com objetivos, tarefas e decisões associadas. Para o domínio de roubo, a metodologia a ser definida aborda avaliações de qualidade quanto a completude e aspectos temporais dos dados. As abordagens e descrições de diferentes perspectivas serão descritas a seguir.

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

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

Wang e Strong (WANG & STRONG, 1996) categorizam os atributos das dimensões da qualidade em quatro classes principais conforme a hierarquia apresentada na Figura 1, descritas a seguir:

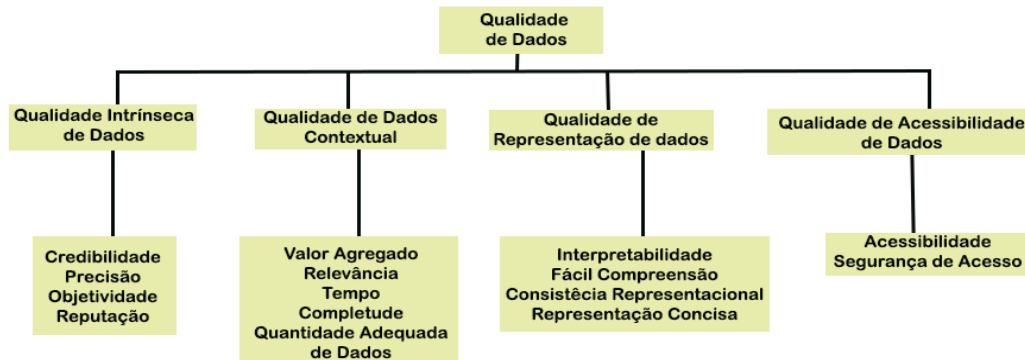
Qualidade Intrínseca de dados implica a garantia da credibilidade e reputação dos dados, dentre os atributos constam a própria credibilidade e reputação, como precisão e objetividade.

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

Quanto a qualidade de representação, os atributos são definidos de acordo com aspectos relacionados ao formato do dado (como a concisão e representação) e o significado em relação

a compreensão e interpretação de tais dados. Por fim, os autores classificam individualmente os atributos relacionados à acessibilidade.

**Figura 1 Framework conceitual da qualidade de dados (WANG & STRONG, 1996)**



Carlo Batini (BATINI et al., 2009) afirmam existir muitas discrepâncias quanto a definição da maioria das dimensões devido à dependência contextual da qualidade. Confirmam que não há uma definição global de um conjunto específico de dimensões que definem a qualidade dos dados, um exemplo é abordado na Tabela I, destacando diferentes autores e suas respectivas definições quanto à completude dos dados.

**Tabela I Diferentes definições de completude registradas na literatura (BATINI, CAPPIELLO, FRANCALANCI, & MAURINO, 2009)**

Referência	Definição
Wand e Wang 1996	Habilidade na qual um Sistema de Informação representa cada estado significativo de acordo com sua instância no sistema do mundo real.
Wang e Wand 1996	Extensão na qual o dado encontra-se suficientemente amplo, profundo, e dentro do escopo para a tarefa a ser realizada.
Redman 1996	Grau no qual valores estão inclusos em uma coleção de dados.
Jarke et al. 1995	Porcentagem de uma informação do mundo real inseridas em fontes de dados e/ou Data Warehouse.
Bovee et al. 2001	Informação contendo todas as partes requeridas na descrição de uma entidade.
Naumann 2002	Proporção entre valores não nulos em uma fonte e o tamanho de sua relação universal.
Liu e Chi 2002	Todos valores que deveriam ser coletados em uma teoria de coleção.

Os autores (BATINI et al., 2009) abordam quatro dimensões, sendo estas: Precisão, Completude, Consistência e aspecto temporal do dado (Volatilidade, Atualização). Adiante seguem devidas descrições:



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

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

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

Dimensões relacionadas ao tempo, ou *Timeliness*, pode relacionar-se ao atraso na atualização dos dados entre seu estado no ambiente real e no sistema de informação. Bem como a idade meia do dado em sua fonte.

## 1.1 Metodologias para Avaliação de Qualidade

Wang e Strong (WANG & STRONG, 1996) baseiam-se na premissa de que muitos bancos de dados podem conter uma grande quantidade de erros para definir um *framework* para capturar aspectos da qualidade dos dados do ponto de vista dos usuários.

Em tal *framework* os autores realizaram duas pesquisas com estudantes de M.B.A onde primeiramente os atributos são identificados pelos participantes e posteriormente é aplicada uma pesquisa para coletar dados quanto a relevância dos atributos definidos.

Conforme representado na Figura 1, o *framework* gerou em sua primeira fase um total de 179 atributos para a qualidade de dados, definiu por meio de métricas de avaliações um agrupamento em quatro dimensões os atributos de qualidade considerados fundamentais.

Batini et al. (BATINI et al., 2009) definem uma metodologia para qualidade de dados como um conjunto de técnicas e guias que descrevem tipos de entradas, processos para melhorar e avaliar a qualidade e por fim um comparativo de metodologias para qualidade de dados de acordo com domínios de aplicação específicos. Amicis e Batini (AMICIS & BATINI, 2004) abordam também uma metodologia para análise de dados financeiros que abrange as seguintes dimensões da qualidade: Completude, Prevalência, *Timeliness*, e Singularidade.

Tal metodologia é composta por 5 etapas: (1) seleção de variáveis de acordo com sua importância e classificação para análise futura, (2) esta análise avalia dimensões da qualidade com base em métricas apropriadas e regras de negócios, (3) na identificação de erros é realizada uma análise objetiva e (4) subjetiva com usuários experientes no ramo financeiro e por fim (5) acontece uma análise comparativa entre a avaliação objetiva e subjetiva.

Visando a precisão de dados em Data Mining Choi et al (CHOI et al., 2008) propõem uma ontologia, com base em um modelo predeterminado que possa certificar-se da qualidade de dados de acordo com uma dimensão específica da qualidade, a precisão.

Para exemplificar o valor de dados, uma situação modelo é disposta em uma regra de negócios no qual a cor dos olhos na coluna 'pais' em um banco de dados é verde, especificando assim que todas as crianças tem a mesma cor de olho que seus pais. Deste modo, é possível filtrar dados errados, como um dado que especifique outra cor de olhos.

É importante ressaltar que além dos trabalhos citados, a maioria dos trabalhos analisados possuíam em sua metodologia uma análise subjetiva com usuários experientes no domínio por meio de questionários, entrevistas ou enquetes conforme observado na Tabela II.

**Tabela II Diferentes metodologias para avaliação de qualidade**

REFERÊNCIA	DEFINIÇÃO	MÉTODOLOGIA
Yang W. et al 2002	Metodologia para auxiliar organizações a avaliar o estado de qualidade da informação organizacional e monitorar melhorias de tal qualidade ao longo do tempo	1- modelo de performance de produto e serviço que divide um conjunto fixo de critérios para qualidade de dados em quatro classes. 2- Questionário de 65 itens de avaliação desenvolvido de acordo com o modelo 3- Duas técnicas de análise, a primeira técnica compara a qualidade de informação de acordo com o ponto padrão de referência da organização para melhores práticas. A segunda técnica mede a distância entre avaliação de diferentes <i>stakeholders</i> de um sistema produtor de informação.
Bobrowski et al. 1999	Metodologia para avaliação de dados organizacionais	1- Definição de uma lista de critérios de qualidade da informação divididos entre critérios de avaliação diretos e indiretos 2- Pontuação para critérios de avaliação de qualidade indiretos são computados por critérios diretos de avaliação, tais critérios diretos são definidos por meio de questionários
Wuon-Shik et al. 2014	Estudo realizado para medir o engajamento de atenção de modo a auxiliar produtores de filmes.	1- É medido o engajamento atencional dos participantes enquanto estes assistem determinado filme. 2- É realizada avaliação da qualidade por meio de questionário, eletroencefalograma e análise estatística.
Batini et al. 2011	Metodologia definida com intuito de avaliar e aprimorar todos tipos de gerência de dados em uma organização sendo estes dados estruturados, semiestruturados e desestruturados.	1- Reconstrução do conhecimento relevante sobre as unidades organizacionais, processos, recursos e entidades conceituais envolvidas na organização por meio de entrevistas e questionários 2- Avaliação quantitativa de problemas de qualidade 3- Melhorias e aprimoramentos

## 1.2 Influência da Qualidade de Dados no Domínio Militar

A qualidade dos dados em sistemas de controle de atendimento a emergências pode ser de extrema importância, visto que o processo de consciência da situação do operador para então realizar a tomada de decisão acontece com base nas informações disponibilizadas por tais sistemas. Que, por sua vez, ao fornecer informações depreciadas pela qualidade prejudica o modelo mental do operador para responder os chamados de emergência.

Laudon (LAUDON, 1986) aborda a qualidade da informação em sistemas de registros criminais dos Estados Unidos da América. Os autores afirmam que não foram estabelecidas metodologias específicas para análise da qualidade de registros e poucos esforços foram dedicados a definir níveis de qualidade para tais.

São examinados dois tipos de registros criminais: registros computadorizados de históricos criminais, sendo estes registros de prisão e registros computadorizados de mandados de prisão. As dimensões da qualidade foram definidas com base em pesquisas e em entrevistas realizadas pelo autor com mais de 100 equipes dos setores da justiça penal estadual, municipal e federal. Neste trabalho as dimensões da qualidade são definidas como Completude, Imprecisão e Ambiguidade de Registro. Onde:

- Completude de registro, onde são dados como incompletos registros criminais que indicam uma prisão mas nenhuma disposição formal da corte dentro de um ano da data de prisão. Nesta dimensão foram classificados como incompletos também, formulários que demandam prisão mas não constatarem nenhum crime, registros contendo sentenças mas não apresentam informações convincentes.
- Imprecisão de Registro, os relatórios são imprecisos quando a prisão, disposição da corte ou informações de sentença no histórico criminal computadorizado não correspondem com os registros do manual da corte
- Ambiguidade de Registro se dá quando há mais acusações do que disposições da corte ou mais disposições do que acusações. Outros problemas quanto a ambiguidade acontece quando as datas não correspondem ou quando os números de acusações e disposições da corte não estão definidos claramente de dificultando concluir qual crime o indivíduo foi condenado.

O guia de auditoria para avaliação quanto à completude e precisão de dados no sistema de registro de antecedentes criminais do Departamento Federal de Investigação dos Estados Unidos (BUREAU OF JUSTICE STATISTICS, 1992) aborda métodos de avaliação, bem como metodologias de auditorias para agências estaduais e locais que produzem informações para tais repositórios. O levantamento de requisitos de qualidade foi realizado com base em padrões e procedimentos já definidos em cinco cenários de aplicação. Com base em tais cenários o auditor deve realizar uma revisão metódica das leis e regulamentos dos Estado, bem como formulários de relatórios, manuais de instrução e formatos de saída de registros de antecedentes criminais de modo a definir uma lista de requisitos aplicáveis de completude e precisão.

Dentre as técnicas constam a comparação dos registros digitais com os originais. O guia também descreve requisitos para completude e precisão dos dados, métodos para realizar auditoria de qualidade dos dados de acordo com os seguintes métodos: (1) análise manual ou

computacional do repositório de dados, (2) comparação de entradas com a fonte de documentos armazenados no repositório, (3) comparação das entradas com casos obtidos externamente, processamento de listas ou dados estatísticos, (4) condução do processo de audição por e-mail, onde são definidos processos para seleção de agências para realização das audiências, amostra de registros válidos por documentos provenientes de fontes originais de referência, formulação da metodologia de audição e tarefas de pré-audição e então (5) a realização da auditoria no local.

Ainda na área criminal, o programa de Relatos de Crime Uniforme (UCR) do FBI, concentra esforços em um módulo de revisão dedicada a avaliação para assegurar a qualidade de dados ao realizar os relatórios de crime. Tal revisão consiste em três passos:

1 - Entrevista administrativa para revisar se os relatórios cumprem os padrões definidos no UCR;

2 - Durante a entrevista de qualidade dos dados a equipe revisa um número predeterminado de incidentes baseados em métodos de amostragem estatísticas para determinar se os padrões e definições nacionais foram aplicados apropriadamente.

Neste caso são definidas dimensões próprias de qualidade, sendo elas:

- Excessivamente Reportado: denúncia reportada não documentada nos arquivos do caso.
- Escassamente Reportado: denúncia está arquivada no caso mas não foi reportada.
- Imprecisão: denúncia reportada não corresponde com o caso reportado.

3 – Reunião de Saída: realiza-se uma reunião de saída mediante um conjunto de instruções para resumir as conclusões com base na entrevista administrativa e na análise da qualidade de dados.

Dentre as metodologias relacionadas na literatura que avaliam a qualidade de dados e que relacionam-se com o contexto de tomada de decisão militar, nota-se que estas são aplicadas após a concretização dos eventos de crime, durante o processo de armazenamento dos mesmos com intuito de evitar a disseminação de relatórios com baixa qualidade no sistema.

Fica evidente assim, as variadas aplicações das dimensões da qualidade tanto na área militar, como em outras áreas de aplicação.

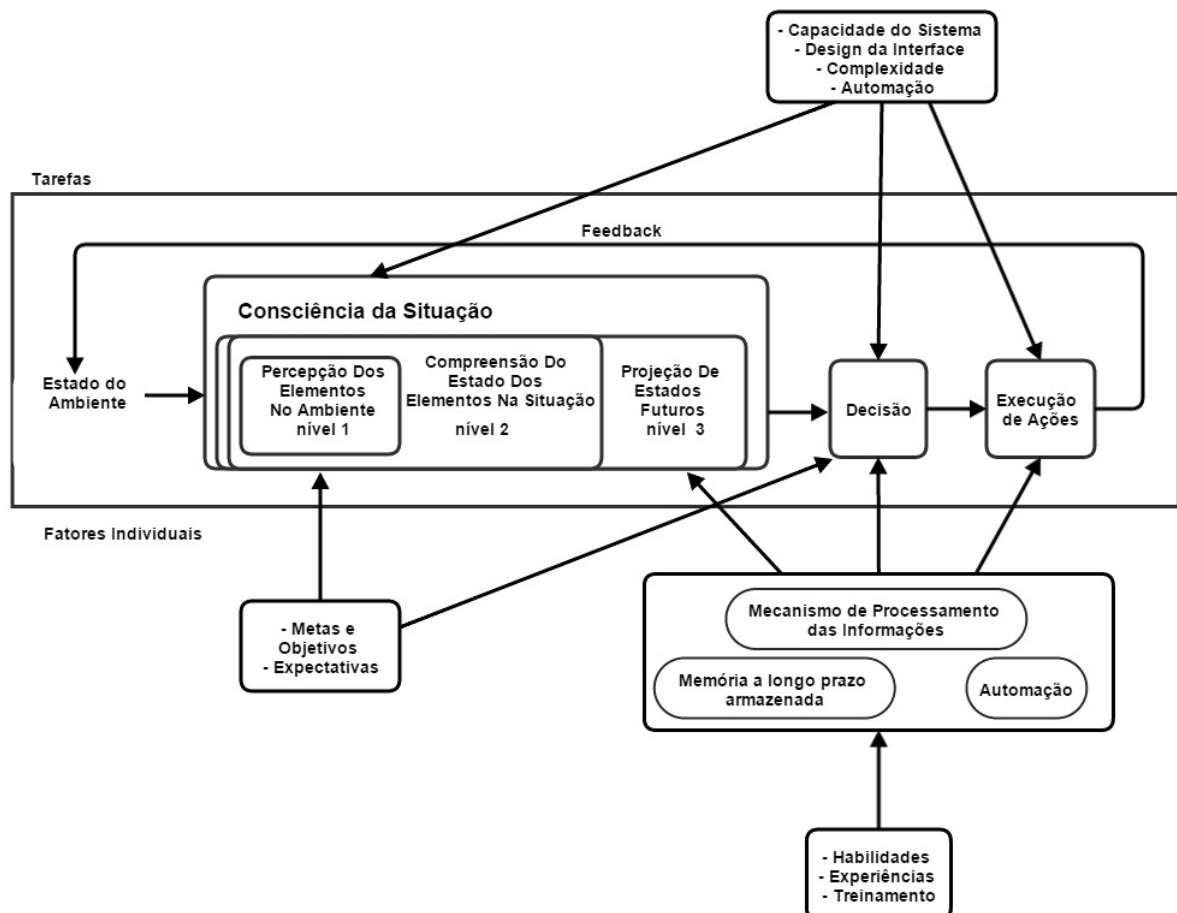
No próximo capítulo serão abordados outros fatores relevantes para o desenvolvimento da metodologia, como a definição e abordagem de trabalhos que abrangem a representação do conhecimento e SAW.

## 2 A Representação do Conhecimento Sobre Objetos e Atributos para a Consciência Situacional

Consciência da situação (SAW) consiste em estar ciente dos eventos que ocorrem em um ambiente e compreender como essa informação afeta a situação no presente e no futuro próximo.

De acordo com Endsley (Endsley, 2011), atingir SAW é um processo realizado pelo usuário, e é composto por 3 níveis: percepção dos elementos no ambiente, compreensão da situação atual e projeção de um estado futuro (Figura 2). O primeiro nível lida com a percepção dos elementos dos ambientes, após alcançar tal percepção, o próximo passo para alcançar SAW consiste na compreensão dos dados e a relação destes com as metas e objetivos do operador.

**Figura 2 Modelo do processo dinâmico de tomada decisão e aquisição de SAW (ENDSLEY, 1995)**



Após compreender os elementos e a relação destes com tal objetivo, o operador consegue deduzir a curto prazo o estado destes elementos no futuro, o que corresponde ao nível 3 alcançando assim SAW.

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

- Gargalo de atenção: relaciona-se com a incapacidade do ser humano de prestar atenção a mais de uma informação por vez, dificultando o processo de SAW em vista da grande quantidade de informações expostas por sistemas que visam auxiliar este processo;
- Limitação da memória: a curto prazo é utilizada para formar uma figura mental do que está acontecendo por meio da experiência do usuário e conhecimento armazenados na memória a longo prazo, essa memória a curto prazo, no entanto, é limitada conduzindo a implicações no processo de SAW;
- Fatores de estresse: como a carga de trabalho, ansiedade, fadiga que podem sobrecarregar e prejudicar seu processo de cognição;
- Excesso de dados: refere-se a rápida mudança de dados em tais sistemas dificultando para os operadores manter-se atualizados e, conseqüentemente minar o processo de SAW;
- Saliências mal inseridas: consistem em informações mal colocadas ou mal destacadas. Destacar informações pode ser de grande ajuda no processo de SAW, porém, caso mal inseridas conduz o usuário a trilhar caminhos para tomada de decisão baseados em informações irrelevantes ao contexto;
- Complexidade do sistema no qual muitas funcionalidades criam uma barreira para que o usuário desenvolva um modelo mental de como este funciona
- Modelos mentais incorretos: gerados com base em situações similares ao usuário, mas que não se encaixam diante do contexto atual conduzindo a uma má interpretação da situação
- Automação que pode levar a dependência do usuário em relação ao sistema (ENDSLEY, 2011).

Dentre incidentes relacionados à compreensão da situação em razão de uma má SAW, a maioria deles classificam-se entre os oito fatores que dificultam o processo de cognição da SAW, dentre oito fatores três se relacionam com a utilização de sistemas como o excesso de dados, saliências mal inseridas e a complexidade do sistema em questão.

De acordo com estudos que sumarizaram esforços para quantificar gastos econômicos do *blackout* ocorrido em 2003 que afetou oito estados norte-americanos, uma das maiores



causas identificadas foi SAW inadequada. (ENDSLEY & CONNORS, 2008) (LISCOUSKI & ELLIOT, 2004) (COUNCIL, 2004).

Cummings e Ryan (CUMMINGS & RYAN, 2014) abordam acidentes e incidentes onde as causas identificadas como falhas na interação entre humano e sistema, alguns destes relacionam-se entre os oito fatores que minam a SAW, como por exemplo, em 1997 onde uma luz de alerta com defeito causou a queda do voo Eastern Air Lines 401. A tripulação distraída pela luz de aviso e outros indicadores não notaram que o piloto automático havia sido desligado e em razão da distração destes indicadores não perceberam que a aeronave estava progressivamente em queda rumo ao parque nacional Everglades. Em 2009, o voo Air France 447 que caiu na costa do Brasil onde duas falhas foram apuradas: uma falha na automação e uma falha dos monitores ao apresentarem informações para o operador, onde um sensor de pressão que indicava baixa altitude conduziu-o a elevar a altitude da aeronave colocando outro sensor em alerta e o piloto, por não saber do que estava acontecendo, elevou ainda mais a altitude contribuindo para o acidente.

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

**Tabela III Taxonomia de erros em SAW (ENDSLEY, 1999)**

Nível 1 – Falha da percepção correta da informação	Nível 2 – Falha de integrar ou compreender corretamente a informação	Nível 3 – Falha ao projetar ações futuras ou estado do sistema	Geral
Dado indisponível	Modelo mental pobre ou a falta deste	Modelo mental pobre ou a falta deste	Falha ao manter múltiplos objetivos
Dados difíceis de discriminar ou detectar	Uso de modelo mental Incorreto	Projeção exagerada das tendências em curso	Execução do esquema habitual fazendo tarefas automaticamente, que torná-los menos receptivo a importantes pistas ambientais
Falha ao monitorar ou observar o dado	Alta dependência de valores padrão		
Concepção errada em relação ao dado			
Perda de Memória			

Rodgers et al (RODGERS, MOGFORD, & STRAUCH, 2000) relatam que dentre os grandes fatores que conduziram a erros operacionais em terminais de controle de tráfego aéreo em 1997 nos Estados Unidos, 58% foram associados com problemas relacionados a SAW.

Como registrado, a compreensão das situações e como componentes desta impactam o ambiente é um fator crucial para a tomada de decisão e influencia o comportamento do próprio usuário e sistemas que auxiliam a conclusão de tal processo onde casos mal sucedidos, dependendo do domínio da aplicação, podem conduzir a erros irreversíveis.

Assim, fica evidente a importância de completar com sucesso cada nível no processo de SAW. Com este âmbito, pode-se considerar o primeiro nível como primordial, visto que uma compreensão equívoca dos elementos reflete nos próximos níveis para alcançar SAW. Tal importância pode ser enfatizada com base na Tabela III, onde é possível observar a maior quantidade de fatores que podem prejudicar a formação deste nível, bem como no domínio da aviação por exemplo, onde 76% dos erros foram identificados no nível 1 quanto à percepção dos elementos (JONES & ENDSLEY, 1996).

A representação de objetos, atributos e situações pode ser expressa sob dois aspectos: estatístico por meio de conjuntos Fuzzy, Redes Bayesianas e modelos semânticos, baseado em lógica como ontologias, a ser analisado a seguir.

## 2.1 Ontologias para Representação do Conhecimento de Objetos e Atributos em Situações

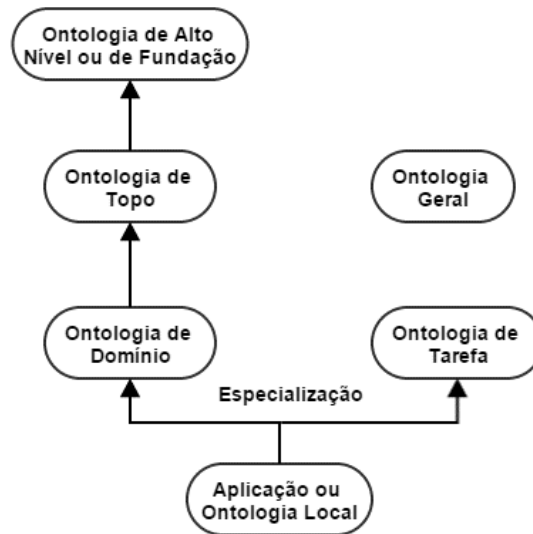
A Teoria da Situação de Barwise e Perry (BARWISE & PERRY, 1981) é uma interpretação formal para determinar o significado da informação utilizando o conceito de situações. A teoria expressa que situações são fundamentais e onipresentes. Uma vez que uma situação é composta em um objeto concreto, várias propriedades podem ser associadas com a situação e técnicas e métodos podem ser incorporados para que se obtenha abordagens computacionais para a consciência da situação. Ontologias são bem aceitas para representação de situações, pois oferecem estrutura para:

- Proporcionar uma decomposição compreensiva de complexas relações metafísicas como relações espaço-temporais, relações lógicas, relações psicológicas (intencionais), relações causais e vários tipos de relações de dependência, as quais são importantes para caracterizar, prever e inferir sobre situações, detectando inconsistências e derivando novos conhecimentos (YE, DOBSON, & MCKEEVER, 2012);
- Representar situações e apoiar os processos correspondentes por meio de conhecimento de domínio estruturado em classes, objetos, seus atributos e relações entre eles (CHEN & HUANG, 2009);
- De maneira formal representar dados de sensores, contexto e situações estruturadas em terminologia, tornando-as compreensíveis, compartilháveis e reutilizáveis por seres humanos e máquinas (YAMADA et al., 2007);

Situações podem ser definidas como um modelo de eventos de interesse em um domínio. Ontologias de domínio são desenvolvidas com objetivo de resolver problemas de representação e/ou compreensão de tais situações, onde os objetos são conjuntos de características similares ou classes agrupadas descritas por meio de atributos

As ontologias podem ser classificadas pelo seu grau de abrangência (Figura 3), ontologias locais são mais limitadas que ontologias de domínio, que por sua vez definem conceitos mais específicos que ontologias de topo. Ontologias de topo abordam apenas conceitos e relacionamentos fundamentais de um domínio (ROUSSEY et al., 2011).

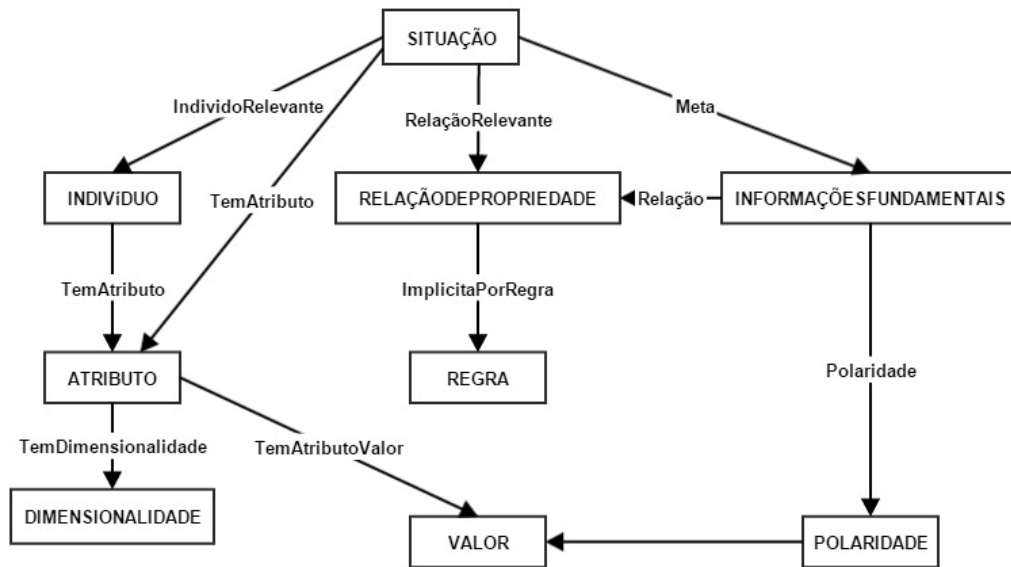
**Figura 3 Tipos de ontologias de acordo com o grau de abrangência (ROUSSEY et al., 2011)**



O primeiro passo no desenvolvimento de ontologias consiste na definição de um domínio, podendo este ser abrangente, muito específico, abstrato ou simplificado descrevendo conceitos mínimos requeridos para compreensão dos conceitos (conhecidas como ontologias de topo). A literatura registra diversas ontologias definidas para variados domínios de aplicação. No contexto de ontologias, a superclasse é definida como *THING* (coisa), tudo é uma coisa, podendo tal coisa ser um carro, uma casa, uma pessoa de acordo com o domínio definido para ontologia.

Partindo do domínio são definidas classes – conjuntos de “coisas” similares que possuem propriedades similares. O próximo passo no desenvolvimento de ontologias é definir o relacionamento entre as classes, suas características e atributos. Um exemplo de como ontologias auxiliam ao tornar explícito relacionamentos é apresentado por Kokar e Endsley (KOKAR & ENDSLEY, 2012), os quais definem uma ontologia para situações emergência abrangendo a localização de civis por meio de sinais S.O.S (Figura 4). Dentre as principais classes destacam-se: *SituaçãodeEmergência* e *SinaldeAjuda* com sua subclasse S.O.S, bem como uma restrição para instâncias do sinal associado com a *SituaçãodeEmergência*. Os autores consideram um cenário onde, o conhecimento prévio do operador auxilia a explicitar a localização do civil e por meio das regras definidas é possível concluir a presença de um *IndivíduoRelevante*. Assim, uma instancia de tal ontologia auxilia a representação de informações relacionadas a sinais de ajuda, definição e projeção de táticas para o atendimento de tais emergência, desenvolvida para atuar sob os dois últimos níveis da SAW.

**Figura 4 Ontologia de topo utilizada por Endsley e Kokar (2012)**



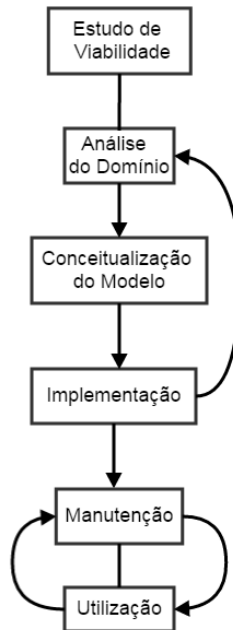
O processo de gerenciamento de uma ontologia é dividido em três passos principais visando o planejamento, controle e assegurar a qualidade. O pré desenvolvimento, análise de domínio e manutenção conforme ilustrado na Figura 5. (PASLARU, SIMPERL, & TEMPICH, 2006).

As atividades realizadas no pré-desenvolvimento consistem no estudo quanto a viabilidade econômica do desenvolvimento, bem como oportunidades, problemas e soluções para tal.

Em seguida, o segundo passo divide-se em diversas atividades. Na análise de domínio são definidas questões de competência, o cenário de motivação e estudo de soluções existentes relacionadas ao domínio. Na próxima etapa acontece a conceitualização do modelo, integração e/ou extensão aprimorada das soluções existentes. A parte final da segunda etapa consiste na implementação, onde é definida a representação do modelo formal por meio de tecnologias e linguagens de representação.

Estes processos da segunda etapa acontecem mediante a documentação, avaliação, reutilização de ontologias e aplicação do conhecimento. Por fim, a atividade de manutenção realizada visando novos requisitos gerados pela avaliação e, conseqüentemente o desenvolvimento e aplicação da ontologia de acordo com o domínio.

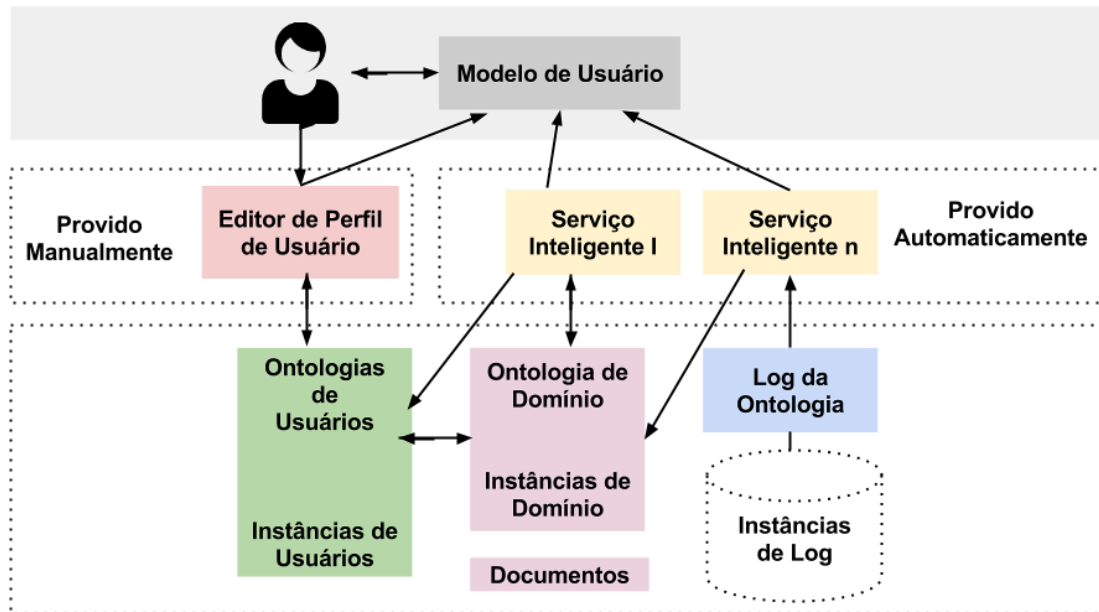
**Figura 5 Atividades de gerenciamento de ontologias (PASLARU, SIMPERL & TEMPICH 2006)**



## **2.2 Ontologias para Ajudar Avaliar a Qualidade de Dados e Informações**

Maedche et al. (MAEDCHE, RAZMERITA & ANGEHRN, 2003) descrevem uma arquitetura de ontologia definida por meio do usuário aplicada em Sistemas de Gerenciamento de Conhecimento. O modelo de usuário é provido pelo mesmo utilizando um editor de perfil juntamente com serviços inteligentes que atualizam o modelo. A atualização é realizada com base em dados obtidos pela aplicação com o auxílio de heurísticas. O modelo provê também serviços personalizados de acordo com as características dos usuários. A definição dos componentes pode ser visualizada na Figura 6.

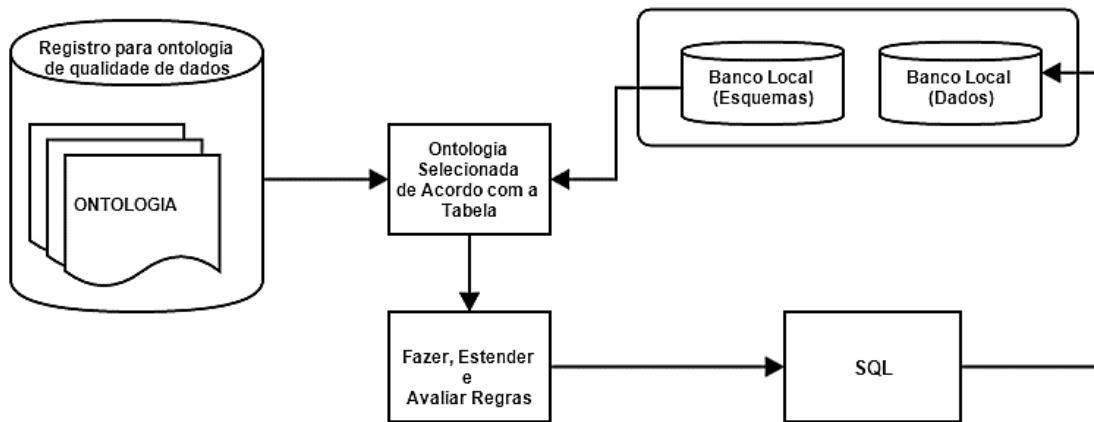
**Figura 6 Representação da ontologia baseada na modelagem do usuário do sistema (MAEDCHE, RAZMERITA & ANGEHRN, 2003)**



Com o objetivo de modelar o conhecimento de domínio de forma a torná-lo aplicável a diversificados domínios médicos e diferentes instancias que utilizarem tais sistemas Blaszczyński et al (BLASZCZYŃSKI et al., 2006) apresentam uma arquitetura geral para tal. O trabalho propõe a separação da unidade fornecedora dos serviços sistemas da ontologia que é utilizada como base de consulta. Segundo os autores, os requisitos para montar o esquema base da arquitetura foram definidos com base em pesquisas relacionadas aos sistemas clínicos baseados em conhecimento com ontologias de domínio separadas de métodos genéricos de solução, bem como na experiência dos autores com ontologias orientadas aos sistemas clínicos de apoio à decisão.

Levando em conta os problemas relacionados à qualidade da informação Choi et al (CHOI et al., 2008) abordam uma metodologia para assegurar a qualidade dos dados em SOA (*Service Oriented Architecture*) e RTE (*Real-Time Enterprise*) utilizando uma ontologia para avaliar regras de negócios inesperadas e significado do valor dos dados. A arquitetura geral de qualidade dados usando a ontologia é apresentada na Figura 7. Para desenvolver e aderir veracidade ao trabalho foi utilizada uma ontologia definida pelos próprios autores baseada em propriedades de uma pessoa comum e suas próprias regras de negócio onde por meio das características definidas nas propriedades da pessoa foi possível detectar erros relacionados à qualidade dos dados.

**Figura 7 Representação da arquitetura geral para avaliação de qualidade de dados (CHOI, LIM, NA, & BAIK, 2008)**



Dinkel et al (DINKEL, HAFNER, COSTA, & MUKHERJEE, 2011) registram o desenvolvimento de uma ontologia baseada em um framework desenvolvido por um dos autores denominado PR-OWL (*Probabilistic Web Ontology Language*) a fim de suportar o raciocínio automatizado com informações incertas baseadas em serviços para produzir avaliações probabilísticas da situação no contexto da web semântica. Para o desenvolvimento os autores adotaram a metodologia para ontologias disposta em seis passos, sendo eles: (1) cenários de motivação, (2) perguntas informais de competência, (3) lógica de primeira ordem – terminologia, (4) perguntas formais de competência, (5) primeira ordem lógica - axiomas e (6) teoremas de completude.

### **2.3 Ontologias como Suporte à Consciência Situacional e Tomada de Decisões Militares**

A modelagem da situação compõe sistemas de computação pervasiva e sistemas de apoio a SAW. Embora a tomada de decisão não seja característica de sistemas cientes de contexto, faz-se necessário representar a situação do ambiente em que eles atuam. No trabalho de Mastrogiavanni et al. (MASTROGIOVANNI, SGORBISSA & ZACCARIA, 2007) um sistema de representação de conhecimento e fusão de dados distribuído é projetado para aplicações integradas em um ambiente inteligente. A arquitetura é baseada na ideia de um ecossistema que interage com entidades artificiais (objetos deste ambiente) por meio de agentes. Estrutura-se em sequência de situações de usuários, criando uma hierarquia de situações, a fim de detectar e reagir a anomalias. O conceito de situações está sempre relacionado a um usuário



e um domínio (como por exemplo, *NaCama* ou *PertoFogão*). Tais situações como *PertoFogão* podem ser associadas a situações específicas como *LimpandoFogão* ou *Cozinhando*.

Em computação móvel, Korpiää e Mäntyjärvi (KORPIÄÄ & MÄNTYJÄRVI, 2003) utilizaram informações do contexto para descrever situações. Uma ontologia de componentes contextuais foi criada, derivados de um conjunto de sensores incorporados em um dispositivo móvel. Neste caso, descrevem contexto como sendo expressões simbólicas semânticas abstraídas a partir dos dados numéricos dos sensores. Os autores denominam “átomos de contexto”, cada instante de tempo de múltiplas descrições parciais de uma situação e em muitos casos, pode ser útil sem a necessidade de nenhum tipo de processamento. Um aplicativo pode ser interessado em uma única parte do contexto geral, ou muitas partes dele, assim como um usuário de um sistema de apoio a SAW. Por vezes, muitos átomos de contexto, em um determinado instante de tempo, em conjunto, formam uma única descrição de um evento, um contexto de nível mais elevado.

A ontologia CONON (*Context Ontology*) também foi criada para modelagem de contexto em ambiente de computação pervasiva. Sua estrutura fornece uma ontologia de topo que captura os conceitos gerais sobre o contexto básico e também extensibilidade para a adição de ontologias de domínio específico de uma forma hierárquica (WANG, DA QING ZHANG, TAO GU & PUNG, 2004).

SOUPA (*Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications*) é descrita como uma ontologia compartilhada, também projetada para modelar e apoiar aplicações de computação pervasiva. Consiste em dois conjuntos de documentos: SOUPA Núcleo e SOUPA Extensão. Esta ontologia é expressa usando a linguagem OWL (*Web Ontology Language*) e inclui vocabulários componentes modulares para representar agentes inteligentes associados com crenças, desejos e intenções, tempo, espaço, eventos, perfis de usuário, ações e políticas de segurança e privacidade. (CHEN et al., 2004)

*Situation Ontology* foi desenvolvida para modelar a situação de forma hierárquica, de modo que as especificações para o contexto e para a situação podem ser compartilhadas e reutilizadas entre várias entidades (YAU & LIU, 2006). Para os autores, em ambientes de computação pervasiva, várias entidades se integram e cooperam para alcançar os objetivos do usuário. Definem consciência da situação como a capacidade das entidades (nestes ambientes) estarem cientes da situação para automaticamente adaptar-se a essas mudanças e satisfazer as necessidades dos utilizadores - incluindo a segurança e privacidade. Ressaltam que SAW é uma

das características mais fundamentais para apoiar a adaptação dinâmica de entidades em ambientes de computação pervasiva. Neste aspecto, a situação é um conjunto de contextos da aplicação ao longo de um período de tempo que afeta o comportamento do sistema futuro.

SAWA, apresentada por Baumgartner e Retschitzegger (BAUMGARTNER & RETSCHITZEGGER, 2006) como uma ontologia de topo para SAW, trata-se de um assistente para consciência da situação com a proposta de facilitar o desenvolvimento de conhecimento de um domínio definido pelo usuário, utilizando a Ontologia de Topo SAW.

Um novo Valor Propriedade é criado para cada atributo sempre que uma Notificação de Evento surgir e “afetar” o Atributo/Relação. Estas Notificações de Evento são informações sobre eventos na situação do mundo real observado por uma fonte sensorial em um momento específico e que afetará uma relação ou atributo. Estas são as entidades que indicam mudança na situação, portanto veículos pelos quais as mudanças nos atributos e nas relações que representam a situação são realizadas. Quando algum evento ocorre no tempo  $t_1$ , resulta na geração de uma Notificação de Evento  $t_1$  por algum sensor. Esta Notificação de Evento afeta o Atributo1 ou Objeto1, atribuindo-lhes um valor e uma certeza instanciados como Valor Propriedade e assim sucessivamente até o último tempo. Mesmo que nenhuma Notificação de Evento que afete a posição  $t+1$  seja recebida, é razoável supor que a posição do objeto mudou.

Na ausência de informação adicional (por exemplo, trajetória, velocidade) pode ser razoável supor que o objeto continue evoluir em seu último valor observado, até ser informado de outra forma, aumentando a incerteza com o passar do tempo (MATHEUS, KOKAR, & BACLAWSKI, 2003). Para ser capaz de tais projeções na ausência de informação sensorial explícita, é preciso modelos preditivos. Por esta razão a ontologia para SAW apresenta o Sistema Dinâmico como forma de implementar estes Valores Propriedade. Certos atributos podem ser modelados por sistemas dinâmicos, gerando eles próprios Notificações de Eventos internas para atualizar os valores dos atributos, com um grau menor de certeza, até nova informação sensorial externa chegar. É possível também a fusão de valores projetados, comparando-os ou combinando-os com os valores sensoriais nos casos de incerteza.

Deste modo, é possível afirmar que ontologias podem ser consideradas uma opção para o desenvolvimento de aplicações inteligentes que compartilham conhecimento da estrutura de informação entre operadores e aplicações. Conforme abordado neste capítulo, as ontologias foram utilizadas como uma das principais tecnologias para gerar conhecimento nos sistemas.

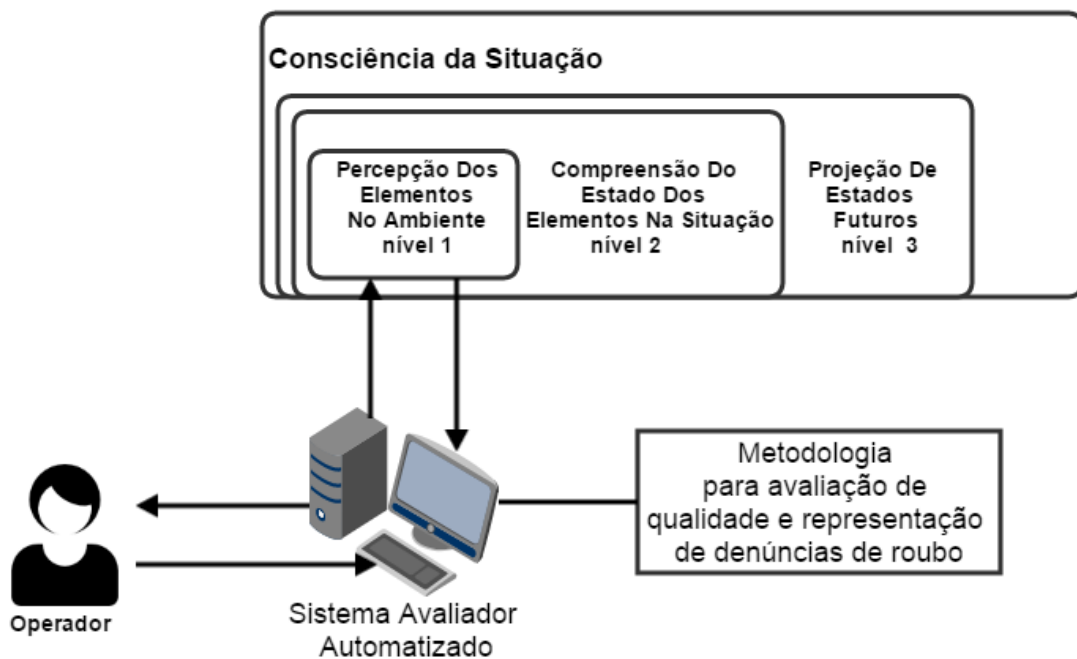
Visto que ontologias de topo possuem uma aplicação genérica para domínios diversos, será desenvolvida uma ontologia domínio-específica de modo atender a conceitualização de um cenário de roubo com seus devidos objetos, atributos, relações e valores. Tal ontologia foi definida com base em uma ontologia de topo para SAW.

No próximo capítulo é apresentada a metodologia para avaliar a qualidade dos dados provenientes das denúncias abordando a qualidade de dados e dimensões definidas, explanações sobre a ontologia de topo e domínio e as funções de avaliação.

### 3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE QUALIDADE DE DADOS PROVENIENTES DE DENÚNCIAS DE ROUBO PARA MELHORIA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL EM SISTEMAS DE TOMADA DE DECISÃO

Com o objetivo de aprimorar a SAW, o presente trabalho visa promover duas avaliações de informação ao operador final do sistema de gestão de atendimento de chamadas de emergência da polícia militar. Bem como contribuir para formação do primeiro de nível de SAW conforme exemplificado na Figura 8, no qual o sistema desenvolvido com base na metodologia definida auxilia a percepção dos elementos e a importância destes no cenário. A metodologia foi definida considerando sistemas de tomada de decisão, no qual o operador pode solicitar mais informações por meio de uma combinação de múltiplas fontes de dados (fusão de dados).

**Figura 8 Modelo conceitual proposto para aplicação da metodologia focado no nível 1 de SAW.**



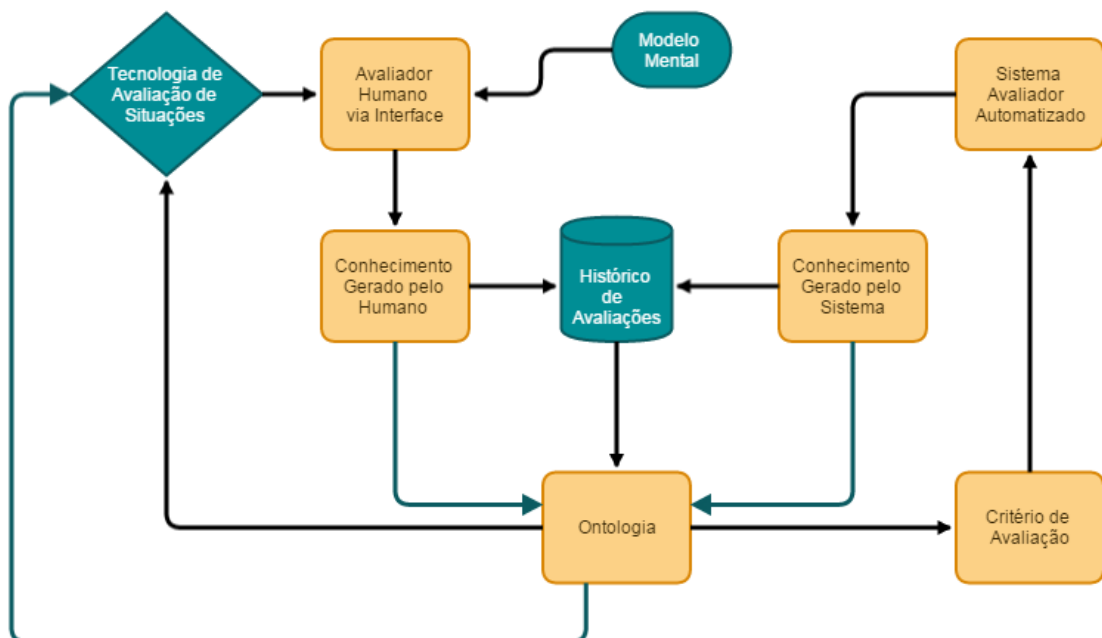
Para cumprir tal objetivo, dois métodos são empregados, classificados como avaliação subjetiva, a ser realizada por usuários, e avaliação objetiva, realizada de acordo com uma base de dados histórica abastecida pelas listas de valores realizadas diariamente no sistema. A

avaliação subjetiva realizada pelo operador é constituída por uma lista de critérios (os atributos definidos para denúncia) no qual são atribuídos os scores para cada item da lista.

A Figura 9 apresenta uma visão geral da metodologia abordando as duas abordagens, a serem descritas com mais detalhes nesta seção. Inicialmente, por meio da interface do sistema o operador realiza a definição dos scores para os atributos da denúncia por meio de uma lista de valores – tal processo deve ser realizado antes de qualquer tarefa de atendimento – tal conhecimento é armazenado em um banco de registros e posteriormente os resultados são representados por meio da ontologia.

Quando o sistema recebe uma nova denúncia inicia-se a avaliação em tempo real, e com base em um modelo definido para denúncias é realizado o comparativo de completude onde cada item presente na denúncia recebe o score definido previamente. Como resultado obtém-se informações sobre o quanto tal denúncia está completa, esta é representada ao usuário informando-o sobre os itens faltantes, caso julgue necessário o operador solicita mais informações que passarão novamente pelo processo de comparação e atribuição de scores.

**Figura 9 Fluxograma da Metodologia para avaliação e representação de qualidade**



Assim, a metodologia proposta divide-se em três passos conceituais (Tabela IV), sendo estes: (1) o levantamento de requisitos de qualidade para o domínio militar, (2) definição de métricas quantitativas e funções para classificação dos requisitos e por fim (3) representação do conhecimento do domínio por meio de uma ontologia.

**Tabela IV Passo-a-Passo e atividades realizadas na metodologia**

	Passos da metodologia	Meios de execução
1	Análise de requisitos para o domínio	GDTA, Análise de relatórios de denuncia
2	Métricas quantitativas para avaliação de qualidade	Lista de valores, avaliação subjetiva dos atributos
3	Conhecimento do domínio para representação posterior	Ontologia definida com base nos requisitos do domínio

### 3.1 Levantamento de Requisitos para o Domínio Militar

Os requisitos necessários para a compreensão da chamada de emergência foram definidos com o auxílio da Polícia Militar de São Paulo. Inicialmente, para realizar o levantamento de requisitos foram definidas premissas essenciais para facilitar o processo de tomada de decisão na etapa de visualização da informação no sistema.

A vertente quanto a completude utilizada para o trabalho consiste no mesmo conceito definido na literatura, tal dimensão consiste no grau em que uma informação no contexto virtual está completa em relação à mesma informação no contexto real. Assim, de modo a definir o quão uma denúncia relatada está completa, esta fase consiste na definição de um modelo de objetos e atributos para uma denúncia de roubo.

Tal processo de definição de requisitos e componentes necessários para atender denúncias de roubo, foi utilizado uma metodologia denominada GDTA (*Goal-Driven Task Analysis*) que consiste em determinar quais os meios necessários para resolver ou solucionar problemas complexos (Albers, 1998).

Das informações obtidas por meio do GDTA (Tabela V) foi modelada uma árvore de atributos de acordo com requisitos necessários em uma denúncia de roubo. A partir dos requisitos foram definidos os componentes presentes em um evento de roubo sendo estes a Vítima, o Criminoso, o Objeto roubado, o Local do roubo e o Horário de tal evento como apresentado na Figura 9. A seguir, a descrição de cada atributo:

- Vítima e Criminoso, como pessoas individuais possuem atributos semelhantes,

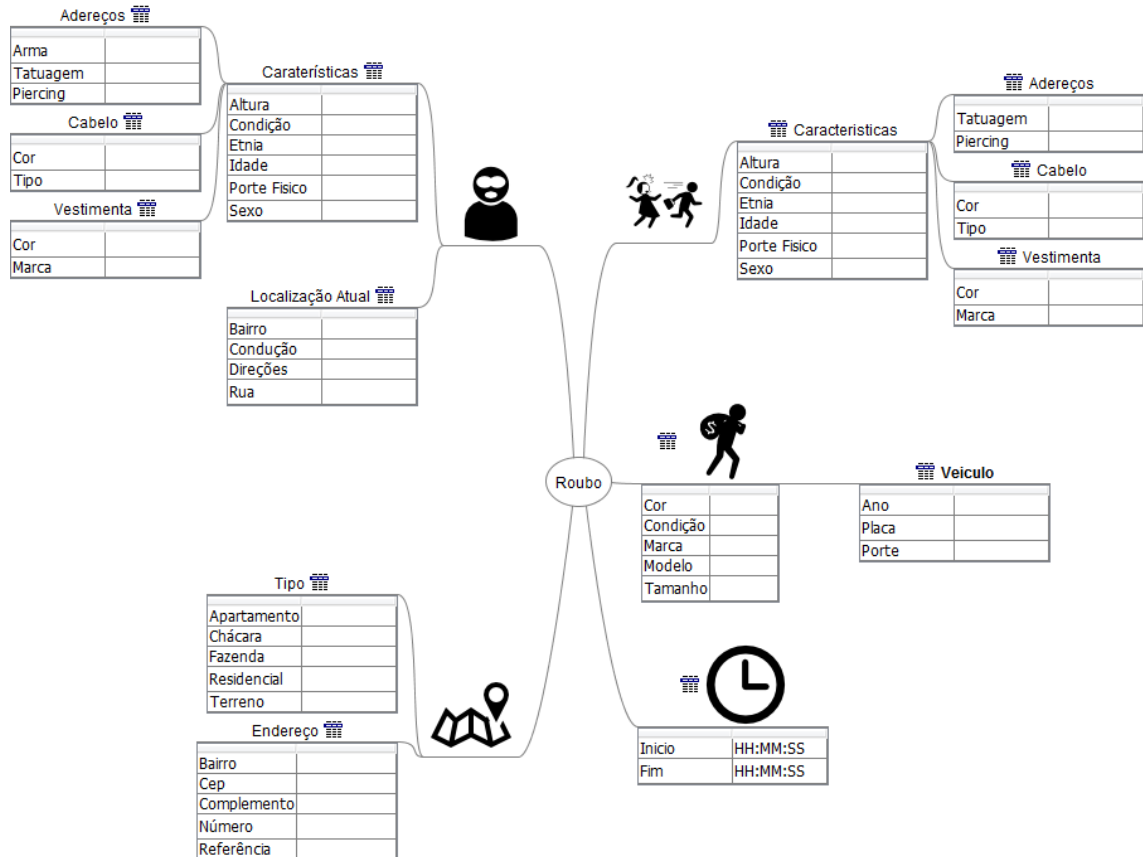
sendo estes: Vestimenta, Características, Adereços e suas respectivas descrições;

- O criminoso, por sua vez, possui componentes específicos como a Localização Atual, que consiste em definir direções, condução, rua e até mesmo bairro, e possível, o qual este dirigiu-se após o ato criminal.
- Objeto define as características do objeto roubado como cor, marca, tamanho, modelo. E ainda uma extensão denominada Veículo com características específicas como placa, porte e até mesmo ano, caso disponibilizada tal informação.
- Local do evento, componente que dotado de um tipo (casa, terreno, apartamento, praça) e as informações relacionada ao endereço como rua, bairro, etc.
- Horário composto pelo início e fim do evento, conteúdo estritamente minutos e segundos.

**Tabela V Requisitos definidos por meio do GDTA**

Nível 1 SAW
Informações para estimular a percepção do operador
- Condição da vítima
- Momento do possível início e fim do evento
- Local do roubo ou proximidade
- Número de suspeitos
- Objeto em porte do suspeito
- Atributos físicos do criminoso
- Objeto de roubo e suas características
- Índice de qualidade e fonte de dados (completude e atualidade)

**Figura 10** Árvore dos atributos modelo para uma denúncia de roubo



A árvore de atributos desempenha um papel importante nas próximas etapas, visto que a avaliação de qualidade e a representação do conhecimento do domínio acontece por meio dos objetos e atributos definidos.

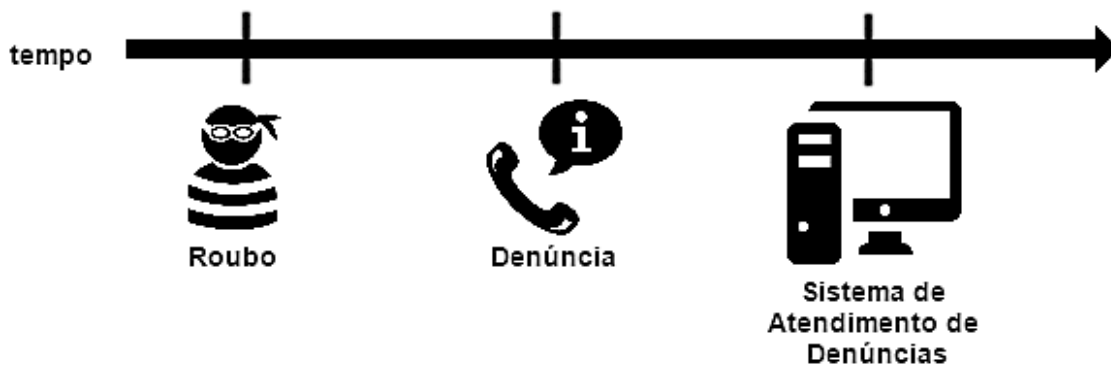
### 3.2 Definição de Métricas para Avaliação Quantitativa de Qualidade

As avaliações são aplicadas de acordo com a dimensão de qualidade temporal e completude dos dados, com objetivo de distinguir ambiguidades quanto ao horário real do evento do roubo e seu horário de registro. A identificação dos dados temporais é de extrema importância, visto que em determinados casos a denúncia de roubo pode ser notificada em tempo real durante o evento, segundos, minutos ou horas depois. A identificação destes aspectos temporais auxilia na definição do plano de ação a ser seguindo, bem como qual categoria de segurança pública será encarregada ao atender à emergência (polícia civil, militar, etc.).



A avaliação temporal é realizada levando em conta três fatores: o horário em que o evento acontece, o horário em que é realizada a denúncia e o horário de obtenção da denúncia no sistema (Figura 11). Visto que uma percepção completa dos elementos da situação auxilia o próximo a compreensão dos elementos, a avaliação da variação destes três fatores pode contribuir na tomada de decisão do operador, positivamente com base nos dados reais, ou de modo negativo caso os dados temporais estejam incompletos ou mal interpretados.

**Figura 11 Evolução temporal da denúncia**



A avaliação de completude contribui significativamente no processo de SAW, pois a classificação do quanto a denúncia está completa auxilia a compreensão do quanto tais informações representam a situação do mundo real. Este processo auxilia o usuário a realizar a percepção dos elementos de acordo com o primeiro nível para uma SAW completa. A Tabela VI exemplifica o processo de avaliação onde são apresentadas duas denúncias correspondendo ao dado de entrada, os atributos ausentes e objetos, atributos e valores presentes identificados.

**Tabela VI Demonstração da identificação de objetos e atributos de uma denúncia**

Denúncia	Atributos Objetos ausentes	Objetos Presentes	Atributos Presentes	Valores	Valores Temporais
Oi, roubaram meu celular quase agora às 10:30 na praça em frente à igreja São Bento. O cara estava com um moletom vermelho, fugiu em direção ao terminal rodoviário.	Objeto: condição, marca, modelo, tamanho Criminoso: etnia, condição, sexo, porte físico Local: rua, bairro	Objeto Local Criminoso	Objeto: descrição Local: tipo Criminoso: vestimenta, Localização atual	Objeto: celular Local: Igreja São bento Criminoso: vestimenta: moletom vermelho Localização atual: direção ao terminal rodoviário	10:30
Meu carro foi roubado na rua João Serra perto da minha casa 30 minutos atrás	Objeto: condição, marca, modelo, tamanho Criminoso: etnia, condição, sexo, porte físico Local: bairro	Objeto Local Horário	Objeto: descrição Local: rua Horário: início	Objeto: carro Local: rua João Serra Horário: valor temporal	30 minutos atrás

Ambas avaliações acontecem com base em valores identificados para cada atributo, onde a avaliação de completude realiza a comparação dos atributos e valores presentes na denúncia e em seguida realiza a classificação temporal por meio de uma busca por modelos de valores temporais. Realizadas as avaliações, as informações avaliadas e seus respectivos valores são representados por meio da ontologia ao operador do sistema.

O objetivo da avaliação de qualidade é retornar ao tomador de decisão um resultado quantitativo em relação a denúncia a ser atendida. Assim, definidos os componentes de denúncia de roubo, o próximo passo consiste na atribuição do peso para cada componente e seus respectivos atributos.

Inicialmente foi realizado o levantamento de metodologias que abordam a qualidade de dados em seu processo. Das metodologias analisadas o processo de avaliação da qualidade de dados acontece também por meio de uma avaliação subjetiva realizada por usuários experientes no domínio da aplicação. Este processo foi aderido à metodologia, visto que a avaliação de usuários experientes no domínio aprimora a efetividade e relevância dos resultados.

Para capturar o conhecimento do usuário, foi definido uma lista composta pelos objetos e atributos de uma denúncia na qual o próprio usuário atribui em porcentagem valores do quão importante designa cada atributo. Uma versão reduzida da lista é apresentada na Tabela VII. Os valores do modelo serão armazenados no banco de registro de avaliações e servirá de base para

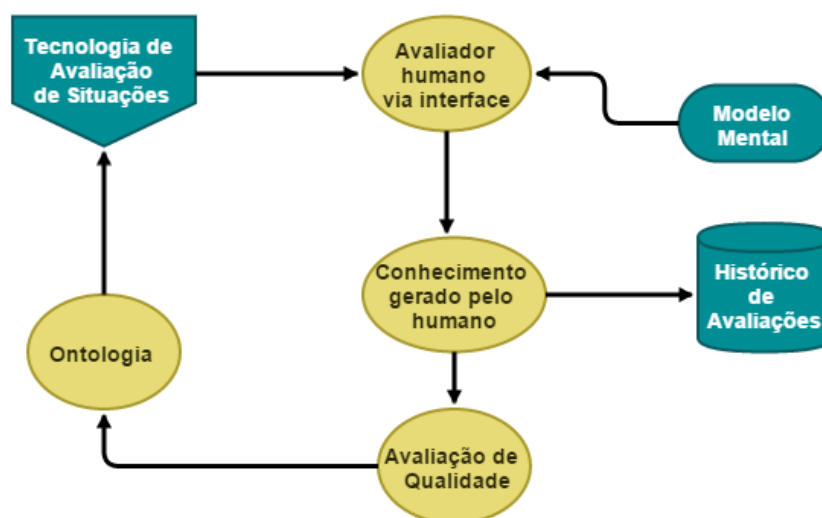
denúncias no dia de tarefas. Propõe-se uma aplicação diária, porque o modelo mental do usuário é aprimorado de acordo com sua experiência adquirida ao executar suas atividades diárias. A aplicação diária da atribuição dos valores pode variar de acordo com estes fatores, atribuindo assim tal flexibilidade nas avaliações.

**Tabela VII Lista Modelo para Avaliação Subjetiva**

Atribuição da importância dos atributos na denúncia		%
Vítima	Condição	
	Sexo	
Objeto	Cor	
	Marca	
	Modelo	

O fluxo da avaliação subjetiva do usuário é ilustrado na Figura 12. Por meio do sistema o usuário atribui os valores dos atributos listados. Este conhecimento gerado pelo usuário é armazenado no histórico de avaliações e utilizado para a avaliação de qualidade quando a denúncia chegar no sistema. O processo de avaliação acontece da seguinte maneira, o sistema recebe uma cadeia de caracteres contendo a denúncia do evento de roubo. Considerando uma base de dados de palavras identificadas para cada atributo da denúncia é realizada a avaliação de qualidade quanto à completude onde é feito um comparativo buscando os itens existente na denúncia com base no modelo definido e com base no formulário de valores definido para o dia de atividades, os itens existentes na denúncia recebem tais percentuais.

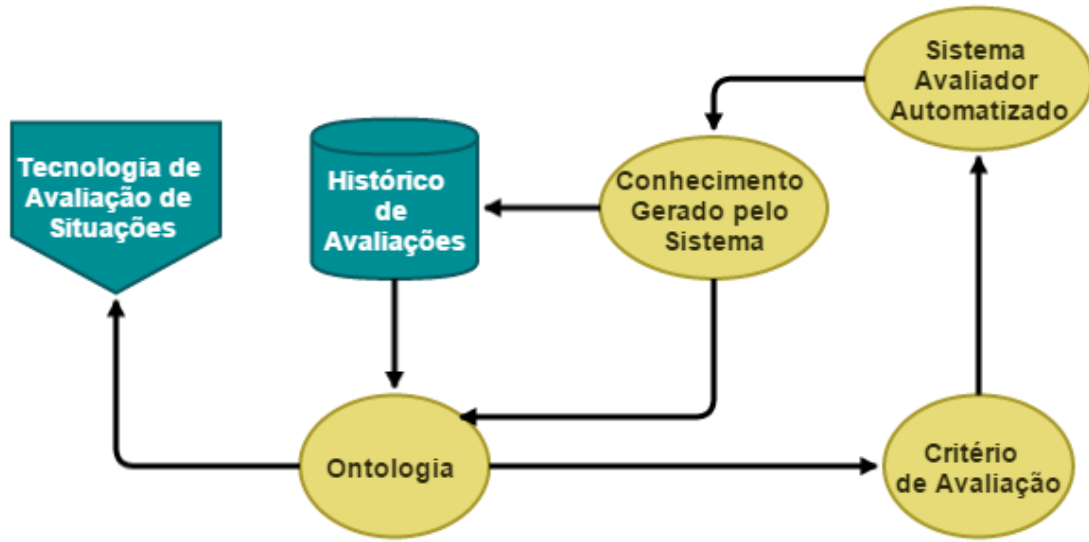
**Figura 12 Fluxo da avaliação realizada pelo usuário**



Na avaliação objetiva apresentada na Figura 13, os scores são atribuídos de acordo com uma média de formulários salvos no banco de registros e atribuídos aos itens presentes na

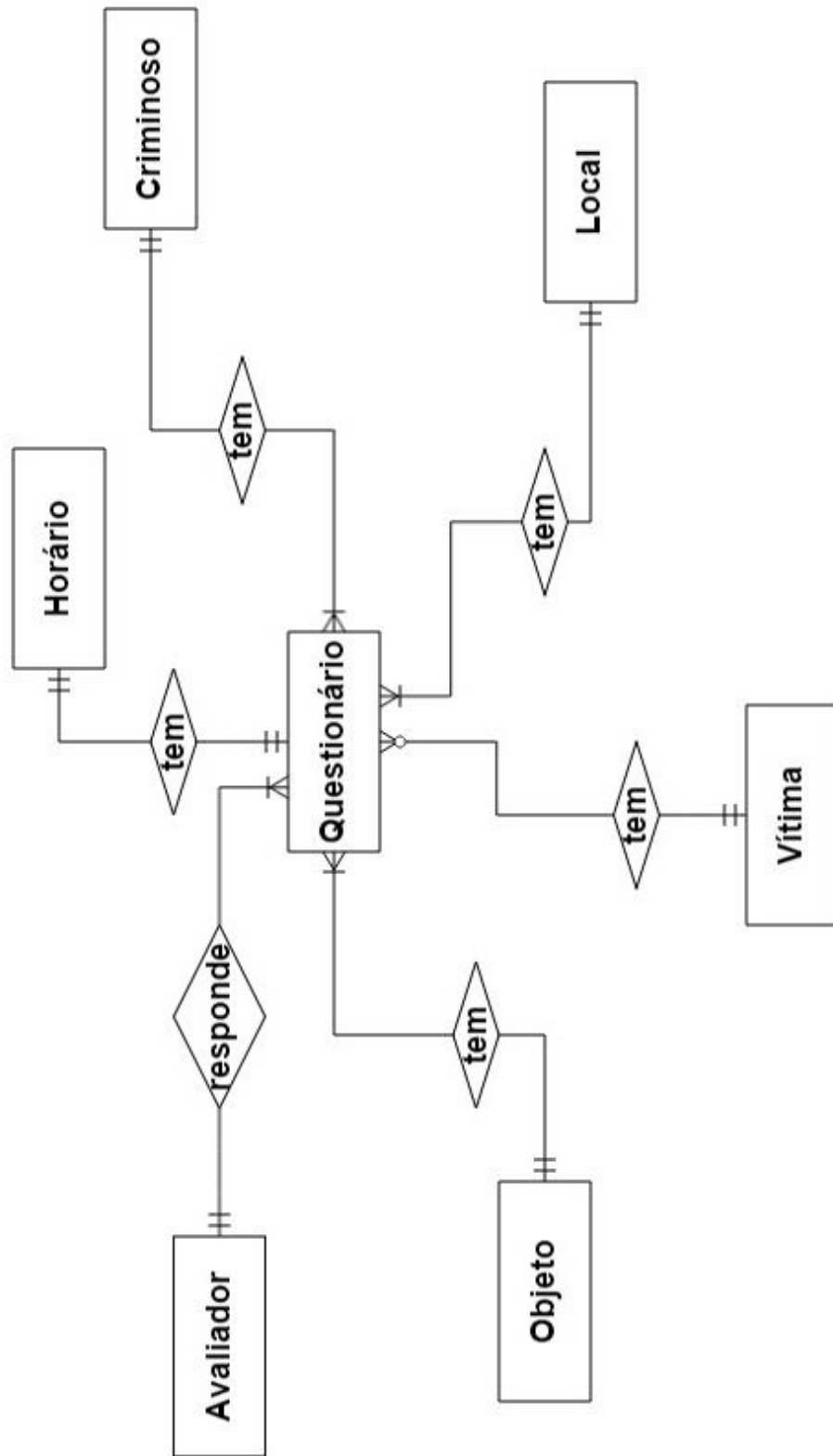
denúncia de acordo com o modelo. O processo de avaliação acontece de maneira similar à avaliação subjetiva, onde a denúncia é recebida por meio de uma cadeia de caracteres, nestes a avaliação de completude é aplicada verificando a ocorrência dos atributos e seus respectivos valores. A representação final tem como resultado os atributos da denúncia avaliados e seus respectivos percentuais de qualidade.

**Figura 13 Fluxo da avaliação realizada pelo sistema**



O modelo para contemplar registro de avaliações é apresentado na Figura 14, onde tabela questionário é composta pelas referências aos elementos da denúncia e seus respectivos atributos, foi definida também uma tabela para armazenar informações básicas do avaliador como nome, anos de experiência e cargo. Cada atributo recebe um valor em porcentagem do quanto o avaliador deduz ser relevante para uma SAW completa. Os atributos totalObjeto, totalVitima, totalCriminoso, totalLocal e totalHorario consistem no quanto poderá ser atribuído para os atributos do elemento.

Figura 14 Estrutura modelo para registro de avaliações



### 3.3 Representação Semântica do Conhecimento do Domínio e Qualidade dos Dados

Matheus et al. (MATHEUS, BACLAWSKI & KOKAR, 2003) abordam o desenvolvimento de uma ontologia para melhorar SAW. Tal ontologia serviu como base para a definição da ontologia para este trabalho, visto que tem como objetivo representar além dos objetos e o relacionamento dentre estes mas também suas respectivas evoluções no decorrer do tempo.

Os atributos e relacionamentos definidos na ontologia de topo para SAW são ilustrados na Figura 15, onde *ObjetosdaSituação* são entidades em uma situação que podem possuir características (atributos) e podem participar em *Relações*. Os *Atributos* definem valores de características específicas de objetos como peso ou cor. *ObjetoFísico* é um tipo especial de *ObjetosdaSituação* que tem valores específicos, como *Volume*, *Posição* e *Velocidade*.

*Relações* definem os valores (foram considerados apenas valores verdadeiros) de relacionamentos entre conjuntos definidos de *ObjetosdaSituação*. Geralmente são derivadas do sistema, mas também a possibilidade de serem reportadas por observações externas.

Os valores dos atributos e relacionamentos são definidos por uma classe em comum chamada *ValordaPropriedade*. Esta classe provê uma função de valor dependente do tempo ao longo de um intervalo específico. O intervalo de tempo é definido em relação a um *IniciarEventos* e possivelmente um *FinalizarEventos* associado com *NotificaçãoEvento* específica.

*NotificaçãoEvento* contém informações sobre eventos em uma situação do mundo real observada por um sensor de origem em um tempo específico que afeta uma *Relação* específica ou atributo (de um *ObjetodaSituação* específico) por definir ou restringir seu *ValordaPropriedade*. A ontologia permite que o *ValordaPropriedade* seja implementado como uma constante ou como um modelo de um sistema dinâmico que prove uma função de valores parametrizados no decorrer do tempo. *ValoresdaPropriedade* são associadas também com um grau de *Certeza*. As implicações consistem que a certeza de um valor decai conforme o tempo passa na ausência de novas observações que o afetam.

Outro item de extrema importância na ontologia de topo para SAW é que cada situação obrigatoriamente tem uma Meta. Tais Metas definem objetivos da situação e são importantes visto que proveem um identificador do que é relevante na situação.

Visto que ontologias para domínios específicos partem de ontologias de topo, visando contribuir para melhoria de SAW, a ontologia do trabalho foi desenvolvida com base na ontologia de topo para SAW (Figura 16), partindo dos requisitos definidos para eventos de roubo.

Figura 15 Ontologia de topo para consciência da situação (Matheus, Baclawski, & Kokar, 2003)

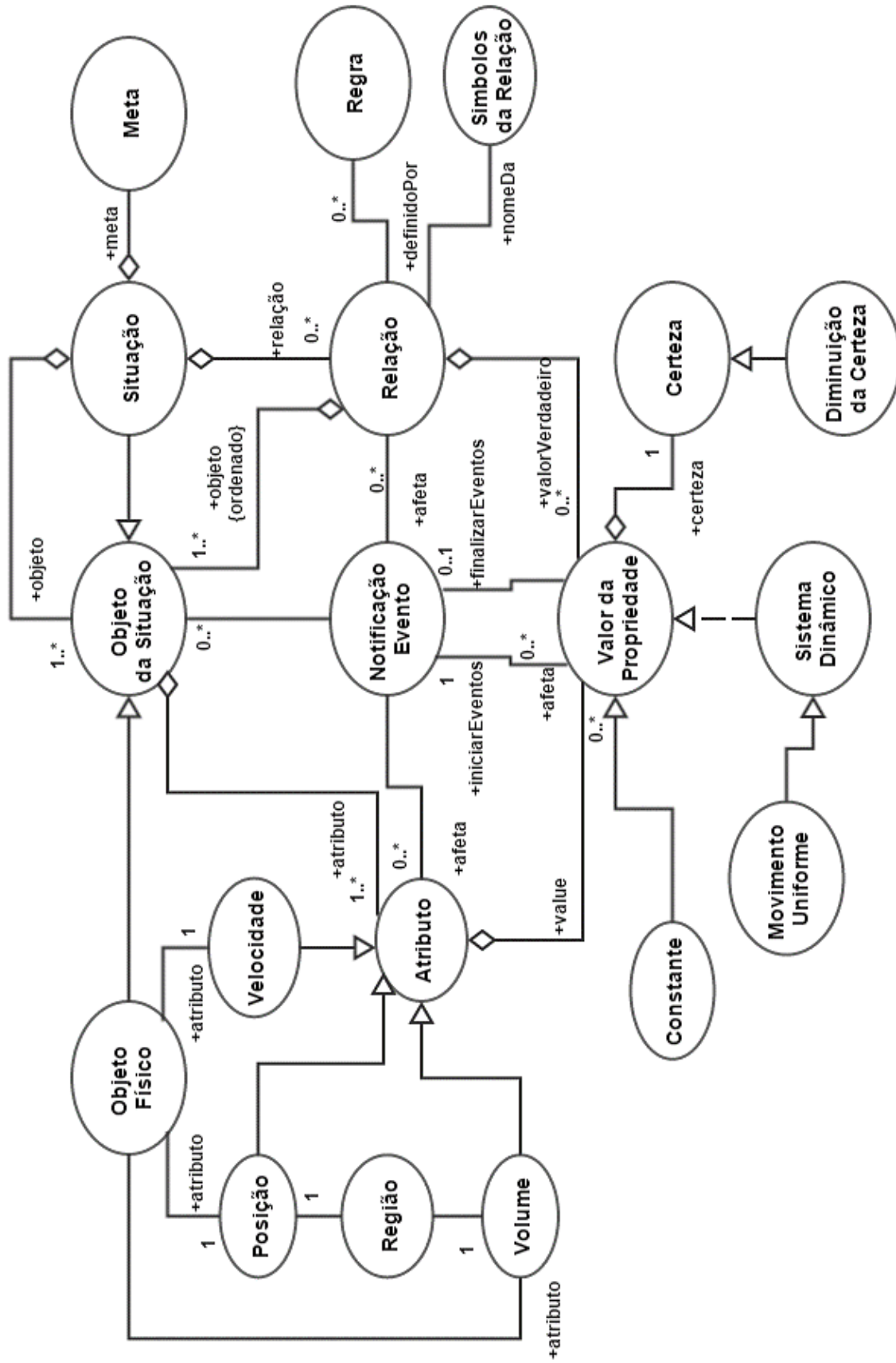
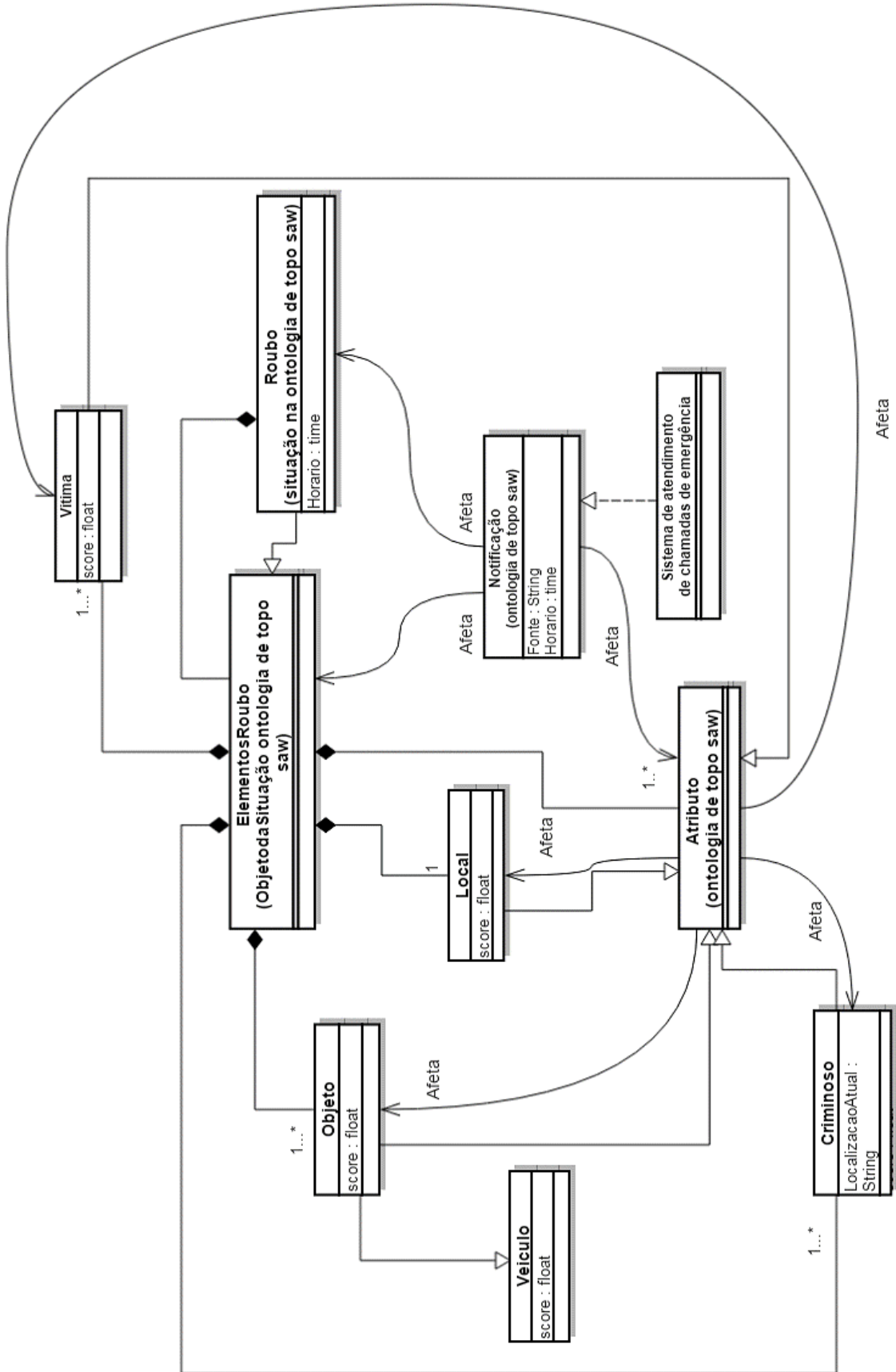




Figura 16 Ontologia para aprimorar consciência da situação no atendimento de denúncias de roubo



A ontologia foi desenvolvida partindo da premissa onde o sistema de controle de atendimento de chamadas de emergência processa dados de fontes heterógenas por meio da fusão de dados em busca de aprimorar a completude de uma denúncia informada, como redes sociais, câmeras, vídeos, etc.

O próximo capítulo abordará a ontologia e os resultados obtidos por meio do estudo de caso.

## 4 Resultados

Como resultados foram obtidas as etapas para aplicação da metodologia, sendo a primeira delas um modelo de objetos e atributos necessários para alcançar a consciência da situação ao atender a denúncia de roubo. Esta etapa de levantamento de requisitos contribuiu para avaliação de qualidade quanto à completez das informações disponibilizadas na denúncia.

Em seguida foram definidas técnicas para avaliação da qualidade por meio de avaliação subjetiva realizada por meio de um formulário para definição de valores aos atributos das denúncias, que por sua vez provê o peso para avaliação de completez dos dados. A avaliação subjetiva de usuários experientes no domínio adere credibilidade aos valores do peso de cada informação.

Para aderir confiabilidade nas avaliações de qualidade foi definida uma avaliação objetiva com base no registro de avaliações salvas no histórico, visando minimizar fatores externos que possam degradar a veracidade da avaliação subjetiva.

Para representação do conhecimento do domínio foi definida uma ontologia de domínio para o atendimento de roubos.

A avaliação dos dados nos chamados possibilita uma compreensão completa do que está se passando e as informações necessárias a respeito do que está acontecendo, auxiliando o modelo mental do operador do sistema de tomada de decisão. Assim, os próximos passos constituem-se em definir a classificação e agrupamento dos chamados de acordo com o tempo dos eventos.

O conhecimento gerado pode auxiliar o desenvolvimento de sistemas que demandam consciência de situação visto que a avaliação da qualidade tende a melhorar a representação tanto de informações presentes e ausentes na denúncia.

A seguir será abordado o estudo de caso, no qual por meio deste foi possível observar que qualidade dos dados inicialmente avaliados e representados ocorreu com sucesso.

## 4.1 Estudo de Caso

Este estudo de caso apresenta uma situação na qual a consciência da situação é fator primordial para a tomada de decisão sobre a alocação de recursos da Polícia Militar do estado de São Paulo (PMESP). Dada a grande quantidade de denúncias de atividades criminosas dirigidas à PMESP, o principal objetivo deste estudo é a identificação, confirmação e compreensão de ocorrências, visando a redução do tempo de atendimento das mesmas para a alocação de recursos militares de forma eficiente. Adicionalmente, busca-se identificar e compreender contextos associados à situação, tais como, local, infrator, objeto de roubo, presença de armas e vítimas. Este estudo de caso aborda especificamente uma situação de roubo. A ocorrência é inicialmente relatada via denúncia telefônica (190), a partir da denúncia são aplicadas as funções de qualidade abrangendo a completude e aspectos temporais nos dados sobre os eventos.

Descrição do caso: Às 19h00, ao voltar do trabalho dirigindo seu carro na zona sul da cidade de São Paulo, João foi abordado por dois indivíduos em uma moto, enquanto aguardava a passagem em um semáforo na Vila Mariana. João foi ameaçado, agredido e obrigado a sair do veículo. Um dos bandidos desceu da moto e assumiu a direção do carro. Em seguida, ambos fugiram rumo à zona oeste. Era horário de rush, assim, diversas pessoas presenciaram a ação dos bandidos. Uma das testemunhas liga para a emergência. Na central de atendimento da PM, o Cabo Campos atende a testemunha e solicita as informações iniciais do evento. Foi um dia agitado. Diversas ocorrências de roubo foram relatadas naquela noite. Nem todas foram atendidas com sucesso. Diversas chamadas falsas ou inconclusivas desmotivaram o Cabo. Assim, a testemunha, muito agitada e tensa descreve o ocorrido:

(Ligação telefônica): *“Boa noite! Acaba de acontecer um roubo de carro aqui na Domingos Setti com a Luís Vives. Dois caras de moto apontaram uma arma para o motorista de um Mercedes preto e mandaram sair do carro sem levar nada. Os dois fugiram acelerando em direção ao metrô Klabin.”*

A metodologia tem como objetivo contemplar sistemas de controle de atendimento de chamadas de emergência, onde ao realizar a avaliação de completude (Figura 17), o operador realiza fusão com fontes heterogêneas de dados a fim de aumentar o índice de completude de tal denúncia. Assim, a projeção da evolução temporal, da completude e seus índices desempenha um papel importante no processo de SAW do operador.

Assim, considerando que a lista de atribuição de valores para os atributos da denúncia foi realizada, de acordo com os requisitos definidos por meio do GDTA, ao receber a denúncia é aplicado o método de avaliação quanto à completude visando definir quantitativamente o quanto tal chamado está completo.

**Figura 17 Algoritmo utilizado para realizar avaliação de completude**

1	inicialização do <i>array</i> com dicionário de palavras para cada atributo salvo no banco
2	inicialização da denúncia em um <i>array</i>
3	para cada item no <i>array</i> faça
4	identifique itens presentes na denúncia com base na árvore utilizando o dicionário
5	atribua os valores da pontuação nos itens da denúncia presentes de acordo com a árvore
6	
7	inicialização de um <i>array</i> para avaliação do sistema
8	para cada item no <i>array</i> da denúncia faça
9	consulta no registro de avaliação
10	selecionar registros de denúncia com atributos presentes similares a denúncia atual
11	avaliação e representação dos valores
12	
13	representar avaliação por meio dos valores atribuídos pelo usuário
14	representar avaliação realizada pelo sistema

Desta forma é possível definir quais os atributos estão faltando, é neste momento que a completude é aplicada retornando um score relacionado a quão completo está o chamado. Ao mesmo tempo, é realizada a avaliação temporal da denúncia, no qual por meio das informações disponibilizadas de denúncia visando distinguir o horário do evento de roubo, do registro do roubo no sistema e horário atual.

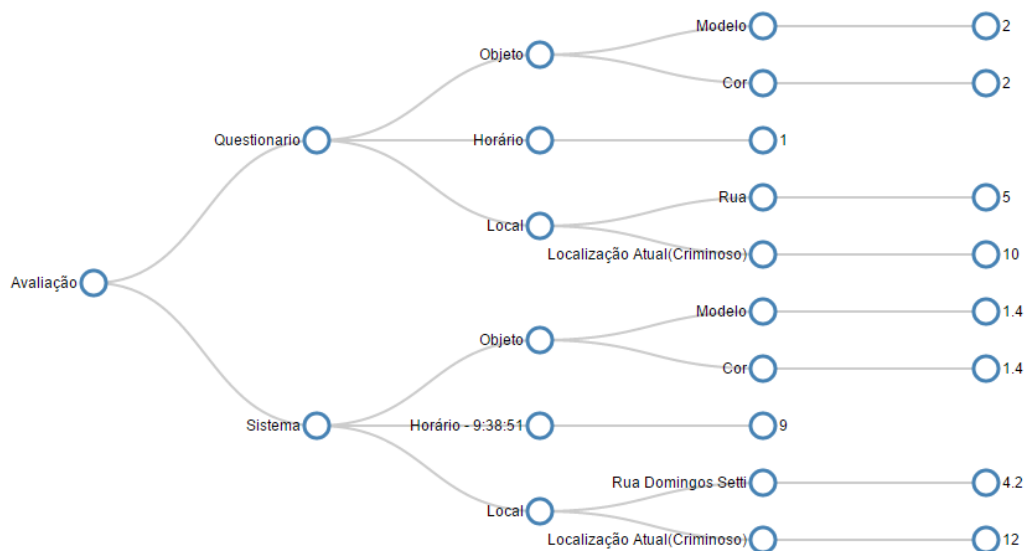
Em seguida, os componentes são correlacionados por meio da ontologia apresentada na Figura 16 desenvolvida para representação de denúncias de roubo baseada na ontologia de topo para SAW. As classes cruciais para o aprimoramento da consciência da situação foram adaptadas para o cenário específico de roubo, sendo Situação como Roubo, ObjetodaSituação que consiste no conjunto de objetos relacionados ao roubo como ElementosRoubo (local, criminoso, vítima, objeto roubado, etc.), Notificação do evento recebida pelo sistema e Atributos que registram a evolução dos atributos caso solicitadas novas informações pelo operador.

As Notificações acontecem por meio do sistema de atendimento de chamadas de emergência, onde a primeira notificação sempre corresponderá à denúncia realizada por uma vítima. O Roubo é composto por um conjunto de elementos, possui atributos específicos como sua descrição e o horário do evento e corresponde. A primeira notificação é sempre a notificação de uma denúncia, onde é criada a instância de um roubo, próximas notificações podem estar relacionadas com denúncia anterior ou não, este relacionamento é realizado por meio da avaliação de completude das denúncias recebidas.

Por meio de fusão de dados realizada no sistema visando mais informações para determinada instancia de roubo, acontece uma nova notificação que é manipulada por meio da classe ElementosRoubo que gerencia elementos do roubo sendo a Vítima, o Criminoso, o Objeto e o Local. Características e atributos específicos dos elementos são definidos na classe Atributos. Notificações posteriores complementam dados relacionados a denúncia de roubo a atualização dos atributos dos elementos.

O resultado da avaliação é apresentado na Figura 18, após realizado o processo de avaliação de completude, classificação temporal e atribuição dos scores de qualidade aos valores da denúncia é representada ao operador do sistema.

**Figura 18 Resultado da avaliação de completude e escores dos valores dos itens presentes na denúncia**



Aplicação da metodologia definida, a lista de valores dos atributos definidos pelo operador no início do dia de atividades contribui para diminuição da carga cognitiva no

processo de consciência da situação, visto que este processo não acontece ao receber a denúncia que é um momento crítico onde acontece a tomada de decisão ao alocar recursos.

Um ponto importante é que mesmo em face de fatores que podem influenciar o operador ao realizar a definição dos valores aos atributos como o estresse por exemplo, a avaliação individual realizada pelo sistema com base nos scores de completude já definidos ajuda a minimizar fatores negativos da avaliação subjetiva. Finalmente, a ontologia representa os resultados, no qual o operador com base em sua experiência e modelo mental prévio pode alcançar SAW para atender aos chamados de emergência.

## CONCLUSÕES

Este trabalho de curso definiu uma metodologia para avaliação e representação da qualidade de dados e informações provenientes de fontes heterogêneas que provêm entradas para um sistema de avaliação de situações militares visando o nível 1 de SAW em denúncias de roubo.

Para alcançar o objetivo, a metodologia de desenvolvimento do trabalho foi dividida em três etapas, as quais foram realizadas o levantamento de requisitos necessários para atender a uma denúncia de roubo, definição de métricas para avaliação da qualidade dos dados da denúncia e uma ontologia para representação do conhecimento do domínio.

O levantamento de requisitos foi realizado por meio do GDTA, uma metodologia para definição de requisitos necessários para realizar tarefas específicas e análise de denúncias realizadas posteriormente. Nesta etapa obteve-se os requisitos para a formação do primeiro nível de SAW que gerou uma árvore de requisitos composta por cinco objetos e seus respectivos atributos, sendo: Criminoso, Vítima, Local, Horário e Objeto (roubado).

A avaliação de completude acontece em tempo real quando o sistema recebe uma denúncia e por meio da árvore e considerando a disponibilidade de dicionário de identificação de palavras, os atributos presentes e ausentes na denúncia são identificados. Em seguida, acontece a identificação de aspectos temporais na denúncia como o horário do evento e a distinção entre o horário ocorrido com o horário do sistema.

A atribuição dos scores de completude das denúncias é realizada mediante duas categorias: subjetiva e objetiva. A avaliação subjetiva foi realizada por meio de uma lista com os objetos e atributos definidos para uma denúncia de roubo. Nesta lista o operador declara importância de cada atributo é adicionada em porcentagem de acordo com sua perspectiva. Os valores definidos auxiliam a gerar o score do quanto a denúncia está completa.

Na avaliação objetiva os scores são atribuídos de acordo com uma média de formulários salvos no banco de registros e atribuídos aos itens presentes na denúncia de acordo com o modelo.

A ontologia foi definida com base em uma ontologia de topo que visa aprimorar SAW, visando também adaptar-se de acordo entrada de novas informações para atualização dos dados



da denúncia, proporcionando a flexibilidade necessária à representação das informações e atendendo aos requisitos dinâmicos e em tempo real em curso no atendimento de chamadas.

Conclui-se que as avaliações dos dados nos chamados possibilitam uma compreensão completa do que está se passando e as informações necessárias a respeito do que está acontecendo, auxiliando o modelo mental do operador do sistema de tomada de decisão.

O conhecimento gerado pode auxiliar o desenvolvimento de sistemas que demandam SAW, visto que a avaliação de qualidade tende a melhorar a representação tanto de informações presentes quanto ausentes na denúncia. Visto que as etapas da metodologia foram definidas com foco na percepção dos elementos, acredita-se que o objetivo foi realizado com sucesso identificando elementos presentes em denúncias de roubo, destacando-os e definindo scores de completude a estes.

Como trabalho futuro, sugere-se a definição de métricas para auxiliar os níveis 2 e 3 para aquisição de SAW.

## REFERÊNCIAS

- O'BRIEN, J. *Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. v. 2, p. 431.
- BATINI, C., CAPIELLO, C., FRANCALANCI, C., & MAURINO, A. (2009). Methodologies for data quality assessment and improvement. **ACM Computing Surveys**. p. 1–52.
- WAND, Y., & WANG, R. Y. (1996). Anchoring Data Quality Dimensions in Ontological Foundations. **Communications of The ACM**. p. 86–95.
- WANG, R., & STRONG, D. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. **Journal of Management Information Systems**. p. 5–33.
- JARKE, M., LENZERINI, M., VASSILIOU, Y., & VASSILIADIS, P. (2003). *Fundamentals of Data Warehouses*. Springer Science & Business Media, ed. p. 219.
- BOVEE, M., SIRVASTAVA, R. P., & Mak, B. (2003). A conceptual framework and belief-function approach to assessing overall information quality. **International Journal of Intelligent Systems**. vol. 18, p51–74.
- NAUMANN, F. (2002). *Quality-Driven Query Answering for Integrated Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg, v. 2261, p. 227 – 246.
- CHOI, O.-H., LIM, J.-E., NA, H.-S., & BAIK, D.-K. (2008). An Efficient Method of Data Quality using Quality Evaluation Ontology. **2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology**, p. 1058–1061.
- AMICIS, F. De, BATINI, C. (2004). A Methodology for Data Quality Assessment on Financial Data. **Studies in Communication Sciences**, p. 1–12.
- LEE, Y. W., STRONG, D. M., KAHN, B. K., & WANG, R. Y. (2002). AIMQ: a methodology for information quality assessment. **Information & Management**. p. 133–146.
- BOBROWSKI, M., MARRÉ, M., & YANKELEVICH, D. (1999). A Homogeneous Framework to Measure Data Quality. **Fourth Conference on Information Quality**. p.115–124.
- KIM, W., LEE, S., KIM, Y., & CHOI, H. (2014). Evaluating the Data Quality and the Uncertainty in Electroencephalogram Signals for a Neuromarketing Service which Computes Attentional Engagement. p. 62–66.
- BATINI, C., DANIELE, B., FREDERICO, C., & SIMONE, G. (2011). A Data Quality Methodology for Heterogeneous Data. **International Journal of Database Management Systems**. p. 60–79.
- LAUDON, K. C. (1986). Data quality and due process in large interorganizational record systems. **Communications of the ACM**.
- BUREAU OF JUSTICE STATISTICS, U. S. (1992). Assessing completeness and accuracy of criminal history record systems: audit guide. **Boureal of Justice Statistics. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs**, Ed, Indiana. p. 65.

- ENDSLEY, M. R. (2011). *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*, Second Edition. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 396.
- ENDSLEY, M., & CONNORS, E. (2008). Situation awareness: State of the art. **Proceedings of Power and Energy Society General Meeting: Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century**. p. 1–4.
- LISCOUSKI, B., & ELLIOT, W. (2004). Final Report on the August 14, 2003 blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations. **US Department of Energy**. p. 4.
- COUNCIL, E. C. R. (2004). *The Economic impacts of the August 2003 Blackout*. Washington, DC.
- CUMMINGS, M. L., & RYAN, J. C. (2014). *Shared Authority Concerns in Automated Driving Applications*.
- ENDSLEY, M. R., & PH, D. (1999). *Situation Awareness and Human Error : Designing to Support Human Performance*.
- ENDSLEY, M. R. (1995). A taxonomy of situation awareness errors. *Human Factors in Aviation Operations*, p. 287–292.
- ENDSLEY, M. R. (1995). Towards a theory of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**. ed. 1. SAGE Publications, v. 37. p. 32-64.
- RODGERS, M. D., MOGFORD, R. H., & STRAUCH, B. (2000). Post Hoc Assessment of Situation Awareness in Air Traffic Control Incidents and Major Aircraft Accidents. p. 73–112
- JONES, D. G., & ENDSLEY, M. R. (1996). Sources of situation awareness errors in aviation. **Aviation Space and Environmental Medicine**, p. 507–512.
- BARWISE, J., & PERRY, J. (1981). Situations and Attitudes. **Journal of Philosophy**, p. 668–691.
- MATHEUS, C. J., KOKAR, M. M., & BACLAWSKI, K. (2003). A core ontology for situation awareness. **Proceedings of the 6th International Conference on Information Fusion, FUSION 2003**. v. 1, IEEE Computer Society. pp. 545–552.
- YE, J., DOBSON, S., & MCKEEVER, S. (2012). Situation identification techniques in pervasive computing: A review. *Pervasive and Mobile Computing*.
- CHEN, C.-J., & HUANG, J.-W. (2009). Strategic human resource practices and innovation performance — The mediating role of knowledge management capacity. **Journal of Business Research**.
- YAMADA, N., SAKAMOTO, K., KUNITO, G., ISODA, Y., YAMAZAKI, K., & TANAKA, S. (2007). Applying Ontology and Probabilistic Model to Human Activity Recognition from Surrounding Things. **IPSJ Digital Courier**.
- BAUMGARTNER, N., RETSCHITZEGGER, W., & SCHWINGER, W. (2008). A software architecture for ontology-driven situation awareness. **Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing - SAC '08**. p. 2326.

- KOKAR, M. M., & ENDSLEY, M. R. (2012). Situation Awareness and Cognitive Modeling. **IEEE Intelligent Systems**, p. 91–96
- PASLARU, E., SIMPERL, B., & TEMPICH, C. (2006). Ontology Engineering : A Reality Check. **Move to Meaningful Internet Systems**. p836–854.
- RAZMERITA, L., ANGEHRN, A., & MAEDCHE, A. (2003). Ontology-based User Modeling for Knowledge Management Systems. v. 2702. **Proceedings of the User Modeling Conference**, p. 213–217
- BLASZCZYŃSKI, J., KOSIEDOWSKI, M., MAZUREK, C., WILK, S., & Supercomputing, P. (2006). Ontologies for knowledge modeling and creating user interface in the framework of telemedical portal. **Proceedings of the European Conference on eHealth**, p. 12–13.
- DINKEL, S. C., HAFNER, W., COSTA, P., & MUKHERJEE, S. (2011). Uncertainty reasoning for service-based situational awareness information on the semantic web. In *2011 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support, CogSIMA 2011* (pp. 102–105).
- MASTROGIOVANNI, F., SGORBISSA, A., & ZACCARIA, R. (2007). A Distributed Architecture for Symbolic Data Fusion. **International Joint Conferences on Artificial Intelligence** p. 2153–2158.
- KORPIPÄÄ, P., & MÄNTYJÄRVI, J. (2003). An ontology for mobile device sensor-based context awareness. **Modeling and Using Context**. p. 451–458.
- WANG, X. H., Da QING ZHANG, TAO, G., & PUNG, H. K. (2004). Ontology based context modeling and reasoning using OWL. **IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004**. pp. 18–22.
- CHEN, H., PERICH, F., FININ, T., & JOSHI, A. (2004). SOUPA: Standard ontology for ubiquitous and pervasive applications. **Proceedings of MOBIQUITOUS 2004 - 1st Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services**. p. 258–267.
- YAU, S. S., & LIU, J. (2006). Hierarchical situation modeling and reasoning for pervasive computing. **The Fourth IEEE Workshop on Software Technol. for Future Embedded and Ubiquitous Syst., SEUS 2006 and the Second Int. Workshop on Collaborative Comput., Integr., and Assur., WCCIA 2006**. v. 2006, p. 5–10.
- BAUMGARTNER, N., & RETSCHITZEGGER, W. (2006). A SURVEY OF UPPER ONTOLOGIES FOR SITUATION AWARENESS. **Knowledge Sharing and Collaborative Engineering (KSCE 2006)**. p. 1–9.
- FURNO, D., LOIA, V., & VENIERO, M. (2010). A fuzzy cognitive situation awareness for airport security. **Control and Cybernetics**. p 959–982.
- ALBERS, M. J. (1998). Improving goal-driven task analysis: situation awareness for complex problem-solving. In *Proceedings of the 16th annual international conference on Computer documentation* (pp. 234–242).
- MATHEUS, C. J., BACLAWSKI, K., & KOKAR, M. M. (2003). Derivation of ontological relations using formal methods in a situation awareness scenario. p 298–309.

ROUSSEY, C., PINET, F., KANG, M. A., & CORCHO, O. (2011). An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering. **Ontologies in Urban Development Projects**. p. 9–38.