



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Maria Inês Garcia Boscá Ferreira

ONTOLOGIA DE EMERGÊNCIA NO  
APOIO À GERAÇÃO DE SOLUÇÕES DE  
VARIABILIDADE DE PLANOS DE  
EMERGÊNCIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**



Instituto de Matemática



Instituto Tércio Pacitti de Aplicações  
e Pesquisas Computacionais

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
INSTITUTO TÉRCIO PACITTI DE APLICAÇÕES E PESQUISAS COMPUTACIONAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Maria Inês Garcia Boscá Ferreira

## ONTOLOGIA DE EMERGÊNCIA NO APOIO À GERAÇÃO DE SOLUÇÕES DE VARIABILIDADE DE PLANOS DE EMERGÊNCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacciti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Maria Luiza Machado Campos, Ph. D., PPGI/IM/UFRJ

Co-orientador: Prof.<sup>a</sup> Jonice de Oliveira Sampaio, D.Sc., PPGI/IM/UFRJ

Rio de Janeiro  
2013

F383 Ferreira, Maria Inês Garcia Boscá

**Ontologia de emergência no apoio à geração de soluções de variabilidade de planos de emergência. / Maria Inês Garcia Boscá Ferreira. -- Rio de Janeiro, 2013.**

000 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisas e Aplicações Computacionais, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2013.

Orientadora: Maria Luiza Machado Campos.

Co-orientadora: Jonice de Oliveira Sampaio

1. Ontologia de Fundamentação. 2. Planos de Emergência. 3. Linha de Produto de Documentos. - Teses. I. Campos, Maria Luiza Machado (Orient.). II. Sampaio, Jonice de Oliveira (Co-orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisas e Aplicações Computacionais, Programa de Pós-Graduação em Informática. IV. Título

CDD

MARIA INÊS GARCIA BOSCA FERREIRA

ONTOLOGIA DE EMERGÊNCIA NO APOIO À  
GERAÇÃO DE SOLUÇÕES DE VARIABILIDADE DE  
PLANOS DE EMERGÊNCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacciti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovada em \_\_\_ de fevereiro de 2013.



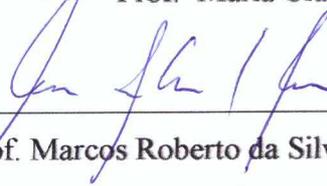
Prof.<sup>a</sup> Maria Luiza Machado Campos, Ph. D., PPGI/IM/UFRJ



Prof.<sup>a</sup> Jonice de Oliveira Sampaio, D.Sc., PPGI/IM/UFRJ



Prof.<sup>a</sup> Maria Claudia Reis Cavalcanti, D.Sc., IME



Prof. Marcos Roberto da Silva Borges, Ph.D., PPGI/IM/UFRJ



Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc., PPGI/IM/UFRJ

À minha família

## Agradecimentos

---

- À minha **família** que me deu o apoio necessário para conclusão deste trabalho
- À orientadora **Maria Luiza** pelos ensinamentos, determinação, persistência em trazer os limites e exigências necessárias e principalmente, pela paciência com minha insegurança.
- À co-orientadora **Jonice Oliveira** pelas revisões, dicas e conselhos.
- À **Veruska Zamborlini** por compartilhar seu conhecimento, pela paciência em me ajudar, pela grande disponibilidade do seu tempo e pelo grande apoio.
- À **Ana Christina Bringunte**, por compartilhar seu conhecimento da UFO e do desenvolvimento de sua dissertação aplicada neste trabalho.
- Ao **Fabício Firmino** pelo incentivo e apoio na utilização das diferentes ferramentas.
- Aos professores **Maria Carmen Penadés, José H. Canós e Abel Gómez** do Departamento de Sistemas de Informação e Computação da Universidade Politécnica de Valência a ao Professor **Marcos Borges** pelo conhecimento transmitido sobre Linha de Produto de documentos e suas ferramentas.
- À **Tiago Prince Sales e Bernardo Ferreira Bastos Braga** do Grupo NEMO - Núcleo de Estudos em Modelagem Conceituais e Ontologias da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, pela disponibilidade de tempo, pela passagem de conhecimento e pelo trabalho de revisão.
- Aos professores, colegas/amigos do Grupo Greco, pelas conversas, discussões, conselhos, dicas, palavras de incentivo, pelo convívio, pelas contribuições profissionais e acadêmicas e apoio neste trabalho e na minha formação acadêmica.
- À **CAPES** (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos que forneceu o apoio financeiro necessário.

## Resumo

---

FERREIRA, Maria Inês Garcia Boscá. **Ontologia de emergência no apoio à geração de soluções de variabilidade de planos de emergência**. 2013. 174 folhas. Tese (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacciti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Eventos de emergência que causam impacto com mortes e inúmeros prejuízos têm sido alvo de constante preocupação dos governos e conseqüentemente servem de motivação para o desenvolvimento de pesquisas na área. No processo de Planejamento se concentram os maiores investimentos, pois visa reduzir as vulnerabilidades existentes na resposta às emergências. O principal foco deste processo é a elaboração de planos completos, atualizados e com qualidade, pois guiam as decisões operacionais no processo de gestão das emergências. Em ambientes multidisciplinares como nestes de gestão, diversas equipes com diferentes perspectivas precisam colaborar visando uma mesma meta e interagindo preferencialmente com um entendimento comum sobre os conceitos. O cenário é caracterizado por grande variabilidade de elementos envolvidos nesses planos e assim, foi realizado levantamento, análise e seleção dos conceitos mais gerais do domínio de emergência, observando a aplicação de normas e exemplos de planos existentes. Neste cenário, as ontologias se tornam essenciais de diversas formas, e uma delas é servindo de apoio ao processo de geração dos planos aplicado através do método da Linha de Produto de Documentos. Esta dissertação propõe então, o desenvolvimento de uma ontologia de domínio apoiada nas categorias ontológicas da UFO (Ontologia de Fundamentação Unificada) para suporte à geração de planos de emergência. A UFO garante o alto grau de consistência que tentamos transmitir ao processo de geração de planos através do mapeamento entre uma ontologia mais expressiva e o modelo de características (modelo base da linha de produto). Para exemplificar a aplicabilidade da ontologia desenvolvida, apresentamos este mapeamento através de um exemplo de aplicação na geração de um plano em um sistema baseado em Linha de Produto de Documento.

Palavras-chave: Ontologia de fundamentação, Planos de Emergência, Linha de Produto de Documentos.

## Abstract

---

FERREIRA, Maria Inês Garcia Boscá. Ontology of emergency in supporting the generation of solutions of variability of emergency plans. 2013. 174 pages. Thesis (Master in Informatics) – Mathematics Institute, Tércio Pacciti Institute, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Emergency events that impact on numerous deaths and damage have been of constant concern of governments and therefore serve as motivation for the development of research in the area. Major investments concentrates in the process of planning, aiming to reduce vulnerabilities in emergency response. The main focus of this process is the preparation of complete plans, updated and with quality, for guiding operational decisions in the process of managing emergencies. In multidisciplinary environments such as emergency management, several teams with different perspectives need to collaborate towards a common goal and interacting preferably with a common understanding of concepts. In this scenario, ontologies become essential in many ways, and one is serving to support the process of generating plans using a Document Product Line approach. This work then proposes the development of a domain ontology based on ontological categories of UFO (Unified Foundation Ontology) to support the generation of emergency plans. The UFO ensures a high degree of consistency we try to convey to the process of generating plans by mapping between an ontology more expressive and the feature model (base model of the product line). To illustrate the applicability of the developed ontology, we present this mapping through an example application to generate a plan in a system based on Product Line Document.

Keywords: Foundational Ontology, Emergency Plan, Document Product Line.

## Lista de Figuras

Figura 2-1 - Níveis de Planejamento de Emergência.....	30
Figura 2-2 – Integração entre Planos.....	33
Figura 2-3 – Classificação dos Planos de Emergência .....	36
Figura 2-4 – Linha de Produto de Documentos para Planos de Emergência - Penadés M. C. e outros (2011) .....	45
Figura 2-5 - Estrutura de conceitos envolvidos em LPD.....	49
Figura 3-1 – Fragmento da UFO0 - Camada base da UFO – baseado em Guizzardi (2010).....	56
Figura 3-2 - Fragmento da UFO-A: individuals baseado em Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008a).....	59
Figura 3-3 - Fragmento da UFO-A - Universals baseado em Guizzardi (2005).....	61
Figura 3-4 - Fragmento da UFO-B (GUIZZARDI, FALBO, & GUIZZARDI, 2008a).....	62
Figura 3-5 - Fragmento da UFO-C, (GUIZZARDI, FALBO, & GUIZZARDI, 2008a).....	64
Figura 3-6- Fragmento da UFO-C que distingue Dependência, Delegação e Aquisição (GUIZZARDI & GUIZZARDI, 2007).....	65
Figura 3-7- O aumento do poder descritivo da Modelagem de Características (CZARNECKI, et al., 2006) .....	67
Figura 3-8 - Fragmento do Metamodelo de Crise (TRUPTIL et al., 2009) .....	71
Figura 3-9 – Modelo Conceitual em UML do EPPOnto (WENJUN et al., 2010).....	72
Figura 3-10 - Fragmento do MONITOR – Ontologia de Risco (KOLLARITS & WERGLES, 2006)	73
Figura 3-11– Fragmento da Ontologia de Riscos e Catástrofes .....	74
Figura 4-1- Fragmento do metamodelo da linguagem OntoUML para o tipo Class. ( Guizzardi (2005, p. 316) adaptado) .....	85
Figura 4-2- Fragmento do metamodelo da linguagem OntoUML para o tipo Relationship. (Guizzardi (2005, p. 334) adaptado).....	86
Figura 4-3- Exemplo1 de Notação .....	87
Figura 4-4- Exemplo2 de Notação .....	88
Figura 4-5- Fragmento da OntoEmerge - Planos, Processos e Atividades .....	91
Figura 4-6 – Fragmento da OntoEmerge - Objetivo, Intenção e Delegação de Ações Planejadas.....	96
Figura 4-7 – Fragmento da OntoEmerge - Instalação .....	98

Figura 4-8 – Fragmento da OntoEmerge – Recursos Humanos e Materiais .....	102
Figura 4-9 - Fragmento da OntoEmerge – Recursos, Tipo de recursos e Papéis. ....	103
Figura 4-10 – Fragmento da OntoEmerge - Objetos do Ambiente .....	105
Figura 4-11 – Fragmento da OntoEmerge - Eventos de Emergência .....	107
Figura 4-12 – Fragmento da OntoEmerge - Riscos e Ações Planejadas .....	110
Figura 4-13 – Fragmento da OntoEmerge - Localização.....	113
Figura 5-1 - Processo de geração de planos de emergência baseado no LPD com ontologia .....	116
Figura 5-2- Fragmento da OntoEmerge - Planos, processos e atividades integrado com o fragmento de Recursos, Tipo de recursos e Papéis .....	119
Figura 5-3 - Planos, processos e atividades padrão .....	120
Figura 5-4 - Planos, Processos, atividades, rec. humanos e materiais da Organização.....	121
Figura 5-5 – Modelo de características para família de planos de autoproteção.....	125
Figura 5-6 – Protótipo de Modelagem de Características baseado em Cardinalidade.....	127
Figura 5-7- Editor de Modelagem de Características baseado em Cardinalidade (GÓMEZ, 2010).....	127

## Lista de Tabelas

Tabela 2-1 - Estrutura dos elementos que compõem um Plano de Emergências .....	41
Tabela 2-2 - Estrutura dos Elementos que compõem um Plano de Ação.....	43
Tabela 7-1- Glossários da Área de Emergência .....	148
Tabela 7-2- Ontologias de Emergência.....	150
Tabela 7-3- Ontologias de Planos de Emergência .....	154
Tabela 7-4- Ontologias de Risco .....	159
Tabela 7-5– Glossário de Termos .....	162
Tabela 7-6 – Dicionário de Conceitos .....	165
Tabela 7-7– Atributos de classes .....	167
Tabela 7-8– Atributos de classes – Tipos de Planos de Emergência .....	168
Tabela 7-9– Atributos de classes – Tipos de Atividade de Negócio .....	169
Tabela 7-10– Atributos de classes – Tipos de Instalação .....	169
Tabela 7-11– Atributos de classes – Tipos de Atividades de negócio x Tipos de Instalação ..	172

## Lista de Siglas

CRS	Coordinate Reference System
DHS	Department Homeland Security
DOLCE	Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering
DPL(EP)	Document Product Line for Emergency Plans
DPLfw	Document Product Line Framework
DVM	Domain Variability Model
EPA	Environment Protection Agency
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
FM	Feature Model
FODA	FODA - Feature Oriented Domain Analysis
GFO	GFO - General Formal Ontology
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
ISO	International Organization for Standardization
LPD	Linha de Produto de Documentos
MDE	Model Driven Engineering
NBA	Norma Básica de Autoproteção
OASIS	Organização para o Avanço de Padrões Estruturados de Informação
OCL	Object Constraint Language
OGC	Open Geospatial Consortium
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

OWL	Ontology Web Language
QVT	Query/Views/Transformations
RD	Real Decreto
SABIO	Systematic Approach for Building Ontologies
SEI	Software Engineering Institute
SPL	Software Product Line
SPLE	Software Product Line Engineering
SUMO	Suggested Upper Merged Ontology
UFO	Unified Foundational Ontology
UML	Unified Modeling Language
W3C	World Wide Web Consortium
XML	eXtensible Markup Language

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>17</b>
1.1	Objetivo	20
1.2	Delimitação de Escopo	21
1.3	Organização do Trabalho	22
<b>2</b>	<b>Domínio de Emergências</b>	<b>23</b>
2.1	Conceitos em Emergência	23
2.1.1	Conceitos Principais	23
2.1.2	Diferença entre Perigo (Hazard) e Risco (Risk)	25
2.1.3	Gestão de Emergências	26
2.2	Planejamento de Emergências	28
2.3	Planos de Emergência	30
2.3.1	Integração entre os Planos	32
2.3.2	Caracterização dos Planos de Emergência	33
2.3.3	Estrutura do Plano	36
2.4	Linha de Produtos de Documentos (LPD)	44
2.5	Considerações Gerais	51
<b>3</b>	<b>Ontologias</b>	<b>52</b>
3.1	Tipos de Ontologias	54
3.2	O uso da Ontologia UFO como base	55
3.2.1	Camada UFO-A – Ontologia de Endurants	57
3.2.2	Camada UFO-B – Ontologia de Perdurants	61
3.2.3	Camada UFO-C – Ontologia de entidades sociais	63
3.2.4	Higher Order Universal	66
3.3	Ontologias e Modelo de Características	66
3.3.1	Derivação do modelo de características	67
3.3.2	Relação entre ontologia e modelo de características	69
3.4	Ontologias do Domínio de Emergências	70
3.5	Considerações Gerais	76
<b>4</b>	<b>Ontologia de Suporte a Planos de Emergências – OntoEmerge</b>	<b>78</b>
4.1	Método de Desenvolvimento	78
4.1.1	Aquisição de conhecimento	79
4.1.2	Especificação dos requisitos	79

4.1.3	Captura / Conceituação da ontologia .....	82
4.1.4	Integração da ontologia atual com ontologias existentes .....	82
4.1.5	Avaliação da ontologia .....	83
4.1.6	Documentação da ontologia .....	83
4.2	Detalhamento da Ontologia OntoEmerge .....	83
4.2.1	Linguagem de modelagem e Notação utilizadas .....	83
4.2.2	Planos, Processos e Atividades.....	89
4.2.3	Objetivos, Intenções e Delegações associadas a Ações Planejadas .....	95
4.2.4	Instalação .....	97
4.2.5	Recursos Humanos e Materiais.....	100
4.2.6	Objetos do ambiente.....	103
4.2.7	Eventos.....	106
4.2.8	Riscos e Ações Planejadas .....	107
4.2.9	Localização .....	111
4.3	Considerações Gerais .....	113
<b>5</b>	<b>Exemplo de aplicação da ontologia na Linha de Produtos de Documentos .....</b>	<b>115</b>
5.1	Interpretação da ontologia no Cenário da Aplicação .....	117
5.1.1	Identificação e classificação das emergências .....	122
5.1.2	Identificação das equipes de emergência.....	122
5.1.3	Definição da direção de emergência.....	123
5.1.4	Definição dos procedimentos de atuação ante um incêndio .....	123
5.2	Geração do Modelo de Característica.....	124
5.3	Ferramenta para definição do Modelo de Características .....	126
5.4	Considerações Gerais .....	128
<b>6</b>	<b>Conclusão e trabalhos futuros .....</b>	<b>130</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>133</b>
<b>7</b>	<b>Apêndices .....</b>	<b>145</b>
	APÊNDICE I – Construção de Ontologias .....	145
I.1	Metodologias.....	145
I.2	Methontology .....	146
I.3	SABiO .....	146
	APÊNDICE II – Vocabulários, Glossários e Ontologias de emergências.....	147
II.1	Vocabulários e Glossários de Emergências .....	147
II.2	Ontologias de Domínio de Emergências.....	150

II.3 Ontologias de Planos de Emergências.....	154
II.4 Ontologias de Risco .....	159
APÊNDICE III – MODELO CONCEITUAL .....	160
III.1 Glossário de Termos.....	161
III.2 Taxonomias.....	163
III.3 Dicionário de conceitos .....	165
III.4 Tabela de atributo de classes .....	167
III.5 Tabela de instâncias.....	168

# 1 Introdução

---

Recentes eventos associados à ocorrência de tsunamis, terremotos em áreas urbanas e grandes inundações e deslizamentos em decorrência de fortes chuvas, causaram muitas mortes e inúmeros desabrigados. A pronta resposta a essas situações, visando minimizar suas consequências enfrenta, na maior parte das vezes, dificuldades e desafios que evidenciam e servem de motivação para o desenvolvimento de mecanismos de apoio às diferentes etapas da gestão de emergências. Podemos citar como mecanismos, pesquisas voltadas para o avanço do conhecimento e melhoria de tecnologias e artefatos nesta área.

A gestão de emergências é um processo complexo que envolve recursos humanos, financeiros e materiais, organizações governamentais e não governamentais, que precisam interagir de forma coordenada, capaz de responder com rapidez e de forma eficaz às demandas deste cenário. Dentre as etapas da gestão, é principalmente no processo de planejamento que se concentram os maiores investimentos, visando reduzir as vulnerabilidades existentes no ambiente considerado. O principal foco deste processo é a elaboração de planos completos, atualizados e com qualidade, pois guiam as decisões operacionais no processo de gestão das emergências.

O domínio de emergências é bastante amplo, pois contém conceitos transversais a outros domínios, como os de comunicação, legislação, recursos, organizações e informações. Durante o planejamento, e, em especial, na geração de planos de emergência, informações envolvendo essa diversidade de conceitos precisa ser claramente organizada, seguindo usualmente diretrizes ou normas previamente definidas. Um plano de emergência é “um conjunto acordado de medidas para responder às emergências e de recuperação das emergências, que descreve as responsabilidades, estruturas de gestão, estratégias e recursos” (WHO/97563, 1999). Um plano de emergência muitas vezes precisa ser integrado com outros documentos, como por exemplo, legislações, mapas e outros planos.

Planos de emergência, de maneira geral, são desenvolvidos de forma a atender requisitos regulatórios, estabelecidos por agências e órgãos responsáveis, usualmente apresentados na forma de normas, regulamentos e padrões.

Elemento fundamental nesses planos é o conjunto de informações e conceitos sobre os quais se apoiam, pois da clareza, completude e consistência dos planos depende a segurança de vidas e a preservação de propriedades e meio ambiente. O incêndio na boate Kiss foi um acidente que vitimou centenas de jovens em uma discoteca da cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul (Wikipedia, 2013). Neste evento, ficou clara a falta de observância de uma série de regulamentações assim como da fiscalização periódica que impedisse o funcionamento de uma instalação sem segurança a seus usuários. Na mesma semana, espalhou-se pelo Brasil um verdadeiro efeito cascata, onde outros estabelecimentos noturnos e casas de espetáculos também mostraram suas vulnerabilidades, seja através de denúncias dos meios de comunicação, ou de ações das autoridades. São instalações que colocam em risco, diariamente, a vida de seus frequentadores e que há muito tempo as autoridades deveriam ter exercido sua responsabilidade de órgão fiscalizador e de cumprimento da lei. Ficou evidente também nesta situação a não disponibilidade imediata de uma série de documentos comprobatórios, seja na forma de plantas correntes das instalações, de planos de emergência, de alvarás de funcionamento legitimamente aprovados, dentre outros.

A agilidade do processo de tomada de decisão em situações de emergência depende fundamentalmente de informações precisas e de fácil acesso. É certo que a geração de planos de emergência, sua verificação e aprovação também depende de uma estrutura e estratégia de ação competente por parte de todos os agentes envolvidos. No que diz respeito, no entanto, às informações constantes nos planos derivados de normas e leis oriundas de várias instâncias de autoridade, é preciso que cada vez mais sejam sistematizadas e integradas para garantir planos que possam ser efetivamente mantidos e utilizados. Os elementos básicos envolvidos em cada tipo de instalação ou área coberta por um plano precisam ser claramente explicitados, assim como os procedimentos, agentes e artefatos necessários para atuação em cada tipo de situação de risco.

Ao mesmo tempo, se considerarmos as peculiaridades dos diferentes cenários e situações de aplicação de planos de emergência, nem sempre é simples ou clara a personalização ou adequação do que foi pré-definido por alguma norma ou regulamentação para o texto de um plano. Na verdade, há vários pontos em comum e ao mesmo tempo particularidades a considerar entre os planos de um mesmo tipo e entre diferentes tipos de planos. Por isso, o conteúdo dos planos merece uma análise criteriosa, assim como seu processo de geração deve procurar considerar essas características de flexibilidade e adaptabilidade para acomodar variantes e ao mesmo tempo se beneficiar de possíveis reúsos de conteúdo onde for o caso.

Representações de domínios têm sido usadas em diversas áreas do conhecimento e com diversos objetivos, especialmente na forma de ontologias (CAMPOS, *et al.*, 2009; SILVA, 2012; BRINGUENTE, FALBO & GUIZZARDI, 2011). As ontologias, mais do que um artefato terminológico associando um vocabulário específico a elementos relevantes da realidade a capturar, permitem compartilhar uma visão desta realidade, na forma de conceptualizações expressas através de assertivas envolvendo esses elementos. Assim, ontologias são importantes por explicitar o conhecimento sobre um determinado recorte da realidade, por estabelecer uma linguagem comum para referência a essa realidade, por expressar de maneira formal, capaz de ser processada computacionalmente, a representação dessa realidade, dentre outros benefícios.

Sob esta perspectiva, considera-se como problema alvo desta pesquisa a falta de uma conceptualização consistente associada ao domínio de planos de emergência. As pessoas têm diferentes experiências, culturas, treinamentos e focos. Elas utilizam diferentes nomes para as mesmas coisas ou interpretam diferentemente um mesmo termo, sem que, no entanto, na maior parte das vezes, essas diferenças sejam explicitadas ou reconhecidas.

## 1.1 Objetivo

O objetivo geral desta dissertação é a construção de uma ontologia de domínio na área de emergências, chamada OntoEmerge<sup>1</sup>, para suporte a modelos, estratégias e sistemas associados à geração, controle e apoio a planos de emergências.

Esta ontologia servirá como quadro de referência para analisar os diferentes elementos de um plano, assim como para facilitar a produção sistemática desses planos segundo uma Linha de Produto de Documento. Este tipo de estratégia se apoia em um *framework* metodológico de Linha de Produto de Software, onde similaridades e variabilidades dos artefatos produzidos são evidenciadas e tratadas de maneira sistemática no processo de geração do documento.

Para construção da ontologia OntoEmerge foi utilizada uma abordagem baseada em ontologia de fundamentação, mais especificamente na Ontologia de Fundamentação Unificada (UFO – Unified Foundational Ontology - GUIZZARDI, 2005). Ontologias de fundamentação constituem sistemas de categorias independentes de domínio (por isso também chamada de ontologias de topo, de uso mais geral), que vêm sendo utilizadas de forma a obter conceptualizações mais consistentes, explicitando a visão de mundo adotada (no que se chama compromisso ontológico<sup>2</sup>) e obtendo também, com isso, ontologias mais expressivas<sup>3</sup> (BOTTAZZI & FERRARIO, 2006;

---

1 OntoEmerge – Este termo foi primeiramente utilizado por JUNIOR et al (2008) para denominar o sistema P2P cuja arquitetura é desenvolvida para atender a geração de uma ontologia emergente (ontologia com visão de uma corporação) baseada na troca de informações entre pontos da organização. Utilizaremos este mesmo termo para denominar aqui a ontologia de domínio na área de emergências.

2 Compromisso ontológico – Uma teoria sobre um determinado segmento da realidade ou da experiência é uma coleção de crenças ou afirmações expressas numa determinada linguagem sobre este segmento. Esta teoria será verdadeira se todas as crenças que a compõem forem verdadeiras. Os objetos com que uma teoria está ontologicamente comprometida são aqueles objetos que formam a ontologia (Quine, 1948). Compromisso ontológico é um mapeamento entre a linguagem e a ontologia (Guarino, 1997).

3 Ontologias expressivas – são ontologias representadas por linguagem de modelagem conceitual que facilita obter o entendimento preciso e detalhado dos conceitos envolvidos, isto é, esta representação é cuidadosa, discutida em um consenso comum, obtendo uma formalidade sobre o conhecimento. As representações são adequadas que caracterizam explicitamente os conceitos do domínio de interesse, são conceitualmente mais claras, semanticamente não ambíguas e ontologicamente bem fundamentadas.

HERRE & HELLER, 2006; NILES & PEASE, 2001). Ontologias permitem o entendimento compartilhado e comunicação entre pessoas com diferentes necessidades; apoiam a interoperabilidade semântica, viabilizando a troca de dados entre os usuários; apoiam o projeto e desenvolvimento de sistemas. As ontologias de fundamentação apoiam o usuário em suas decisões orientando de como os elementos devem ser modelados e ajudam os usuários na exposição de seu conhecimento tácito sobre o domínio.

Ontologia de fundamentação pode ser usada para avaliar linguagens de modelagem conceitual e desenvolver diretrizes para o seu uso. Em especial, a UFO pode ser usada para avaliar, (re)projetar e integrar os modelos de linguagens de modelagem conceitual, bem como para prover semântica de mundo real para uma ontologia de domínio (GUIZZARDI, *et al.*, 2008).

A UFO é uma ontologia de fundamentação que vem sendo desenvolvida adaptando e estendendo teorias provenientes de áreas de ontologias formais na filosofia (GUIZZARDI, 2005). A UFO representa uma síntese de uma seleção de ontologias fundacionais de forma a obter uma ontologia que seja adaptada a aplicações em modelagem conceitual (GUIZZARDI & WAGNER, 2005).

Usar a UFO trouxe confiança e qualidade na construção da ontologia OntoEmerge a partir da utilização de muitos conceitos já discutidos e pré-estabelecidos provendo a interpretação do conhecimento do domínio no nível de detalhe necessário.

## **1.2 Delimitação de Escopo**

Como abordado anteriormente, o processo de estudo é a geração de Planos de Emergência que é o produto fim do Planejamento de Emergência, uma das etapas do processo de Preparação (Fase de Gestão de Emergências). Como o contexto é muito amplo, se faz necessário realizar alguns recortes de forma a permitir o nível de análise desejado. Optou-se então, em trabalhar com o foco nas organizações, para diferentes tipos de eventos.

As Regulamentações Legais impõem o conteúdo mínimo dos planos – são definidas conforme propósito, abrangência, jurisdição e nível de planejamento.

Trabalharemos tomando como base o Plano de Autoproteção regulamentado pelo decreto RD 347 (2007) da Espanha, por conta de parceria estabelecida com nosso grupo de pesquisa.

### **1.3 Organização do Trabalho**

A seguir, na Seção 2 descrevemos resumidamente o domínio de emergências, os principais conceitos do Planejamento de emergências e os requisitos dos planos de emergência. Apresentamos também um referencial teórico da Linha de Produtos de Documentos. Na seção 3, apresentamos a base teórica sobre a ontologia de topo que fundamenta o trabalho e ontologias de domínio e outros ferramentais terminológicos utilizados na construção da ontologia OntoEmerge. Apresentamos também a relação existente entre ontologias e modelos de características. Fazemos uma revisão da literatura, na qual identificamos os trabalhos já desenvolvidos sobre glossários, vocabulários controlados, taxonomias, thesaurus, modelos, metamodelos e ontologias sobre emergências (apresentados complementarmente no Apêndice II). Na seção 4, apresentamos a ontologia OntoEmerge, discutindo os principais elementos representados e o racional de seu desenvolvimento a partir das categorias e da análise ontológica da UFO. Na seção 5, a partir de um cenário exemplo, apresentam-se evidências das vantagens de uma ontologia assim construída, discutindo-se sua utilização no apoio à geração de planos segundo uma abordagem de Linha de Produtos de Documentos. Na seção 6 expomos a relevância do trabalho, suas contribuições e futuros trabalhos.

## 2 Domínio de Emergências

---

Este capítulo visa transmitir o conhecimento básico necessário para a proposta do trabalho, apresentando os principais conceitos utilizados no domínio de emergência tais como gestão, planejamento e criação de Planos de Emergências.

As definições de termos aqui apresentadas foram obtidas de autores que mais se identificam com este trabalho.

### 2.1 Conceitos em Emergência

Nesta seção, são definidos alguns conceitos básicos – como emergência, Desastre, Perigo (*Hazard*) e Risco (*Risk*) - para o entendimento do domínio de emergência, como também é feita a diferenciação de tais conceitos. São explicadas também, as fases do processo de gestão de emergências.

#### 2.1.1 Conceitos Principais

No domínio de emergências, percebemos que existe ainda certa confusão entre termos como: Acidente, Calamidade, Catástrofe, Crise, Desastre, Emergência, Evento, Incidente, Ocorrência e Urgência.

Um **Evento** é um acontecimento, um **evento adverso** é um fenômeno causador de um desastre (CASTRO, 1999).

**Desastre** é: “Resultado de eventos adversos, naturais ou provocado pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999). Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos e em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. Quanto à intensidade, os desastres são classificados em quatro níveis: **acidentes** ou desastres de pequena intensidade; desastres de média intensidade; desastres de grande intensidade; **calamidades** ou **catástrofes** ou desastres de muito grande intensidade.

Uma **crise** é uma manifestação violenta e repentina de ruptura de equilíbrio; momento perigoso e decisivo; situação que implica a ruptura da normalidade ou do equilíbrio dinâmico de um sistema e favorece sua desorganização (CASTRO, 1999).

**Urgência** pode ser um atendimento rápido a uma ocorrência; uma situação que exige providências inadiáveis; situação de um paciente que exige cuidados imediatos, podendo não estar em situação de risco iminente de morte (CASTRO, 1998).

**Emergência** significa: “Situação crítica. Incidente. Acontecimento perigoso e fortuito.” (CASTRO, 1999), sendo que o termo **emergência** no contexto **médico cirúrgico** significa: “A situação do paciente cujos agravos à saúde exigem cuidados imediatos, por apresentar risco de vida.” (CASTRO & CALHEIROS, 2007). No contexto **organização - indústria** significa: “Uma emergência é qualquer evento não planejado que pode causar mortes ou ferimentos significativos para funcionários, clientes ou público; ou que pode desativar o seu negócio, interromper as operações, causar danos físicos ou ambientais; ou ameaçar a situação financeira da instalação; ou a imagem pública.” (FEMA141, 1993). Pode-se notar que uma das confusões se deve ao fato de que, dependendo do contexto, o mesmo termo adota diferentes significados. Reconhecemos que a confusão é justificável. O mais indicado é tentar ser o mais fiel a um único contexto, de forma a evitar estas confusões. Contudo, nem sempre isto é possível, principalmente num domínio transversal a outros domínios, como o de emergências. Aqui, os termos serão referidos pelo termo composto, por exemplo: emergência médico-cirúrgica.

Quarantelli (2006) define **emergências** como incidentes de escopo limitado, imprevistos, mas previsíveis, que ocorrem regularmente. Incluem incêndios em casas, acidentes de veículos, crises médicas e pequenos despejos de materiais perigosos.

Quarantelli (2000) define **desastres** como ocasiões repentinas que rompem rotinas sociais seriamente, causam adoção de ações não planejadas para ajustar ao rompimento, são concebidos no espaço social e no tempo, e colocam em perigo objetos sociais valorosos.

Uma **catástrofe** tem as seguintes características: (i) maioria ou todas as estruturas construídas da comunidade são muito impactadas. As instalações das

organizações de emergências são atingidas; (ii) médicos, policiais e bombeiros ficam, de alguma forma, impossibilitados de atuar. Nestes casos, a liderança pode ser assumida por pessoas que desconhecem a comunidade. (iii) o funcionamento diário da comunidade fica interrompido (escolas, locais de trabalho, fornecimento de água, de energia, serviços de comunicação e transporte); (iv) considerar também que comunidades vizinhas foram impactadas, pois o impacto não foi só local, atingiu uma região. (QUARANTELLI, 2000).

“Emergências” e “Desastres” caracterizam-se pela necessidade de lidar com eventos perigosos e seus impactos na comunidade ou nas organizações. Utilizaremos prioritariamente neste trabalho, o termo “emergência” incluindo também o entendimento de qualquer significado do termo “desastre”.

### **2.1.2 Diferença entre Perigo (Hazard) e Risco (Risk)**

‘*Hazard*’ e ‘*Risk*’ são usados em diferentes contextos. ‘*Hazard*’ é uma situação existente, susceptível de causar um dano ou prejuízo. O ‘*risk*’ é um perigo ou prejuízo potencial antecipado, que poderia ser mitigado ou evitado. ‘*Hazard*’ tem uma situação existente enquanto que o ‘*risk*’ tem uma situação antecipada. ‘*Risks*’ podem ser negligenciáveis quando comparado a ‘*hazards*’. Quando se fala de ‘*hazards*’ e ‘*risks*’, o primeiro é o potencial de causar dano ou prejuízo, enquanto o último é apenas a possibilidade de causar dano ou prejuízo (DIFFERENCEBETWEEN.NET, 2012).

Kobiyama e outros (2006) exemplificam tal relação através de um fenômeno atmosférico extremo como um tornado, que costuma ocorrer em uma determinada região e época conhecida, gerando uma situação de perigo (‘*hazard*’). Se este se deslocar na direção de uma determinada área povoada, com uma possibilidade real de prejuízos, teremos então uma situação de risco (‘*risk*’). Se o tornado atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas, será denominado como um desastre natural. Caso o mesmo ocorra não ocasionando danos, será considerado como um evento natural (KOBİYAMA, *et al.*, 2006).

### 2.1.3 Gestão de Emergências

A gestão de emergências “coordena e integra todas as atividades necessárias para construir, sustentar e melhorar a capacidade de mitigar contra, preparar para, responder a e recuperar de desastres naturais reais ou ameaçadores, atos de terrorismo ou outros desastres feitos pelo homem” (IAEM, 2007). Tais atividades devem ser: **abrangentes** (levar em conta todos os perigos, todas as fases, todos os envolvidos); **progressivas** (tomar medidas preventivas e preparatórias); **orientadas a risco**; **integradas** com todos os níveis do governo e comunidade; **colaborativas** para criar consenso e facilitar comunicação; **coordenadas** para sincronizar atividades dos envolvidos; **flexíveis**, usando criatividade e inovações e **profissional** com treinamento contínuo (IAEM, 2007).

Dado que emergências tendem a ser eventos repetitivos, elas formam um ciclo que pode ser dividido em fases de mitigação, preparação, resposta e recuperação (incluindo reconstrução) (ALEXANDER, 2002). Tais fases da gestão de emergências são detalhadas a seguir.

#### a) Mitigação

Atividades destinadas a reduzir ou eliminar riscos a pessoas ou propriedades; ou para diminuir efeitos reais, potenciais ou consequências de um incidente. Medidas de mitigação podem ser implementadas antes, durante ou depois de um incidente e muitas vezes são desenvolvidas segundo as lições aprendidas em incidentes anteriores. Nesta fase podem-se incluir os esforços para educar os governos, empresas e público sobre as medidas preventivas, as quais podem ser tomadas para reduzir as perdas e danos (DHS/NIPP, 2009).

#### b) Preparação

O termo **preparação de emergência** significa todas as atividades e medidas definidas/ desenvolvidas para preparar ou minimizar os efeitos de um perigo sobre uma população civil: para tratar as condições de emergências imediatas que seriam criadas por perigos e para efetuar restaurações em infraestruturas destruídas ou danificadas pelo perigo

(FEMA592, 2007). Ou seja, a **preparação** é a fase responsável por “construir, manter e melhorar a capacidade operacional para prevenir, proteger contra, responder a e se recuperar de incidentes”. Esta fase inclui: planejamento, treinamento e exercícios; qualificação de pessoal e padrões de certificação; aquisição de equipamentos e de padrões de certificação; publicação de processos e atividades de gestão (DHS/UTL, 2005).

As atividades de preparação são necessárias à medida que as ações de mitigação não tiveram ou não puderam prevenir desastres. Na fase de preparação, os governos, organizações e os indivíduos desenvolvem planos que incluem ações e medidas (como por exemplo, o levantando de inventários de recursos estaduais, montando exercícios de treinamento ou instalando sistemas de alerta). Medidas de preparação incluem, por exemplo, o armazenamento de alimentos e de suprimentos médicos vitais, exercícios de treinamento e mobilização do pessoal de emergência (NGA/CEM, 1979).

As etapas para a preparação incluem: entendimento da vulnerabilidade, escolha sobre quais ameaças planejar, formação de equipes para elaboração, desenvolvimento e revisão dos planos (LINDELL, *et al.*, 2007).

c) Resposta

A **Resposta** (considerando que a situação de emergência ocorreu) é o conjunto de ações imediatas e de curto prazo para salvar vidas, propriedades, meio ambiente, a estrutura social, econômica e política da comunidade, assim como ações para prevenção de danos. A Resposta segue o que está nos planos desenvolvidos na fase de preparação e inicia a fase de recuperação. (DHS/NRP, 2004).

Atividades de Resposta incluem: a avaliação dos danos; emergências médicas; busca e salvamento; combate a incêndios; abrigo, proteção e alimentação às vítimas; investigações sobre a origem da ameaça;

buscam reduzir a probabilidade de danos secundários e restauração de serviços essenciais (DHS/NRP, 2004).

d) Recuperação

A prioridade é dada às atividades de salvamento imediatas, segue com as atividades de assistência às pessoas, famílias, infraestruturas críticas e empresas atendendo suas necessidades básicas até chegar à autossuficiência. Às vezes, as atividades se estendem e confundem com a fase de recuperação. As atividades de Recuperação são normalmente definidas em termos de medidas a curto-prazo (como assistência (*relief*) e reabilitação) e medidas de longo-prazo (como reconstrução) (HADDOW, *et al.*, 2011).

Todas estas fases produzem informações que podem auxiliar em um melhor planejamento de emergência, o qual será descrito na próxima seção.

## 2.2 Planejamento de Emergências

O planejamento de emergências é um ciclo que inclui o planejamento propriamente dito, treinamento, exercício e revisão, e que acompanha as quatro fases do ciclo de gestão de emergências (mitigação, preparação, resposta e recuperação) (PERRY & LINDELL, 2007).

Possui como objetivos: i) assegurar que negócios e o governo estejam preparados para as emergências; ii) reduzir perdas de vidas humanas e danos às propriedades e iii) desenvolvimento e manutenção de um **Plano de Emergência** (PE) (PERRY & LINDELL, 2007).

Um número de regras gerais tem sido definido e aceito pelos planejadores como guia para todas as atividades do planejamento de emergências. Seleccionamos aqui algumas mais representativas:

- a) planejamento é um processo contínuo (DYNES, *et al.*, 1981);

- b) planejamento envolve a tentativa de reduzir o desconhecimento em uma situação problemática (DYNES, *et al.*, 1981);
- c) planejamento deve estar baseado no que é provável que aconteça (DYNES, *et al.*, 1981);
- d) deve estar baseado na comunidade que representa toda a população e suas necessidades (FEMA/CPG101, 2010);
- e) deve incluir a participação de todos os envolvidos na comunidade (FEMA/CPG101, 2010);
- f) considera todos os perigos e ameaças (FEMA/CPG101, 2010);
- g) deve ser flexível o suficiente para resolver incidentes catastróficos e tradicionais (FEMA/CPG101, 2010);
- h) Tempo, incerteza, risco e experiência influenciam o Planejamento (FEMA/CPG101, 2010);
- i) planos eficazes informam aos responsáveis operacionais o que fazer, por que fazê-lo, e instrui aqueles que estão fora da jurisdição de como prestar apoio e o que deve esperar (FEMA/CPG101, 2010);
- j) é fundamentalmente um processo de gestão de risco (FEMA/CPG101, 2010);
- k) planejamento é um dos componentes chave do ciclo de Preparação (FEMA/CPG101, 2010);
- l) planejadores devem se antecipar a resistência ativa e passiva no processo de Planejamento e desenvolver estratégias para gerenciar estes obstáculos (LINDELL, *et al.*, 2007);
- m) planejamento deve atender à interface da resposta de emergência com as fases de recuperação do desastre e a mitigação do perigo (LINDELL, *et al.*, 2007);
- n) planejamento deve proporcionar treinamento e avaliação da organização de resposta de emergência em todos os níveis, individual, equipe, departamento e comunidade (LINDELL, *et al.*, 2007);
- o) planejamento deve ser guiado pelos métodos de gerenciamento de projeto (WHO/97563, 1999).

Existem três níveis de Planejamento: Planejamento Estratégico, Planejamento Tático e Planejamento Operacional (FEMA/CPG101, 2010), como mostrado e detalhado na Figura 2-1 - Níveis de Planejamento de Emergência abaixo:

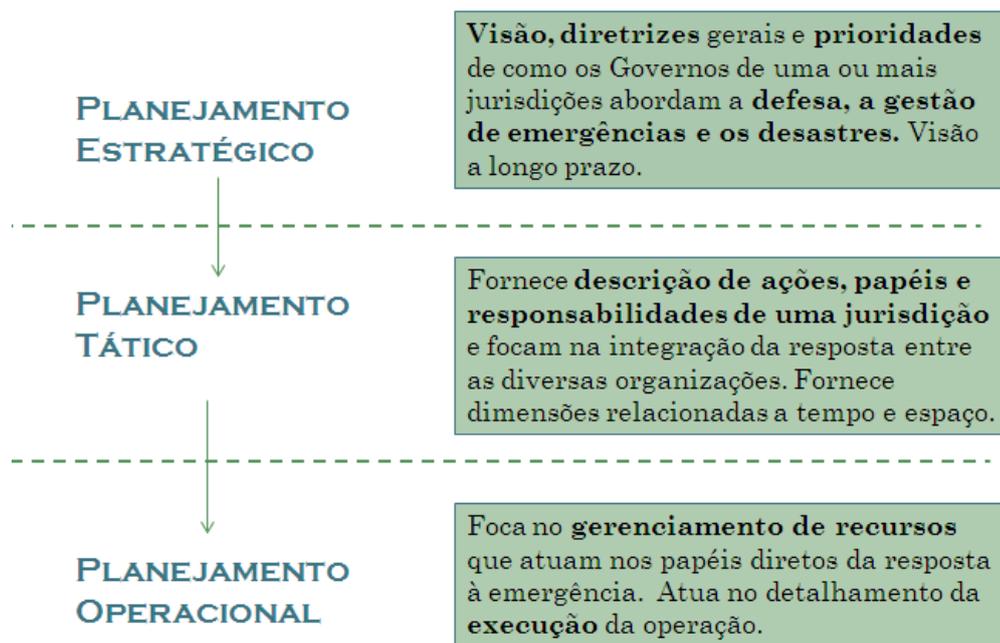


Figura 2-1 - Níveis de Planejamento de Emergência

Todos os níveis de Planejamento ocorrem para todas as jurisdições, as quais devem coordenar os planos verticalmente para garantir que os objetivos não se sobreponham. O propósito é manter os níveis integrados e complementares em suas informações, de forma simples e efetiva.

## 2.3 Planos de Emergência

O Plano de Emergência (PE), algumas vezes chamado de Plano de Operações de Emergências (EOP), é uma imagem do processo de planejamento em um único ponto

no tempo. Assim como o processo de planejamento, o plano para ser útil, deve acompanhar sempre as mudanças das necessidades.

“Um Plano de Emergência é um conjunto acordado de medidas para responder às emergências e de recuperação das emergências, que descreve as responsabilidades, estruturas de gestão, estratégias e recursos.” (WHO/97563, 1999)

“Plano de Emergência de uma jurisdição é um documento que atribui responsabilidade às organizações e aos indivíduos para a realização de ações específicas nos tempos e locais previstos em uma emergência que excede a capacidade ou responsabilidade normais de qualquer agência; estabelece linhas futuras de autoridade e relacionamentos organizacionais e mostra todas as ações que serão coordenadas; descreve como pessoas e propriedades serão protegidas; identifica pessoal, equipamento, instalações, suprimentos e outros recursos disponíveis, dentro da jurisdição ou por acordo com outras jurisdições, para uso durante as operações de resposta e recuperação; reconcilia requisitos com outras jurisdições; identifica passos para atender mitigação sobre preocupações observadas durante atividades de resposta e recuperação; como um documento público, cita também bases legais, declara seus objetivos e reconhece suposições.” (FEMA/SLG101, 1996).

Um PE completo descreve: o propósito do plano; a situação; suposições; organização e atribuição de responsabilidades; administração e logística; plano de desenvolvimento e manutenção; além de autoridades e referências (FEMA/CPG101, 2010).

O PE contém anexos apropriados às organizações da jurisdição e operações. O PE facilita prevenção, proteção, resposta e recuperação em curto prazo, que estabelece o estágio para uma bem-sucedida recuperação a longo-prazo. Planejamento prévio permite executar as tarefas mais facilmente, especialmente em um ambiente de mudanças. Jurisdições, especialmente aquelas com vulnerabilidades e perigos severos conhecidos, devem realizar um planejamento com um plano completo de emergência.

Todos os planos devem ser verificados por requisitos regulatórios e padrões junto às agências federais, estaduais, ou a que for apropriado à sua área de aplicação para garantir a conformidade com a regulamentação vigente e garantir as integrações necessárias. (SCHNEID & COLLINS, 2001).

No Brasil, o documento regulatório de referência a todos os órgãos é “A Política Nacional de Defesa Civil” que foi publicado no Diário Oficial da União nº 1, de dois de janeiro de 1995, através da Resolução nº 2, de 12 de dezembro de 1994. As bases do Planejamento em Defesa Civil são os Planos Diretores de Defesa Civil, em nível municipal, estadual, regional e federal.

O Sistema Nacional de Defesa Civil (lei n.12.340, de 1º de dezembro de 2010), SINDEC é o órgão responsável pela defesa civil no país e tem como objetivo planejar, articular e coordenar as ações de defesa civil em todo o território nacional. Entende-se como defesa civil o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social.

### **2.3.1 Integração entre os Planos**

Uma defesa ou proteção civil eficiente baseia-se na integração de Planos de Emergência, com envolvimento de agentes governamentais e não governamentais em todos os níveis do governo (Federal, Regional, Estadual, Municipal, Local). As atividades desenvolvidas em qualquer destes níveis irão afetar outros níveis. As organizações responsáveis reconhecem que todas as emergências iniciam no nível local e utilizam os recursos locais conforme o planejamento. Caso seja identificado que as necessidades excedem a capacidade e recursos locais, então é solicitado ajuda ao próximo nível governamental. Esta abordagem significa que o planejamento deve ser verticalmente integrado para garantir que todos os níveis de resposta tenham um foco operacional comum (**integração vertical**). Da mesma forma, os planejadores em cada nível devem integrar operações em uma Jurisdição, assegurar que o conjunto de planos da jurisdição apoie seus vizinhos ou conjunto de planos similares da jurisdição parceira (**integração horizontal**). Os planejadores devem também integrar adequadamente os planos e recursos não governamentais da comunidade e do setor privado (FEMA CPG 101, 2010).

### 2.3.2 Caracterização dos Planos de Emergência

Planos de Emergência estão ligados à cultura e à percepção de risco daqueles que desenvolvem os planos e daqueles para quem os planos são desenvolvidos. Eles devem ser desenvolvidos de acordo com o contexto em que irão operar, sendo esta uma das razões que a utilização de outros planos desenvolvidos para uma área diferente normalmente não são adequados. A Figura 2-2 nos mostra a relação entre os Planos de Emergência para comunidades com os demais tipos de planos (Planos de organização, Planos de Emergências municipais, Planos específicos por perigo, Planos de Emergência federais/nacionais).

Planos de Emergência Federais, estaduais e municipais estão relacionados diretamente a um espaço geográfico, sendo multisetoriais. Eles incluem ações relacionadas a comunicações, busca e salvamento, polícia e segurança, saúde, assistência social, transportes e setores de salvamento, além de atividades de coordenação dos trabalhos de emergência em cada nível administrativo. **Planos de organizações** são úteis para os membros de uma dada organização, pública ou privada, militar ou não governamental. Eles descrevem em detalhes como a organização cumprirá seus papéis e responsabilidades atribuídas. **Planos específicos por perigo** podem definir ações a serem executadas no surgimento de um perigo específico, tais como inundações, incidentes de materiais perigosos e epidemias.

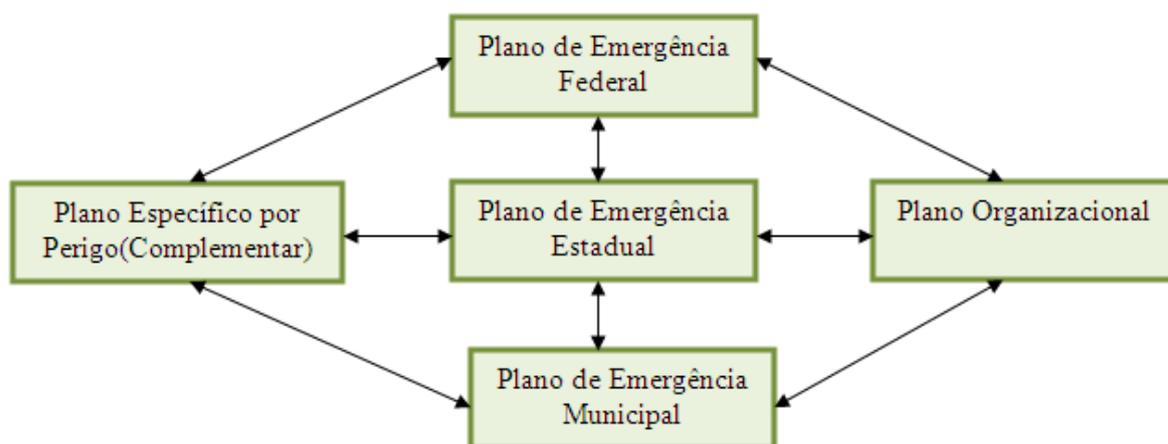


Figura 2-2 – Integração entre Planos

A gestão de emergência envolve vários tipos de planos, assim como envolve vários tipos de ações. Enquanto o PE é frequentemente a peça central do esforço do planejamento de emergência, não é o único plano que atende a gestão de emergência. Existem outros tipos de planos que apoiam e complementam o PE. Consideramos o PE como o plano básico, podendo os demais planos ser apresentados como anexos, ou mesmo em separado. Estes planos complementares descrevem claramente as políticas, processos, papéis e responsabilidades que agências e departamentos realizam antes, durante e depois de qualquer emergência. Enquanto o plano básico fornece informações mais abrangentes e relevantes como um todo, os complementares focam em responsabilidades específicas, tarefas e ações operacionais que dizem respeito às funções operacionais. Os planos complementares podem ser dos seguintes tipos (CABINET/OFFICE/UK, 2012; FEMA CPG 101, 2010):

**Planos por fases de emergência - para mitigar, para preparar, para recuperar, para prevenir** - A maior parte do planejamento deve considerar como minimizar os efeitos de uma emergência, começando com o impacto do evento (por exemplo, procedimentos de alerta) e focando nas ações corretivas que podem ser tomadas para reduzir os efeitos. Os planos de recuperação devem também ser desenvolvidos para reduzir os efeitos da emergência e assegurar a recuperação em longo prazo. O plano de preparação deve atender os recursos necessários a todas as fases envolvidas, assim como os treinamentos necessários.

**Planos associados a ações de emergência** – Nem todas as ações a serem tomadas na preparação para uma emergência estão diretamente associadas a controle, redução ou mitigação de seus efeitos. O planejamento de emergência deve se preocupar com a resposta imediata e com a recuperação em longo prazo, com seus efeitos diretos e secundários. Basicamente, estes planos estão relacionadas às funções de resposta, tais como: Busca e Salvamento; Segurança e saúde Pública; Descontaminação de ataques radiológicos, biológicos ou químicos; Abrigo de emergência, habitação, alimentação, água; Serviços de Transporte; etc.

**Planos administrativos ou de apoio** – descreve políticas e procedimentos básicos para apoiar desafios governamentais, tendo como características o foco em trabalhos internos. Incluem por exemplo, planos para gerenciamento financeiro, gerenciamento de pessoal e gerenciamento de doações.

**Planos funcionais** - Focam nas funções operacionais e nos responsáveis por executá-las, facilitando o fluxo ordenado de solicitações locais para apoio governamental e a

provisão de recursos durante uma emergência. Incluem, por exemplo: planos de gerenciamento de remoção de escombros, planos de materiais perigosos e planos de transporte.

**Planos por tipo de perigo** – identificam as áreas de risco do perigo específico, as rotas de evacuação, especificam provisões e os protocolos para os avisos ao público e para disseminação de informações. Especifica também os tipos de equipamento e dispositivos de detecção (CABINET/OFFICE/UK, 2012; FEMA CPG 101, 2010).

Os planos são compostos por uma parte essencial (plano básico) e parte complementar que pode ser apresentado como anexo de um mesmo plano ou na forma de outro plano. Basicamente, os planos têm características, componentes básicos, anexos e planos complementares esquematizados na figura 2-3. A estrutura dos Planos de Emergência é dependente das características. Na geração de um plano, inicialmente, devemos considerar o **propósito**: se o plano a ser elaborado é para uma organização ou para a comunidade ou mesmo para a família; a característica de **abrangência** (jurisdição) - nacionais, estaduais ou municipais; a característica de **nível de planejamento** - estratégicos, táticos ou operacionais.

Os planos podem ser classificados:

- quanto à fase do planejamento - mitigação, preparação, resposta ou recuperação;
- quanto ao tipo de perigo - incêndio, avalanche, terremoto, etc.;
- quanto à área de negócios (tipo de atividade da organização) - condomínios, hospitais, escolas, museus ou instituições culturais, empresas nucleares, transporte, etc.;
- quanto às ações relacionadas à emergência;
- quanto às funções administrativas ou de apoio;
- quanto às funções operacionais.

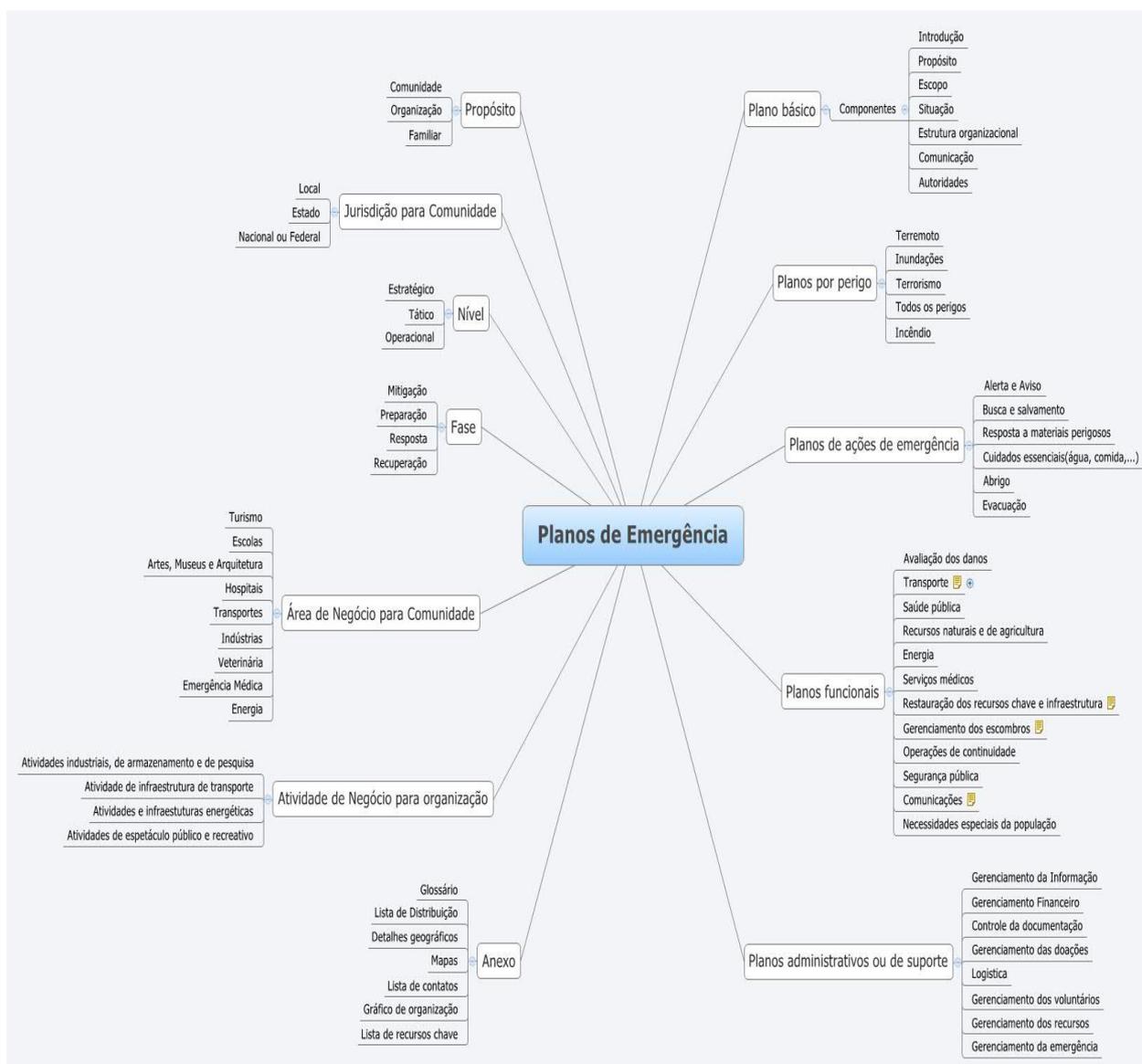


Figura 2-3 – Classificação dos Planos de Emergência

### 2.3.3 Estrutura do Plano

Proteção Civil é um serviço público destinado ao estudo e prevenção de riscos que podem ameaçar a integridade física das pessoas e seus bens, caso em que tais situações ocorram.

Autoproteção é uma questão importante na proteção civil, tanto para os cidadãos como para as organizações. Para os cidadãos, a preocupação é criar consciência sobre a proteção contra desastres. É necessário que tenham mais

responsabilidade por sua própria segurança. Quanto às organizações que realizam atividades que podem levar a uma situação de emergência, é necessário em cada país, por meio de suas agências reguladoras, que tenham um Sistema de autoproteção fornecido com seus próprios recursos, com a prevenção de riscos, alarme, evacuação e salvamento.

Considerando o foco nas organizações, selecionamos o Plano de Autoproteção da Espanha (NBA, 2007) para desenvolvermos nosso trabalho, devido à cooperação já estabelecida da Universidade Federal do Rio de Janeiro com a Universidade de Valencia. Outra razão é que este plano é abrangente e tem um número diversificado de informações, abordando, por exemplo, a identificação e avaliação dos riscos, as ações e medidas necessárias para a prevenção e controle de riscos, assim como as medidas de proteção e outras atuações a serem adotadas em caso de emergência.

O Plano de Autoproteção é definido como:

“marco orgânico e funcional previsto para uma atividade, centro, estabelecimento, espaço, instalação ou dependência, com o objetivo de prevenir e controlar os riscos sobre as pessoas e os bens e dar resposta adequada às possíveis situações de emergências, sob responsabilidade do titular, garantindo a integração destas atuações no sistema público de proteção civil.” (NBA, 2007)

Os objetivos do Plano de Autoproteção (NBA, 2007) são:

- A organização dos recursos humanos e materiais disponíveis para prevenir o risco de incêndio ou de qualquer outro equivalente
- Minimizar os prejuízos materiais e pessoais dos acidentes
- Garantir a evacuação e a intervenção imediata
- Preparar a possível intervenção de ajudas exteriores em caso de emergência (bombeiros, ambulâncias, polícia, etc...).
- Conhecer os edifícios e suas instalações, as ameaças de cada setor, os recursos de proteção disponíveis, as carências existentes segundo a normativa vigente e as necessidades que devem ser atendidas prioritariamente.
- Dispor de pessoas organizadas, formadas e treinadas que garantam rapidez e eficácia nas ações a realizar para o controle das emergências.

- Informar todos os ocupantes do edifício de como devem atuar ante uma emergência e, em circunstâncias normais, como preveni-la.

O decreto NBA (2007) determina os critérios mínimos para a redação do Plano de Autoproteção e para a implantação efetiva das atividades compreendidas no catálogo de atividades. Como vimos, as organizações são obrigadas a dispor de um sistema de autoproteção dotado com seus próprios recursos e do plano de emergência correspondente para ações de prevenção de riscos, alarme, evacuação e socorro.

O documento Plano de Autoproteção tem o seguinte conteúdo qualquer que seja a atividade de negócio:

- Objetivos do Plano
- Alcance do Plano (ou Escopo)
- Conteúdo do Plano (Resumo de cada capítulo)
- Legislação associada
  
- **Capítulo 1:** Identificação do titular (pessoa física ou jurídica que explora ou possui a instalação) – Inclui informações sobre: atividade, localização da atividade, titulares da atividade, localização dos titulares da atividade, responsável pelo Plano de Autoproteção, responsável pelo plano de atuação.
- **Capítulo 2:** Descrição detalhada da atividade e do meio físico envolvido – Contém a identificação e descrição: da atividade de negócio principal e secundária; da instalação e suas dependências, localização, área total; dos usuários, classificação e quantidade; do entorno (urbano, industrial ou natural) com instalações perigosas, localização, tipo de risco e distância da instalação principal; dos acessos externos, internos e condições de acessibilidade; áreas de evacuação; recursos públicos de proteção externos (corpo de bombeiros); recursos de proteção contra incêndio externo (hidrantes). Acompanha em anexo: plano de situação e planos descritivos das plantas das instalações onde se realiza a atividade.
- **Capítulo 3:** Inventário, análises e avaliação de riscos - Contém a identificação de elementos, instalações, processos de produção e outros que possam dar

origem a uma situação de emergência; a identificação de riscos próprios da atividade e externos e a identificação do tipo e quantidade das pessoas com acesso à instalação.

- **Capítulo 4:** Inventário e descrição das medidas e recursos de autoproteção – Contém o inventário e a descrição das medidas e meios, humanos e materiais, que a entidade dispõe. Em anexo, é solicitada a inclusão de planos de evacuação e de áreas de abrigo.
- **Capítulo 5:** Programa de manutenção de instalações. Descreve as operações de manutenção e as inspeções realizadas para manutenção preventiva das instalações de risco de forma a garantir a segurança e operabilidade das mesmas.
- **Capítulo 6:** Plano de atuação nas emergências. Contém as ações para garantir o alarme, a evacuação e socorro. Inclui procedimentos de: Detecção e Alerta; Mecanismos de Alarme; Mecanismos de resposta; Evacuação e Abrigo; Prestação de primeiros socorros; Modos de recepção de ajuda externa. Identifica as equipas e pessoas responsáveis pelos procedimentos.
- **Capítulo 7:** Integração do Plano de Autoproteção com outros de âmbito superior. Inclui a identificação entre as duas coordenações de Planos (de Autoproteção e de Proteção Civil) e a forma de atuação da organização de autoproteção com o sistema público de proteção civil.
- **Capítulo 8:** Implantação do Plano de Autoproteção – Define vários programas referentes à implantação do plano, tais como: de formação e capacitação dos envolvidos no plano, informação aos usuários, de dotação e adequação de meios materiais e recursos.
- **Capítulo 9:** Manutenção da eficácia e atualização do Plano de Autoproteção – Define vários programas referentes à manutenção do plano, tais como: de reciclagem de formação, de exercícios e simulados, de atualização da documentação anexada.
- **Anexo I.** Diretório de comunicação.
- **Anexo II.** Formulários para a gestão de emergências.
- **Anexo III.** Planos. (NBA, 2007)

Os capítulos 5, 8 e 9 não serão tratados neste trabalho, pois estamos concentrando nossos esforços na função de Elaborar/Desenvolver Planos de Emergência.

Utilizamos neste trabalho, como exemplo, os planos da Universidade Politécnica de Valência: Plano de Autoproteção Diretor do Campus de Vera<sup>4</sup> e o Plano de Autoproteção da Escola Técnica Superior de Informática Aplicada – Edifício 1G<sup>5</sup>. Baseado nestes planos, regulamentados diretamente pela NBA (2007), podemos exemplificar a estrutura funcional de um plano como descrito a seguir:

### Estrutura Funcional

Proteção Civil / Gestão de Emergência

Mitigação

Preparação

Planejamento

Formar equipe

Entender situação

Identificar ameaças e perigos

Avaliar riscos

Definir metas e objetivos

Determinar prioridades operacionais

Estabelecer metas e objetivos

Elaborar planos

Desenvolver e analisar cursos de ação

Identificar recursos

Identificar necessidades de informação

Escrever/gerar o plano

Revisar planos

Manter planos

---

<sup>4</sup> Plano obtido diretamente da Universidade e não se encontra disponível ao público.

<sup>5</sup> Plano obtido diretamente da Universidade e não se encontra disponível ao público

Organização  
 Treinamento  
 Avaliação  
 Resposta  
 Recuperação

Além disso, a partir destes planos, organizamos as informações em duas tabelas (Tabela 2-1 e Tabela 2-2) de forma a facilitar a identificação dos principais elementos e seus atributos que fundamentam o desenvolvimento da modelagem conceitual. Na Tabela 2-1 descrevemos os elementos que compõem o Plano de Emergência e na Tabela 2-2 está descrito os elementos que compõem um plano de ação.

Tabela 2-1 - Estrutura dos elementos que compõem um Plano de Emergências

Elemento	Atributo
Plano de Autoproteção	Objetivos do Plano Alcance do Plano Legislação associada
Localização	Local, localidade e região Código postal Telefone e fax
Estabelecimento/Instalação	Código Nome Estabelecimento/Instalação - (ex.: Edifício de Geografia - Campus de Vera – Universidade Politécnica de Valência) Localização Descrição detalhada da instalação (pode ser de cada andar) Obs.: O campus é dividido em zonas. Em cada zona tem vários prédios, Cada prédio tem vários andares. Cada andar tem dependências.
Titular/Organização/Empresas de especial periculosidade	Razão Social (ex.: Campus de Vera – Universidade Politécnica de Valência) Localização
Responsável pelo Plano de Autoproteção e Atuação	Nome Cargo Localização
Atividade (Negócio) do Plano	Descrição detalhada de cada atividade desenvolvida de acordo com o objeto (aqui definido no alcance) do plano.
Entorno urbano, industrial ou natural.	Descrição geral do entorno (identificação de instalações perigosas no entorno)

	Localização
Instalação potencialmente perigosa no entorno	Nome Localização Distância da instalação (de objeto ou de uma das instalações componentes) Tipo de risco (um ou mais)
Vias de Acessos	Nome, largura, número de pistas, sentido, condições e características dos acessos por instalação.
Vias de comunicação internas	Nome Descrição (Ex: ruas internas)
Áreas de Evacuação	Nome Localização Vias de acesso Instalação de evacuação origem
Usuário	Descrição do usuário Classificação do usuário (Ex.: Docentes, alunos, funcionários administrativos, funcionários diretores, trabalhadores de serviços internos ou contratados, visitas).
Elementos que possam dar origem a uma situação de emergência (Ameaças)	Tipo Descrição/características Localização Instalação Processo de produção
Riscos naturais ou externos	Tipo (natural, interno ou externo) Identificação (transporte de substâncias perigosas) Descrição
Riscos internos	Identificação Descrição Medidas preventivas
Locais de risco especial (oficinas de manutenção, estacionamentos, lavanderias, salas de máquinas, etc...).	Nome Características
Pessoas (funcionários ou visitantes)	Tipo Identificação Quantidade
Recursos humanos do estabelecimento	Descrição (coordenador das equipes que intervém na resolução da emergência) Tipo e quantidade Cargo (Chefe de Intervenção) Funções ( Coordenação das equipes que intervém na resolução das emergências; Direção das práticas de extinção e de primeiros socorros realizada pela Brigada de emergências; Substituição do Chefe de Emergências; Colaboração com o Chefe de Emergências na formação da Brigada.)

Recursos Materiais do estabelecimento	inventário de equipamentos por edifício que comporá o inventário de equipamentos do Campus. Nome Descrição Tipo e quantidade Localização (pode existir um plano em separado sobre a localização dos hidrantes e outros recursos materiais)
Comunicação	Meio de comunicação disponíveis (telefone interno, telefone móvel, sirenes e walk-talkies)

Tabela 2-2 - Estrutura dos Elementos que compõem um Plano de Ação

Riscos	Identificação Descrição (da causa)
Nível de gravidade (Falso alarme, Foco de incêndio, Emergência parcial e emergência geral).	Nível
Estrutura organizacional por instalação (de emergência)	
Cargo (de emergência)	Nome Descrição
Ações por cargo	Funções por tipo de risco ou por função geral como em caso de evacuação.
Fluxo das ações	Fase/Ação (ou Procedimentos de atuação) Detecção da emergência Alerta Alarme e Evacuação (Tipo, prioridades e características da evacuação). Intervenção ou resposta Abrigo Apoio Primeiros socorros Descrição Cargos responsáveis
Responsável pela execução do Plano de Atuação	Nome do responsável
Recursos Humanos	Descrição Tipo e quantidade Cargo Funções
Planos de Evacuação	Fase /Ação Descrição por fase Cargo responsável por fase

	Obrigações por evacuação Proibições por evacuação Normas gerais por evacuação
Plano de emergência na área de serviços	Ações por acidente grave (o que fazer quando for queimadura, parada cardíaca,...).
Áreas de reunião	Identificação da área (utilizada durante a evacuação)

## 2.4 Linha de Produtos de Documentos (LPD)

Planos de Emergência são documentos que lidam com um conjunto grande de informações variáveis na sua geração, não só quanto à sua apresentação, mas também quanto ao seu conteúdo. No caso de Planos de Autoproteção, o conteúdo varia de organização para organização, mas existem aspectos cobertos comuns a todos os planos. Quanto à apresentação, os planos ainda prevalecem na forma de textos e impressos, e desta maneira, tem várias desvantagens, tais como: dificultam a divulgação, a utilização, a atualização, o treinamento e as atividades de preparação.

O conteúdo dos Planos de Emergência, como já vimos, contém informações básicas que são comuns a todos os planos, e são estas informações que são exigidas pelos órgãos legais de Defesa Civil. Isto facilita a aplicação de técnicas de **Engenharia de Documentos** (Document Engineering) para o desenvolvimento de Planos de Emergência, identificando os aspectos comuns (semelhanças) e os aspectos variáveis (variabilidades). **Semelhanças** (commonalities) - é uma lista de suposições que são verdade para todas as aplicações da linha de produto e **variabilidades** (variabilities) - são parâmetros cujos valores podem variar entre os componentes da linha de produtos (WEISS, 1998). Engenharia de documentos definem princípios, ferramentas e processos que ajudam a especificar, projetar e implementar documentos e os processos que os criam e os consomem.

Os planos de emergência podem ser considerados como uma família de documentos, ou seja, um conjunto de documentos que compartilham um conjunto comum de características.

Penadés e outros (2010) propõem um método para a geração de famílias de documentos, baseando-se na Linha de Produto de Software. Família de documentos é definida como um conjunto de documentos que compartilham características comuns, mas que são diferentes entre si por características específicas. Esta proposta é chamada de LDP - **Linha de Produto de Documentos** (DPL – *Document Product Line*) que é dividido nas fases de modelagem (engenharia de domínio) e construção (engenharia de aplicação) e é um *framework* metodológico que combina princípios e técnicas de DocEng (Document Engineering) e Linha de Produto de Software (*Software Product Line - SPL*), como mostrado na figura 2-4 abaixo.

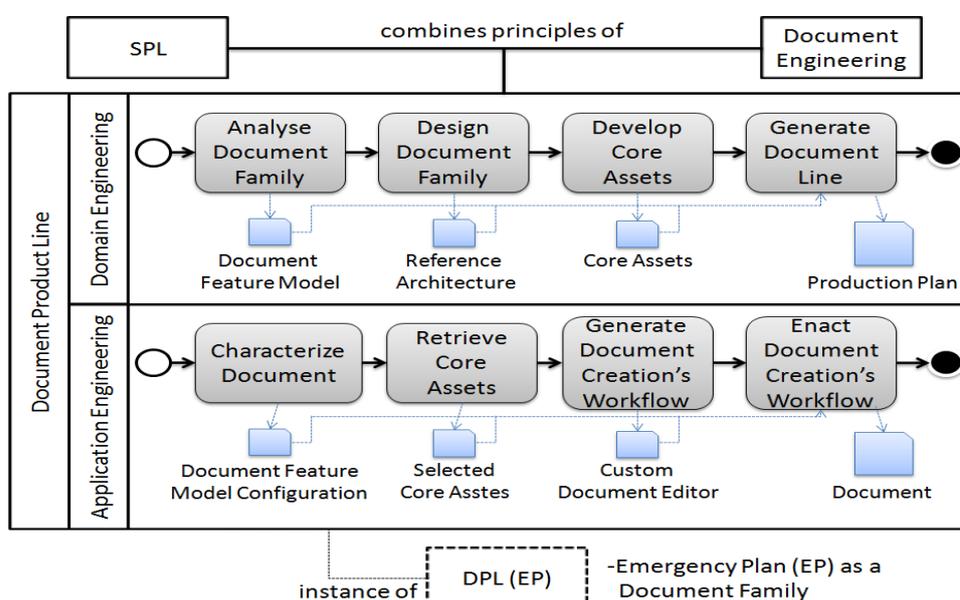


Figura 2-4 – Linha de Produto de Documentos para Planos de Emergência - Penadés e outros (2011)

Para melhor entendimento, explicamos a seguir os conceitos acima mencionados. O conceito de **linha de produtos** (ou família de produtos) foi inicialmente concebida na indústria automobilística, pois carros compartilham da mesma plataforma e tem características similares. A adoção de linha de produtos tem as vantagens de: resolver problemas de falta de recursos e conseguir melhorias na produtividade e na qualidade; permitir redução de custos com pessoal ou com o desenvolvimento (SEI, 2012).

Uma **Linha de Produto de Software** (LPS) é definida como:

“um conjunto de sistemas de software compartilhando um conjunto comum de características que satisfazem necessidades específicas de um segmento de mercado particular ou missão e que são desenvolvidos de um conjunto comum de ativos principais em uma forma prescrita” (CLEMENTS & NORTHROP, 2002).

Desta maneira, a **Engenharia de Linha de Produto de Software (ELPS)** é dedicada ao desenvolvimento de softwares usando plataformas (qualquer base de tecnologias sobre a qual outras tecnologias ou processos são construídos) e customização em escala (produção em larga escala de componentes adaptados de acordo com as necessidades individuais do usuário) (SEI, 2012).

As principais diferenças da engenharia da linha de produto de software - ELPS em comparação com o desenvolvimento de software único são:

- a) **Necessidade de dois processos distintos de desenvolvimento** – a engenharia de domínio (Domain Engineering) e a engenharia de aplicação (Application Engineering). O objetivo do processo Engenharia de Domínio é definir e implementar partes comuns e variáveis da LPS. O objetivo do processo de Engenharia de Aplicação é construir aplicações específicas reusando artefatos do domínio e explorando a variabilidade do SPL.
- b) **Necessidade de definir explicitamente e gerenciar variabilidade** - Durante a engenharia de domínio, a variabilidade é introduzida em todos os artefatos (requisitos, arquitetura, componentes, casos de teste, etc.) e é explorada durante a engenharia de aplicação para obter as aplicações adaptadas para as necessidades específicas dos diferentes usuários (POHL, *et al.*, 2005). A ELPS implica na documentação da variabilidade destes diferentes tipos de artefatos de requisitos em um modelo de variabilidade separado.

Outra interpretação interessante dos processos acima é a separação da engenharia de software em **engenharia para reuso** (Engenharia de Domínio) e **engenharia com reuso** (Engenharia de Aplicação). A Engenharia de domínio move o foco do reuso do código para o reuso dos modelos de análise e projeto. Também nos fornece uma terminologia útil para falar sobre engenharia de software baseada em reuso (CZARNECKI & EISENECKER, 2000).

No processo Engenharia de Domínio se obtém o modelo de variabilidade e a especificação de requisitos comuns e variáveis para as aplicações previstas da linha de produto. As fontes de variabilidade são de difícil identificação em domínios de alta variabilidade. **Características** (*features*) são interpretação de requisitos, a variabilidade é transportado destes requisitos, isto é, a variabilidade é obtida quando as características comuns e variáveis das aplicações da LPS são identificadas. Características são aspectos relevantes ou uma qualidade do domínio visíveis por usuários. Característica, como definido por Kang e outros (1990), é um aspecto, atributo, qualidade ou propriedade relevante visível ao usuário de um sistema de software. Uma característica pode ser qualquer aspecto funcional ou não funcional nos requisitos, de arquitetura, de componente ou de plataforma (CZARNECKI, *et al.*, 2005). Características definem tanto aspectos comuns do domínio como as diferenças entre os sistemas relacionados no domínio e podem ser classificadas como mandatórias, opcionais ou alternativas (KANG, *et al.*, 1990).

Entre as abordagens existentes de métodos de modelagem de variabilidade, a modelagem de características tem ganhado mais importância. Um **modelo de características** (*feature model - FM*) fornece uma visão geral sobre os requisitos, e modela a variabilidade de uma linha de produto (RIEBISCH, 2003).

A maioria das abordagens de FM tem usado como origem o trabalho de Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) de Kang e outros (1990). Este método é adequadamente aplicado à modelagem de domínio em linhas de produtos de software – SPL para modelar requisitos variáveis e similares dos produtos. O modelo de características consiste de um diagrama de características com informações como: descrições das características, regras de dependência e restrições, prioridades, tempos, etc. Nele, as características ficam organizadas em uma estrutura hierárquica em forma de árvore, onde descreve características-pai e características-filho e o respectivo relacionamento entre eles. A característica-raiz representa o conceito sendo descrito. Os relacionamentos são relacionamentos *consist-of* denotando, por exemplo, que a descrição de uma transmissão de um carro consiste das descrições das transmissões manual e automática.

Como visto, no processo de identificação de características existem três **tipos de características**:

- Característica mandatória, na qual cada aplicação do domínio deve ter;
- Característica alternativa, da qual uma aplicação pode possuir somente uma por vez;
- Característica opcional, a qual uma aplicação pode ou não pode ter.

E existem três **tipos de relacionamentos** representados no diagrama de características:

- composto-de - é usado se existe um relacionamento parte-todo entre uma característica e sua sub-característica;
- generalização / especialização - nos casos onde características são generalização de sub-características, elas estão organizadas usando relacionamentos de generalização / especialização;
- implementado-por - é usado quando uma característica é necessária para implementar outra característica.

Dependência entre características é representada usando as seguintes **regras de composição**:

- Regras **requires**: capturam implicações entre características;
- Regras **mutually-exclusive-with**: estas regras modelam restrições em combinações de características. Em geral, esta regra mutually-exclusive-with nos permite excluir combinações de características onde cada característica pode ser colocada em diferentes localizações na hierarquia de características.

As Regras de composição suplementam o modelo de características com relacionamentos de dependência mútua e de exclusão mútua que são usados para restringir a seleção de características entre as características opcionais e alternativas. É possível especificar quais características devem ser selecionadas juntas com o designado e quais não devem (HUNG, *et al.*, 2004).

LPD fornece um guia metodológico para modelar as características comuns e as variáveis em uma família de documentos como um conjunto de características. Das características selecionadas para um documento específico, um editor de documento customizado é gerado (re)usando componentes seguindo uma abordagem de linha de produto. O editor atuará como um assistente que guiará os usuários a criar e adicionar conteúdo a documentos (GÓMEZ, *et al.*, 2012).

O ponto-chave em que se apoia o LPD está na definição de um modelo de variabilidade (os assim chamados modelos de características) que descreve como os documentos podem variar e na existência de uma coleção organizada de componentes de documentos (*core assets*). Os componentes dos documentos são pedaços do conteúdo que podem ser combinados para produzir o documento final, de acordo com o modelo de variabilidade (GÓMEZ, *et al.*, 2012).

Como LPD está baseado em LPS, também é composto de dois processos, denominados Engenharia de Domínio (*Domain Engineering*) e Engenharia de Aplicação (*Application Engineering*), como mostrado na Figura 2-5.

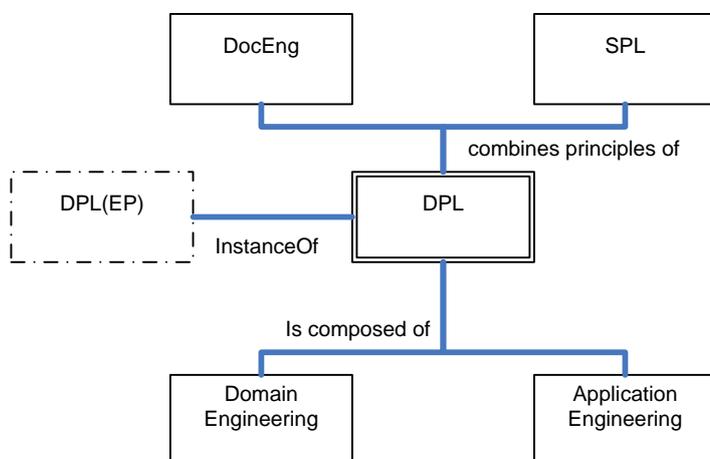


Figura 2-5 - Estrutura de conceitos envolvidos em LPD

O processo de Engenharia de Domínio para documentos visa:

- obter uma descrição da família de documentos em termos das características do conteúdo e da tecnologia;
- identificar os componentes essenciais (*core assets*), que são as unidades básicas de conhecimento (*InfoElements*) requeridas para o

desenvolvimento dos documentos e o suporte tecnológico requerido para editar e decretar seu conhecimento (*Disseminators*);

- definir um plano de produção que descreva o processo que guie o desenvolvimento das diferentes famílias de documentos dos componentes essenciais.

O processo de Engenharia de Aplicação apoia a implementação dos editores customizados de acordo com os planos de produção (PENADÉS, *et al.*, 2011).

O documento é definido por dois componentes: conteúdo e apresentação. O conteúdo inclui um modelo que define a estrutura lógica do documento, mais os componentes que instanciam o modelo. A apresentação inclui o 'layout' que define onde cada elemento do conteúdo pode ser colocado e como o elemento aparecerá no documento (impresso, aplicação *Windows*, aplicação *Web* ou aplicação multimídia).

Como vimos, a preparação do conteúdo de planos de emergência enfrenta vários desafios devido ao ambiente de emergência ser tão dinâmico envolvendo muitas variáveis, de modo que o plano deve ser flexível o suficiente (Boin e Hart, 2010). Para superar estes desafios, Pénades e outros (2011) propuseram a abordagem metodológica chamada de Linha de Produto de Documento para Planos de Emergência (*Document Product Line for Emergency Plans - LPD (PE)*), que orienta a geração de planos de emergência com base em modelos de variabilidade através de modelagem de características. Este método é uma instanciação da arquitetura do LPD para o domínio de desenvolvimento de Planos de Emergência - PE. Seu principal objetivo é fornecer um guia metodológico e uma ferramenta de apoio para o desenvolvimento de Planos de Emergência. O método se apoia nos seguintes pontos:

- no uso de modelos de características para descrever a variabilidade no conteúdo do Plano de Emergência e na representação dos componentes do plano;
- na filosofia de plano único do processo de desenvolvimento que produz editores de planos customizados;
- na natureza da linha de produto que reforça o reuso dos elementos de informação, fazendo o desenvolvimento do plano mais conveniente (PENADÉS, *et al.*, 2011).

## 2.5 Considerações Gerais

Inicialmente, apresentamos neste capítulo os conceitos fundamentais do domínio de emergências voltados para o objetivo do trabalho aqui proposto. Em seguida, apresentamos o processo de planejamento de emergências, no qual é definido o nosso cenário, explorando suas regras gerais, objetivo, ciclo e níveis do planejamento e mostramos também as vantagens de tratar este processo.

Como principal produto do planejamento de emergências, os Planos de Emergência são apresentados em detalhes, os padrões e legislação envolvidos; a integração entre eles; caracterização e composição; em específico, a estrutura do Plano de Autoproteção, seu conteúdo mínimo e uma lista de requisitos.

Com o objetivo de desenvolver Planos de Emergência em grande quantidade, é necessário um método, um processo automático e ferramentas que apoiem este desenvolvimento. Abordamos então, a Linha de Produto de Documentos - LPD e a Linha de Produto de Documentos para Planos de Emergência – LPD(PE), métodos voltados para geração de famílias de documentos de conteúdo variável. Estes métodos utilizam a modelagem de características para organizar informações sobre um domínio. Um modelo de características fornece uma visão geral sobre os requisitos, e modela a variabilidade de uma linha de produto e no nosso caso, o produto é um documento.

Embora LPD (PE) suporte variabilidade através de modelagem de características, ainda tem questões abertas sobre a seleção e classificação adequada das características. Estas são tarefas propensas a erro, uma vez que dependem do conhecimento tácito e requerem um processo de formalização mais refinado e consistente (JOHANSEN, *et al.*, 2010; CZARNECKI, *et al.*, 2006). Para superar essas deficiências do método LPD, propomos o uso de ontologias bem fundamentadas para a geração de modelagem de características. Como exemplificação, utilizaremos uma ontologia de emergência no processo de LPD(PE). Desta maneira, o próximo capítulo trata de outro conceito primordial para a criação desta proposta: as ontologias de fundamentação.

### 3 Ontologias

---

Para nos comunicarmos, temos que conhecer a mesma linguagem e as mesmas regras da linguagem. Quando falamos, para que haja um entendimento, existe uma interpretação de categorias e símbolos em termos de uma conceituação de um modelo mental que compartilhamos sobre esta realidade (GUIZZARDI, 2011).

Para que as máquinas façam a comunicação numa forma compreensível do conteúdo que elas estejam trocando, temos que construir um modelo de uma determinada porção da realidade para interpretar o conteúdo da linguagem.

Ontologia é uma representação formal de um modelo de uma determinada porção da realidade, sendo de extremo valor para construção de modelos formais que são usados na computação para aplicações inteligentes, em que máquinas possam raciocinar (GUIZZARDI, 2011).

Na Ciência da Informação, ontologia é “um artefato terminológico que permite organizar um domínio de conhecimento com termos, relações entre esses termos e suas definições, permitindo modelar este domínio” (CAMPOS, et al., 2009).

“Uma ontologia pode ter uma variedade de formas, mas necessariamente inclui um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado. Isto inclui definições e uma indicação de como conceitos são inter-relacionados, os quais impõem coletivamente uma estrutura sobre o domínio e restringe as possíveis interpretações do termo.” (USCHOLD & JASPER, 1999).

Em Modelagem Conceitual e áreas relacionadas, o termo “ontologia” tem sido usado de acordo com sua definição em Filosofia, isto é, como um sistema de categorias formais independente de domínio e filosoficamente bem fundamentado, que pode ser usado para enunciar modelos da realidade específicos de domínio. Em contraste, nas demais áreas mencionadas, geralmente o termo ontologia é usado como: (i) um artefato concreto de engenharia projetado para um propósito específico sem dar muita atenção para questões de fundamentação, (ii) uma representação de um domínio particular expressa em alguma linguagem de representação de conhecimento

(p.ex., RDF, OWL, F-Logic) ou de modelagem conceitual (p.ex., UML, EER) (GUIZZARDI, *et al.*, 2008).

Mesmo sem um consenso sobre sua definição, neste trabalho, utilizaremos o conceito de ontologia de acordo com sua definição em Filosofia (GUIZZARDI, *et al.*, 2008).

Ontologias são utilizadas para diferentes propósitos e em diferentes domínios, como aplicações baseadas em conhecimento processamento de linguagem natural (GUIZZARDI, 2005); interoperabilidade semântica (GONÇALVES, *et al.*, 2007); padronização de um vocabulário compartilhado para uma comunidade (FALBO & NARDI, 2008). Como exemplo de utilização de ontologias em diferentes domínios, segue os trabalhos no domínio da lito estratigrafia (SILVA, 2012), no domínio de eletrocardiograma (GONÇALVES, *et al.*, 2007) e no domínio de riscos de software (FALBO, 2010). O uso de uma ontologia tem um número de vantagens (TROCHIDIS, *et al.*, 2007), tais como:

- podem resolver problemas de interoperabilidade. Na verdade, a padronização de ontologias fornece um quadro comum de referência para aplicações transversais às organizações;
- através da definição de seus conceitos, relacionamento entre eles e criação de regras, torna-se possível realizar inferências;
- o processo de modelar um domínio usando ontologias ajuda a identificar e a compreender os elementos relevantes em um domínio específico e o relacionamento entre eles;
- o uso de modelos formalizados (ontologias) ajuda gerentes a se comunicarem mais facilmente e a compartilharem seu entendimento do domínio com outros envolvidos;
- permite criar um repositório de conhecimento onde todo o conhecimento tácito e implícito é modelado em uma forma explícita e reusável.

Uma ontologia de domínio é considerada bem-fundamentada se está baseada em uma ontologia fundacional. Isto significa que as primitivas ontológicas utilizadas na elaboração da ontologia de domínio são bem-fundamentadas e assim são consideradas adequadas para capturar e formalizar apropriadamente alguma fração de conceitos utilizados por uma comunidade para se comunicar sobre um domínio de interesse. Como um tipo especial de modelo conceptual, que se destina a ser usado por humanos para fins de compreensão e comunicação.

Vale ressaltar que existem diferentes abordagens que definem os procedimentos para a construção de ontologias. As principais abordagens podem ser conferidas no Apêndice I - Construção de ontologias.

Este capítulo traz um suporte teórico sobre ontologias na seção 3.1; apresenta na seção 3.2, o detalhamento da ontologia UFO, descrevendo os elementos que deram a estrutura semântica aos elementos e que são utilizados na ontologia OntoEmerge; na seção 3.3 é discutido sobre ontologias e modelos de características e na seção 3.4 apresentamos glossários e ontologias no domínio de emergências, como anteriormente apresentado em Boscá e outros (2010).

### **3.1 Tipos de Ontologias**

As ontologias podem ser classificadas quanto seu nível de profundidade como leve ('Lightweight') ou pesadas ('Heavyweight'). As ontologias leves incluem conceitos, taxonomias que os organizem, seus relacionamentos e propriedades que os descrevem. As ontologias pesadas modelam o domínio de uma maneira mais profunda, fornecendo mais restrições sobre a semântica do domínio, adicionam axiomas e restrições (USCHOLD & GRUNINGER, 1996).

Guarino (1997) propôs uma classificação das ontologias de acordo com o seu nível de dependência de uma tarefa ou ponto de vista particular, distinguindo-as em ontologias de:

- i. Fundamentação ou Alto Nível, que descrevem os conceitos mais gerais, independentes de domínio;

- ii. Domínio e Tarefa, que descrevem, respectivamente, o vocabulário relacionado a um domínio genérico ou uma tarefa genérica, especializando os termos introduzidos na ontologia de alto nível;
- iii. Aplicação, que descreve conceitos que frequentemente correspondem a papéis desempenhados por entidades do domínio enquanto executam certas atividades, sendo dependentes das ontologias de domínio e tarefa.

No nível mais geral de abstração, a preocupação é com as categorias que se aplicam às diversas áreas de conhecimento. Essas ontologias de alto nível (GUIZZARDI, *et al.*, 2008) têm como uma das suas principais funções estabelecer um consenso, melhorar a qualidade de linguagens de modelagem e modelos conceituais (GUIZZARDI, 2005), além de apoiar a interoperabilidade semântica de larga escala entre um grande número de ontologias que são delas derivadas. Várias iniciativas trabalharam na busca dessas categorias mais gerais, o que resultou em diversas propostas de ontologias de fundamentação, como DOLCE<sup>6</sup> (BOTTAZZI & FERRARIO, 2006), GFO<sup>7</sup> (HERRE & HELLER, 2006), SUMO<sup>8</sup>(NILES & PEASE, 2001) e UFO<sup>9</sup> (GUIZZARDI, 2005).

A partir das ontologias de fundamentação pesquisadas, a UFO foi selecionada por possuir categorias ontológicas que se adequam aos conceitos mais gerais da área de emergência. Na próxima seção (3.2), maiores detalhes sobre esta ontologia serão dados.

### 3.2 O uso da Ontologia UFO como base

A Unified Foundational Ontology (UFO) foi dividida em três camadas, para refletir uma certa estratificação do mundo. As três camadas são: a UFO-A que define o *core* da UFO denominada a ontologia de *endurants*; a UFO-B que define, como

---

<sup>6</sup> DOLCE-Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering

<sup>7</sup> GFO- General Formal Ontology

<sup>8</sup> SUMO-Suggested Upper Merged Ontology

<sup>9</sup> UFO- Unified Foundational Ontology

incremento à UFO-A, termos relacionados à *perdurants*; UFO-C que define, como incremento à UFO-B, termos relacionados a coisas sociais e intencionais. Esta divisão em diferentes camadas facilita o desenvolvimento da UFO e a adoção da UFO em modelagem de negócio e na engenharia de ontologia.

Guizzardi e outros (2008) apresenta a versão das ontologias UFO-B e UFO-C e em Guizzardi e Wagner (2010) apresenta a *Essential Unified Foundational Ontology* (eUFO), a versão simplificada da UFO. Também introduz a camada base da UFO, a chamada UFO-0, que mostramos na Figura 3-1. Os conceitos apresentados nesta seção são provenientes de Guizzardi (2005), Guizzardi e outros (2008) e Guizzardi e Wagner (2010).

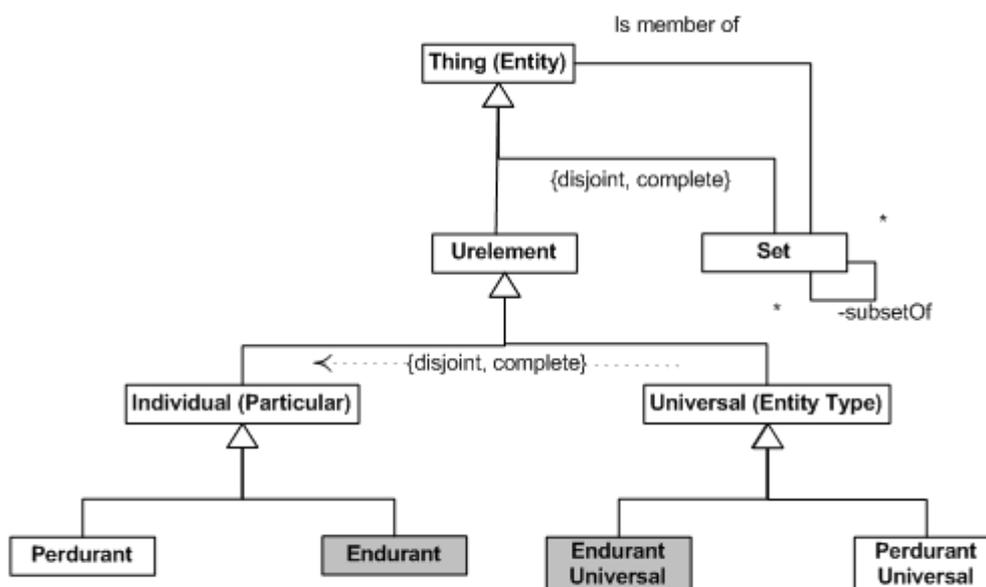


Figura 3-1 – Fragmento da UFO0 - Camada base da UFO – baseado em Guizzardi e Wagner (2010)

A primeira distinção entre categorias feita na UFO é entre *urelements* and *sets*. *Urelements* são entidades que não são conjuntos. Qualquer coisa pode ser um membro de um *set* (conjunto). O conjunto vazio é o conjunto sem nenhum membro e é um subconjunto de todos os conjuntos. O conjunto vazio é um *pure set* (conjunto puro).

*Urelements* são classificados em duas categorias: *individuals* (indivíduos), também chamados de *particulars* (particulares) e *universals* (universais) também chamados de *type* (tipo). Um *urelement* é um indivíduo ou um universal, mas não ambos.

*Individuals* são entidades que existem no espaço e tempo no mundo real e tem identidade única, enquanto *universals* são classificadores baseados em características, que podem ser instanciados em um número de diferentes *individuals*. Um exemplo de *individual* é a Terra; um exemplo de um *universal* é a entidade tipo Planeta.

Existe a distinção na categoria de indivíduos entre entidades *perdurants*, também chamado de *events* (evento) e *endurants*, também chamado de *substance* (substância). A distinção entre *endurants* e *perdurants* pode ser entendida em termos de seu comportamento no tempo. *Endurants* são ditos estar inteiramente presentes sempre, no tempo. Exemplos de *endurants* são uma casa, uma pessoa. *Perdurants* são indivíduos compostos de partes temporais, eles se constroem ao longo do tempo, no sentido que eles se estendem no tempo acumulando partes temporais. Exemplos de *perdurants* são: uma corrida, uma conversa, um jogo de futebol, um processo de negócio. Sempre que um *perdurant* está presente, não podemos afirmar que todas as suas partes temporais estão presentes.

A ontologia de *endurants* que formam a camada A da UFO, está representada na Figura 3-2 e é apresentada na seção 3.2.1. A ontologia de *perdurants* (eventos) que forma a camada B da UFO, está discutida na seção 3.2.2 e a UFO-C, uma ontologia de entidades sociais, fundamentada na UFO-A e na UFO-B, está definida na seção 3.2.3.

Optamos neste capítulo em manter algum dos termos dos conceitos da UFO em inglês por não conter uma tradução aceitável e com igual expressividade em português.

### **3.2.1 Camada UFO-A – Ontologia de Endurants**

#### a) Conceitos comuns a Individuals e Universals sobre Endurants

Na categoria de *endurants* é feita a distinção entre *substancials* (substanciais) e *moments* pela condição de *existential dependency* (dependência existencial). Um

*substantial* é um *endurant* que não depende existencialmente de outro *endurant* que corresponde a que nos referimos por consenso pelo termo *object* (objeto) – *substance individual*. Em contraste *substantials*, temos os *moments* (também conhecidos por propriedades particularizadas e propriedades objetivadas, *trope individuals*). *Moments* são existencialmente entidades dependentes, isto é, para um *moment* existir, outro *individual* deve existir. Exemplos de *substantials* incluem uma pessoa ou um planeta e exemplo de *moments* inclui um casamento, uma cor ou uma dor de cabeça. Estes conceitos estão representados na Figura 3-2.

Dependência existencial pode ser usada também para diferenciar *intrinsic moment* e *relational moment*. *Intrinsic moments* são dependentes de um único indivíduo (por exemplo, cor, uma dor de cabeça, temperatura); *relational moments* (também chamado de *relator*) dependem de mais de um indivíduo (por exemplo, um emprego, um tratamento médico, um casamento, Maria é aluna da Universidade ou número 7 é menor que 8).

*Situations* (situações) são entidades complexas constituídas possivelmente por vários objetos (incluindo outras situações), sendo tratadas aqui como sinônimo para *state of affairs* (estado de coisas), ou seja, uma porção da realidade que pode ser compreendida como um todo (GUIZZARDI, FALBO & GUIZZARDI, 2008a).

#### b) Conceitos próprios dos Individuals

Quando se trata de individuals, podemos classificar os *substantials* como *amount of matter* ou como *objects*, conforme mostrado na Figura 3-2. A distinção é feita baseado se os membros dessas categorias satisfazem a condição de unidade. *Amount of matter* são *individuals* com princípios de identidade, mas com princípios de contagem indeterminado. (GUIZZARDI, 2005).

*Object* é um *substance individual* que satisfaz uma condição de unidade e para o qual certas partes podem mudar sem afetar sua identidade. Exemplos: uma casa ou uma pessoa (GUIZZARDI & WAGNER, 2005).

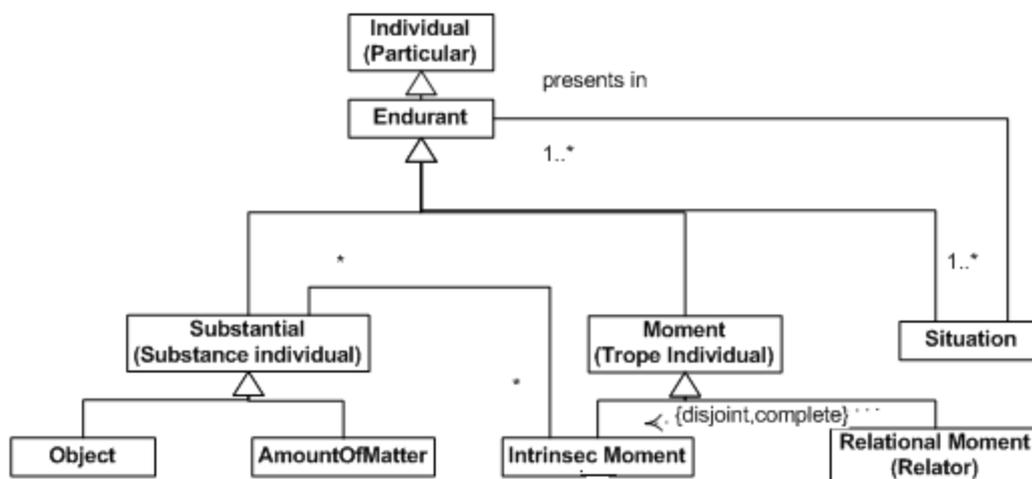


Figura 3-2 - Fragmento da UFO-A: individuals baseado em Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008a).

### c) Conceitos próprios dos Universals

O núcleo da UFO-A está baseada nos pares de categorias *substantial-substantial universal* e *moment-moment universal*. (GUIZZARDI, 2005).

Devemos entender aqui que, *universals* são categorias que agrupam *individuals*, ou seja, os universais do tipo *substantial* são aqueles que agrupam os indivíduos do tipo *substantial*, e, da mesma forma, os universais do tipo *moment* agrupam os indivíduos do tipo *moment*. Os universais estão representados na Figura 3-3.

*Substantial universal* é especializado em *sortal* e *mixin (non-sortal)*. Os universais do tipo *sortal* agregam indivíduos com o mesmo princípio de identidade, enquanto universais do tipo *mixin* agregam indivíduos com princípios de identidade diferentes, é usado para denotar uma combinação (conjunção ou disjunção) das propriedades rígida e não-rígidas que são assumidas por pelo menos um *sortal*.

*Sortals* carregam um princípio de identidade, persistência e individuação (o que distingue um indivíduo do outro) para suas instâncias.

Os universais do tipo *sortal* podem ainda ser classificados como *rígido sortal* (rígido *sortal*) ou *anti rígido sortal* (anti-rígido *sortal*). Universais do tipo *rígido sortal* são conceitos rígidos como Pessoa e Empresa, cujos indivíduos devem instanciá-los enquanto existirem, por exemplo, João é necessariamente instância de Pessoa enquanto existir.

*Antirigid* quando suas propriedades não se aplicam necessariamente a todas as suas instâncias. Por exemplo: Menino e homem adulto, o indivíduo Mick Jagger, cantor dos Rolling Stones com 62 anos e no passado quando era o garoto Mike Philip que morava em Kent na Inglaterra (GUIZZARDI & WAGNER, 2005).

*Non-rigidity* (não-rigidez) é a negação lógica simples de *rigidy*, isto é, um universal é *non-rigid* se não necessariamente se aplica a pelo menos uma de suas instâncias. Um exemplo de um universal *non-rigid* é Sentável. Suponha que as instâncias para Sentável incluem uma cadeira e um caixote. Neste caso, embora a cadeira instancie necessariamente Sentável, não acontece o mesmo para caixote. Um caixote pode deixar de ser estável o suficiente que não permita mais o assento, mas continuará a ser o mesmo caixote.

Os universais do tipo *rigid sortal* são ainda classificados como *ultimate sortal* quando proveem o princípio de identidade aos seus indivíduos.

Um dos tipos de *substantial universal* é um *substance sortal* ou um *kind*. Dentro da categoria de *kind*, podemos fazer mais três distinções baseadas nas categorias ontológicas de suas instâncias. Estas distinções são: *quantity kind*, *collective kind* and *functional complex kind*. *Functional complex kinds* são as mais comuns, por isto serão só referidas como *kind*.

Um *kind* é um *substance sortal* cujas instâncias são funcionais complexos. Exemplos incluem: pessoa, carro ou cadeira. Uma *quantity* é um *substance sortal* cujas instâncias são quantidades, cujos nomes são associados à massa, tais como, farinha, água, terra. Um *collective* também um *substance sortal* cujas instâncias são coletivos. Exemplo inclui: um time de futebol, uma classe de alunos.

Um *subkind* é um rígido, relacionalmente independente, restrição de um *substance sortal* que carrega o princípio de identidade fornecido por ele. Um exemplo seria o *subkind* Masculino do *kind* Pessoa.

Um *phase* representa um universal anti-rígido relacionalmente independente definido como parte de uma partição de um *substance sortal*. Por exemplo, a partição (lagarta, borboleta) do *kind* Lepdopterum. Constitui possíveis estágios na história de um *substance sortal*.

Um *role* representa um *sortal* relacionalmente dependente anti-rígido. Por exemplo, o *role* estudante é desempenhado por uma instância do *kind* pessoa.

Uma *category* representa um *mixin* relacionalmente independente e rígido, isto é, um *universal* dispersivo que agrega propriedades que são comuns a diferentes *substance sortals*. Por exemplo, a categoria Entidade Racional como uma generalização de Pessoa e Agente Inteligente.

Um *roleMixin* representa um anti-rígido *nonsortal* externamente dependente e, que agrega propriedades as quais são comuns a diferentes *roles*.

Um *mixin* representa propriedades que são essenciais para algumas de suas instâncias e acidentais para outras (semi-rigidez). Um exemplo é o *mixin* sentável, que representa uma propriedade que pode ser considerada essencial para os *kinds* cadeira e banco, mas acidentais para caixote ou caixa de livros (possíveis lugares sentáveis).

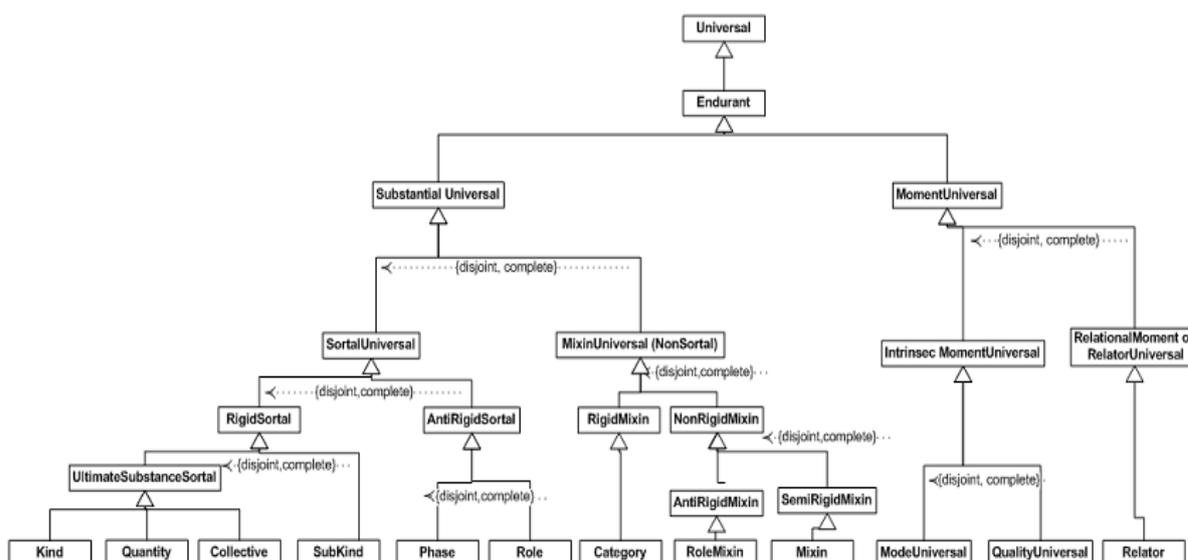


Figura 3-3 - Fragmento da UFO-A - Universals baseado em Guizzardi (2005)

### 3.2.2 Camada UFO-B – Ontologia de Perdurants

*Endurant* não possui partes temporais e persiste ao longo do tempo mantendo sua identidade. *Perdurants*, ao contrário, são indivíduos compostos de partes temporais e eles “acontecem no tempo”, no sentido que se estendem no tempo acumulando partes temporais. Sempre que um *perdurant* estiver presente não é

necessário que todas as suas partes temporais estejam presentes. Os exemplos de *perdurants* são: uma corrida, uma conversa, um jogo de futebol e um processo de negócio.

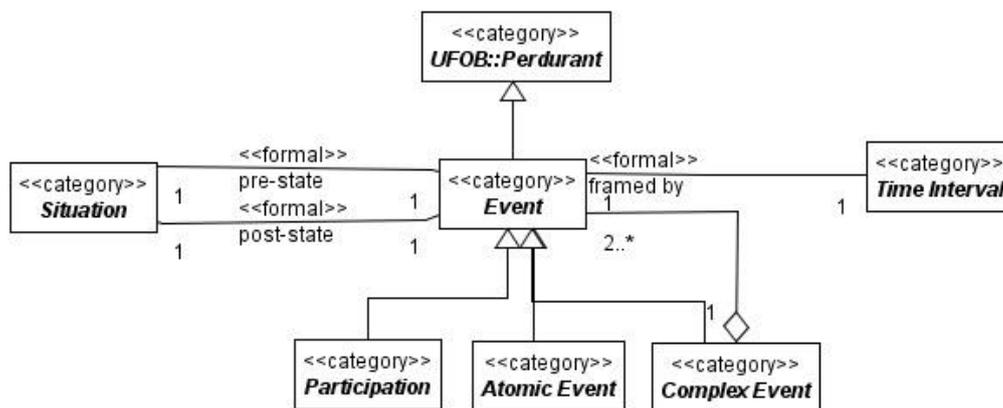


Figura 3-4 - Fragmento da UFO-B (GUIZZARDI, FALBO, & GUIZZARDI, 2008a)

A categoria principal dessa ontologia é o *event* (*perdurant, occurrent*), como mostrado na Figura 3-4. Os eventos podem ser atômicos ou complexos, dependendo de sua estrutura, isto é, enquanto os eventos atômicos não podem ser subdivididos em outros eventos, os eventos complexos são agregações de pelo menos dois eventos (que podem ser atômicos ou complexos). Os eventos são possíveis transformações de uma parcela da realidade para outra parcela, isto é, podem mudar a realidade mudando as características de uma situação (pré-estado) para outra situação (pós-estado). Os eventos são entidades ontologicamente dependentes, no sentido que dependem existencialmente de seus participantes para existir. Suponha, por exemplo, o evento: “João tenta apagar incêndio no seu carro com o extintor”. Nesse evento, há a participação de João, do carro e do extintor usado no ataque ao incêndio. Neste caso, o evento é composto da participação individual de cada uma dessas entidades. Cada uma dessas participações é por si própria um evento, que pode ser atômico ou complexo, mas existencialmente dependente de um indivíduo (GUIZZARDI, FALBO, & GUIZZARDI, 2008a).

### 3.2.3 Camada UFO-C – Ontologia de entidades sociais

A UFO-C - ontologia de entidades sociais, vem sendo construída sobre os conceitos da UFO-A e da UFO-B, para sistematizar conceitos sociais, tais como, ação, planos, objetivo, agente, intencionalidade e comprometimento e é apresentada na Figura 3-5. Podemos começar a descrevê-la por ação.

*Action* (ação) são eventos intencionais, isto é, eventos que instanciam um *action universal - plan* (ação universal ou plano) com o propósito específico de satisfazer o conteúdo proposicional de alguma *intention* (intenção). Exemplos de ação: um processo de negócio, um ato comunicativo. Assim como os eventos, ações podem ser *atomic actions* (ações atômicas) ou *complex actions* (ações complexas). Uma ação complexa é composta de duas ou mais *participations* (participações). Essas participações podem ser intencionais, (sendo elas próprias, ações) ou não intencionais. Nem toda participação de um agente é considerada uma ação, mas somente as participações intencionais, aqui denominadas *action contributions* (contribuições de ação). Apenas *agents* (agentes - entidades capazes de possuir modos intencionais) podem realizar ações.

*Agents* (agentes) podem ser *physical agents* (agentes físicos, p.ex., uma pessoa) ou *social agents* (agentes sociais, p.ex., uma organização, uma sociedade). *Inanimate substantials* (substanciais inanimados) também podem ser indivíduos físicos (p.ex., uma casa, um carro) ou sociais (p.ex., dinheiro e normas). Uma *normative description* (descrição normativa) é um tipo de substancial inanimado social que define uma ou mais regras/normas reconhecidas por, pelo menos, um agente social e que pode definir entidades sociais como universais (p.ex., tipos de comprometimentos sociais), e papéis sociais, tais como presidente, ou pedestre. Um *plan description* (descrição de plano) é um tipo especial de descrições normativas que descreve universal de ação complexa (planos complexos).

Agentes são substanciais que podem possuir tipos especiais de modos chamados de *intentional moments*. Intencionalidade deve ser entendida em um contexto mais amplo do que a noção de “alguma coisa que se intenciona”, mas como a capacidade de certas propriedades de certos indivíduos de se referir a possíveis situações na realidade. Todo *intentional moment* tem um tipo – p.ex., *belief* (crença),



agente B pode alcançá-lo. Se um agente não pode realizar um objetivo, isso pode significar que esse agente não possui a capacidade de alcançar esse objetivo ou ainda pode denotar que, para alcançar esse objetivo, o agente pode interferir e contradizer suas outras intenções. Dessa maneira, o agente A decide então delegar a realização do objetivo ao agente B. Uma delegação é, assim, associada a uma dependência. Entretanto, como uma relação material, uma relação de delegação pode significar mais do que ligar elementos. Nesse caso, os elementos conectados são dois agentes (*delegator* e *delegatee*) e um objetivo (*delegatum*), e a fundamentação dessa relação material é o social relator (isto é, o par de compromissos e reivindicações) estabelecido entre os dois agentes envolvidos nesta delegação (*delegation*). Ou seja, quando um agente A delega um objetivo G a um agente B, além do fato de A depender de B a respeito de G, B compromete-se a realizar G em nome do objetivo de A.

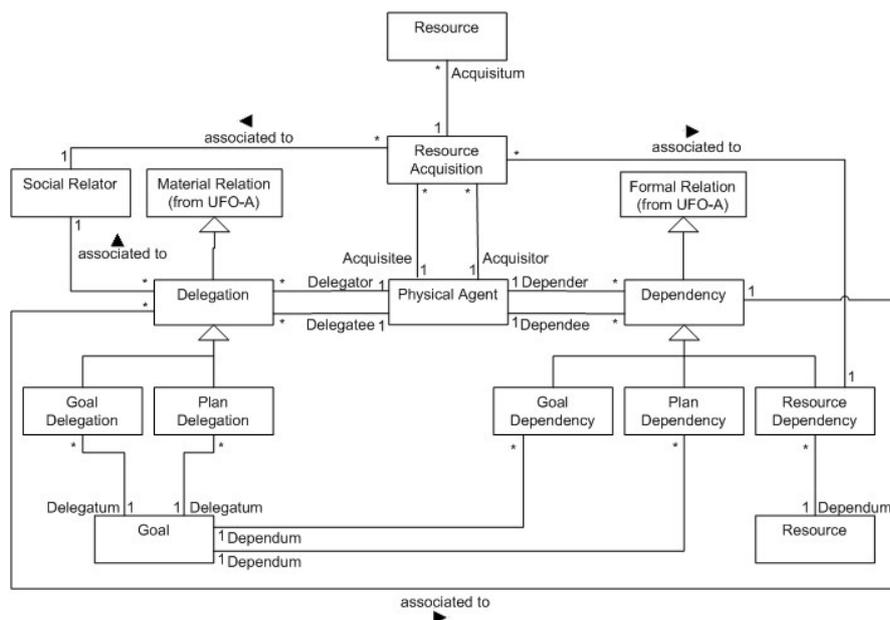


Figura 3-6- Fragmento da UFO-C que distingue Dependência, Delegação e Aquisição (GUIZZARDI & GUIZZARDI, 2007)

Uma delegação de um objetivo (*Goal Delegation*) define o que é chamado *open delegation* (delegação aberta), o que significa que a decisão a respeito da estratégia para a realização do objetivo cabe ao *dependee*. Uma delegação de um plano é chamada de *close delegation* (delegação fechada), que descreve uma estratégia

específica (isto é, definida pelo plano), que o *depender* deve adotar para a realização do objetivo delegado.

### 3.2.4 Higher Order Universal

Para apoiar a distinção entre tipos e individuais, usamos *Higher Order Universal (HOU)*, que é um universal cujas instâncias são também universais. O conceito de Higher Order Universals é similar a Powertypes in UML. Exemplo de higher-order universals é “Tipo de cão” (cujas instâncias podem ser “Pointers” e “Retrievers”, ambos Universais).

## 3.3 Ontologias e Modelo de Características

Vários autores reconhecem que modelo de características (*feature model*) tem grande deficiência semântica, necessitam ter os conceitos mais bem definidos e requerem verificação de consistência (JOHANSEN *et al.*, 2010, KAVIANI *et al.*, 2009, MATCHA *et al.*, 2009). O modelo de característica representa as características de um software e suas respectivas dependências, possuindo como elementos semânticos a própria dependência (em forma de nós filhos em uma árvore), o tipo de dependência (mandatória ou opcional), o tipo de seleção (‘ou’ ou ‘ou-exclusivo’) e restrições do tipo ‘requerido’ ou ‘excludente’, como vimos na seção 2.4.

Em Engenharia de Software, ontologia é uma técnica utilizada para modelagem de domínio e é uma ferramenta semanticamente poderosa. Tem surgido cada vez mais o interesse da comunidade SPL na integração de ontologias com modelos de características. Nesta direção, duas análises significativas foram feitas em Czarnecki e outros (2006) e Johansen e outros (2010).

Um modelo de característica fornece uma visão geral sobre os requisitos e modela a variabilidade de uma linha de produto. É utilizado para a derivação do produto desejado do cliente e fornece uma estrutura hierárquica de características de acordo com as decisões associadas a elas. Ocorreram diversas propostas de extensões ao modelo de características e algumas foram consolidadas no Feature Oriented Domain Analysis (FODA). Tais extensões (Figura 3-7) surgiram com o objetivo de

melhorar a semântica dos modelos de características, como: acrescentar atributos, clonagem, atributos de referência e modelagem de ontologia rica (*rich ontology modeling*) na forma de OWL ou de diagramas de classe UML (CZARNECKI, *et al.*, 2006).

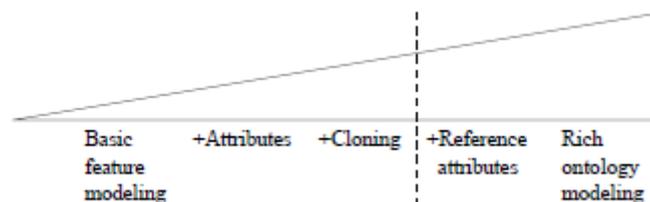


Figura 3-7- O aumento do poder descritivo da Modelagem de Características (CZARNECKI, *et al.*, 2006)

Os modelos de características podem ganhar mais consistência com o uso de ontologias obtendo informações relevantes sobre o domínio e desta forma, definindo a semântica das características e de seus relacionamentos e obtendo um vocabulário preciso do domínio (CZARNECKI, *et al.*, 2006).

O modelo de características baseado em ontologias obtém as vantagens (CZARNECKI, *et al.*, 2006) de:

- representação formal;
- possibilidade de validar o modelo através da ontologia de fundamentação;
- termos provenientes da ontologia trazem precisão e semântica do domínio;
- visão integrada em um meta-modelo do domínio.

### 3.3.1 Derivação do modelo de características

Baseado em Czarnecki e outros (2006) e Johansen e outros (2010) apresentamos abaixo possíveis regras básicas para mapeamento bidirecional entre modelos de características e ontologias.

#### 1. Separar em módulos

Em geral é recomendável separar o modelo em módulos mais fáceis de serem gerenciados, criando-se também uma estrutura hierárquica dos módulos identificados. É aplicada, então, a transformação de cada módulo em modelos de características. As

relações existentes entre módulos são muito reduzidas e tratadas adequadamente. Normalmente, é fácil identificar cada módulo pelo conceito que fará o papel de característica-raiz no modelo de característica correspondente.

2. Definir um modelo de característica para cada módulo identificado
3. Determinar a característica-raíz

O nó-raiz recebe o nome do conceito principal do módulo da Norma, ou se for módulo único, recebe o nome do conceito da Linha de Produto de Documento que se refere ao contexto declarado explicitamente e é visto como a característica mandatória de mais alto nível.

4. Definir a correspondência entre os elementos da ontologia com os elementos do modelo de características, conforme regras abaixo:

#### **Classe completa (não superclasses) <-> Característica**

Existem classes completas ou parciais. Classes parciais são as superclasses, são consideradas não completamente definidas. Classes completas são totalmente definidas. Classes completas e parciais podem ser mapeadas para características usando nomes iguais ou nomes especificados pelo usuário.

#### **Classes parciais (superclasses) <-> Grupo (And-, Xor- ou Or-groups)**

Uma superclasse e suas subclasses com um relacionamento de herança, a característica correspondente é considerada como grupo e, portanto segue as mesmas regras de relacionamento das características, conforme apresentado na seção 2.4. Grupos em modelos de características podem ser And-, Xor- ou Or-groups e estabelecem uma relação entre uma característica e suas sub-características. Uma característica com um filho-grupo pode dar nome ao grupo. Relacionamento entre uma característica pai e suas características filho (ou subcaracterísticas) são categorizadas como:

- Mandatório – característica filho é requerida
- Opcional – característica filho é opcional
- Ou – pelo menos uma das subcaracterísticas deve ser selecionada

- Alternativa (xor) – uma das subcaracterísticas deve ser selecionada

### **Restrições <-> Require e Exclude**

Além das relações parentais entre características, restrições através da árvore são permitidas. As mais comuns são:

- A requer B – A seleção de A em um documento implica a seleção de B.
- A exclui B – A e B não pode ser parte do mesmo documento

Neste ponto, o fato da ontologia de domínio ser criada utilizando uma ontologia de fundamentação enriquece as possíveis restrições que podem ser inferidas, mas que não são usualmente representadas em um modelo de características. A principal restrição é sobre os relacionamentos dos tipos primitivos definidos pela ontologia de fundamentação. Ou seja, certos comportamentos e características (e obviamente, as restrições inerentes a estes comportamentos e características) são advindos do tipo primitivo e suas heranças.

### **3.3.2 Relação entre ontologia e modelo de características**

A abordagem utilizada nos trabalhos de Kaviani e outros (2008), Matcha e outros (2009), Peng e outros (2006), Damasevicius e outros (2008) utilizam a ontologia para enriquecer o modelo de características e torná-lo mais consistente.

A interpretação que queremos utilizar neste trabalho é: primeiro, ter a ontologia de domínio abrangendo as similaridades e variabilidades de uma linha de produto, conforme apresentado por Mohan e Balasubramaniam (2003) e segundo, que o modelo de características seja uma visão sobre esta ontologia, conforme interpretação introduzida por Czarnecki e outros (2006).

Desta forma, utilizamos o conhecimento do domínio representado consistentemente em uma ontologia servindo de base para derivar regras mais ricas associadas a modelos de características.

No caso, o método usa o modelo de características para descrever o conteúdo na especificação da família de documentos. A ontologia representa os principais elementos associados ao domínio de planos de emergência (em nosso caso, já voltada

para planos de autoproteção). Suas associações e dependências (introduzidas na conceituação especialmente por conta do uso da ontologia de fundamentação) serão utilizadas, juntamente com a Norma associada a este tipo de plano, como referência para derivação do modelo de características.

### **3.4 Ontologias do Domínio de Emergências**

Para obter um panorama de definições associadas aos termos mais comuns na área de emergências, levantamos alguns glossários e esquemas terminológicos, procurando identificar seus usos e contextos, assim como eventuais conflitos e inconsistências, que estão condensados na Tabela 7-1- Glossários da Área de Emergência do Apêndice II.

Na Tabela 7-2- Ontologias de Emergência do Apêndice II está a relação das principais ontologias identificadas neste período, sobre o domínio de emergências. Fazemos também uma descrição resumida sobre o objetivo das mesmas.

Ressaltamos a seguir, o trabalho do Metamodelo de Crise de Truptil e outros (2009) que trouxe conceitos significativos para a construção da ontologia OntoEmerge.

Truptil e outros (2009) definem uma subárea chamada “sistema estudado” como a parte do mundo afetada pela crise. O sistema estudado é composto pelas categorias: bens, locais naturais, pessoas e sociedade civil. Todos estes elementos são componentes que podem ser considerados pela situação (Figura 3-8).

Bens são entidades feitas pelo homem (estradas, pontes, prédios, casas, etc.). Locais naturais são os elementos do sistema estudado que não são feitas pelo homem, tais como rios, florestas, etc. As pessoas dizem respeito a todos os grupos de pessoas que estão ameaçadas pela situação de crise (pessoas de uma cidade, o grupo de viajantes, empregados de uma empresa, etc.). A sociedade civil inclui entidades legais (mídia, intelectuais, etc), associações e organizações que atuam na área de crise.

O “sistema estudado” contém riscos e características. A característica é uma propriedade do mundo afetado pela crise e um ou vários riscos podem expor esta característica. Por exemplo, o Japão (Natural Site e SS Component) apresenta uma

característica de instabilidade sísmica, enquanto um terremoto é um risco associado a esta característica. A característica é exposta somente quando existe uma crise (*Characteristic is due to crises*).

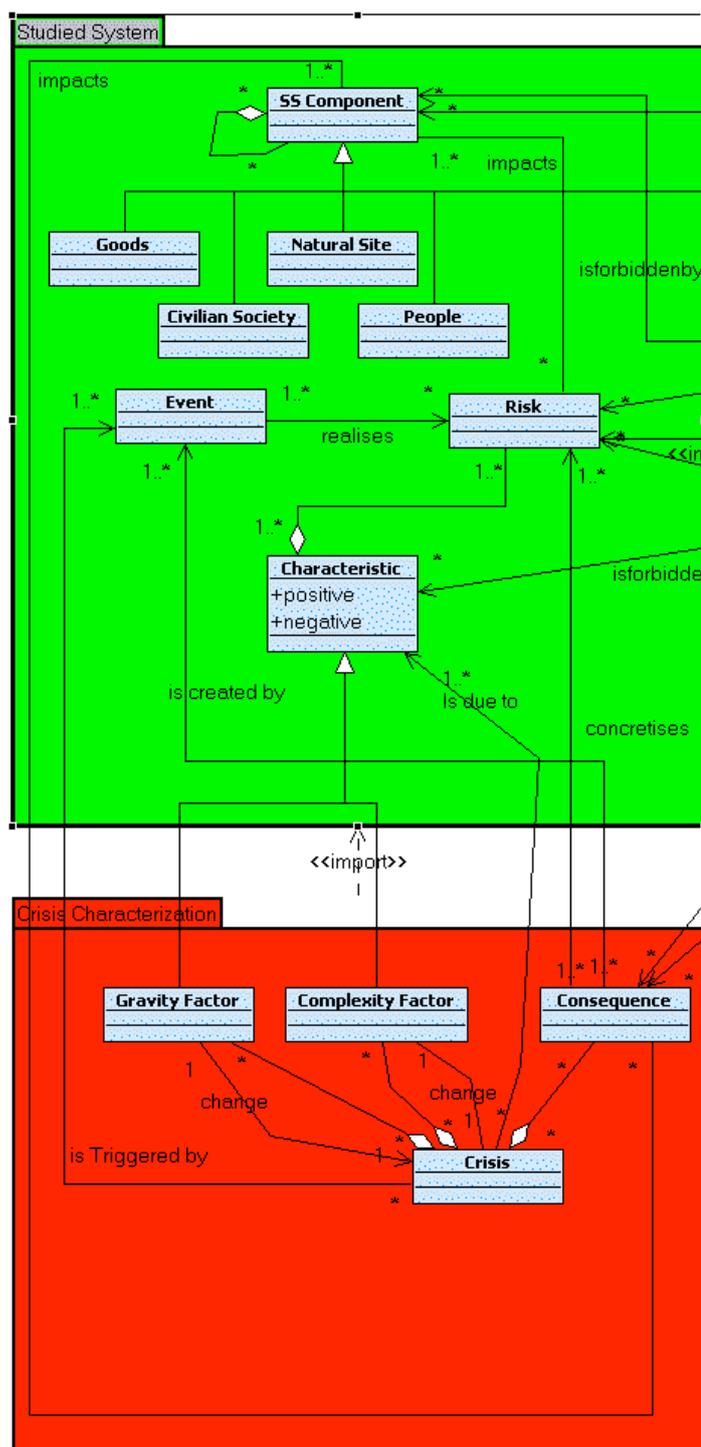


Figura 3-8 - Fragmento do Metamodelo de Crise (TRUPTIL *et al.*, 2009)



- Passo (*Step*) – um processo contém vários passos, que são uma especificação de uma sequência de ações para satisfazer alguns marcos no processo do Plano de Emergência.
- Regra (*Rule*) – um passo contém várias regras, que são compostas da condição e ação do processo do Plano de Emergências.

Apresentamos na Tabela 7-4- Ontologias de Risco no Apêndice II, a relação das principais ontologias identificadas neste período sobre riscos. O trabalho mais completo e significativo nesta área é o apresentado por Kollarits e Wergles (2006) que mostramos na Figura 3-10 - Fragmento do MONITOR – Ontologia de Risco (KOLLARITS & WERGLES, 2006). Esta ontologia está fundamentada na DOLCE.

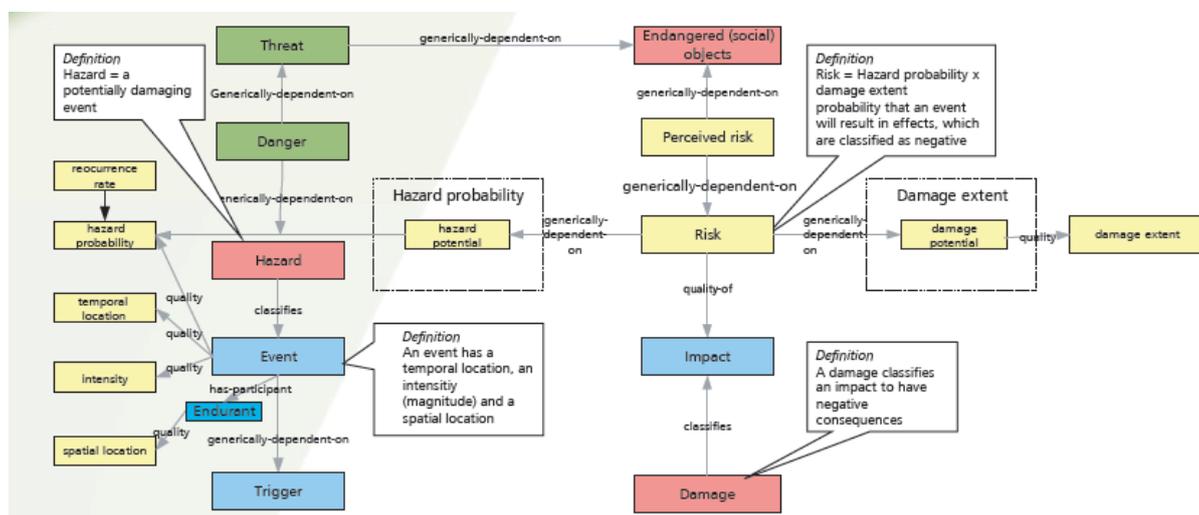


Figura 3-10 - Fragmento do MONITOR – Ontologia de Risco (KOLLARITS & WERGLES, 2006)

Outro trabalho interessante é a Ontologia de Riscos e Catástrofes proposta por Provitolo e outros (2009), cujo fragmento é apresentado na Figura 3-11 e apresenta como um sistema constituído de quatro subsistemas :

- a Estrutura (*Structure*) identifica os elementos referentes à análise de um sistema submetido ao evento;
- a Dinâmica (*Dynamique*) identifica os elementos que compõem um comportamento efetivo do evento;
- o Ator (*Acteur*) identifica as partes envolvidas do sistema;

- a Representação (*Représentation*) permite cada ator explicar suas categorias de análise dos elementos e dos eventos.

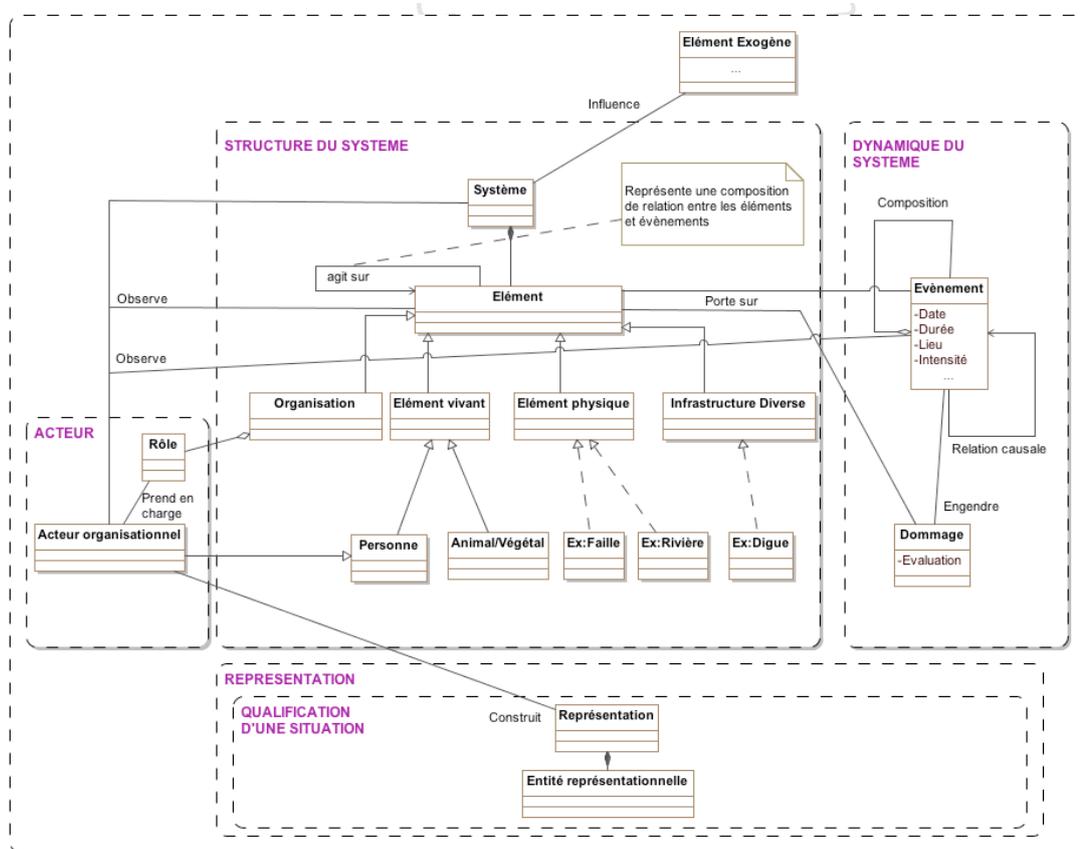


Figura 3-11– Fragmento da Ontologia de Riscos e Catástrofes

Sobre localização geo-espacial, temos acompanhado os trabalhos sendo desenvolvidos pelo W3C *Emergency Information Interoperability Frameworks Incubator Group* - W3C-EIIF/XG e pelo W3C *Geospatial Incubator Group* - W3C-GEO/XG. Destes grupos, mais especificamente, foram utilizados os seguintes relatórios com informações geo-espaciais importantes:

- Emergency Information Interoperability Frameworks* - (IANNELLA, *et al.*, 2009)
- Vocabulário Geoespacial - (LIEBERMAN, *et al.*, 2007)
- Ontologias Geoespacial - (LIEBERMAN, *et al.*, 2007a)

Em Iannella e outros (2009), o relatório descreve alguns requisitos básicos para uma infraestrutura de interoperabilidade de informações para a gestão de

emergência. O relatório sugere componentes para uma ontologia que possam apoiar a interoperabilidade e definem alguns caminhos possíveis através de uma série de modelos de informação formais ou informais, cenários, casos de uso e direções ontológicas. O grupo orientou seu trabalho de levantamento de requisitos de uma gestão de emergência com as questões-chave: *who*, *what* e *where*, isto é, quem está fazendo o quê e onde. Este método facilitou a obtenção dos requisitos mais objetivamente.

Localização geoespacial é uma propriedade fundamental para a compreensão das emergências de uma forma abrangente. Em um caso de emergência, todas as partes envolvidas podem: i) se relacionar por compartilharem um lugar comum no mapa ou ii) necessitarem seguir direções para algum lugar, precisando antes entender o contexto espacial de sua rota. O tratamento do *where* pode significar usar informações de um mapa ou de uma imagem, dados codificados como endereço, código postal, número de telefone (no caso, o prefixo) ou um marco ou eventos descritos em uma mensagem de texto. No entanto, não há um quadro único de referência para localizar pessoas, áreas ou recursos. Por exemplo, alguns sistemas ou organizações usam identificadores como nomes de lugar. Outros usam sistema de referência de coordenadas ou CRS. Outros ainda usam jurisdição para esse fim. Alguns centros de informação humanitária utilizam indicadores universais, tais como p-codes<sup>10</sup>. A designação mais geral de áreas envolve diferentes tipos de conceitos geoespaciais e pode envolver construções geométricas básicas.

A abordagem sugerida nos relatórios do W3C é de utilizar os padrões existentes na ISO e no Open Geospatial Consortium (OGC) para objetos espaciais, as relações no apoio aos conceitos de infraestrutura e tentar se adaptar a eles como necessário.

Várias ontologias estão sendo elaboradas para o domínio geográfico. Guizzardi (2005) faz referência a uma ontologia espacial bem simples, que define os conceitos de

---

<sup>10</sup> A discussão sobre P-Code pode ser encontrada em <http://www.w3.org/wiki/DisasterManagement>

localização espacial ('Spatial Location') e objeto físico ('Physical Object') e suas propriedades correspondentes (por exemplo, coordenadas de latitude e longitude). Esta ontologia pode ser considerada como uma ontologia de alto nível, pois não define qualquer domínio específico.

### 3.5 Considerações Gerais

Neste capítulo, introduzimos as definições de ontologias e seus tipos. Uma maior atenção foi dada à Unified Foundational Ontology (UFO), ontologia de fundamentação criada por Guizzardi (2005), na qual a proposta deste trabalho está embasada.

Ainda nesta seção identificamos como as ontologias podem aumentar o poder descritivo dos modelos de características ('feature model').

Por fim, identificamos os principais trabalhos no domínio de emergências, ou seja, ontologias desenvolvidas ou adaptadas para auxiliar – total ou parcialmente – situações de emergências. Estes, a princípio, são os trabalhos correlatos desta proposta.

Referente aos trabalhos desenvolvidos sobre ontologias de planos de emergência: Weidong e outros (2012) apresentaram um modelo da ontologia de planos de emergência baseado numa estrutura hierárquica dos conceitos de planos, incluindo escopo, tipos de planos, tipos de emergência, recursos, organizações e processo, embora tenha descrito a ontologia em OWL, não utiliza uma ontologia de fundamentação. Wenjun e outros (2010) apresentaram uma ontologia do processo de Planos de emergência com conceitos, relações, funções, axiomas e instâncias do processo de plano de emergência e usou a ontologia ABC como ontologia de topo, mas está voltado para o processo. Wenjun e outros (2009) desenvolveram a ontologia baseado na SUMO e com foco no sistema de planos de emergência, priorizando o relacionamento entre diferentes planos. O trabalho de Joshi e outros (2007) é mais adequado para representação formal de um desastre, com maior foco no planejamento e não na composição do plano. Hung e outros (2004) estabelece uma ontologia de planos de emergência baseada na SUMO, mas sobre o domínio de

planejamento militar. Gil e Blythe (2000) apresenta a ontologia PLANET para o domínio de planejamento de emergências, mas não contém representações de vários conceitos como agentes, recursos, localização e não está fundamentada por uma ontologia de topo.

O diferencial da ontologia OntoEmerge está no fato de não pretender representar um conhecimento tão amplo e complexo como o do domínio de planejamento de emergência, mas sim na intenção de representar de forma abrangente e detalhada um escopo mais reduzido, o de Planos de emergência para organizações, como os planos de autoproteção. Outro diferencial é o desenvolvimento da OntoEmerge utilizando a ontologia de topo UFO, trazendo os benefícios deste uso.

Na próxima sessão será apresentada a proposta deste trabalho com os principais conceitos apresentados, uma ontologia de planos de emergência no domínio de planejamento de emergência intitulada OntoEmerge.

## 4 Ontologia de Suporte a Planos de Emergências – OntoEmerge

---

Este capítulo apresenta a OntoEmerge - Ontologia de Suporte a Planos de Emergência, uma ontologia de domínio que visa capturar os principais elementos de informação associados a Planos de Emergência, de forma a poder apoiar sua geração. A ontologia foi desenvolvida utilizando um processo de análise ontológica, baseado na ontologia de fundamentação UFO, buscando alcançar um alto grau de expressividade (como apresentado em Carvalho e outros, 2011) e consistência, e na combinação de dois métodos de desenvolvimento, Methontology (LÓPEZ, 1999) e SABiO (Systematic Approach for Building Ontologies - FALBO, *et al.*, 1998).

Nas próximas seções, apresenta-se uma breve descrição das etapas do método de construção, os elementos da ontologia OntoEmerge, agrupados segundo grandes temas com detalhes de algumas decisões de projeto tomadas, e algumas considerações sobre seu uso.

### 4.1 Método de Desenvolvimento

Para desenvolver a OntoEmerge, utilizou-se o método SABiO como guia central complementada com a etapa de documentação proposta pela Methontology. Embora o SABiO sugira a criação de um dicionário de termos, entendemos que não seja suficiente para manter uma documentação completa.

Assim, o desenvolvimento compreendeu as seguintes etapas:

1. aquisição de conhecimento;
2. especificação de requisitos, identificando questões que a ontologia deve ser capaz de responder (questões de competência);
3. captura da ontologia e formalização, para entrada dos conceitos, relações, propriedades, restrições relevantes sobre o domínio em questão e axiomas em uma linguagem formal;

4. integração da ontologia atual com ontologias existentes;
5. avaliação, visando verificar se a ontologia é capaz de responder às questões de competência;
6. documentação da ontologia, responsável por registrar o desenvolvimento da ontologia.

Descrevemos a seguir, a utilização de cada etapa do método.

#### **4.1.1 Aquisição de conhecimento**

O levantamento foi realizado em glossários, taxonomias, padrões, legislações, projetos, Planos de Emergência de diversos países, documentos, relatórios sobre eventos ocorridos, ontologias relacionadas e outras fontes de conhecimento sobre o domínio de emergência, especialmente sobre Planos de Emergência. Parte deste levantamento foi descrito no capítulo anterior seção 3.4 e no Apêndice II.III.1 Vocabulários e Glossários de Emergências.

#### **4.1.2 Especificação dos requisitos**

a) quanto ao domínio

Pela área de emergência ser um domínio muito abrangente e devido à limitação de tempo, foi necessário definir um subdomínio, como o de Planos de Emergência voltado para organizações.

b) quanto ao escopo

Nosso foco é o de uma ontologia e suas aplicações voltadas à geração de Planos de Emergência. Como referido no capítulo 2, Planos de Emergência são o principal produto do planejamento de emergências, mas é essencial priorizar o foco em "planejamento" do que limitar o foco em "planos". No planejamento, apoiar a criação de um documento, significa construir conhecimento, criar familiaridade com os cenários e situações, e levar à educação (DRC, 2007).

Embora lidando com a etapa de planejamento que compõe a fase de preparação na gestão de emergências, existem planos relacionados a todas as fases da gestão (pré e pós-evento).

É importante criar um modelo de atuação que atenda às muitas atividades que possam ser realizadas em qualquer tipo de evento, assim como ter planos específicos a eventos de maior probabilidade. Nosso estudo estará voltado ao processo de geração de Planos de Emergência em organizações. Este recorte nos permite garantir um nível adequado de detalhamento do domínio, e organizar o trabalho de forma modular em temas. Conhecendo as características da organização, reduzimos incertezas e aumentamos a adequação e a rapidez da atuação. As questões de competência listadas abaixo serão atendidas por um ou mais temas desenvolvidos.

c) quanto ao propósito

O propósito da ontologia é capturar a conceituação básica do domínio de emergências voltado ao apoio de sistemas para geração e manutenção de Planos de Emergência, servindo de referência para pessoas, sistemas e organizações se comunicarem. A ontologia não serve apenas para identificar conceitos através de um vocabulário comum, mas também para evidenciar relações e regras sobre esses conceitos.

d) quanto às questões de competência

O levantamento de questões de competência do domínio auxilia no processo de identificação dos elementos relevantes da ontologia. Estas questões são identificadas em problemas e em soluções possíveis para estes problemas encontrados em cenários. Assim, listam-se a seguir, as principais questões de competência consideradas:

QC1. O que é uma emergência?

QC2. Qual é o tipo de uma emergência?

QC3. O que é um plano de emergência?

QC4. O que é um processo de emergência?

QC5. O que compõe um plano de emergência?

QC6. Que atividades de negócio são desenvolvidas na instalação?

QC7. Qual é o tipo de instalação?

QC8. Qual local de evacuação associado a determinada instalação?

QC9. Que legislação de proteção regula o tipo de instalação ou o tipo de atividade de negócio?

QC10. Quais são os tipos de risco?

QC11. Quais são os perigos de uma instalação?

QC12. Que ações podem ser tomadas para prevenir um determinado risco?

QC13. Quais as atividades planejadas para tratar uma emergência?

QC14. Quais as atividades de um processo de Plano de Emergência?

QC15. Que funções são necessárias para se realizar uma determinada atividade de emergência?

Para responder estas questões, a ontologia foi desenvolvida de forma modular, considerando os seguintes temas:

- i. Planos, Processos e Atividades (atende às questões 3, 4, 5, 14 e 15);
- ii. Objetivos, Intenções e Delegações associadas a ações planejadas;
- iii. Instalação (atende às questões 6,7, 8, 9, 11);
- iv. Recursos Humanos e Materiais;
- v. Objetos do Ambiente;
- vi. Eventos (atende às questões 1,2);
- vii. Riscos e Ações Planejadas (atende às questões 10, 12, 13);
- viii. Localização.

Esta divisão em temas auxilia o refinamento da ontologia em cada iteração, pois permite uma visão consolidada de conceitos conforme a sua aplicabilidade.

Nessa abordagem, os elementos conceituais do domínio de emergência foram criteriosamente estudados, analisando o significado dos termos e seu contexto de utilização. De acordo com a sua relevância e generalidade, alguns deles foram selecionados e classificados em algumas das categorias ontológicas da UFO, tendo como foco inicial os elementos de cada subárea.

A partir dos vocabulários, glossários e ontologias levantadas, alguns conceitos mais gerais foram analisados, observando-se a diversidade de temas presentes no planejamento de emergências. Posteriormente, esses conceitos são confrontados com os conceitos já existentes na UFO e assim, os módulos de entendimento são formados.

O processo de construção do OntoEmerge foi iterativo, com refinamentos sucessivos, pois os termos necessitam ser constantemente reavaliados, no aspecto conceitual e classificatório dentro da respectiva categoria ontológica ou subárea de emergência.

#### **4.1.3 Captura / Conceituação da ontologia**

Em cada iteração do processo, a abrangência dos temas foi revista e os conceitos classificados, de acordo com a relevância e generalidade, em alguma das categorias ontológicas da UFO. A partir dessa classificação, foram definidas as entidades e os relacionamentos do modelo conceitual. O detalhamento dos elementos resultantes desse processo encontra-se na próxima seção, onde a ontologia OntoEmerge é apresentada em detalhe.

#### **4.1.4 Integração da ontologia atual com ontologias existentes**

Nesta etapa, consideramos o reuso de definições já construídas em outras ontologias e para tal, selecionamos termos de algumas ontologias que melhor se adequassem à conceituação desejada. O objetivo foi garantir um conjunto de definições novas ou reusadas baseadas em termos básicos cuja semântica e implementação fosse coerente com os termos identificados na nossa conceituação. Na seção 3.7, citamos as ontologias que nos auxiliaram na definição de algum dos termos.

Basicamente, as ontologias que mais influenciaram este trabalho foram:

- Ontologia de Processo de Software: A definição da Software Process Ontology (SPO) originalmente está em (FALBO & BERTOLLO, 2005) e foi realizada uma reengenharia parcial em (GUIZZARDI, FALBO & GUIZZARDI, 2008a), em que somente alguns conceitos foram mapeados para os conceitos da UFO. Essa ontologia é composta de ontologias de Atividade, Recurso e Procedimento e trata da conceituação básica acerca do domínio de processos de software, abordando conceitos de atividade, processo, projeto, artefato e recurso. Bringente, Falbo e Guizzardi (2011) discutem a reengenharia de parte da SPO baseada na UFO. A parte revisada na reengenharia trata de processos padrão, processos de projeto e atividades.

- Ontologia de Riscos – Esta ontologia faz uso da bem estabelecida ontologia de topo, DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering), que fornece definições formalizadas de todos os termos gerais (KOLLARITS e WERGLES, 2006). Os conceitos são definidos todos no contexto da gestão de risco. Os principais conceitos reutilizados foram: *Hazard*, *Damage* e *Risk*.

Esta etapa é desenvolvida em conjunto com a atividade de captura da ontologia.

#### **4.1.5 Avaliação da ontologia**

Para realizar a verificação, deve-se avaliar a competência da ontologia, isto é, se a mesma é capaz de responder às questões de competência identificadas. Assim, a validação, incluindo a validação das questões de competência, deve avaliar a utilidade da ontologia, tomando por base, cenários reais (FALBO, 2010).

Para avaliar consistência e a utilidade, realizamos a instanciação da ontologia com dados de um Plano de Emergência de uma situação real, sendo essa instanciação descrita no capítulo 5. É possível avaliar se a ontologia é capaz de representar a situação que ela pretende descrever. Devido a limitações de espaço, não foi possível apresentar mais de uma situação real, mas pretendeu-se que a situação descrita fosse a mais abrangente e completa possível.

#### **4.1.6 Documentação da ontologia**

A documentação é uma atividade que acompanha o processo inteiro de desenvolvimento da ontologia. Devido a limitações de espaço, apresentamos uma amostra da documentação da ontologia OntoEmerge no Apêndice III – Modelo Conceitual.

## **4.2 Detalhamento da Ontologia OntoEmerge**

### **4.2.1 Linguagem de modelagem e Notação utilizadas**

## **OntoUML - Linguagem de modelagem conceitual**

Neste trabalho, utilizamos a OntoUML como a linguagem de representação gráfica da ontologia OntoEmerge. Guizzardi (2005) definiu a OntoUML como a linguagem capaz de representar modelos conceituais ontologicamente bem-fundamentados, pois incorpora os conceitos capturados da ontologia fundacional e pode ser considerada como um metamodelo de referência. O objetivo principal da OntoUML é obter modelos lógicos sintaticamente corretos de acordo com o seu metamodelo (GUIZZARDI, 2005). A linguagem contém: (a) elementos que representam os conceitos ontológicos de uma ontologia fundacional (b) restrições que regem as relações possíveis que podem ser estabelecidas entre estes elementos.

Como o OntoUML é uma extensão da UML 2.0 (Unified Modeling Language), a sintaxe da OntoUML segue o padrão definido da sintaxe do UML. Se um conceito não tem uma representação correspondente, então, é necessário criar estereótipos que permitam expandir o poder de expressividade da linguagem (GUIZZARDI, 2005). Como uma técnica de meta-modelagem, esta extensão é realizada usando estereótipos adicionados como elementos do modelo UML de forma flexível. O mecanismo do Profile UML 2.0 fornece a habilidade de adequar o meta-modelo UML para diferentes plataformas e domínios.

Em Ontologia, são feitas as distinções fundamentais em entidades (ou indivíduos) e tipos de entidades, chamados universais e as categorias de entidades: objetos, indivíduos trope (entidades existencialmente dependentes, como qualidades e relacionamentos) e eventos (GUIZZARDI & WAGNER, 2012).

Para representar a Ontologia OntoEmerge utilizamos conceitos das UFO-A, UFO-B e UFO-C, correspondente à todas distinções citadas acima. OntoUML corresponde aos conceitos da UFO-A (universais ou particulares) então, usamos o mesmo mecanismo de extensão de uma profile UML para estender a linguagem de modelagem conceitual, incluindo os estereótipos que representam as categorias correspondentes às UFO-B e UFO-C.

OntoUML é um perfil UML composto por um conjunto de estereótipos que representam as categorias ontológicas dos tipos de universais da UFO-A, com representações em UML para as categorias ontológicas que especializam Substantial Universal como uma extensão da metaclassa UML Class, criados como os

estereótipos Kind, Quantity, Collective, SubKind, Phase, Role, Category, RoleMixin e Mixin que estendem a metaclassa Class, como mostrado no metamodelo UML da Figura 4-1. Para representar as relações (material e formal), relações de dependência (mediation, characterization e derivation) e Meronímicas (componentOf, subQuantityOf, subCollectionOf e memberOf) foi estendido a metaclassa UML Association com a criação de estereótipos correspondentes, mostrada na Figura 4-2-Fragmento do metamodelo da linguagem OntoUML para o tipo Relationship. (Guizzardi (2005, p. 334) adaptado).

As distinções ontológicas encontradas nas folhas dos metamodelos da Figura 4-1 e da Figura 4-2 aparecem como primitivas de modelagem na linguagem, isto é, como estereótipos das classes em um modelo conceitual.

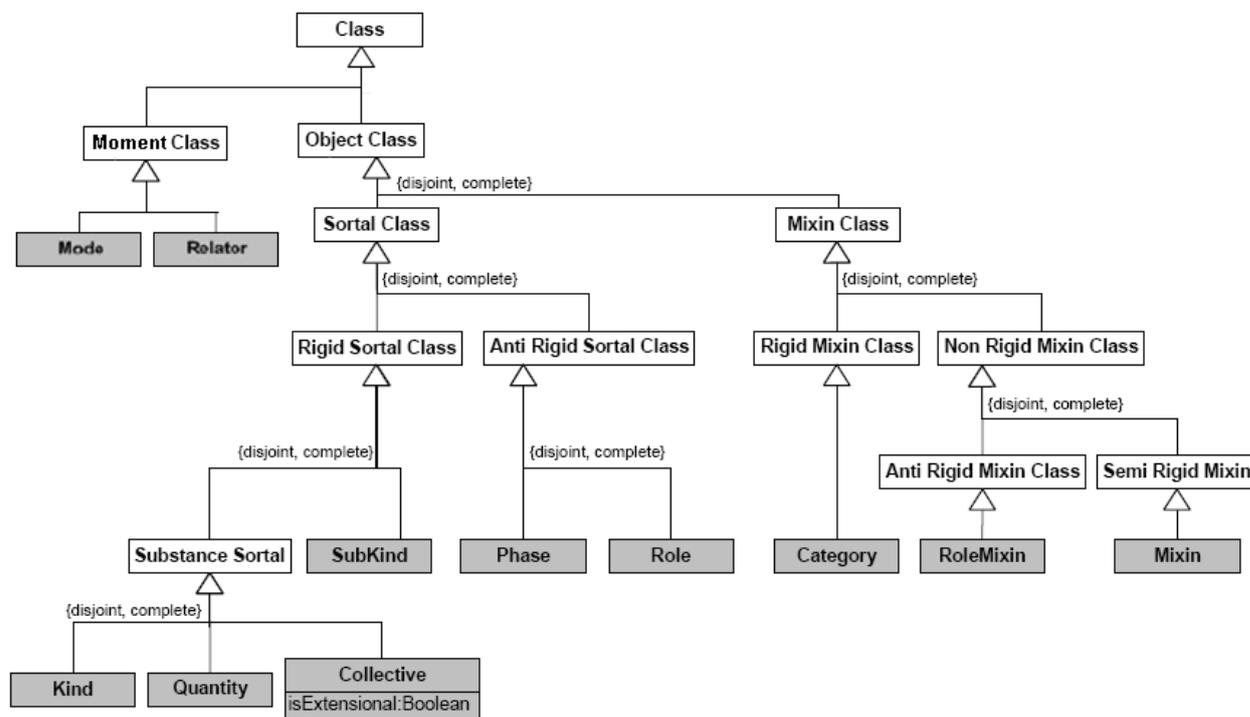


Figura 4-1- Fragmento do metamodelo da linguagem OntoUML para o tipo Class. ( Guizzardi (2005, p. 316) adaptado)

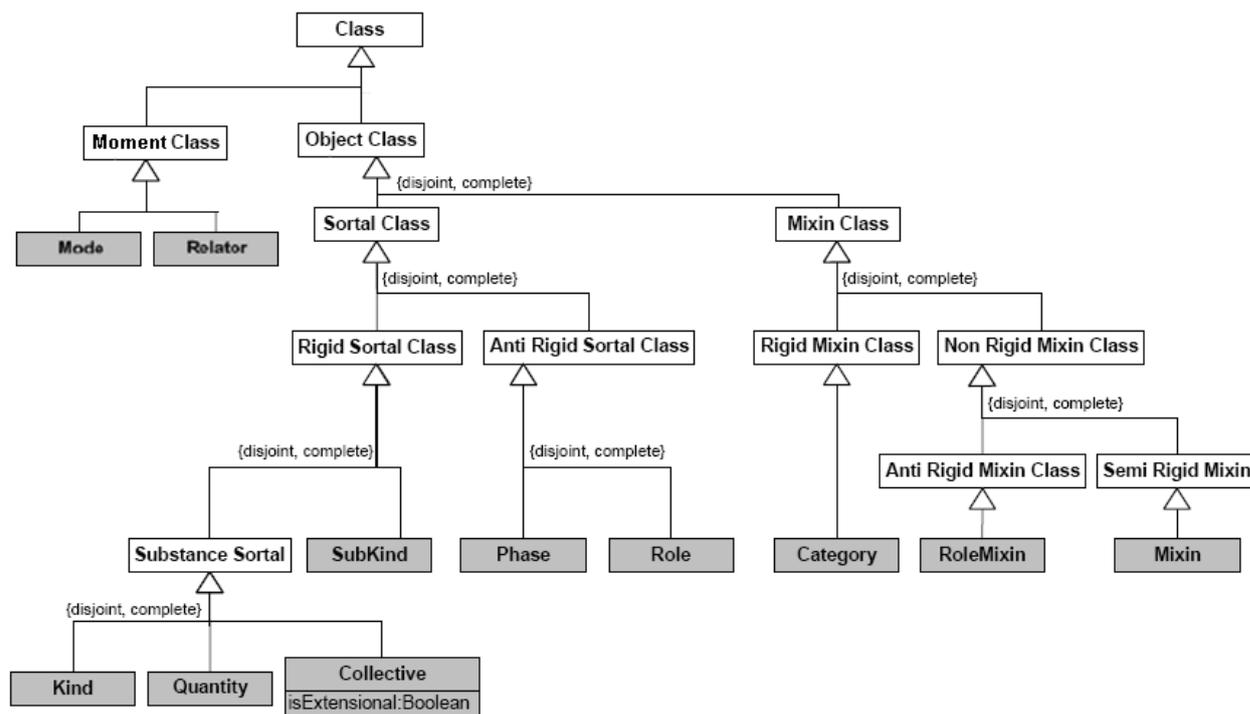


Figura 4-2- Fragmento do metamodelo da linguagem OntoUML para o tipo Relationship.  
(Guizzardi (2005, p. 334) adaptado)

### Editor da Linguagem - OLED e EA

OntoUML Lightweight Editor (OLED) é um editor para a OntoUML, que fornece: (1) mecanismos de correção sintática do modelo conceitual baseado nas restrições definidas por expressões OCL no metamodelo da linguagem, (2) possibilita validação por simulação, gerando as instâncias do modelo (em Alloy) e pela visualização de diferentes cenários, o conhecedor sobre o domínio tem a facilidade de verificar o cenário resultado da interpretação do analista, validando-o; (3) realiza a transformação de OntoUML+OCL para Alloy (para simulação e verificação) (4) realiza a transformação de OntoUML para OWL+SWRL and SBVR.

Os diagramas OntoUML podem ser desenvolvidos diretamente no editor de modelos conceituais OntoUML - OLED ou desenvolvidos na ferramenta Sparx System Enterprise Architect (EA).

O OLED tem muitas vantagens por ter utilizado o mecanismo de criação do editor gráfico baseado em UML 2.0 da plataforma de desenvolvimento de software Eclipse. O EA não inclui as funcionalidades existentes no OLED, mas um modelo pode ser desenvolvido no EA e exportado para o OLED em arquivos no formato XMI com o

objetivo de realizar a verificação sintática e utilizar as outras funcionalidades de validação de modelo nele existentes (CARRARETTO, 2010).

### Notação

Nos diagramas OntoUML, utilizamos os termos em inglês. As categorias fundamentais da UFO são apresentadas com fundo na cor cinza, as categorias do domínio estão ligadas às categorias da UFO e representadas com fundo na cor branca. Os estereótipos em OntoUML são criados como rótulos das metaclasses com os nomes dentro das chamadas aspas angulares duplas ou aspas francesas (<< estereótipo>>).

A notação da extensão é uma seta apontando de um estereótipo para a classe estendida.

Como estratégia de modelagem, o OLED proporciona um aporte contendo os diagramas correspondentes as UFO-A, UFO-B e UFO-C. Desta forma, temos à nossa disposição as estruturas pré-definidas destes meta-modelos podendo transferir seus elementos de forma consistente para o diagrama sendo desenvolvido, já com as ligações das extensões necessárias correspondente. No Figura 4-3- Exemplo1 abaixo, ao incluir a classe *Natural Component* cujo estereótipo é <<Category>>, tenho a possibilidade de acrescentar que esta classe é uma especialização da categoria da UFO-C *Physical Component*, através da inclusão como elemento existente do diagrama da UFO-C disponível no editor.

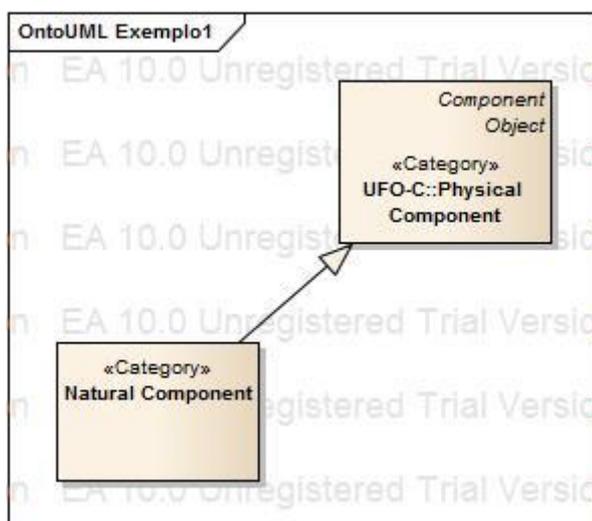


Figura 4-3- Exemplo1 de Notação

No Figura 4-4- Exemplo2, foi incluído as duas categorias *Biotic Component* e *Abiotic Component* especializando a categoria *Natural Component*, elemento criado no Exemplo1, observe que a classe vem com o nome da classe estendida da UFO-C *Physical Component*.

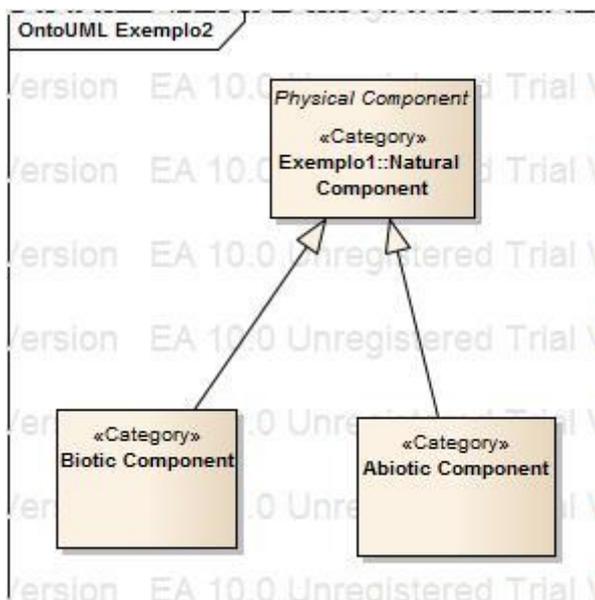


Figura 4-4- Exemplo2 de Notação

Ressaltamos que, devido o OLEA ainda não contemplar a implementação das UFO-B e UFO-C, consideramos a ontologia como um modelo conceitual, mas ainda como um artefato de implementação, escrito em alguma linguagem de implementação específica, tal como OWL (*Ontology Web Language*). O propósito então, foi capturar a conceituação básica do domínio, sem introduzir compromissos de codificação que poderiam restringir a representação de aspectos importantes do domínio. A partir dos modelos conceituais escritos em UML, diversas implementações podem ser derivadas, considerando as características das linguagens adotadas (FALBO, 2010).

Os conceitos utilizados neste bloco estão baseados não apenas nos conceitos da UFO-A, UFO-B e UFO-C, mas também em sua aplicação no domínio de desenvolvimento de software, tal qual discutido em Brigante, Falbo e Guizzardi (2011), como também no trabalho desenvolvido por Calvi (2007) que apresenta uma modelagem do processo de configuração ITIL.

#### 4.2.2 Planos, Processos e Atividades

Proteção civil, como vimos no capítulo 2, corresponde também a ações preventivas e controle da **autoproteção** corporativa e cidadã. Para as organizações que realizam atividades que possam dar origem a uma situação de emergência, é exigido, em cada país, através de suas instituições reguladoras, que disponham de um sistema de autoproteção dotado com seus próprios recursos, com ações de prevenção de risco, alarme, evacuação e socorro.

O Planejamento de Emergências, processo fundamental na proteção civil, deve ser guiado pelos métodos de **gerenciamento de projeto** (WHO 97563, 1999). O principal objetivo do planejamento do projeto é definir um escopo para o projeto, refinar os objetivos e desenvolver as ações necessárias para alcançá-los (PMI, 2008). Esses objetivos são alcançados de forma mais eficiente quando as atividades do projeto e seus recursos são gerenciados como um **processo** (ISO, 2003). Os processos de projeto devem ser identificados e documentados, e as atividades devem ser realizadas e controladas de acordo com o **plano** do projeto (ISO, 2003).

O **processo de planejamento de emergências** é um processo de resolução de problemas que segue uma sequência de atividades integradas, iniciando pelo plano para análise dos objetivos, desenvolvendo e comparando a melhor forma de atingir os objetivos, e para selecionar a melhor solução. Esta solução deve garantir recursos necessários para realizar os requisitos do planejamento bem como fornecer organização e recursos materiais para implementar o plano. Daqui por diante, simplificaremos a referência ao processo de planejamento de emergências para processo de emergência.

Assim, um **processo de emergências** possui características semelhantes a outros processos, como por exemplo, o processo associado ao desenvolvimento de software (BRIGUENTE, FALBO & GUIZZARDI, 2011). Neste sentido, um **processo padrão de emergência** é um processo de emergência genérico aplicado a todas as organizações em uma jurisdição e estabelece os requisitos mínimos a serem adotados por cada organização. Um **processo de emergência da organização** é um processo adaptado (*tailored*) do processo padrão que considera as características próprias da organização em questão.

O **processo de autoproteção** é um exemplo de processo padrão de planejamento de emergência, usualmente baseado por uma regulamentação. Na Espanha, a Norma Básica de Autoproteção (NBA, 2007) é o documento que exige das organizações (que realizam atividades que possam dar origem a situações de emergência) a elaboração e manutenção de Planos de Autoproteção e determina o conteúdo mínimo que devem conter. As organizações espanholas, para atenderem a norma, devem estabelecer um processo de autoproteção (planejamento da emergência) com o objetivo de promover a segurança e saúde de seus trabalhadores, com a definição de um conjunto de atividades necessárias para a prevenção de riscos derivados do trabalho.

Apresentamos aqui o módulo de Planos, Processos e Atividades (Figura 4-5) fragmento da ontologia OntoEmerge, no qual utilizamos conceitos estabelecidos na UFO e conceitos introduzidos em Brigunte, Falbo e Guizzardi (2011).

Processo Padrão é considerado como um Universal de Ação Complexa (*Complex Action Universal*) descrito por uma Descrição de Plano (*Plan Description*) e o conceito de Documento de Definição de Processo Padrão (*Standard Process Definition Document*) sendo este a descrição de plano que descreve o processo padrão.

A Norma Básica de Autoproteção define um documento padrão, isto é, um modelo de Plano de Autoproteção (*template*), contendo os elementos básicos que todo plano de autoproteção de cada organização deve ter. Isto mostra que o Plano de Autoproteção é um Documento de Definição de Processo Padrão de Emergência (*E Standard Process Definition Document - ESPDD*) que descreve o Processo Padrão de Emergência (Processo de Autoproteção - *E Standard Process*). O documento, nos moldes de uma Descrição de Plano (*Plan Description*) da UFO-C é uma Descrição Normativa (*Normative Description*, é um Objeto Social, segundo a UFO-C) e define um conjunto de regras reconhecidas por pelo menos um Agente Social, identificado aqui como organizações reguladoras (*Regulatory Organization*) que tem o papel de reconhecedoras do ESPDD. Para que se estabeleça uma relação material entre o documento de ser reconhecido por um reconhecedor (organização reguladora), é necessário que outra entidade exista para conectar (mediar) o documento e o reconhecedor, neste caso um reconhecimento, não representado no diagrama.



O Processo Padrão de Emergência (*E Standard Process*) pode ser do tipo Padrão Geral (*General E Standard Process*) ou Padrão Específico (*Specific E Standard Process*). Cada Processo Padrão Específico de Emergência é composto por atividades, chamadas de Atividades Padrão de Emergência (*E Standard Activity*), que podem ser do tipo complexas - Atividades Padrão Complexas de Emergência (*Complex E Standard Activity*), ou simples, chamadas de Atividades Padrão Atômicas de Emergência (*Atomic E Standard Activity*).

Seguindo a definição do processo padrão, cada organização poderá adaptá-lo (*tailors*) para suas condições particulares. Quando isso ocorre, é criado um Processo de Emergência da Organização (*OE Process*), materializado na forma de um Documento de Definição de Processo de Emergência da Organização (*OE Process Definition Document*), que representa, na verdade, o comprometimento da organização de executar as atividades associadas a este processo. Assim, Processo de Emergência da Organização é um tipo de intenção (*UFO-C::Intention*).

Igualmente ao processo padrão, o Processo de Emergência da Organização (*OE Process*) pode ser Geral (*General OE Process*) ou Específico (*Specific OE Process*), dependendo de sua abrangência e composição, sendo que o Processo Geral de Emergência da Organização pode ser composto por um ou mais Processos Específicos de Emergência da Organização. O mesmo ocorre com as Atividades Padrão associadas ao Processo Padrão, que, ao serem adequadas (*tailors*) a uma organização, se compromete a executá-las, agora definidas como Atividades de Emergência da Organização (*OE Activity*) e também são comprometimentos. Da mesma forma, essas atividades podem ser Atômicas (*Atomic OE Activity*) ou Complexas (*Complex OE Activity*) – neste último caso, quando possuem outras atividades como subatividades. Atividades complexas de Emergência da Organização são, de acordo com a UFO, comprometimentos complexos (*UFO-C::Complex Commitment*) e as Atividades Atômicas de Emergência da Organização são comprometimentos atômicos (*UFO-C::Atomic Commitment*).

Quando a Atividade Atômica de Emergência da Organização é definida a partir de uma adaptação (*tailors*) de uma Atividade Padrão Atômica de Emergência, ela é considerada uma Atividade Atômica Fechada de Emergência da Organização (*Closed Atomic Organization Emergency Activity*) definida como um *UFO-C::Closed*

*Commitment*. O mesmo ocorre com a atividade complexa. Uma Atividade complexa de Emergência da Organização é fechada se for uma adaptação (*tailors*) de uma Atividade Padrão Complexa de Emergência e se for composta por Atividades Fechadas de Emergência da Organização. Uma Atividade Fechada de Emergência da Organização é um comprometimento fechado (*UFO-C::Closed Commitment*), porque a organização deve executar uma ação específica para cumprir o comprometimento, segundo a UFO.

Uma Atividade de Emergência da Organização é um evento intencional, isto é, que instancia um plano (*Action Universal*) para satisfazer o conteúdo proposicional de uma intenção. Na UFO, o conteúdo proposicional de uma intenção é um objetivo, por isto, cada atividade está associada a um determinado objetivo, o Objetivo da Atividade de Emergência (*E Activity Goal*).

Conforme veremos nas próximas seções, quando uma organização define seu Plano de Autoproteção, por exemplo, pode não só seguir as especificações definidas no Plano Padrão, mas também estendê-las e complementá-las com outras informações que sejam consideradas necessárias. Plano de Autoproteção (*Autoprotection Plan*), Plano de Evacuação (*Evacuation Plan*), Planos de Recuperação (*Recovery Plan*) são exemplos de Planos de Emergência que podem ter relacionamentos entre si, como por exemplo, o Plano de Evacuação pode estar contido no Plano de Autoproteção ou existir alguma estrutura hierárquica que os organize. Para todos estes casos, tem-se tanto o Documento de Definição de Processo Padrão de Emergência (*E Standard Process Definition Document*) quanto o Documento de Definição de Processo de Emergência da Organização (*OE Process Definition Document*).

De forma geral, o Documento Específico do PE (*Organization Emergency Process Definition Document*) conterá atividades, recursos e objetos das organizações (neste caso, ocorrências específicas e não apenas tipos, como no caso do Documento Padrão) e como veremos em exemplos no próximo capítulo.

A UFO-C contempla elementos que permitem diferenciar o planejamento, a programação e a execução. O planejamento é a intenção de realizar determinadas atividades; a programação é quando a organização estabelece agendamentos das atividades, ou seja, o compromisso de realizá-las vinculando um intervalo específico de tempo; a efetiva execução das atividades do processo poderia ser representada,

criando-se instâncias de atividades associadas ao intervalo temporal de sua execução. Desta diferenciação, somente o planejamento foi incluída na OntoEmerge, por estarmos no escopo de Planos de Emergência, os elementos encontram-se no espaço de ações intencionais. No entanto, para ontologias mais gerais na área de emergências, a programação e a execução poderão certamente ser contempladas.

Associado a um Tipo de Evento, por exemplo, evento de incêndio em uma instalação, o Plano de Autoproteção contempla um Processo de Combate ao incêndio. Este processo por sua vez, pode ser composto pelas atividades: Isolamento da área, Primeira Intervenção e Evacuação.

Quanto à composição de um plano, quando se tem interesse que um grupo de atividades se torne um processo ou plano em separado, então passa a ser um processo e não uma atividade complexa. Assim, o Processo de Combate ao incêndio pode estar associado a um Plano de Combate a Incêndios, desenvolvido a partir de um padrão geral anteriormente definido.

Dependendo ainda da complexidade das atividades que compõem esse processo, cada uma pode estar associada a um plano correspondente, como por exemplo, Plano de Isolamento da Área, Plano de Intervenção, Plano de Evacuação da Instalação e, todos sendo componentes do Plano de Combate a Incêndios (*Firefighting Plan*).

Além de uma atividade poder ser decomposta em subatividades, ela pode depender de outras atividades. Dependência entre atividades é definida em termos de recursos e artefatos. Uma atividade *a* depende de uma ocorrência de atividade *b* se e somente se *a* utiliza como insumo um artefato produzido por *b*. Os nomes usados para atividades envolvidas nesta relação são pré-atividade e pós-atividade, indicando que há uma relação de ordenação entre suas instâncias. Se uma ocorrência de atividade *a* depende de alguma coisa produzida por uma ocorrência de atividade *b*, então *a* não pode terminar simultaneamente, ou antes, de *b*. No caso de ocorrências de atividade que se estendem no tempo, existem quatro relações temporais: precede (*before*), encontra (*meets*), inicia (*starts*) e durante (*during*). Assim, a dependência entre atividades implica uma relação de ordem total e uma dependência de recurso (GUIZZARDI, *et al.*, 2008).

### 4.2.3 Objetivos, Intenções e Delegações associadas a Ações Planejadas

De acordo com a UFO, uma Intenção (*Intention*) corresponde a um estado de coisas desejado. Intenções são interpretadas por um conteúdo proposicional chamado de Objetivo (*Goal*). Intenções fazem com que Agentes (*Agent*) executem Ações (*Action Universal*), isto é, as ações são causadas por intenções dos agentes. Neste domínio, os agentes estão representados por Organização de Defesa Civil (*Civil Defense Organization*) e Organização do Titular (*Organization Holder*) contendo cada uma as intenções: Intenção da Organização Civil (*Civil Defense Organization Intention*) e a Intenção da organização do Titular (*Organization Holder Intention*) respectivamente. Planos de Emergência (*EP Plan*) são eventos intencionais, isto é, eventos que instanciam um plano (*Action universal*) com o propósito específico de satisfazer o conteúdo proposicional de alguma intenção. O cumprimento de um Objetivo de Alto Nível de um Plano de Emergência (*EP Main Goal*) é realizado com o cumprimento de todos os subobjetivos (GUIZZARDI, FALBO, & GUIZZARDI, 2008a). Um EP Plan está baseado em um Comprometimento Fechado (*Closed Commitment*).

A Figura 4-6 mostra a cadeia causal de satisfação de objetivos (conforme a UFO-C) associados a um Plano de Emergência. Uma Situação (*Situation Individual*) pode satisfazer um conteúdo proposicional de um modo intencional. Uma intenção (em que um objetivo é o seu conteúdo proposicional) causa uma ação a ser realizada, ou seja, uma vez que o agente (EP Agent) está comprometido com a satisfação do objetivo, ele age de acordo a perseguir a sua satisfação. A ação cria uma situação que satisfaz o objetivo. Então, um *Organization Holder* está comprometido em satisfazer o objetivo (*EP Goal*), sua intenção (*Organization Holder Intention*) causa ações que criam uma situação (*EP Situation Individual*) que satisfará estes objetivos.

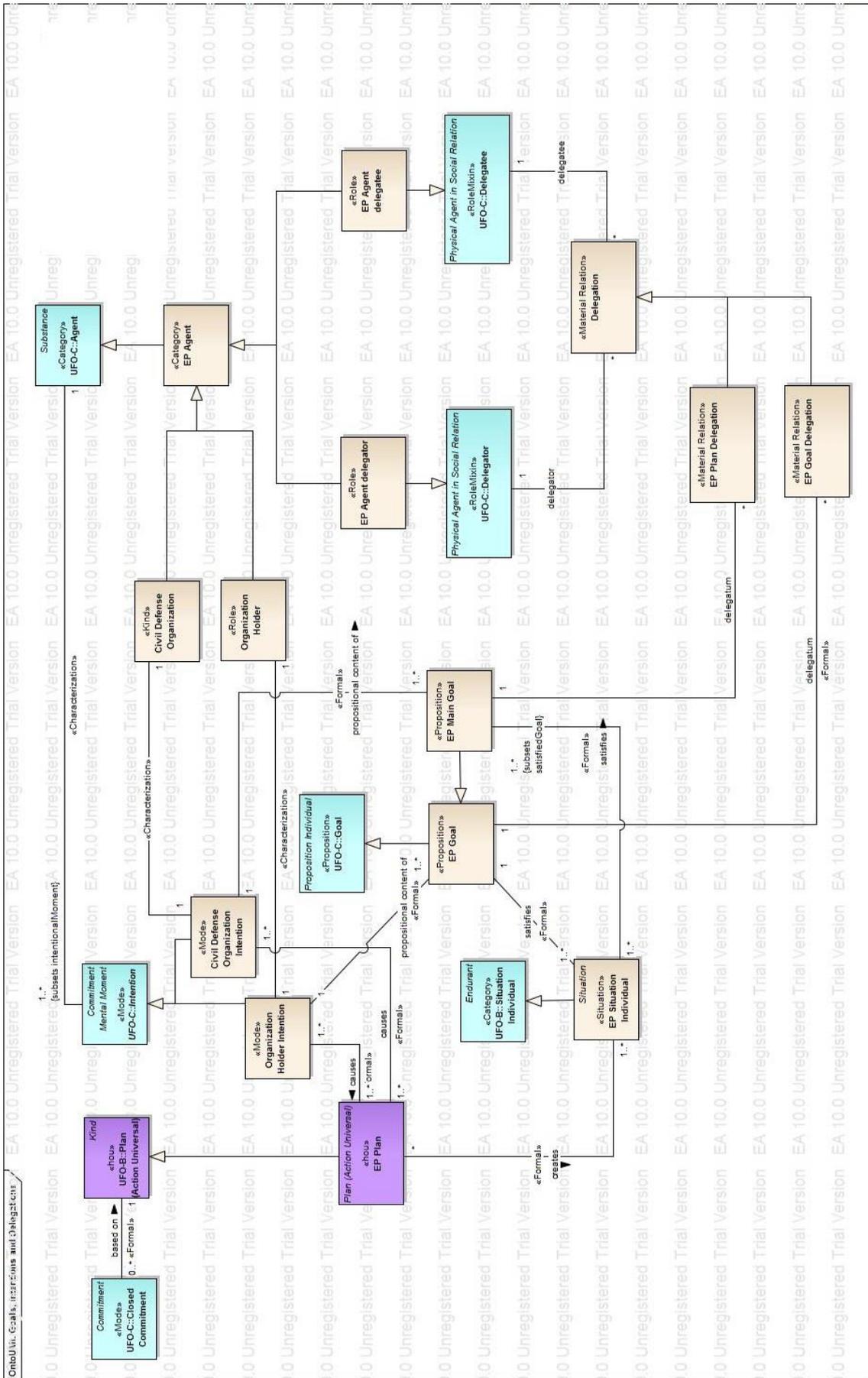


Figura 4-6 – Fragmento da OntoEmerge - Objetivo, Intenção e Delegação de Ações Planejadas.

Conforme exposto na seção 3.2, utilizamos aqui o conceito de delegação aberta e delegação fechada da UFO, tratando-se respectivamente de Delegação de Objetivos do Plano de Emergência (*EP Goal Delegation*) e Delegação de Plano de Emergência (*EP Plan Delegation*). Significa que, quando um agente A (*EP Agent delegator*) delega um objetivo G (*Delegation*) a um agente B (*EP Agent delegatee*), além do agente A depender de B em relação a G, B está se comprometendo a realizar G em nome do agente A.

#### **4.2.4 Instalação**

O conceito de Estabelecimento ou Instalação (*Installation*) corresponde à totalidade da zona sob controle de um Titular (*Holder*) onde se desenvolve uma atividade de negócio (NBA, 2007). Por definição, o Titular pode ser uma Pessoa Física (*Person Holder*) ou Jurídica (*Organization Holder*) que explora ou possui a instalação onde se desenvolve a atividade de negócio. O Titular é um tipo anti-rígido, relacionalmente dependente e que agrega indivíduos com princípios de identidade diferentes (*Person Holder* e *Organization Holder*, ambos role), por isso é um *RoleMixin*. Como apresentado na Figura 4-7, a instalação pode ser de propriedade ou não do Titular, assim, ele pode ter dois papéis: (i) Dono da instalação (*Owner*) que possui uma relação de posse (relator *possession*) com uma instalação; (ii) explorador da atividade ou Empresário (*Businessman*) que explora a atividade de negócio na instalação (através do relator *Business Activity*). Um mesmo Titular pode assumir os dois papéis simultaneamente, isto é, pode ser o dono da instalação e explorar a atividade, ao mesmo tempo.

Tipo de Atividade de Negócio (*Business Activity Type*) classifica as Atividades de Negócio e Tipo de Instalação (*Installation Type*) classifica Instalação.

Em uma Instalação é realizado um Tipo de Atividade de Negócio correspondente à atividade principal (*Primary Business Activity*) e um ou mais tipos correspondentes às atividades secundárias (*Secondary Business Activity*). Em uma Universidade, como exemplo, o tipo de atividade de negócio seria “Ensino” como



Emergência (*E Standard Process Definition Document*) que regula o atendimento mínimo da implantação de um processo de autoproteção. E, a partir deste processo, outros poderão ser desdobrados, através do relator *Deployment*, gerando o Documento de Definição de Processo de Emergência Específico da Organização (*OE Process Definition Document*), adequando as descrições às particularidades de sua instalação.

O Real Decreto NBA (2007) contém um catálogo de atividades, no qual relaciona todos os tipos de atividades e tipos de instalações (as mais vulneráveis a situações de emergência) nos quais as regras devem ser aplicadas. O Titular da atividade tem a obrigação de elaborar, implantar e manter o Plano de Autoproteção (correspondendo ao Documento de Definição de Processo de Emergência Específico da Organização) correspondente à exploração de sua atividade de negócio realizada numa determinada instalação.

Uma Instalação pode ser Atômica (*Atomic Installation*) ou Complexa (*Complex Installation*). A Instalação Complexa é composta por mais de uma Instalação, como por exemplo, no Campus de uma universidade (instalação complexa), tem o prédio da Escola de Engenharia, da Escola de Informática e da Escola de Medicina (todas instalações complexas). Cada Escola tem vários andares (instalação complexa) e cada andar possui várias salas de aula (instalações atômicas).

Uma instalação pode ter um ou mais Locais de Evacuação (*Evacuation Local*). Esta relação material está representada pelo relator *Evacuation*. Um Local de Evacuação pode ser uma área (*Evacuation Geographical Region*) ou mesmo uma instalação (*Evacuation Installation*). Local de Evacuação é um tipo anti-rígido, relacionalmente dependente e que agrega indivíduos com princípios de identidade diferentes (*Evacuation Geographical Region* e *Evacuation Installation*, ambos *role*), por isso é um *RoleMixin*. Como no exemplo acima, o prédio da Escola de Engenharia pode ter o estacionamento como área de evacuação e o Ginásio de esportes como instalação de evacuação.

Cada instalação tem uma ou mais Infraestrutura de Acesso (*Access Infrastructure*) que são compostas de Acessos Verticais (*Vertical Access*) e Acessos Horizontais (*Horizontal Access*). Acessos Verticais basicamente são as escadas e Acessos Horizontais incluem vias públicas, estacionamentos, portas internas e

externas. No cenário do exemplo anterior, a evacuação do prédio da Escola de Engenharia para o estacionamento pode ser feito através das escadas A e B (acesso vertical) e pela porta D de saída externa do prédio (acesso horizontal) e a evacuação para o Ginásio é feito pela rua das laranjas (acesso horizontal). A descrição detalhada dos acessos é importante tanto para garantir a chegada de ajuda externa às emergências quanto para uma evacuação com sucesso. A descrição também da Localização (*Geographical Region*) correta é de suma importância tanto para a Instalação quanto para a Infraestrutura de Acesso.

#### 4.2.5 Recursos Humanos e Materiais

Uma organização é caracterizada como um Agente Social (*Social Agent*) que aloca recursos humanos para executar ações para alcançar seus objetivos.

Na UFO, o conceito de Agente foi bem dividido em Agente Social e Agente Físico como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Recursos Humanos (*Human Resource*) são considerados Agentes Físicos (*Physical Agent*), por serem substanciais que criam ações e percebem eventos, enquanto os Recursos Materiais (*Material Resource*) também Agentes Físicos, mas considerados Objetos não-agentivos (*Object*), substanciais incapazes de criar ações que atendem as intenções (compromissos internos). Recursos Materiais incluem qualquer equipamento requerido para a realização de uma atividade.

Uma Equipe, considerada como um agente social na UFO (*Collective Social Agent*) é um grupo de recursos humanos com um propósito específico e intenções alinhados com os objetivos da organização. No domínio de emergências existe sempre o conceito Equipe de Emergência (*Emergency Team*) composta por recursos humanos que atuam com dois tipos de recursos: inicialmente, atuam os Recursos Humanos da Organização (*Business Human Resource*) alocados (*Internal Allocation*) na Organização (*Organization Holder*) e posteriormente, os Recursos Humanos Públicos de Emergência (*Public Emergency Human Resource*), isto é, os Recursos alocados nas Organizações de Defesa Civil (*Civil Defense Organization*).

O mesmo ocorre para Recurso Material (*Material Resource*) que se subdivide em Recurso Material de Emergência da Organização (*Business Emergency Material*

*Resource*) e Recurso Material Público de Emergência (*Public Emergency Material Resource*). Recurso Material de Emergência da Organização inclui extintores móveis, sistema de iluminação, sistema de detecção e alarme, bocas de Incêndio, os quais a organização tem a necessidade da gestão e da manutenção. Referente à Organização de Defesa Civil, seu Recurso Humano é gerenciado/ alocado (*relator Allocation*) somente por esta organização, assim como seu Recurso Material Público de Emergência.

Definimos Usuário (*User*) como o papel de uma Pessoa (*Person*) localizada na instalação. O Usuário pode ser um Recurso Humano da Organização ou um Visitante (*Visitor*). É útil em alguns casos identificar os Tipos de Visitantes (*Visitors Type*), assim como a quantidade estimada por tipo.

Cada Recurso Humano da Organização desempenha um papel na organização (*Human Resource Role*) – por estar relacionado via um vínculo de trabalho a ela, que está definido no Plano de Cargos da Organização (*Positions Plan*) com a Responsabilidade(s) ou Função (*Function of Role*) atribuída ao papel que desempenha. Tanto o Plano de Cargos, como a Função do Papel são descrições necessárias para atuar no contexto, por isso são também Descrições Normativas (*Normative Description*), como definidas na UFO.

Além do papel junto à organização, Recursos Humanos da Organização costumam ser selecionados e treinados para desempenhar um papel em situações de emergência. Neste caso, Recurso Humano da Organização é dividido em Recurso Humano de Emergência (*Business Emergency Human Resource*) e Recurso Humano Não-Emergência (*Business Non-Emergency Human Resource*). Mas, este último pode assumir esse papel por participar de um relacionamento membro-de (*relator Memberof*) com a Equipe de Emergência estabelecida pela organização, definido aqui no nível de Recurso Humano. Por exemplo, em uma Universidade, um professor (*Business Non-Emergency Human Resource*) assume o papel de Chefe de Emergência (*Business Emergency Human Resource*) durante um evento (neste momento, embora seja professor não está desempenhando este papel).

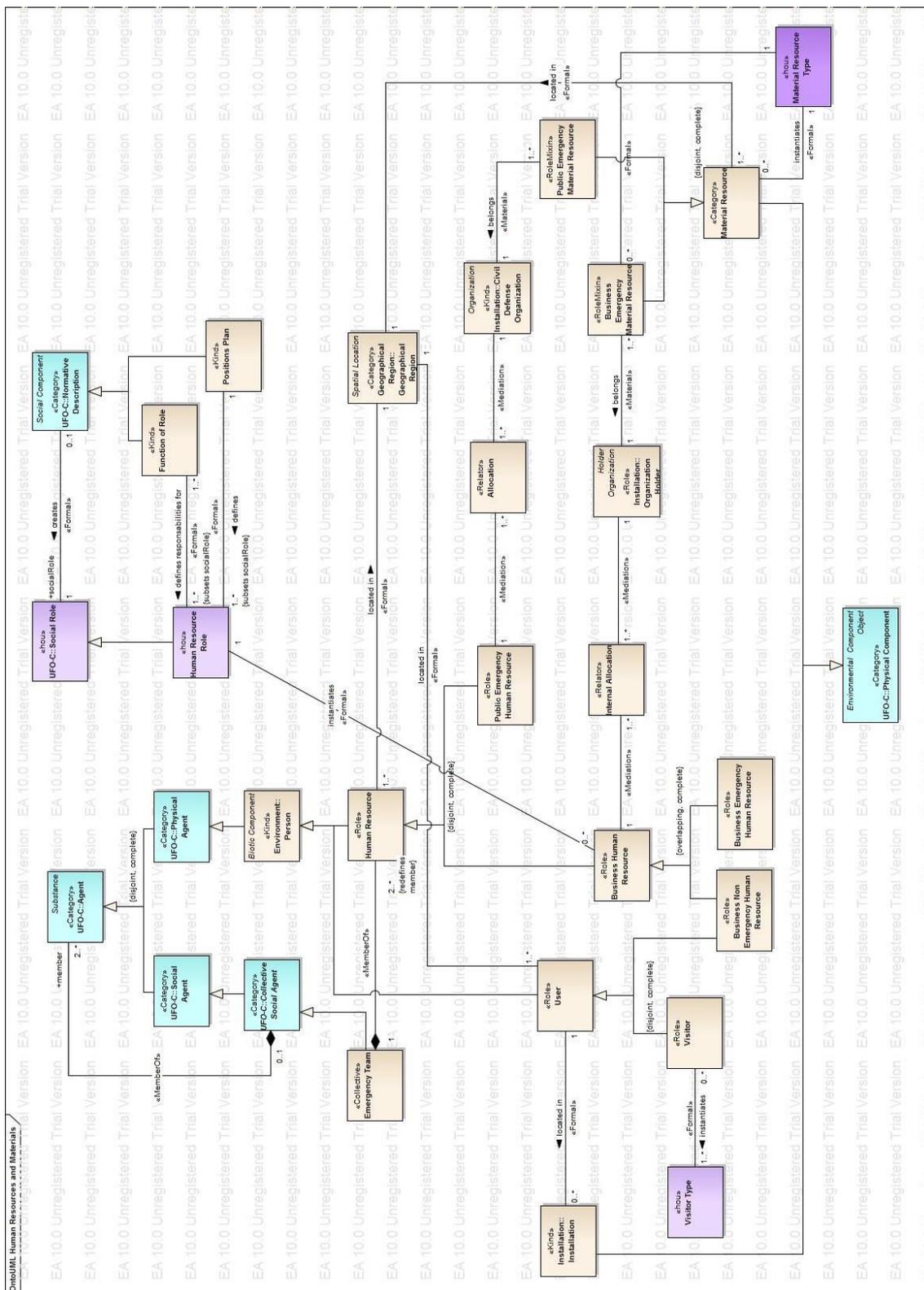


Figura 4-8 – Fragmento da OntoEmerge – Recursos Humanos e Materiais

A localização dos recursos humanos, dos usuários e dos recursos materiais envolvidos em um plano de emergência pode ser obtida através do relacionamento com a Região Geográfica (*Geographical Region*).



#### 4.2.6 Objetos do ambiente

O Ambiente (*Environment*) é composto por Componentes (*Environmental Component*) que, segundo a UFO, podem ser Físicos (*Environmental Physical Component*) ou Sociais (*Environmental Social Component*). Os Componentes Físicos podem ainda ser Naturais (*Natural Component*) ou Construídos (*Built Component*) como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo. Componentes construídos são feitos pelo homem, tais como estradas, pontes, prédios e casas. Componentes sociais incluem pessoas jurídicas, associações, organizações, etc. Os componentes naturais incluem Componentes Abióticos (*Abiotic Component*) - componentes que não estão vivos, como rios, praias, e montanhas e Componentes Bióticos (*Biotic Component*) – são os organismos vivos, como por exemplo: pessoas de uma comunidade, fauna, flora, empregados de uma empresa. Além disso, o ambiente tem uma localização geográfica, assim como cada um de seus componentes.

Podemos afirmar que, no mundo real existem componentes que não estão sob proteção de nenhuma entidade protetora. Desta forma, trataremos aqui somente o conjunto de componentes que identificamos como componentes sob proteção (*Under Protection Component*) que, de alguma forma, estão sob proteção e controle de entidades protetoras (*Protector*), como organizações públicas ou privadas, através de um Acordo (*relator Agreement*). Podemos exemplificar com o evento do vazamento de petróleo cru e de gás no golfo do México ocorrido em 2010, que causou, além de danos ao meio ambiente, perdas econômicas e políticas para o governo de Barack Obama. Pela extensão do impacto, o governo federal dos EUA assumiu o papel de protetor do meio ambiente que afetou principalmente componentes bióticos (tartarugas marinhas, pelicanos, golfinhos, camarões e peixes).

Podemos especializar os componentes sob proteção como Componentes Seguros (*Safe Component*) ou Componentes Ameaçados (*Endangered Component*). Consideramos que, enquanto o primeiro representa os componentes em situação segura, este último se refere aqueles que estão ao alcance de um evento perigoso (*Hazardous Event*) que pode conseqüentemente ser visto como Componente em Perigo. Estendendo o modelo pela interpretação da UFO, o protetor tem a intenção de proteger (*Protect Intention*). Esta intenção causa ações de proteção (*Protection Action*)

e cria uma situação individual (*Individual Situation*) para satisfazer o principal objetivo do Plano de Emergência (*EP Main Goal*).



#### 4.2.7 Eventos

Conforme apresentado no capítulo 3, a UFO-B fornece uma sólida base teórica para a discussão de eventos, por considerar, em sua interpretação, seus componentes não só segundo aspectos temporais, mas também explicitando relações de dependência fundamentais para sua representação. Assim, eventos são elementos que se estendem no tempo, acumulando partes temporais. Um evento altera uma situação (*situation*) de um estado anterior - pré-estado (*pre-state*) para um estado posterior – pós-estado (*pos-state*), estando sempre associado a um intervalo de tempo.

Um Ambiente está usualmente exposto a Eventos que podem causar Impactos, estes impactos mudam o ambiente. Observa-se na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que o conceito de evento assim definido corresponde a um evento específico, ocorrido em um determinado instante. Um Plano de Emergência, contendo as atividades planejadas, no entanto, não trata de instâncias de eventos, mas sim de tipos de eventos perigosos (*Hazardous Event Type*), ou seja, eventos em potencial. Assim, um ambiente (*Environment*) está usualmente exposto a Tipos de Eventos Perigosos (*Hazardous Event Types*) que podem causar Tipos de Impactos (*Impact Types*). E é para esses tipos de eventos que as organizações devem estar preparadas e desta forma desenvolverem seus Planos de Emergência, ou, como chamados na OntoEmerge, Documentos de Definição de Processos de Emergência da Organização (*OE Process Definition Document*). Mais especificamente, em nosso escopo, os Planos de Autoproteção das instalações são elaborados contra a exposição a tipos identificados de eventos perigosos (*Identified Type of Hazardous Event*) manifestados por Riscos Identificados (*Identified Risk*), isto é, considerados como prováveis de ocorrer.

Optamos por modelar os tipos de eventos associados à entidade mais geral Ambiente, sendo esta composta por componentes (que especializam para Instalação).



risco; que se analisem os elementos em risco. São questões relacionadas à gestão de risco, que representam a parte central dos Planos de Emergência, daí a importância de desenvolver este módulo compreendendo estes conceitos.

Analisando a literatura, as definições de risco, vulnerabilidade, perigo, dano e impacto, observa-se que não há um acordo entre os pesquisadores, mas estabelecemos aqui, as definições que mais se identificam com este trabalho.

Relembrando definições citadas na seção 2.1, um perigo (*Hazard*) é uma situação existente, susceptível de causar um dano ou prejuízo. Um risco (*Risk*) é a disposição de um ambiente à probabilidade de ocorrência de dano resultante da interação entre perigos e condições vulneráveis. De forma simplificada, risco é a probabilidade (mensurável) de um perigo transformar-se em um desastre e pode ser mitigado ou evitado.

Um impacto (*Impact*) é um evento que muda o ambiente. As consequências podem ser positivas ou negativas. Pode ser uma perda, prejuízo, desvantagem ou ganho. Dano classifica um impacto como negativo.

Vulnerabilidade (*Vulnerability*) tem diferentes definições compartilhadas entre as agências de emergências. Vulnerabilidade, como definido por Salter (1997) é o grau de suscetibilidade e resiliência da comunidade e do ambiente a perigos, as características de uma comunidade ou sistema em termos de sua capacidade em antecipar, enfrentar e se recuperar de eventos. Pessoas e coisas são vulneráveis a perigos e ficam suscetíveis a danos e perdas. Cannon (1994) considera vulnerabilidade como uma característica complexa produzida pela combinação de fatores derivados especialmente (mas, não inteiramente) de classe, gênero e etnia. A diferença nestes fatores resulta em perigos tendo diferentes graus de impacto. Os fatores que afetam o ambiente podem ser políticos, econômicos, sociais e culturais.

Estes conceitos foram interpretados no modelo da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** As noções sobre o relacionamento entre eventos, situações e disposições introduzidas em Guizzardi e outros (2013) que estendem a ontologia de eventos (UFO-B) fundamentam esta modelagem. Resumidamente, objetos têm propriedades, algumas das quais são disposições (*Dispositions*), que são propriedades que só são manifestadas em determinadas situações através da ocorrência de eventos. Uma situação (*Situation*) permite (*enables*) que um evento ocorra quando esta

situação ativa (*activates*) a disposição que é manifestada (*manifested by*) por este evento. Aqui também consideramos eventos atômicos como manifestações de uma única disposição e eventos complexos é a manifestação de várias disposições.

Como descrito, um evento perigoso (*Hazardous Event*) causou um impacto (*Impact*) e este impacto mudou o ambiente (*Impacted Environment*). Mudanças podem significar a geração ou destruição de componentes neste ambiente. Analogamente, um tipo de evento perigoso (*Hazardous Event Type*) pode causar um ou mais tipos de impacto (*Impact Type*) que classificam os impactos.

Como vimos, um impacto pode ter resultados positivos ou negativos. Dano (*Damage*) é um impacto negativo causado por um evento perigoso. Ambiente danificado (*Damaged Environment*) foi danificado por um dano classificado por um tipo de dano (*Damage Type*).

Definimos aqui a vulnerabilidade (*Vulnerability*) como uma disposição, sendo então, uma instância de propriedades manifestadas através da ocorrência de um evento perigoso (*Hazardous Event*) que acontece se um perigo (*Hazard*), classificado como situação, é ativado. A ocorrência de um evento perigoso traz uma situação de perigo. O ambiente contém vulnerabilidades (*Environmental Vulnerability*) de forma geral, assim como cada componente do ambiente tem vulnerabilidades (*Individual Vulnerability*). O primeiro é uma característica do ambiente que determina os tipos de danos que podem sofrer dado um evento definido como perigoso. A Região Serrana do Rio de Janeiro apresenta muitas áreas (*Environment*) com alta instabilidade geológica natural (*Environmental Vulnerability*) que nunca deveriam ser ocupadas. Caso ocorra uma chuva intensa (*Hazard*) nestas áreas teremos relacionado o risco de deslizamento. Vamos considerar agora, uma pessoa que tenha uma incapacidade motora (*Individual Vulnerability*). Caso esta pessoa seja vítima de uma enchente (*Hazard Type*), poderá correr o risco de não se evadir no momento da ocorrência.

Outro exemplo é o tipo de solo Neossolo Litólico que por sua própria característica apresenta vulnerabilidade alta à erosão devido à sua localização nas encostas de declives muito acentuados.

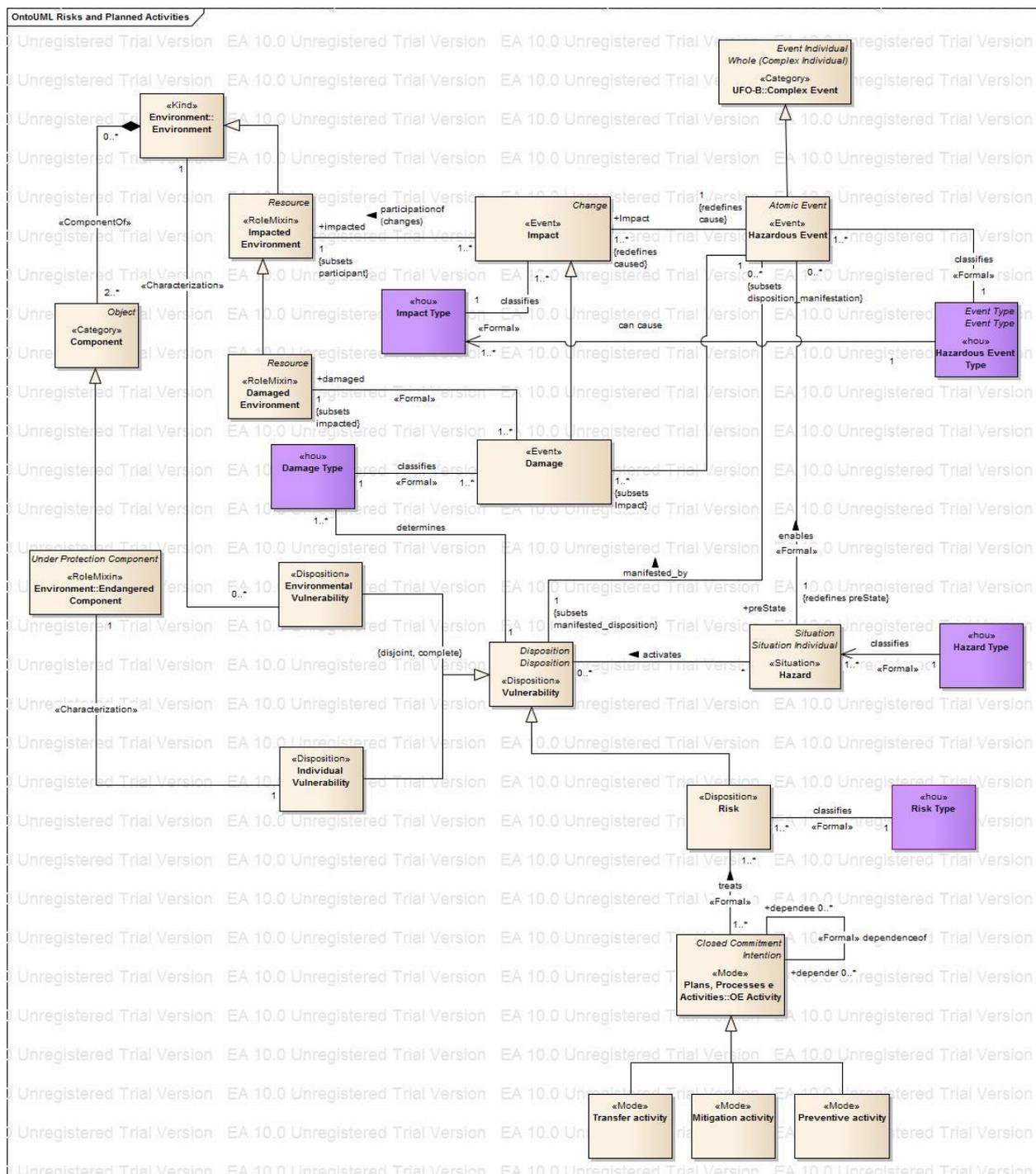


Figura 4-12 – Fragmento da OntoEmerge - Riscos e Ações Planejadas

À princípio, os riscos de alta vulnerabilidade são os priorizados para serem mitigados, devendo então, planejar as ações para tratá-los. Ações de transferência (*Transfer Action*), ações de mitigação (*Mitigation Activity*) e ações preventivas (*Preventive Activity*) são especializações de Ação Planejada (*Planned Activity*) de Emergência que podem ser aplicadas para tratar os riscos.

#### 4.2.9 Localização

No processo de gestão de emergência, é necessário identificar a localização de elementos envolvidos (pessoas, meio-ambiente, animais, bens), recursos materiais, organizações, centros de coordenação, infraestruturas, áreas relacionadas ao evento. Pessoas podem ser tanto pessoas afetadas como recursos humanos. É fundamental durante um evento acompanhar a movimentação de todos estes itens citados.

Considerando o processo de planejamento de emergência e especificamente os requisitos de informações geo-espaciais do Plano de Emergência, foi identificado a necessidade do fornecimento/obtenção das seguintes informações:

- localização das Organizações envolvidas e responsáveis;

Fornecido através de endereço

- localização de membro responsável ou setor da Estrutura Organizacional operacional;

Fornecido através de endereço

- localização da área geográfica correspondente a cada perigo identificado;

Fornecido através de endereço ou do conjunto de coordenadas geográficas da área

- localização das Instalações (Locais) de concentração de pessoas, incluindo pessoas com deficiência;

Fornecido através de endereço, no caso de um estádio, escola pública, igreja ou coordenadas geográficas, no caso de acampamentos erguidos temporariamente em áreas abertas.

- localização das Rotas de evacuação;

Fornecido através de endereço (path).

- localização da área geográfica do plano;

Fornecido através de descrição da jurisdição

- localização de Infraestruturas críticas;

Fornecido através de endereço ou coordenadas geográficas

- localização sobre onde as atividades estão previstas de serem realizadas, por posição e organização.

Fornecido através de endereço ou coordenadas geográficas.

Neste processo não é necessário fazer um acompanhamento da movimentação, as informações são planejadas e sempre estarão atualizadas. Estas informações foram interpretadas no modelo da Figura 4-13.

A categoria Localização Espacial (*SpatialLocation*) - como informado por um sistema GPS, é especializada nas categorias Região Geográfica (*Geographical Region*) e Ponto Geográfico (*Geographical Point*). Um Ponto Geográfico está associado a Coordenadas de Localização (*Location Coordinates*). A Região Geográfica pode estar associado a mais de uma Coordenada de Localização.

Diferentes Localizações Espaciais podem estar associadas a um conjunto particular de coordenadas em diferentes circunstâncias. Assim, a relação formal “espacialmente contido em” indica que uma Localização Espacial pode conter espacialmente outra Localização Espacial (GUIZZARDI, 2005). Coordenadas Geográficas é um datatype que fornece um vetor de três elementos os quais representam altitude, latitude e longitude. Coordenadas Geográficas mantém relações formais “localizacao” com as categorias Localização Espacial, Região Geográfica e Ponto Geográfico.

Região Geográfica é especializada de acordo com aspectos político-sociais, quando oficialmente definidos são identificados como Região Política, se são informais, são identificados como Região Não-Política. Exemplos de Região Política são: País, Região, Estado, Distrito Federal, Município, etc. Exemplos de Região Não-Política são: Vilas, Glebas, Locais históricos administrativos, etc.

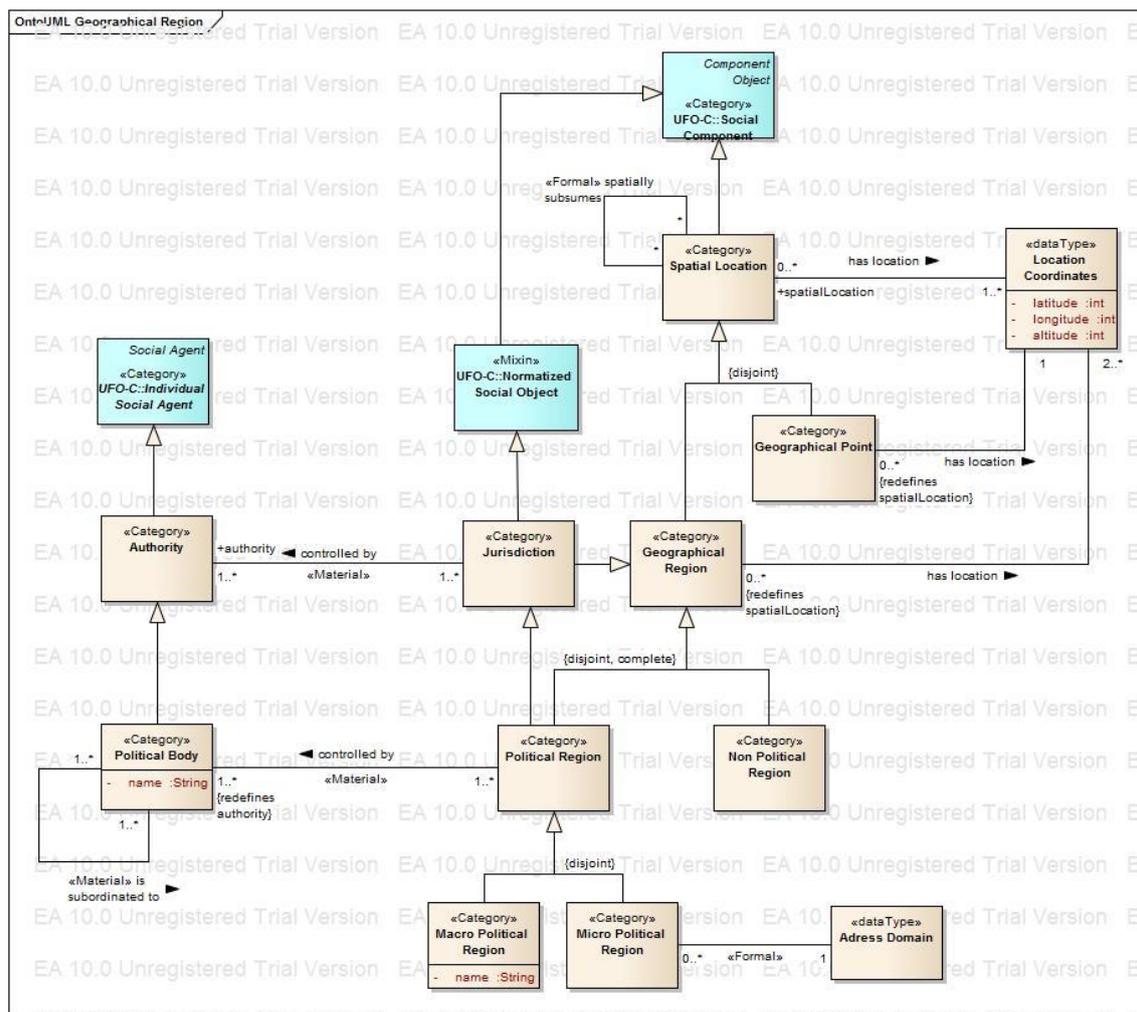


Figura 4-13 – Fragmento da OntoEmerge - Localização.

### 4.3 Considerações Gerais

Como vimos, a OntoEmerge foi desenvolvida considerando a análise dos processos de gerenciamento de emergência da Inglaterra, Austrália, USA, etc. Também considerou o reuso de elementos encontrados nos trabalhos de Bringuente, Falbo e Guizzardi (2011) e Kollarits e Wergles (2006). A engenharia ontológica foi aplicada para alcançar mais alto nível de expressividade e consistência do conteúdo dos planos, utilizando a OntoUML (linguagem de modelagem bem fundamentada) na fase de engenharia de domínio de DPL (EP). Essa linguagem foi especialmente projetada para formalizar modelos. OntoUML fornece construções altamente expressivas e orientações sobre como usá-las, o que melhora a atividade de modelagem resultando em uma geração de plano mais consistente.

O principal objetivo da OntoEmerge é apoiar a geração de planos de emergência, servindo como uma referência para o entendimento comum e comunicação entre as pessoas, sistemas e organizações. Fornece definições para responder as questões de competência tais como: o que é uma emergência, tipos de emergência, processos, planos, composição dos planos, instalações e rotas de evacuação envolvidas nas atividades de negóe perigos, entre outros.

A partir do modelo conceitual, os usuários podem ser conduzidos a uma visão sistemática e consistente do domínio de emergência, que antes estava em um conglomerado terminológico, de difícil compreensão e muitas vezes inconsistente. Com isso, o desenvolvimento de aplicações pode se apoiar neste quadro de referência ao construir seus modelos, tendo como consequência imediata, a construção de sistemas que podem interoperar entre si.

## 5 Exemplo de aplicação da ontologia na Linha de Produtos de Documentos

---

A proposta deste trabalho é o uso da ontologia OntoEmerge no método de geração de família de documentos de Planos de Emergência – LPD(PE) para melhorar a modelagem de características ao analisar uma família de documentos, durante a fase de engenharia de domínio (apresentado na seção 2.4). Nesta fase, a ontologia de domínio deve abranger as semelhanças e variabilidades da linha de produtos (MOHAN & BALASUBRAMANIAM, 2003) e pode estar associada a um modelo de características (CZARNECKI, *et al.*, 2006). Assim, o conhecimento do domínio, consistentemente representado em uma ontologia, pode fornecer a base para derivar o modelo de características através de regras ricas. Além disso, acreditamos que a ontologia de domínio bem fundamentada pode facilitar a identificação das similaridades e dos pontos de variabilidade da família de documento, incorporando à ontologia meta-características (por exemplo, dependências, cardinalidades, regras OCL). Com o uso da ontologia, o modelo de características se torna semanticamente mais rico, com as características correspondentes aos conceitos evidenciados.

A Figura 5.1 ilustra o processo de geração de planos de emergência, utilizando o LPD (PE), segundo nossa proposta. O primeiro passo (1) indica o processo de geração do modelo de característica de emergência apoiado pela OntoEmerge, adequado à atender diferentes atividades de negócio, diferentes tipos de eventos de emergência, diferentes processos, etc. A partir daí, cada organização pode definir sua própria família de documentos, selecionando seu sub-conjunto de opções adaptado a seu escopo. O uso de uma ontologia de domínio bem fundamentada, ainda pode enriquecer o modelo com a identificação de restrições, as quais podem ser mapeadas utilizando os recursos já existentes no modelo (por exemplo, não existe nenhuma atividade sem a alocação de um recurso humano), ou através de regras que podem ser descritas em OCL (por exemplo, uma determinada competência para se desempenhar um papel). Além disso, o responsável pela criação dos planos em uma organização

pode inserir regras que estão descritas na norma diretamente no plano (por exemplo, o volume e localização dos extintores). Os planos que são resultado deste processo são originados da seleção de opções contidas no modelo de características, isto é, em uma linha de produtos, partes similares são reaproveitadas e partes específicas são obtidas a partir de um quadro de alternativas previamente definidas. Assim, podemos obter planos de emergência adaptado a uma situação específica de uma organização relacionada com as normas/especificações legais (2).

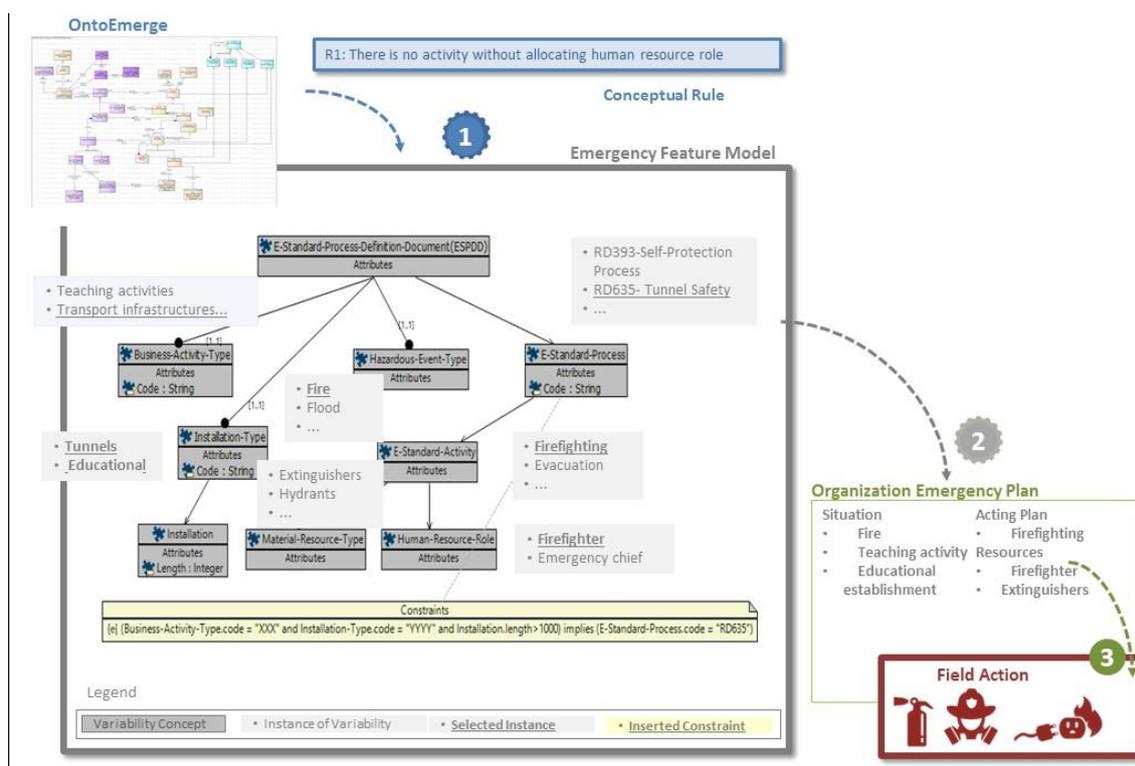


Figura 5-1 - Processo de geração de planos de emergência baseado no LPD com ontologia

Nosso objetivo neste capítulo é mostrar um exemplo de aplicação, através de um cenário específico, do processo de geração de Planos de Emergência baseado em Linha de Produto de Documentos enriquecido com a ontologia OntoEmerge.

O capítulo inclui, na seção 5.1, a descrição de um cenário associado a Planos de Autoproteção gerados com base em uma norma legal existente, de forma a facilitar o entendimento dos elementos da ontologia e sua associação com o contexto dos planos; na seção 5.2, descrevemos o processo de geração do modelo de características utilizando regras de mapeamento a partir da ontologia; na seção 5.3

mostramos a ferramenta utilizada para confeccionar o modelo de características e por fim, na seção 5.4 apresentamos um resumo do capítulo.

## 5.1 Interpretação da ontologia no Cenário da Aplicação

Como apresentado na seção 2.3.3, as informações padrões de planos de emergência foram identificadas e organizadas para a identificação dos elementos que fundamentaram a construção da ontologia. As seções que compõem um documento padrão de Plano de Emergência estão assim, diretamente associadas aos conceitos da ontologia, exemplificado a seguir.

Descreveremos o cenário a partir do fragmento da OntoEmerge relativo a planos, processos e atividades, apresentado na seção 4.2.2, o qual compreende duas partes correlacionadas, a parte associada ao processo padrão (*Standard Process*) e a parte que trata do processo específico a uma organização (*OE Process*). Iniciaremos descrevendo o processo padrão relacionado à Norma Básica de Autoproteção - NBA (*E Standard Process Definition Document*), seguindo o modelo da Figura 5-2.

A NBA é um documento que descreve o processo padrão (*E Standard Process*) de Autoproteção dos centros, estabelecimentos e dependências dedicados a atividades que possam dar origem a situações de emergência.

Inicialmente, mostraremos como partes/seções da Norma Básica de Autoproteção – NBA podem ser diretamente categorizados pelos conceitos descritos na ontologia criada (OntoEmerge).

O processo padrão de autoproteção é composto de outros processos, que estão relacionados aos capítulos do documento, que são:

Capítulo 1 – Identificação dos titulares e localização da atividade de negócios;

Capítulo 2 – Descrição detalhada da atividade e do meio físico em que se desenvolve;

Capítulo 3 – Inventário, análise e avaliação dos riscos;

Capítulo 4 – Inventário e descrição das medidas e meios de autoproteção;

Capítulo 5 – Programa de manutenção de instalações;

Capítulo 6 – Plano de Atuação anti-emergências;

Capítulo 7 – Integração do plano de autoproteção com outros de âmbito superior;

Capítulo 8 – Implantação do Plano de Autoproteção;

Capítulo 9 – Manutenção da eficácia e atualização do Plano de Autoproteção.

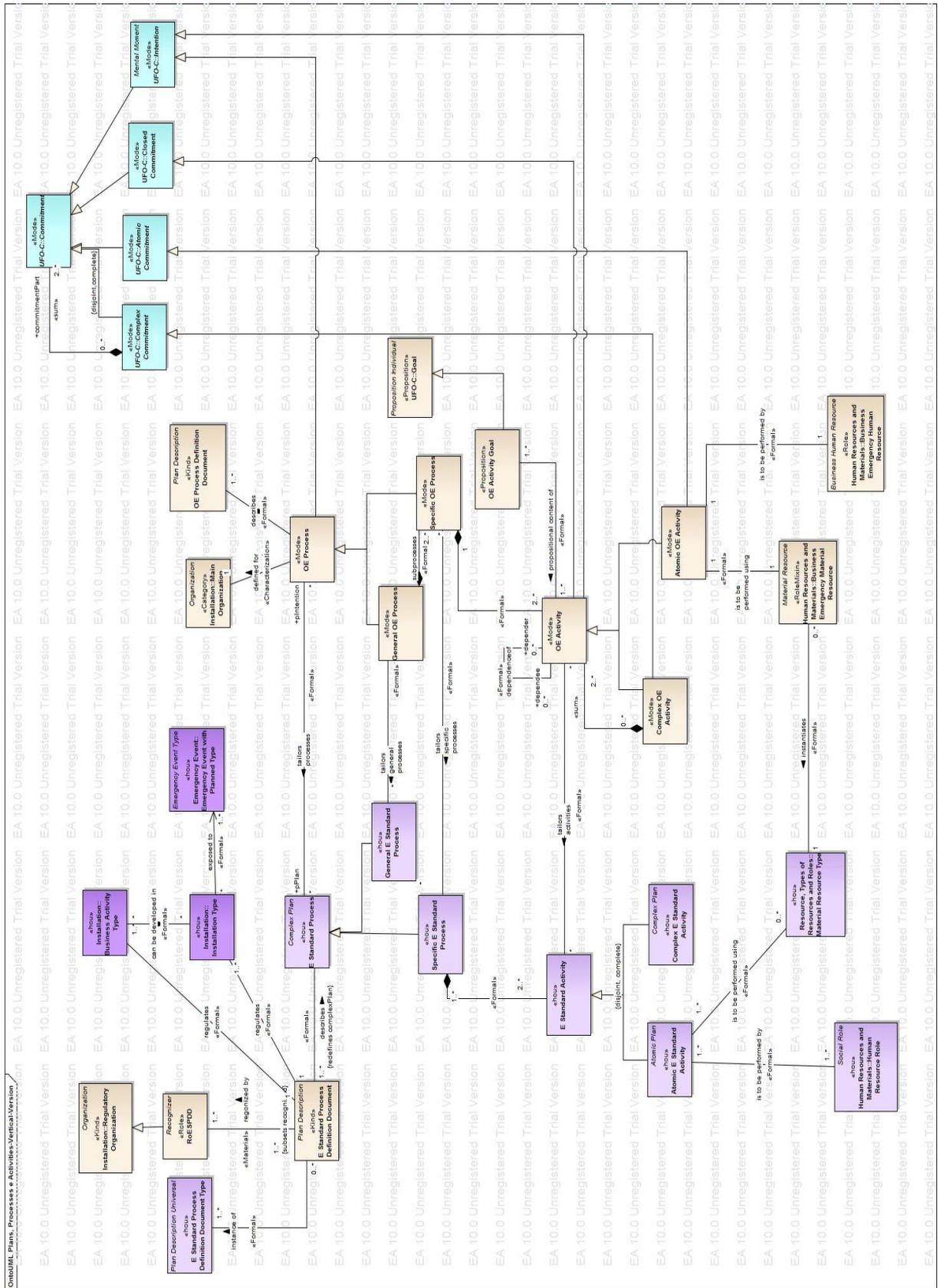


Figura 5-2- Fragmento da OntoEmerge - Planos, processos e atividades integrado com o fragmento de Recursos, Tipo de recursos e Papéis

Cada um destes processos é também um *E Standard Process*, pois podem se subdividir em outros processos ou atividades. Destes, daremos foco no Processo de Atuação (capítulo 6 da NBA), que é definido como *General E Standard Process* compreendendo os processos e atividades de: identificação e classificação das emergências; definição de procedimentos de atuação ante as emergências; identificação equipes de emergência e suas funções; identificação do responsável do Plano de Autoproteção. As atividades são classificadas em *Complex E Standard Activity* (quando a atividade é composta por outras atividades) ou *Atomic E Standard Activity*.

A correspondência entre a norma e a ontologia encontra-se na Figura 5-3.

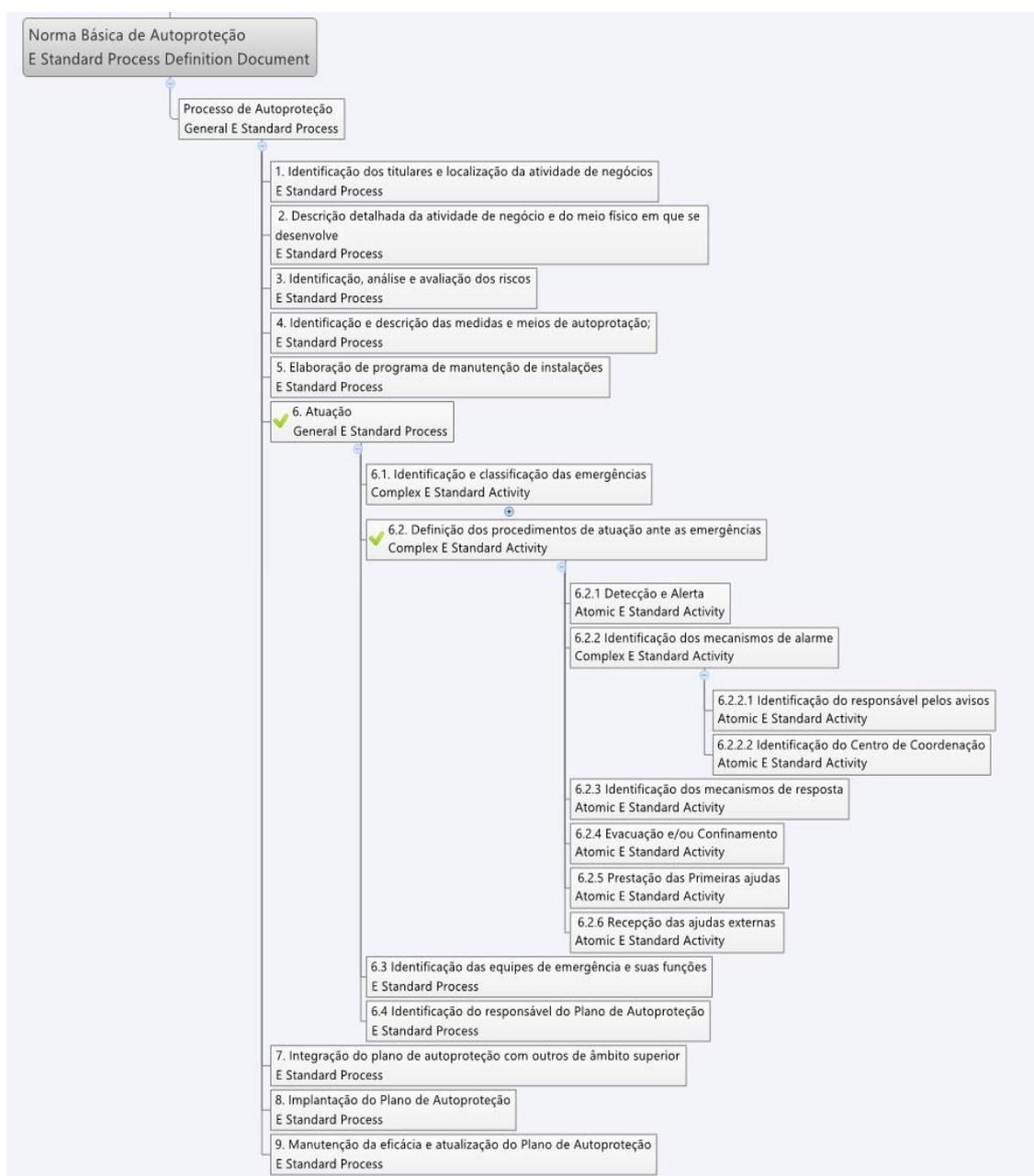


Figura 5-3 - Planos, processos e atividades padrão

A partir do que é especificado pela NBA, pode-se identificar os processos de uma organização, no nosso caso a Escola de Informática da Universidade Politécnica de Valência (*Main Organization*), conforme Figura 5-4. O Plano de Autoproteção da Escola de Informática (*OE Process Definition Document*) descreve o processo de Autoproteção da Escola Técnica Superior de Informática Aplicada – prédio 1G (*General OE Process*), que contempla os processos de avaliação de risco; identificação de recursos (humanos e materiais) de proteção; atuação e implantação. Podemos identificar cada um destes processos também como um *OE Process*.

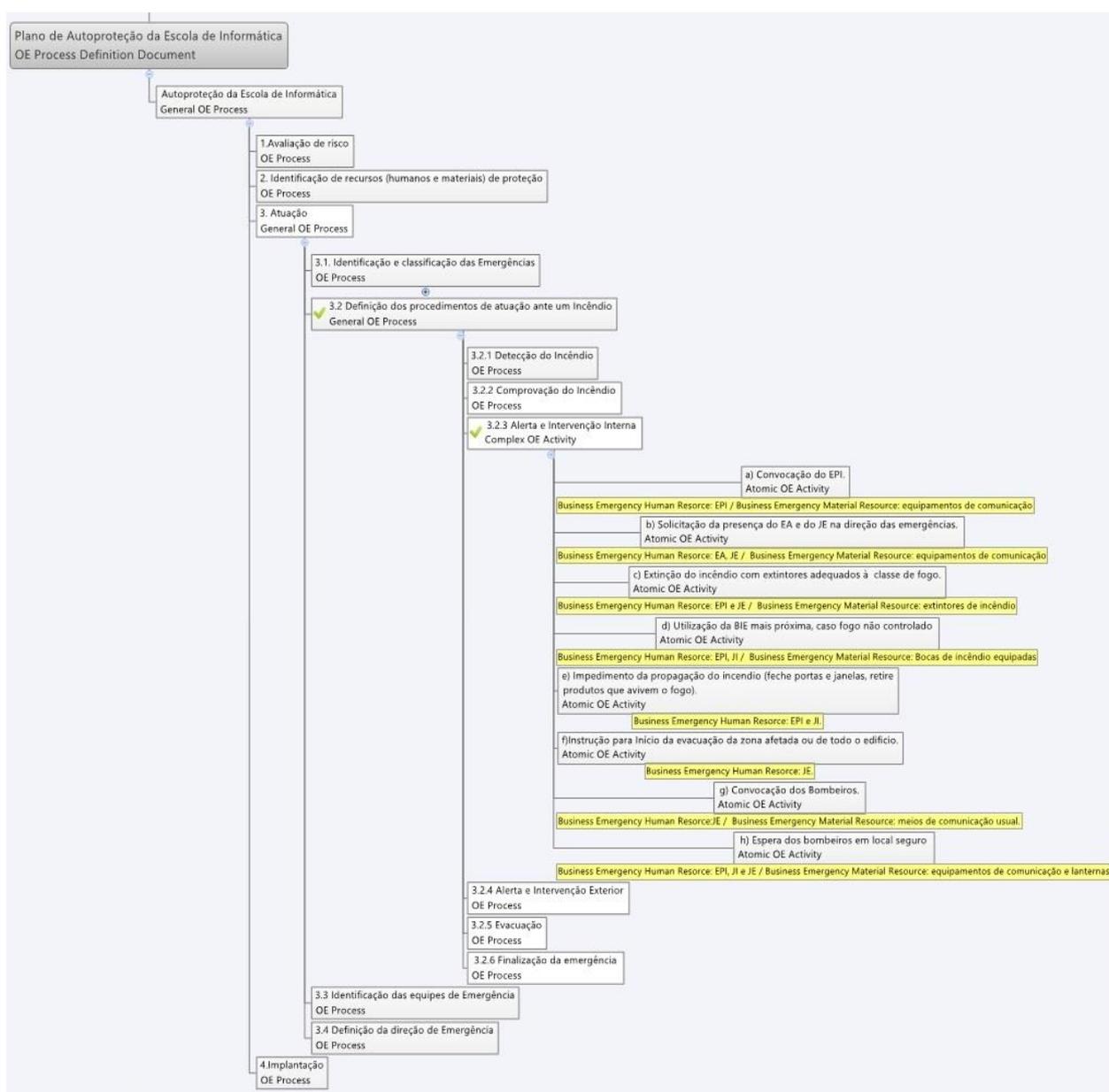


Figura 5-4 - Planos, Processos, atividades, rec. humanos e materiais da Organização.

O processo de atuação da organização (conforme acima) é um processo bastante abrangente por envolver processos, atividades e recursos de proteção. O processo de atuação é um *General OE Process*, pois tem nele incluso as atividades e os processos: identificação e classificação das emergências, definição dos procedimentos de atuação ante um incêndio, identificação das equipes de emergência; definição da direção de emergência; definição dos procedimentos de prevenção. A evacuação é o processo que pode ter um plano próprio. Detalharemos estas atividades/processos fazendo a correspondência com o conteúdo do documento padrão da Norma Básica de Autoproteção (NBA, 2007).

### 5.1.1 Identificação e classificação das emergências

As emergências específicas da organização são identificadas

- Em função da gravidade (*Atomic OE Activity*), a emergência se classifica em inicial, parcial e geral;
- Em função da causa (*Atomic OE Activity*). A emergência se classifica em natural (sismos, inundações, raios, etc.), técnico (falhas em instalações, falhas em funcionamento de equipamentos, negligência de pessoas, etc.) e cívico-social (negligência de pessoas, pressão social ou ameaças terroristas);
- Em função do tipo de risco (*Atomic OE Activity*): incêndio, queda de edifícios, ameaça de bomba real ou fictícia, ação terrorista, inundação, explosão, derrames, escapamentos de gás.

Esta atividade corresponde à atividade padrão complexa de mesmo nome “Identificação e classificação das emergências”.

### 5.1.2 Identificação das equipes de emergência

Nesta atividade são informados perfis do pessoal de emergência, seus papéis, seus substitutos, local de trabalho, missão e funções específicas.

- Pessoal de Emergências

- Direção de Emergências
  - Chefe de Emergências (JE) – Titular(Diretor) e substituto (responsável pela administração)
  - Chefe de Intervenções (JI)
- Equipe de Emergências
  - Equipe de Primeira Intervenção (EPI)
  - Equipe de Alarme e Evacuação (EAE)

Corresponde à atividade padrão “Identificação das equipes de emergências e suas funções”.

### 5.1.3 Definição da direção de emergência

É o local de trabalho do chefe de emergência (JE) e local de encontro da equipe de apoio (EA) onde receberá instruções de atuação. Durante uma emergência é a central de comunicações. Não vimos correspondência direta com atividade padrão definida na Norma Básica de Autoproteção. É um exemplo de conteúdo específico incluído no plano de forma complementar aos conteúdos estabelecidos pela NBA.

Conforme modelo da Figura 5-2, as atividades atômicas da organização (*Atomic OE Activity*) podem ser realizadas usando tanto papéis (*Business Emergency Human Resource*), assim como recursos materiais (*Business Emergency Material Resource*). Baseado no detalhamento da atividade complexa da organização “Alerta e Intervenção interna” na Figura 5-4, foi incluído para cada atividade atômica que a compõe, seus recursos humanos e recursos materiais requeridos para que a atividade seja realizada.

### 5.1.4 Definição dos procedimentos de atuação ante um incêndio

Existe um processo de atuação próprio para cada tipo de emergência, descrevemos aqui a atuação ante um incêndio. O processo para incêndio se compõe das seguintes atividades: detecção do incêndio; comprovação; alerta e intervenção interna; alerta e intervenção externa; evacuação e finalização da emergência. Das fases mencionadas, daremos ênfase à atividade de alerta e intervenção interna.

Esta atividade corresponde à atividade padrão complexa de mesmo nome “Definição dos procedimentos de atuação das emergências”.

## 5.2 Geração do Modelo de Característica

A definição de um modelo de características é o componente principal que apoia a Linha de produtos de documentos e que descreve como os documentos podem variar. O modelo de características fornece uma visão geral dos requisitos e representa as características de um documento e suas dependências (pode ser entendido como uma árvore com alternativas e pontos de variação como seus nós), o tipo de dependência (obrigatória ou opcional), o tipo de seleção ("ou" ou "ou-exclusivo") e as restrições "required" ou "exclusive" (Figura 5-5). Os nós representam configurações válidas (um conjunto de valores atribuídos a um conjunto de pontos de variação).

Os pontos de variabilidade são parâmetros cujos valores podem variar entre os componentes da linha de produtos. Nesta experimentação inicial, alguns pontos de variação foram identificados e representados no exemplo do modelo de característica:

- tipo de atividade de negócio desenvolvida - Está diretamente associada à organização, pois define o documento padrão que deve obedecer (padrão) e conseqüentemente define o conteúdo do plano; define os riscos associados à atividade.
- tipo de instalação - Define as características construtivas, a composição da instalação e também seus riscos relacionados.
- tipo de evento de emergência - Define os procedimentos de atuação a serem realizados e os recursos a serem utilizados.

A interpretação de um modelo de classe (a ontologia) como um modelo de característica depende de regras de mapeamento, como mostrado na seção 3.3. O modelo de características definido abaixo foi gerado manualmente baseado nestas regras e está restrito a um fragmento representativo da ontologia para fins de apresentação do exemplo.

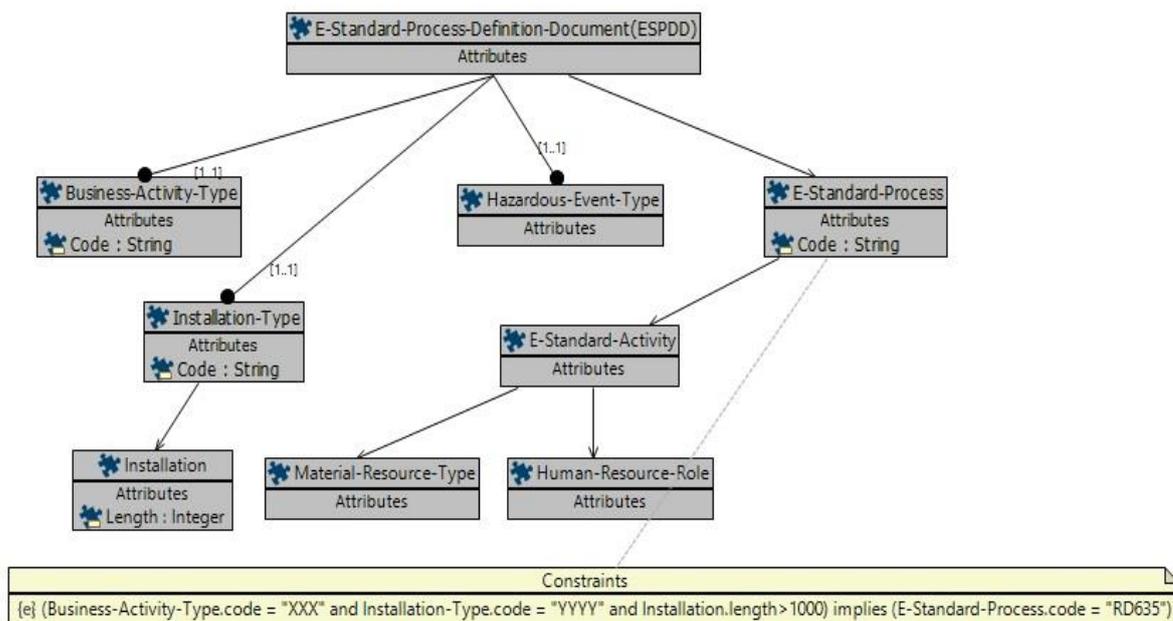


Figura 5-5 – Modelo de características para família de planos de autoproteção

O mapeamento pode começar especificando a característica-raiz com o nome da linha de produto, como mostrado no diagrama da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pelo nome de *E-Standard-Process-Definition-Document* – ESPDD. A árvore vai sendo formada com a adição das características-folha de acordo com a estrutura de classes e relacionamentos da ontologia.

Características opcionais são representadas por uma ligação em seta entre características, como a ligação entre *E-Standard-Activity* e *Material Resource Type*. As características mandatárias são representadas por uma ligação com um círculo negro, assim como entre *ESPDD* e *Business Activity Type*.

A ligação entre uma característica filho e uma característica pai, indica que a característica filho *requires* a característica pai. Se a característica pai não é válida, então não conseguimos acessar a característica filho.

Uma linha de produto de Planos de Autoproteção inclui como elementos aqueles componentes básicos definidos na ontologia *OntoEmerge* pela norma legal associada, mas pode também incluir elementos adicionais de acordo com algum requerimento específico de alguma região ou contexto qualquer. Assim, o diagrama representa como o Plano de Autoproteção se refere a uma Instalação (*Installation*) e é composto por Processos (*EP\_Process*) e estes são compostos por Atividades (*EP\_Activity*). Cada Atividade tem associado um ou mais Papéis de Recursos Humanos de Emergência

(*Emergency\_Human\_Resource\_Role*) e pode ter um ou mais Tipos de Recursos Materiais (*Material\_Resource\_Type*). A estrutura do modelo de característica é definida também pelo mapeamento de regras e restrições, como expressões OCL. Por exemplo, a restrição: "se o tipo de atividade de negócio é uma "infra-estrutura de transporte" e tipo de instalação é "túnel ferroviário" e o comprimento da instalação é superior a 1000 metros, então, o código de processo padrão deve ser RD635 formalizado como uma restrição OCL.

Como nesta proposta, os modelos de características são originados de especificações de normas, mas tendo como quadro de referência uma ontologia de domínio bem fundamentada, por isso, a definição de regras é complementada por regras oriundas dos compromissos ontológicos expressos pelos estereótipos da ontologia de topo UFO utilizados. É claro que, além dessas, outras restrições não incluídas na ontologia podem ser acrescentadas, sempre que forem necessárias.

### **5.3 Ferramenta para definição do Modelo de Características**

Para a definição do modelo de características, utilizamos o editor gráfico para modelagem de características de Gómez e Ramos (2010). Este editor é uma ferramenta semi-automática que apoia o processo de geração de planos de emergência. Ele dá uma idéia de como esse processo pode funcionar, permitindo especificação de regras através de restrições OCL sendo compatível com o formato de Modelo de Variabilidade Domínio (DVM). Os desenvolvedores podem definir uma linha de produtos de documento gerando editores que especificam configurações do modelo de características.

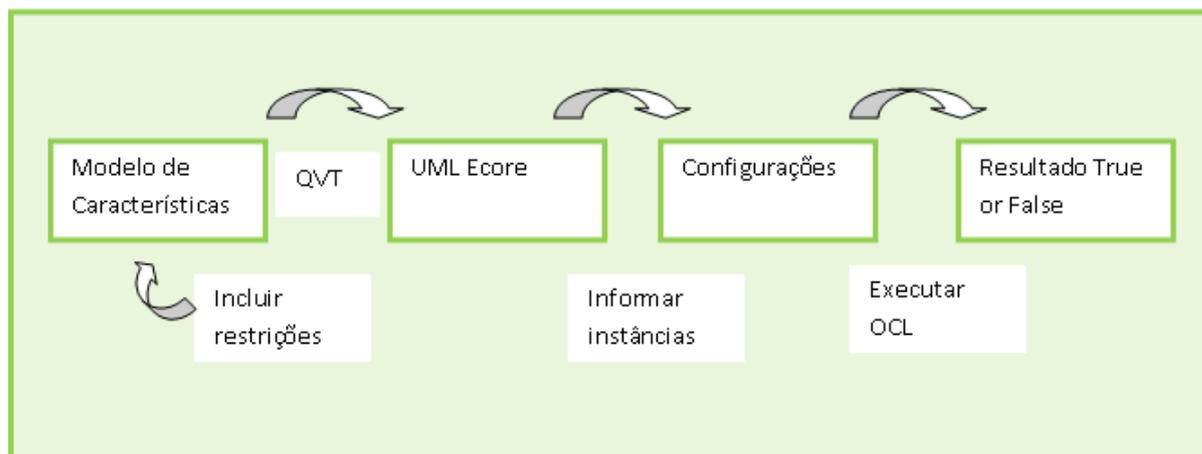


Figura 5-6 – Protótipo de Modelagem de Características baseado em Cardinalidade

Como mostrado no fluxo da Figura 5-6, os modelos de características definidos com este editor são automaticamente transformados em DVMs (Domain Variability Model – expressos como um modelo Ecore que pode ser instanciado) e usados para definir configurações de modelos de características, facilitando as tarefas de validação. Configurações são instâncias de um modelo de características.

A Figura 5-7 mostra o editor. A paleta localizada à direita mostra os conceitos que podem ser usados para definir os modelos de características (*features*, *mandatory*, *optional*, etc). Na tela, é mostrado um exemplo do modelo de características, associado a uma linha de produtos para Planos de Autoproteção.

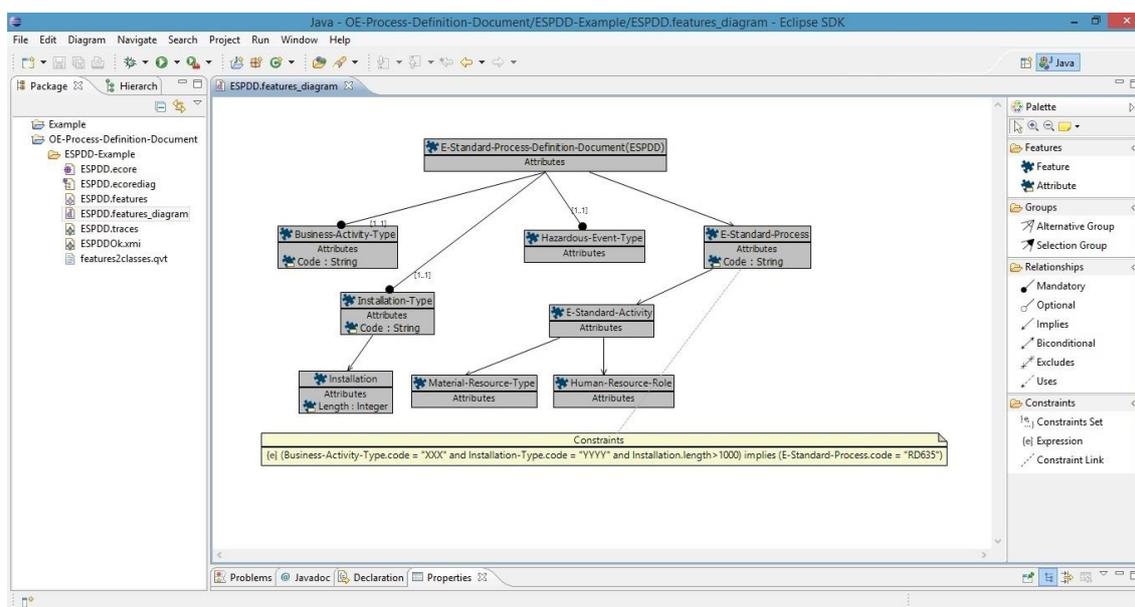


Figura 5-7- Editor de Modelagem de Características baseado em Cardinalidade (GÓMEZ, 2010)

Primeiro, a estrutura do DVM é definida por meio de aplicação de regras, depois, as restrições são definidas por meio de expressões OCL. Estas expressões OCL são incluídas no próprio DVM por meio de anotações. Estas anotações são usadas automaticamente nos próximos passos do protótipo para verificar se as configurações são válidas. As regras para transformar na estrutura DVM estão descritas em detalhes em (GÓMEZ & RAMOS, 2010).

#### **5.4 Considerações Gerais**

Neste capítulo tentamos exemplificar como o uso de uma ontologia bem fundamentada pode enriquecer semanticamente a geração de planos de emergência, que são construídos a partir de uma linha de produto de documento. Para isto, mostramos como a ontologia criada (e descrita no capítulo anterior) relaciona-se com a estrutura do documento contendo as normas/ especificações e o modelo de características. E desta maneira gerando um plano de emergência mais rico em termos descritivos.

A ontologia de domínio bem fundamentada conta com pressupostos ontológicos de uma ontologia fundacional e o modelo de características pode incorporar os seus benefícios, aumentando a expressividade semântica da atividade de design e da qualidade do próprio modelo de características. Conseqüentemente, acreditamos que uma geração de plano mais consistente pode ser conseguida com a nossa abordagem.

A natureza da linha de produto reforça o reuso dos elementos de informação, fazendo o desenvolvimento do plano mais consistente. Neste cenário, a ontologia de domínio pode ser utilizada como: i) quadro de referência para o uso consistente dos diferentes elementos de informação do plano; ii) apoio na geração de modelos de características mais completos, iii) integração entre os documentos utilizados na linha de produto, como as normas/especificações, demais modelos (como o de características) e o próprio plano gerado.

Uma limitação deste trabalho foi a impossibilidade de avaliar na prática a utilização desta abordagem, por depender primordialmente do desenvolvimento do

processo de definição das regras de conversão, assim como o desenvolvimento de um processo automático para conversão do modelo de características a partir de um modelo de classes (ontologia). Por esta razão, fizemos uma discussão de sua aplicação em um cenário exemplo.

## 6 Conclusão e trabalhos futuros

---

A partir da análise de ontologias na área de emergências e planos de emergências, verificou-se que ainda não se dispõe de um quadro de referência de conceitos suficientemente abrangente para apoiar a elaboração de Planos de Emergência. Para tal, foi desenvolvida a ontologia OntoEmerge que atende o domínio de planejamento de emergências, com foco na geração de planos. Foram capturados processos, atividades, instalações fornecendo uma visão de alto-nível do domínio, que facilita sua compreensão e serve como quadro de referência para a interpretação dos conceitos deste domínio e relações entre eles. Em especial, foi adotada uma abordagem de construção baseada em ontologia de fundamentação, onde se procurou utilizar o aporte dos construtores da UFO e fazer o reuso de elementos encontrados em ontologias existentes, obtendo-se uma conceptualização mais consistente e a anotação em estereótipos explicitaram o compromisso ontológico assumido na modelagem, dando ainda mais expressividade à representação.

Na proposta de aplicação da ontologia OntoEmerge, consideramos o framework de geração de documentos de conteúdo variável apresentado por Gómez e outros (2012). É uma aplicação da abordagem de LPD que foi definida com o objetivo de apoiar a geração de documentos de conteúdo variável orientada ao domínio. Neste caso, os documentos são planos de emergência. O framework está baseado em um modelo de características, o qual é gerado a partir da ontologia criada e desta forma garantindo as interdependências dos conteúdos e também sua consistência. A LPD (PE) adaptada ao uso da ontologia, apoia o designer durante a modelagem de características. A formalização do entendimento comum traz consistência ao modelo final, reforçada pelas restrições provenientes da ontologia como regras conceituais definidas como declarações em OCL.

A singularidade desta ontologia está na facilidade de compreensão, fornecendo um nível adequado de detalhamento que equilibra generalidade e expressividade. É possível identificar a separação entre uma especificação de plano (padrão ou

regulamento) e o plano gerado a partir desta, e os elementos que estão com eles associados.

Nosso objetivo não foi uma modelagem exaustiva do domínio, mas fornecer clareza suficiente para uma comunidade de usuários que pudesse abrir caminho para uma melhor comunicação e desenvolvimento de sistemas, no que se costuma chamar de abordagem leve de construção de ontologia.

O significado prático da ontologia é:

1. Melhorar o entendimento do domínio e desta forma, facilitar a elicitação do conhecimento, fornecendo modelos de domínio;
2. Trazer consistência aos modelos de características com o domínio de conhecimento, cuidadosamente expressos, organizados e representados através das ontologias;
3. Fornecer um quadro de referência para entender modelos utilizados em gestão de emergência, fornecendo um contexto comum e um conjunto de elementos básicos derivados de categorias consistentes da ontologia de fundamentação;
4. Facilitar a interoperabilidade entre sistemas de aplicação, fornecendo um contexto comum para eles;
5. Apoiar a interoperabilidade arquitetural de tecnologias de informação fornecendo uma visão de alto nível do domínio para os desenvolvedores de tais sistemas.

Durante a elaboração deste trabalho, os conceitos mais gerais foram divididos tematicamente, mas observamos a necessidade de outros mapeamentos transversais para contemplar as fases do processo de gestão de emergência (IANNELLA, *et al.*, 2009) e a modularização das ontologias de fundamentação (TEYMOURIAN, *et al.*, 2010, STUCKENSCHMIDT, *et al.*, 2009). Além disso, para enriquecer a ontologia proposta, é necessário o aprofundamento na pesquisa de esquemas terminológicos e classificatórios da área de emergência, que ainda não se encontram completos. Podemos mencionar tais itens como trabalhos futuros.

Como vimos no capítulo 2, alguns trabalhos já foram desenvolvidos tratando a integração entre ontologia e o modelo de características. Nesta área, poderíamos contribuir revisando e estendendo o mapeamento aqui utilizado, formalizando-o na

forma de diretrizes de construção, e automatizando o processo de geração do modelo de características tomando a ontologia do domínio como base.

Procurar integrar o desenvolvimento da automatização de geração do modelo de característica com um processo existente de geração de planos de emergência, seria o próximo passo. Seria interessante também, ter a possibilidade de experimentar este processo integrado desenvolvido com a aplicação de diversos planos-exemplos de características mais amplas e variadas.

A OntoEmerge após ser mais amplamente avaliada, poderá ser utilizada como base na construção de um ambiente automatizado, cooperativo e interoperável para apoiar a construção de Planos de Emergência, o planejamento e treinamento da proteção civil.

## Referências

---

ALEXANDER, D., **Principles of Emergency Planning and Management**. NY, Oxford University Press, 2002.

ARCE, Aplicación en Red para Casos de Emergencia, Recopilación de términos usados em protección civil y materias afines. Disponível em: [https://arce.dei.inf.uc3m.es/arce/recopilacion/index\\_html?idioma=esp](https://arce.dei.inf.uc3m.es/arce/recopilacion/index_html?idioma=esp). Acesso em: 26 jun. 2010.

ASGHAR, S., ALAHAKOON, D., CHURILOV, L.: A Comprehensive Conceptual Model for Disaster Management. *Journal of Humanitarian Assistance*, 2006.

BARCELLOS, M. P. , FALBO, R. A. , DALMORO, R. A well-founded software measurement ontology , In: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2010), Toronto - Canadá, 2010.

BLANCHARD, W., Guide to Emergency Management and related terms, definitions, concepts, acronyms, organizations, programs, guidance, executive orders & legislation. 2007. Disponível em: <http://www.training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/terms%20and%20definitions/Terms%20and%20Definitions.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2010.

BOSCÁ, M.I., CORDEIRO, F. K., OLIVEIRA, J., CAMPOS, M.L.M., (2009) OntoEmerge: construção de uma ontologia core para a área de emergências baseada em ontologia de fundamentação, 3º. Ontobras Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, Santa Catarina, Brasil, 2009.

BOTTAZZI, E.; FERRARIO, R. Preliminaries to a DOLCE Ontology of Organizations, *International Journal of Business Process Integration and Management*, 2006.

BRASIL. LEI 12.340, de 1º de dezembro de 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12340.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12340.htm) . Acesso em: 23 mar. 2012.

BRINGUENTE, A.C.O. ; FALBO, R. A. ; GUIZZARDI, Giancarlo . Using a Foundational Ontology for Reengineering a Software Process Ontology. *Journal of Information and Data Management*, v. 2, pp. 511-526, 2011.

CABINET OFFICE UK website, Emergency Planning. Disponível em: <http://www.cabinetoffice.gov.uk/content/emergency-planning>. Acesso em: 23 mar. 2012.

CALVI, C.Z., Gerenciamento de Serviços de TI e Modelagem do Processo de Configuração ITIL® em uma Plataforma de Serviços Sensíveis a Contexto, 2007.

CAMPOS, M.L.A.,CAMPOS, M. L. M,DAVILA, A.M.R, GOMES, H.E., CAMPOS, L.M., LIRA,L. Aspectos metodológicos no reúso de ontologias: um estudo a partir das anotações genômicas no domínio dos tripanosomatídeos. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde. , v.3, p.64 -75, 2009. (CAMPOS e outros, 2009).

CANNON, T. 1994. Vulnerability Analysis and the Explanation of "Natural" Disasters. Chapter two in Disasters, Development and Environment, edited by A. Varley. London: Wiley.

CARDIN .Caribbean Disaster Information Network - Controlled Vocabulary on Disaster Information, 2000. Disponível em:  
[http://mona.uwi.edu/cardin/virtual\\_library/docs/1127/1127.pdf](http://mona.uwi.edu/cardin/virtual_library/docs/1127/1127.pdf) . Acesso em: 13 fev. 2013.

CARRARETTO, R. A Modeling Infrastructure for OntoUML, Technical Report, Ontology and Conceptual Modeling Research Group (NEMO), Federal University of Espírito Santo, Vitória, Brazil, 2010

CARVALHO, M. G. P., CAMPOS, L. M., BRAGANHOLO, V. P., CAMPOS, M.L.M, Campos, M.L.A. Extracting New Relations to Improve Ontology Reuse. Journal of Information and Data Management. , v.2, p.541 - 556, 2011.

CASTRO, A. L. C. e CALHEIROS, L.B. Manual de Medicina de Desastres - Vol. I. Brasília: MIN, pp. 92, 2007.

CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil - estudos de Riscos e Medicina de Desastres, 2ª Edição Revista e Ampliada. 1998. Disponível em:  
[http://www.esdec.defesacivil.rj.gov.br/documentos/publicacoes\\_da\\_secretaria\\_nacional/2\\_glossario.pdf](http://www.esdec.defesacivil.rj.gov.br/documentos/publicacoes_da_secretaria_nacional/2_glossario.pdf) . Acesso em: 13 fev.2013.

CASTRO, A. L. C.. Manual de Planejamento em Defesa Civil - Vol I. Brasília: MIN, pp. 67, 1999.

CHIANG, T. J., KOUH, J. S., CHANG, R-I. Ontology-based Risk Control for the Incident Management, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 no.11, Nov. 2009.

CLEMENTS, P., NORTHROP, L. Software Product Lines: Practices and Patterns. Addison-Wesley, 2002.

COUTURIER, M. OASIS Terms and Acronyms. European Commission FP6 Information Society Technologies program. 2005. Disponível em:  
[http://www.oasisfp6.org/documents/OASIS\\_TA21\\_RPT\\_007\\_CRU\\_1\\_0.pdf](http://www.oasisfp6.org/documents/OASIS_TA21_RPT_007_CRU_1_0.pdf). Acesso em: 26 jun. 2010.

CZARNECKI, K., EISENECKER, U.W.: Generative Programming. Addison Wesley, 2000.

CZARNECKI, K.; HELSEN, S. and EISENECKER, U. W. Formalizing cardinality-based feature models and their specialization. *Software Process: Improvement and Practice*, 10(1): pp. 7-29, 2005.

CZARNECKI, K., PETER KIM, C. H, and KALLEBERG, K. T., "Feature models are views on ontologies". In *SPLC '06. IEEE* , pp. 41-51, 2006.

DAMASEVICIUS, R. , STUIKYS, V., TOLDINAS, E. Domain Ontology-Based Generative Component Design Using Feature Diagrams and Meta-Programming Techniques. In: *Proc. of 2nd European Conf. on Software Architecture ECSA 2008*, Paphos, Cyprus. R. Morrison, D. Balasubramaniam, K. Falkner (Eds.). LNCS 5292, Springer-Verlag, pp. 338-341, 2008.

DHS, NIPP. The 2009 National Infrastructure Protection Plan. 2009. Disponível em: [http://www.dhs.gov/xlibrary/assets/NIPP\\_Plan.pdf](http://www.dhs.gov/xlibrary/assets/NIPP_Plan.pdf). Acesso em: 01 fev.2012.

DHS, NRP. Department of Homeland Security. National Response Plan (Draft #1). DC: DHS, February 25, 2004, 88 pages. Disponível em: <http://csp.state.co.us/downloads/referencelibrary/nrpbse1.pdf> . Acesso em: 13 de Fev. de 2013.

DHS, UTL. Universal Task List, Version 2.1, 2005. Washington DC: Office of State and Local Government Coordination and Preparedness, Office for Domestic Preparedness (ODP), May 23, 2005, 148 pages. Disponível em: [http://www.scd.hawaii.gov/grant\\_docs/UTL\\_Version2\\_1FINAL\\_05\\_23\\_05.pdf](http://www.scd.hawaii.gov/grant_docs/UTL_Version2_1FINAL_05_23_05.pdf) . Acesso em: 23 mar.2012.

DifferenceBetween.net, Difference Between Hazard and Risk. Disponível em: <http://www.differencebetween.net/language/difference-between-hazard-and-risk/> . Acesso em: 02 mar 2012.

DI MAIO, P. An Open Ontology For Open Source Emergency Response System, Open Source Research Community, Jan. 2007.  
DRC – Disaster Research Center – Annual Report, 2007. University of Delaware.  
Disponível em: [www.udel.edu/DRC](http://www.udel.edu/DRC).

DYNES, R. R., QUARANTELLI, E. L. and KREPS, G. A. A Perspective on Disaster Planning (3rd Edition). Newark, DE: University of Delaware, Disaster Research Center, Report Series #11, May 1981. Disponível em: <http://dspace.udel.edu:8080/dspace/bitstream/19716/1259/1/RS11.pdf>. Acesso em: 23 mar 2012.

EM-DAT The International Disaster Database, CRED Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, The EM-DAT Glossary. Disponível em: <http://www.emdat.be/glossary/9>. Acesso em: 26 jun.2010.

RD 347 - REAL DECRETO 347/2007 . ESPANHA. Disponível em:  
<http://dre.pt/pdf1s/2007/10/20200/0767007674.pdf> . Acesso em: 09 fev.2013.

FALBO, R.A. Experiences in Using a Method for Building Domain Ontologies. In: Proc. of the 16th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, International Workshop on Ontology In Action. Banff, Canada, 2004.

FALBO, R. A. Uma Ontologia de Riscos de Software. In: IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2010, 2010, Belém. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, pp. 151-165, 2010.

FALBO, R.A., BERTOLLO, G. Establishing a Common Vocabulary for Software Organizations Understand Software Processes. EDOC International Workshop on Vocabularies, Ontologies and Rules for the Enterprise, VORTE'2005, Enschede, The Netherlands, Set. 2005.

FALBO, R.A. , MENEZES, C.S. , ROCHA, A.R.C. A Systematic Approach for Building Ontologies.Proceedings of the 6th Ibero-American Conference on Artificial Intelligence, Lisbon, Portugal, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1484, 1998.

FALBO, R. A., NARDI, J. C. Evolving a Software Requirements Ontology. In: XXXIV Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI'2008, 2008, Santa Fe. Anales de XXXIV Conferencia Latinoamericana de Informática, pp. 300-309, 2008.

FEMA/NIMS, National Incident Management System, NIMS Resource Center - Disponível em: <http://www.fema.gov/emergency/nims/Glossary.shtm>. Acesso em: 26 jun. 2010.

FEMA/CPG101. Developing and Maintaining Emergency Operations Plans - Comprehensive Preparedness Guide - CPG 101, Version 2.0, November 2010. Disponível em: [http://www.fema.gov/pdf/about/divisions/npd/CPG\\_101\\_V2.pdf](http://www.fema.gov/pdf/about/divisions/npd/CPG_101_V2.pdf) >. Acesso em: 24 fev.2012.

FEMA 141. Emergency Management Guide for Business & Industry - A Step-by-Step Approach to Emergency Planning, Response and Recovery for Companies of All Sizes, FEMA 141, Out. 1993.

FEMA/SLG 101. Guide For All-Hazard Emergency Operations Planning, SLG 101, pp. 1-1, 1996.

FEMA 592. Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act, as amended, and Related Authorities, FEMA 592. Washington, DC, June 2007. Disponível em: [http://www.fema.gov/pdf/about/stafford\\_act.pdf](http://www.fema.gov/pdf/about/stafford_act.pdf) . Acesso em: 23 mar. 2012.

FERNÁNDEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A., EUZEMAT, J., GANGEMI, A., KALFOGLOU, Y., PISANELLI, D. M., SCHORLEMMER, M., STEVE, G., STOJANOVIC, L., STUMME, G. and SURE, Y. A survey on methodologies for developing, maintaining, evaluating and reengineering ontologies. *OntoWeb Deliverable 1.4*, Universidad Politecnica de Madrid, 2002.

FIPA. The Foundation for Intelligent Physical Agents. Disponível em: <http://www.fipa.org>. Acesso em: 13 ago. 2012.

GALATESCU, A. , ALEXANDRU, A. , ZAHARIA, C., KOVACS, S. *Ontology-based Modeling and Inference for Occupational Risk Prevention, SEMAPRO 2010*. In: *The Fourth International Conference on Advances in Semantic Processing*, Florence, Italy, 2010.

GIL, Y., BLYTHE, J. PLANET: A Shareable and Reusable Ontology for Representing Plans. In: *Proceedings of the AAAI 2000 Workshop on Representational Issues for Real-world Planning Systems*, 2000.

GÓMEZ, A.. Cardinality-based feature modeling prototype. 2010. Disponível em: <http://issi.dsic.upv.es/Members/agomez/feature-modeling/feature-modeling/> Acesso em: 23 fev.2013. (GÓMEZ & RAMOS, Cardinality-based feature modeling and model-driven engineering: Fitting them together, 2010)

GÓMEZ, A.,RAMOS, I. Cardinality-based feature modeling and model-driven engineering: Fitting them together. In: *Fourth International Workshop on Variability Modeling of Software intensive Systems (VAMOS'10)*, Linz, Austria, Jan. 2010.

GÓMEZ, A., PENADÉS, M. C., CANÓS, J. H. , BORGES, M. R. S. , LLAVADOR, M., *DPLfw: a framework for variable content document generation*. In: *Proceedings of the 16th International Software Product Line Conference*, Salvador, Brasil, Set. 2012.

GONÇALVES, B., GUIZZARDI, G., PEREIRA FILHO, J.G. *An electrocardiogram (ECG) domain ontology*. In: *Workshop on Ontologies and Metamodels for Software and Data Engineering*, 2nd, João Pessoa, Brasil. *Proceedings*. 2007, pp.68-81, 2007.

GRUBER, T. R. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. *International Journal Human-Computer Studies*, 43(5-6), pp. 907-928, 1995.

GRUNINGER, M., FOX, M.S. *Methodology for the design and evaluation of ontologies*. In: *IJCAI95, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*. Montreal, Canada, 1995.

GUARINO, N. *Semantic Matching - Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration*, *Lecture Notes In Computer Science*; Vol. 1299, 1997.

GUARINO, N. "Towards Ontology-Driven Information Systems". Formal ontology and information systems. In: Proceedings of FOIS'98 (Formal Ontology in Information Systems), Trento, Italy, Jun 1998.

GUIZZARDI, G. "Ontological Foundations for Structural Conceptual Models". Ph.D. Thesis, University of Twente, The Netherlands. 2005.

GUIZZARDI, G., WAGNER, G. Some Applications of a Unified Foundational Ontology in Business Modeling, In Ontologies and Business Systems Analysis, M. Rosemann and P. Green (Eds.), IDEA Publisher, 2005.

GUIZZARDI, R.S.S., GUIZZARDI, G. Integrating Agent-Oriented Modeling Languages Using a Foundational Ontology. In: Social Modeling for Requirements Engineering, P. Giorgini, N. Maiden, J. Mylopoulos, E. Yu (eds.), Cooperative Information Systems Series, MIT Press, 2007.

GUIZZARDI, G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. S. Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology (UFO): The case of the ODE Software Process Ontology, In: XI Iberoamerican Conference on Software Engineering (CIBSE'2008), Recife, Brasil, 2008.

GUIZZARDI, G., FALBO, R.A., GUIZZARDI, R.S.S. A importância de Ontologias de Fundamentação para a Engenharia de Ontologias de Domínio: o caso do domínio de Processos de Software, IEEE Latin America Transactions, Vol. 6, No. 3, 2008a.

GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. Towards an Ontological Foundation of Discrete Event Simulation. In: 16th International Winter Simulation Conference, Baltimore, USA, 2010

GUIZZARDI, G., WAGNER, G. Tutorial: Conceptual Simulation Modeling with Onto-UML, Proceedings of 2012 Winter Simulation Conference (WSC 2012), December 9-12, 2012, Berlin, Germany. Pp 52-66. Disponível em:  
[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6465328](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6465328)

GUIZZARDI,G. Ontologia e informação, Núcleo de TV do IME, 2011, Disponível em:  
<http://vimeo.com/28773336>. Acesso em: 10 fev.2013.

GUIZZARDI,G., WAGNER,G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. and ALMEIDA, J. P. A., "Towards Ontological Foundations for the Conceptual Modeling of Events," in Conceptual Modeling, Springer, 2013, pp. 327–341.

HADDOW, G. D., BULLOCK, J. A., COPPOLA, D. P. Introduction to emergency management. 4. ed. rev. Burlington: Elsevier, 2011.

HERRE, H., HELLER, B., *et al.*, H. General Formal Ontology (GFO) a foundational ontology integrating objects and processes, Part 1: Basic Principals, version 1.0.1, Onto-Med Report 8, University of Leipzig, 2006.

HUNG, L. C., BENG, L. H., WAH, N. G., & YIN, H. K. (2004). Plan Ontology and Its Application. In: 7th Int. Conference on Information Fusion. Stockholm: JAIF, Sweden. pp. 455-460. 2004.

IAEM - Principles of Emergency management Supplement – September 11, 2007. Disponível em: <http://www.iaem.com/EMPrinciples/index.htm> . Acesso em: 23/03/2012

IANNELLA, R., BERG-CROSS, *et al.*, Emergency Information Interoperability Frameworks, W3C Incubator Group Report 6 (W3C-EIIF XG), 2009, Disponível em: <<http://www.w3.org/2005/Incubator/eiif/XGR-framework-20090806/>> . Acesso em: 16 abr.2010.

ICDRM/GWU. Emergency Management Glossary of Terms, The Institute for Crisis, Disaster, and Risk Management (ICDRM) at the George Washington University (GWU), Washington, D.C., January 8, 2009. Disponível em: [www.gwu.edu/~icdrm](http://www.gwu.edu/~icdrm). Acesso em: 26 jun.2010.

ISO, ISO 10006: Quality management systems – Guidelines for quality management in projects, Second edition, 2003.

JOHANSEN, M.F., FLEUREY, F.,ACHER, M.,COLLET,P., LAHIRE, P. Exploring the Synergies Between Feature Models and Ontologies. In: International Workshop on Model-driven Approaches in Software Product Line Engineering (MAPLE 2010)(SPLC'10 (Volume 2)), volume 2 of SPLC'10 (Volume 2), pp. 163-171, Lancaster University, Jeju Island, South Korea, Set. 2010.

JOSHI, H., SEKER, R., BAYRAK, C., RAMASWAMY, S., CONNELLY, J. Ontology for Disaster Mitigation and Planning. In: Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference, San Diego, California , Jul. 2007.

JUNIOR, H. C. S., MOURA, A. M., Cavalcanti, M. C. Ontologias Emergentes: Uma nova Abordagem para Integração de Ontologias. In Sandra de Amo, editor, XXIII Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, 13-15 de Outubro, Campinas, São Paulo, Brasil, Anais. pages 165-179, SBC, 2008.

KANG, K., COHEN, S., HESS, J., NOVAK, W., PETERSON, A. Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study. Technical Report CMU/SEI-90-TR-021, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1990.

KAVIANI, N., MOHABBATI, B., GASEVIC, D., and FINKE, M. "Semantic annotations of feature models for dynamic product configuration in ubiquitous environments". In: 4th International Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering at 7th International Semantic Web Conference, 2008.

KAVIANI, N., MOHABBATI, B., and GASEVIC, D. "Semantic variability modeling for multi-staged service composition". In: Service-Oriented Architectures and Software Product Lines (SOAPL '09), workshop of SPLC '09. IEEE, 2009.

KOBIYAMA, M., MENDONÇA, M., MORENO, D.A., MARCELINO, I.P.V.O, MARCELINO, E.V., GONÇALVES, E.F., BRAZETTI, L.L.P., GOERL, R.F., MOLLERI, G.S.F., RUDORFF, F.M. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 10 de Abr. de 2011.

KOLLARITS, S., WERGLES, N.. Monitor Ontology Report - an ontological basis for risk management - Risk Ontology - INTERREG IIIB Cadeses project supported by the European Regional Development Fund (ERDF). June 2006 - Disponível em: [http://www.monitor-cadeses.org/documents/MONITOR\\_BaseOntology\\_Report\\_1\\_0.pdf](http://www.monitor-cadeses.org/documents/MONITOR_BaseOntology_Report_1_0.pdf). Acesso em : 30 de jan de 2015.

KRUCHTEN, P., WOO, C.C., *et al.* A Conceptual Model of Disasters encompassing multiple stakeholder domains. International Journal of Emergency Management 5, pp. 25-56. 2008.

LI, X., LIU, G., LING, A., ZHAN, J., AN, N., LI, L. and SHA, Y. "Building a Practical Ontology for Emergency Response Systems,". In: International Conference on Computer Science and Software Engineering, csse, vol. 4, pp.222-225, 2008.

LIEBERMAN, J., SINGH, R., GOAD, C. W3C Geospatial Vocabulary - Published by the W3C Incubator Group (W3C-GEO/XG), Report 23 October 2007. Disponível em: <http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-20071023/> . Acesso em: 10 fev.2013.

LIEBERMAN, J., SINGH, R., GOAD, C. W3C Geospatial Ontologies - Published by the W3C Incubator Group, Report 23 October 2007a. Disponível em: <http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-ont-20071023/> . Acesso em: 10 fev.2013.

LINDELL, M., PRATER, C., PERRY, R. Introduction to Emergency Management. Wiley, pp. 584. 2007.

LÓPEZ, M.F., GÓMEZ-PÉREZ, A., SIERRA, J.P. & SIERRA, A.P. Building a chemical ontology using methontology and the ontology design environment, IEEE Intelligent Systems and Their Applications, vol. 14, no. 1, pp. 37-46, 1999.

LÓPEZ, M.F., Overview of Methodologies for Building Ontologies.1999. Disponível em: [http://oa.upm.es/5480/1/Overview\\_Of\\_Methodologies.pdf](http://oa.upm.es/5480/1/Overview_Of_Methodologies.pdf). Acesso em: 17 Fev. 2013.

- MAEDCHE, A., STAAB, S. Semi-automatic Engineering of Ontologies from Text. In: Proceedings of the 12th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, 2000.
- MATCHA, V. B., P. R. P. V. G. D, HARI, C., SRINIVAS, G., SANJEEVARAO, N., JAVACHAND, B., KUMAR, J. S., SRIRAMGANESH, G., KRISHNA, N. V., PRADEEP, I. K., RAMESH, C. Software reuse : Ontological approach to feature modeling. International Journal of Computer Science and Network Security, 9(8), Ago. 2009.
- MATHEUS, C. J.; KOKAR, M. M. *et al.* A Core Ontology for Situation Awareness. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Information Fusion, pp. 545 -552, 2003.
- MOHAN, K., BALASUBRAMANIAM, R. "Ontology-based Support for Variability Management in Product and Service Families". In: Proceedings of the HICSS, 2003.
- NBA (2007). REAL DECRETO 393/2007 de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. Disponível em: [http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-6237](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-6237). Acesso em: 23 mar 2012.
- NGA - National Governors' Association. Comprehensive Emergency Management (CEM) – A Governor's Guide. DC: NGA Center for Policy Research, for the DCPA, May, 1979, 56 pages. Disponível em: <http://training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/Comprehensive%20EM%20-%20NGA.doc>
- NILES, I., PEASE, A. Towards a standard upper ontology. In: Proceedings of the international Conference on Formal ontology in information Systems (FOIS '01), Ogunquit, Maine, USA. 2001.
- PENADÉS, M.C., CANÓS, J.H. and BORGES, M. Document Product Lines: Variability-driven Document Generation. Proceedings of the 10th ACM Symposium on Document Engineering (DocEng2010).Manchester, UK, 2010.
- PENADÉS, M.C., CANÓS, J.H., BORGES, M., and VIVACQUA, A. A Product Line Approach to the Development of Advanced Emergency Plans. In: Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference - Lisbon, Portugal, 2011.
- PENG, X., ZHAO, W., XUE, Y., WU, Y. Ontology-Based Feature Modeling and Application-Oriented Tailoring. In: ICSR'06 ,2006.
- PERRY, W. R. and LINDELL, K. M. Emergency planning. Hoboken N.J.: Wiley, 2007.
- PMI, 2008. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, quarta edição em 2008.

POHL, K., BOCKLE, G., VAN DER LINDEN, F.J. Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques. 2005.

PROVITOLLO, D., MULLER, J.P. and DUBOS-PAILLARD, E.(2009) "Vers une ontologie des risques et des catastrophes : le modèle conceptuel" in Actes du colloque, Ontologie et dynamiques des systèmes complexes, XVI èmes rencontres de Rochebrune, Available <http://gemas.msh-paris.fr/dphan/rochebrune09/papiers/ProvitolloDamienne.pdf>. Acesso em: 13 de Fev. de 2013.

PROVITOLLO, D., MULLER, J.P. and DUBOS-PAILLARD, E. Validation of an ontology of risk and disaster through a case study of the 1923 Great Kanto Earthquake. In: 3rd International Conference on Complex Systems and Applications (ICCSA 2009a), pp. 11, <http://litis.univ-lehavre.fr> , 2009a.

QUARANTELLI, E. L. "Catastrophes are Different from Disasters: Implications for Crisis Planning and Managing drawn from Katrina." Understanding Katrina: Perspectives from the Social Sciences. Social Science Research Council. Retrieved: Jan 2012. (<http://understandingkatrina.ssrc.org/Quarantelli/>), June 11, 2006.

QUARANTELLI, E. L. Emergencies, Disasters and Catastrophes Are Different Phenomena. Preliminary Paper #304. Newark (Del.): University of Delaware, Disaster Research Center (DRC), 2000.

QUINE, W. V. O. (1948). "On What There is" in Review of Metaphysics, 2, pp. 21-38; trad. de João Branquinho em Existência e Linguagem, Presença, Lisboa, pp. 21-39.

RIEBISCH, M. (2003). Towards a more precise definition of feature models – position paper, in M. Riebisch and D. S. James O. Coplien (eds), Modelling Variability for Object-Oriented Product Lines, BookOnDemand Publ. Co., Norderstedt, Germany, pp. 64–76. Disponível em <http://www.theoinf.tu-ilmenau.de/~riebisch/publ/06-riebisch.pdf>.

SAHANA. Free and Open Source Disaster Management system, Glossary of Humanitarian Aid and Emergency Terms & Acronyms, Disponível em: [http://users.on.net/~donc/sahana/sahana\\_draft\\_domain\\_glossary.pdf](http://users.on.net/~donc/sahana/sahana_draft_domain_glossary.pdf). Acesso em: 26 jun.2010.

SALTER, J.. "Risk Management in the Emergency Management Context." The Australian Journal of Emergency Management, Vol. 12, No. 4, Summer1997-98.

SANTOS, R. S. Um Modelo de Referência para Avaliação da Capacidade de Resposta das Organizações de Emergência, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SCHNEID, T. D. and COLLINS, L. Disaster Management and Preparedness, Occupational safety and health guide series, Lewis Publishers. 2001.

SEI - Carnegie Mellon Software Engineering Institute. Software Product Lines. Retrieved February 17, 2012, from:<http://www.sei.cmu.edu/productlines/>

SILVA, A. M. F. R., Diretrizes para o Resgate do Esquema Conceitual e seu Compromisso Ontológico a partir de um Banco de Dados: Um Estudo de Caso no Domínio de Litoestratigrafia, Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.

STUCKENSCHMIDT, H.; PARENT, C.; *et al.* Modular Ontologies Concepts, Theories and Techniques for Knowledge Modularization, Series: Lecture Notes in Computer Science, Subseries: Theoretical Computer Science and General Issues, Vol. 5445, 2009.

TEYMOURIAN K., Gökhan COSKUN *et al.* Modular Upper-Level Ontologies for Semantic Complex Event Processing, Modular Ontologies, O. Kutz *et al.* (Eds.), IOS Press, 2010.

TROCHIDIS, I., TAMBOURIS, E., TARABANIS, K. "An Ontology for Modeling Life-Events". In: Proceedings of the IEEE 2007 International Conference on Services Computing, 2007.

TRUPTIL, S., BÉNABEN, F. *et al.* " Collaborative process design for Mediation Information System Engineering ". ISCRAM'09, Göteborg, 2009.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction - Terminology: Basic terms of disaster risk reduction. Disponível em: [http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng\\_home.htm](http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng_home.htm). Acesso em: 26 jun.2010.

USCHOLD, M., JASPER, R. A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications. In: BenjaminsVR (ed) IJCAI'99 Workshop on Ontology and Problem Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends. Stockholm, Sweden. CEUR Workshop Proceedings 18:11.1–11.12. Amsterdam, The Netherlands (). <http://CEUR-WS.org/Vol-18/>, 1999.

USCHOLD, M. and KING, M. "Towards a Methodology for Building Ontologies". In: Proc. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI'95, 1995.

USCHOLD, M. and GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, Methods and Applications. The Knowledge Engineering Review, 11(2): pp. 93-136, 1996.

XU, W.; ZLATANOVA, S. Ontologies for Disaster Management Response, In: J. Li, S. Zlatanova and A.Fabbri (Eds.); Geomatics Solutions for Disaster Management, Heidelberg, pp. 185, 2007.

WEIDONG, H., JIDONG, Y., JIA, Z. and DANNI, Z. , 2012. Study on Construction of Emergency Plan Ontology Model. Information Technology Journal, 11: 414-419. Disponível em: <http://scialert.net/fulltext/?doi=itj.2012.414.419&org=11>. Acesso em: 29 abr.2012.

WEISS, David M. Commonality analysis: A systematic process for defining families. In: International Workshop on Architectural Reasoning for Embedded Systems. Springer Berlin Heidelberg, 1998. p. 214-222.

WENJUN, W., CUNXIANG, W., PENG, Y. "Ontology Modeling of Emergency Plan Systems," FSKD, vol. 2, pp. 290-294, 2009 Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2009.

WENJUN,W., LEI, D., CUNXIANG, D., SHAN, D., XIANKUN, Z. Emergency plan process ontology and its application. CORD Conference Proceedings 4:513 (2010)  
Website Investopedia. Disponível em:  
<http://www.investopedia.com/terms/b/business-activities.asp#ixzz1ySLVLDNn>. Acesso em: 26 jan. 2013.

WHO 97563, 1999 - World Health Organization. Community Emergency Preparedness: a Manual for Managers and Policy - Makers. Disponível em:  
<http://helid.digicollection.org/en/d/Jwho85e/6.7.html> . Acesso em: 22 mai.2012.

Wikipedia, Incêndio na Boate Kiss, 2013. Disponível em:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Inc%C3%AAndio\\_na\\_boate\\_Kiss](http://pt.wikipedia.org/wiki/Inc%C3%AAndio_na_boate_Kiss). Acesso em: 17 Fev.2013.

## 7 Apêndices

---

### APÊNDICE I – CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Para construir uma ontologia é necessário, inicialmente, identificar o seu tipo, seguir critérios de construção, selecionar uma metodologia, definir uma linguagem e a ferramenta a ser utilizada na sua construção. Para darmos uma ideia, desenvolver uma ontologia, resumidamente, envolve: determinar o domínio e o escopo, definir as classes e organizá-las em uma taxonomia (subclasse-superclasse); definir atributos; definir relações; definir instâncias (elementos); definir axiomas: regras a serem verificadas; definir funções (ex: cálculo de um preço).

#### I.1 Metodologias

Existem varias metodologias para a construção de ontologias. Em comparação com as metodologias de engenharia de software e de engenharia do conhecimento, as metodologias de construção de ontologias ainda não estão maduras o suficiente. Segundo López (1999), a Methontology, desenvolvida pelo Laboratório de Inteligência Artificial da Universidad Politécnica de Madrid, é a ferramenta mais madura entre as disponíveis e foi recomendada pela FIPA - Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA, 2012). O método SABiO - Systematic Approach for Building Ontologies, introduzido por Falbo e outros em 1998, é uma proposta baseada no método de Uschold e King (1995), incluindo algumas características para melhorá-la, como a linguagem gráfica para expressar ontologias, uma classificação de axioma, o uso de questões de competência como proposto por Gruninger e Fox (1995) e o uso de critérios de qualidade de projeto sugerido por Gruber (1995). A seguir, vamos descrever resumidamente as abordagens para construção de ontologias Methontology e a SABiO.

## I.2 Methontology

A METHONTOLOGY possui o processo de desenvolvimento de ontologias que identifica as atividades de: especificação, conceituação, formalização, implementação, e manutenção. O ciclo de vida da METHONTOLOGY, inclui as atividades de controle, garantia de qualidade, a aquisição de conhecimento, integração, avaliação, documentação e gerenciamento de configuração são realizadas simultaneamente com as atividades do processo de desenvolvimento (FERNÁNDEZ, *et al.*, 2002).

A atividade de Conceituação converte a visão percebida do domínio em um conjunto de representações intermediárias que geram: glossário de termos, árvores de classificação de termos, diagramas de relações binárias, dicionário de conceitos, tabela de relações binárias, tabela de atributo-instância, tabela classe-atributo, tabela de axiomas lógicos, tabela de constantes, tabela de fórmulas, árvore de classificação de atributos e tabela de instâncias.

## I.3 SABiO

Em 2004, Falbo publica uma análise sobre a experiência obtida com o uso do SABiO na construção de várias ontologias e a análise identifica pontos fortes e fracos, lições aprendidas, oportunidades de melhorias e conclui que as práticas de engenharia de software devem ser incorporadas ao desenvolvimento de ontologias e que SABiO está um passo à frente na direção de um processo definido de desenvolvimento de ontologias.

SABiO é um processo iterativo que compreende as seguintes atividades: identificação do propósito e especificação de requisitos; captura da ontologia; formalização da ontologia; integração com ontologias existentes; avaliação da ontologia; documentação.

Um modelo gráfico é útil mas, não é suficiente para capturar completamente uma ontologia. Axiomas devem ser fornecidos para corrigir a semântica dos termos e para estabelecer as restrições do domínio. Para conduzir a definição dos axiomas, SABiO usa uma classificação de axiomas.

Uma característica importante do método SABiO é que sugere o uso de um modelo conceitual escrito em profile UML e um dicionário de termos para auxiliar a comunicação com os peritos do domínio.

Este profile é composto por certo número de classes e relações estereotipadas implantadas em um metamodelo que refletem a estrutura e axiomatização de uma ontologia fundacional (e, deste modo, independente do domínio) denominada UFO (Unified Ontology Foundation) (GUIZZARDI & WAGNER, 2005). Uma descrição completa de UFO foi tratado neste capítulo e o elementos desta ontologia que serão utilizados nos exemplos do profile de modelagem empregado neste trabalho. (BARCELLOS *et al.*, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2007).

## **APÊNDICE II – VOCABULÁRIOS, GLOSSÁRIOS E ONTOLOGIAS DE EMERGÊNCIAS**

### **II.1 Vocabulários e Glossários de Emergências**

Se considerarmos o vasto volume de informações disponíveis no cenário de emergências, na forma de normas, regulamentos, bases de relatos de situações de emergência, boletins de ocorrência, dentre outros, temos disponível um rico conjunto de referência, com representativo conhecimento acerca de diferentes domínios (SANTOS, 2007). Este conjunto não apenas serve de base para levantamento do vocabulário típico utilizado no contexto de cada domínio, mas também para captura de importantes conceitos e associações relativas a ele (MAEDCHE & STAAB, 2000).

Na tentativa de uma uniformização de conceitos, há um esforço na criação de vocabulários, glossários e padrões na área de emergência.

Para facilitar a pesquisa, o estudo dos trabalhos relacionados foi dividido nos diferentes assuntos que integram a ontologia de emergências. Levantamos para cada um destes assuntos, a bibliografia relativa a vocabulários, glossários, taxonomias, thesaurus, modelos conceituais e ontologias. O propósito é obter as melhores definições e modelagens que se adequassem aos requisitos identificados no domínio dos planos de emergências.

No início de um processo de modelagem conceitual, os vocabulários e glossários utilizados no domínio são levantados, buscando entender e conhecer o significado dos seus conceitos. Esse levantamento foi feito criteriosamente de acordo com o propósito apresentado pelos glossários, ou seja, se ele apresenta como intenção relacionar os termos mais comuns empregados na área de emergências.

Contudo, analisando os inúmeros termos desses glossários, observamos que existem diferentes definições para o mesmo termo, e diferentes termos para a mesma definição. Por exemplo, o termo “voluntário” possui múltiplas definições envolvendo a questão do pagamento dos serviços sendo o fator mais importante utilizado para diferenciá-los isto é, se o voluntário é ou não remunerado por uma organização. Esse fato deixa clara a necessidade de se buscar por representações terminológicas mais ricas, com menos ambiguidades e maior documentação. Nesse sentido, alguns padrões também foram estudados.

Para obter um panorama de definições associadas aos termos mais comuns na área de emergências, levantamos alguns glossários e esquemas terminológicos, procurando identificar seus usos e contextos, assim como eventuais conflitos e inconsistências, que estão condensados na tabela a seguir.

Tabela 7-1- Glossários da Área de Emergência

	Nome	Endereço	Abrangência	Qtde Termos	lingua
ARCE	Glossary of terms of the Iberoamerican Association of Governmental Organizations and Civil Defense (ARCE, 2013)	<a href="https://arce.diei.inf.uc3m.es/arce/recopilacion/index.html?idioma=es">https://arce.diei.inf.uc3m.es/arce/recopilacion/index.html?idioma=es</a>	Termos, definições e sinônimos na língua espanhola, usado em diferentes países ibero-americanos e que utilizam na proteção civil e outros assuntos relacionados.	59890	ESP ING POR
UNISDR	UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction (UNISDR, 2013)	<a href="http://www.unisdr.org/english/terminology/UNISDR-Terminology-English.pdf">http://www.unisdr.org/english/terminology/UNISDR-Terminology-English.pdf</a>	Atualiza e dissemina amplamente a terminologia de padrão internacional relacionada a redução de riscos de desastres , pelo menos em todas as linguas das Nações Unidas oficiais, para uso em programas e instituições de desenvolvimento,	54	ING ESP

			operações, pesquisa, treinamento e programas de informação pública.		
ICDRM	ICDRM/GWU Emergency Management Glossary of Terms (ICDRM/GWU, 2009)	<a href="http://www.gwu.edu/~icdr/publications/PDF/EM_Glossary_ICDRM.pdf">http://www.gwu.edu/~icdr/publications/PDF/EM_Glossary_ICDRM.pdf</a>	Definido com o objetivo de uso no treinamento e prática em gestão de emergência no contexto da resposta e recuperação da emergência.	aproximadamente 500	ING
NIMS	National Incident Management System (FEMA/NIMS, 2013)	<a href="http://www.fema.gov/emergency/nims/Glossary.shtm">http://www.fema.gov/emergency/nims/Glossary.shtm</a>		168	ING
EM-DAT	The EM-DAT Glossary (EM-DAT, 2013)	<a href="http://www.emdat.be/glossary/9">http://www.emdat.be/glossary/9</a>	Glossário de Termos Básicos para Gestão de Desastre, internacionalmente acordado	69	ING
EMI	Guide to Emergency Management and related terms, definitions, concepts, acronyms, organizations, Programs, guidance, executive orders & legislation (BLANCHARD, 2007)	<a href="http://www.training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/terms%20and%20definitions/Terms%20and%20Definitions.pdf">http://www.training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/terms%20and%20definitions/Terms%20and%20Definitions.pdf</a>	Uma coleção de termos, definições, acrônimos, programas e descrições legislativas.	aproximadamente 10.000	ING
OASIS	The OASIS Glossary (COUTURIER, 2005)	<a href="http://www.oasis-fp6.org/documents/OASIS_TA21_RPT_007_CRU_1_0.pdf">http://www.oasis-fp6.org/documents/OASIS_TA21_RPT_007_CRU_1_0.pdf</a>	Termos que são usados no domínio de desastre e emergência.	22	ING
SAHANA	Sahana Glossary of Humanitarian Aid and Emergency Terms & Acronyms (SAHANA, 2013)	<a href="http://users.on.net/~donc/sahana/sahana_draft_domain_glossary.pdf">http://users.on.net/~donc/sahana/sahana_draft_domain_glossary.pdf</a>		aproximadamente 300	ING

Glossário de Defesa Civil	Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (CASTRO, 1998)	<a href="http://www.difesacivil.gov.br/glossario/index1.asp">http://www.difesacivil.gov.br/glossario/index1.asp</a>	Objetivo de uniformizar conceitos na área de defesa civil		POR
Cardin	Controlled Vocabulary on Disaster Information (CARDIN, 2000)	<a href="http://mona.wi.edu/cardin/virtual_library/docs/1127/1127.pdf">http://mona.wi.edu/cardin/virtual_library/docs/1127/1127.pdf</a>	Fornecer uma lista de termos usados em informações de desastres. Embora não abrangente, mas não inclui termos de contexto específicos. Funciona como um guia para assegurar a uniformidade na utilização dos termos para indexação nesta área.		

## II.2 Ontologias de Domínio de Emergências

Identificamos e analisamos vários trabalhos sobre ontologias de emergência, e estes se encontram relacionados na tabela 7-2.

Devido às características de gestão de emergências, diferentes níveis hierárquicos das organizações necessitam trabalhar de forma colaborativa e lidam com grande quantidade de dados a partir de diferentes fontes. É necessário que as informações estejam em diferentes níveis de detalhe e integradas.

O conceito de “sistemas de informação orientados a ontologias” (GUARINO, 1998), o qual enfatiza o papel central da ontologia em cada componente do sistema de informação, tem sido muito utilizado na área de emergências.

Truptil e outros (2009) apresentam uma análise interessante sobre caracterização de crises e Kruchten e outros (2008) mostram um detalhamento quanto ao tratamento de interdependências de infraestruturas críticas no contexto de emergências. No desenvolvimento da OntoEmerge estamos considerando a utilização de alguns conceitos definidos nestes dois últimos trabalhos.

Tabela 7-2- Ontologias de Emergência

Ontologia	Descrição
Relatório do W3C-EIIF XG (IANNELLA, <i>et al.</i> , 2009)	sugere componentes para uma ontologia que possam apoiar a interoperabilidade

Ontologias para gerenciamento de resposta a desastres (XU & ZLATANOVA, 2007)	uma abordagem de desenvolvimento de ontologia e arquitetura de ontologia do sistema de geoinformação para apoiar à gestão de desastres.
Ontologia de resposta a Emergência - (LI, <i>et al.</i> , 2008)	visa padronizar um conjunto de conceitos semânticos que podem ser genericamente aplicados a muitos sistemas de resposta de emergência diferentes.
EROo (Ontologia aberta a resposta de Emergências) (DI MAIO, 2007)	propõe o novo conceito de "ontologia aberta", compilando uma lista de situações da vida real e os problemas que ocorrem durante o desenvolvimento open source que uma ontologia visa, pelo menos em parte resolver.
Metamodelo conceitual de desastre (KRUCHTEN, <i>et al.</i> , 2008)	um modelo conceitual – uma ontologia – de desastres afetando infra-estruturas críticas.
Ontologia Core SAW (MATHEUS, <i>et al.</i> , 2003)	para representar diferentes cenários de consciência da situação. Diferentes classes de situações exigirão diferentes ontologias, a fim de definir adequadamente os vários objetos e relações relevantes para os seus domínios específicos.
Metamodelo de Crise (TRUPTIL, <i>et al.</i> , 2009)	a ontologia permite a caracterização da crise e raciocínio sobre essa caracterização por meio de regras. Tais regras ajudam a gestão estabelecer um processo colaborativo para mitigação da crise.

**Relatório do W3C-EIIF XG - W3C Emergency Information Interoperability Frameworks Incubator Group (IANNELLA, *et al.*, 2009)**

O relatório EIIF XG descreve alguns requisitos básicos para uma infra-estrutura de interoperabilidade de informações para a gestão de emergência, sugere componentes para uma ontologia que possam apoiar a interoperabilidade, e define alguns caminhos possíveis através de uma série de modelos de informação formais ou informais, cenários, casos de uso e direções ontológicas. O grupo orientou seu trabalho de levantamento de requisitos de gestão de emergência com as questões-chave: who, what e where, isto é, quem está fazendo o quê e onde.

**Ontologias para gerenciamento de resposta a desastres (XU & ZLATANOVA, 2007)**

Xu e Zlatanova (2007) propõem uma arquitetura de ontologia híbrida para gerenciamento de desastres, tendo em vista que devido à complexidade da gestão de emergência o uso de uma única ontologia global não representa corretamente o domínio de emergências. Contudo, as ontologias de emergências podem consistir não só de ontologias de dados e ontologias organizacionais, como afirmado.

A seguir, alguns termos são introduzidos, como ontologias de dados, ontologia para processos, ontologias locais, ontologias de domínio. Quando ontologias locais são usados, isso significa que é uma ontologia particular para uma fonte de dados. Ontologias de dados e ontologia para processos são termos que são usados para descrever o uso da ontologia.

- **Ontologias de dados** são usadas para descrever os dados. Consiste de várias ontologias que descrevem as fontes de informação separadamente (por exemplo, conjuntos de dados topográficos, conjuntos de dados de serviços públicos, conjuntos de dados de cadastro e assim por diante) que são necessários para a gestão de desastres. Eles são independentes do domínio de gestão de emergências, porque todos esses conjuntos de dados poderiam ser usados para outros domínios
- **Ontologia para processos** são usados para descrever os processos na gestão de emergências, isto é, como é organizada, quais são as responsabilidades de cada usuário, como os usuários se comunicam uns com os outros, que usuário participa em qual processo e que processo necessita de qual informação..
- **Ontologias de domínio** refere-se a todo o conjunto de ontologias que são desenvolvidos para gestão de emergências, é a visão integrada da ontologia de dados e da ontologia de processos. A ontologia de processos, juntamente com ontologia de dados formam a ontologia para gestão de emergências (XU & ZLATANOVA, 2007).

### **Ontologia de Resposta à Emergência (LI, *et al.*, 2008)**

Uma ontologia de resposta a emergências para atender a Sistemas de gerenciamento de informações de Crise (CIMS) colaborativos é proposto por Li e outros (2008). Trata-se de uma ontologia de tarefas, considerando as fases de emergência e baseado em workflow de atividades. Padronizou um conjunto de conceitos semânticos que podem ser aplicados a sistemas de resposta à emergência.

### **ERoo - Ontologia aberta a resposta de Emergências (DI MAIO, 2007)**

Di Maio identifica e propõe um conceito novo de “ontologia aberta” (open ontology) para criar e apoiar o conhecimento semântico, apresentando um esboço inicial de requisito para esta ontologia. Envolve todas as partes interessadas, comunidades de desenvolvedores e usuários, em um ambiente de desenvolvimento colaborativo para atender a resposta à emergência. Sugere que um ERoo (Emergency Response Open Ontology) pode ser implementada.

### **Metamodelo conceitual de desastre (KRUCHTEN, *et al.*, 2008)**

Esta ontologia lida simultaneamente com duas camadas: física e social, na presença de eventos de desastres. As interdependências entre infraestruturas são modeladas, tanto a nível físico e social. Elementos físicos de infraestruturas são modeladas como uma rede de elementos interconectados.

### **Ontologia Core SAW (MATHEUS, *et al.*, 2003)**

Definida uma ontologia core para o sistema de *situation awareness* (SAW), de forma a manter toda a informação necessária bem organizada e fazer o atendimento das consultas possíveis. O objetivo é permitir que o usuário final de um sistema SAW formule consultas a respeito de situações atuais e, possivelmente futuras, usando uma linguagem de consulta.

### Metamodelo de Crise (TRUPTIL, *et al.*, 2009)

O objetivo é oferecer uma solução para apoiar as organizações envolvidas na mitigação de uma crise com as necessidades de interoperar muitas informações simultaneamente. Esta abordagem utiliza duas ontologias baseadas no metamodelo de crise apresentado: ontologia OntoProcessDeduction que define a ordem de execução de serviços e ontologia OntoServiceState que visa deduzir os serviços disponíveis para a resposta à crise.

## II.3 Ontologias de Planos de Emergências

Tabela 7-3- Ontologias de Planos de Emergência

Ontologia	Descrição
Study on Construction of Emergency Plan Ontology Model, (WEIDONG, <i>et al.</i> , 2012)	Apresenta o modelo da ontologia de plano de emergência e classifica os principais conceitos de planos de emergência. Alguns problemas são encontrados no processo de criação do plano de emergência.
Emergency Plan Process Ontology and Its Application, (WENJUN, <i>et al.</i> , 2010)	Os conceitos, relações, funções, axiomas, e instâncias do processo de plano de emergência tem sido analisado em detalhes e estabelecido o modelo <b>EPPOnto</b> utilizando o modelo ABC como ontologia de Topo.
Ontology Modeling of Emergency Plan Systems, (WENJUN, <i>et al.</i> , 2009)	Analisa os conceitos e as relações dos Sistemas de plano de emergência em detalhe. A ontologia do sistema de plano de emergência EPSOnto resolve os problemas de inconsistência e de confronto semântico sobre sistemas de plano de emergência.
Ontology for Disaster Mitigation and Planning, (JOSHI, <i>et al.</i> , 2007)	Propõem um framework semântico escalável para planejamento e mitigação de desastres usando ontologias. É demonstrada também a habilidade do sistema DMM (Modelagem e Mitigação de desastres) para fazer o raciocínio lógico baseado em fatos. Propõem melhorar a habilidade em simulações para obter planos para situações de emergências mais consistentes.

Plan Ontology and Its Application, (HUNG, <i>et al.</i> , 2004)	Usou a SUMO como ontologia de topo e estabeleceu uma ontologia de plano de emergência militar que modela processos, tarefas e atividades envolvidas.
PLANET: A Shareable and Reusable Ontology for Representing Plans, (GIL & BLYTHE, 2000)	<b>PLANET</b> é uma ontologia abrangente que pode ser reusada para construir novas aplicações, e fornecer um formato universal padrão para compartilhamento do conhecimento

### **Study on Construction of Emergency Plan Ontology Model** (WEIDONG, *et al.*, 2012)

Na base do experimento da segmentação de palavras e extração para planos de emergência, combinando com meta-palavras de ontologia, este artigo extrai e classifica os termos principais de planos de emergências e então os conceitos classe, propriedades relacionadas e instâncias são estabelecidas. Além disso, o modelo da ontologia de planos de emergência é realizado usando o protégé 4; Através da construção do mapeamento do relacionamento entre as meta-palavras da ontologia e partes da ontologia owl que é verificada pelo experimento, representação do formalismo do plano de emergência é também realizado. O modelo fundamental geral da ontologia é resumida neste processo de experimento e estes trabalhos forneceriam ajuda na representação do conhecimento baseado na ontologia.

O principal problema dos planos digitalizados é como representá-los efetivamente. O modelo do plano de emergência é a base da implementação do plano digital. Assim, representar o plano de emergência com um modelo de ontologia pode satisfazer os requisitos de digitalização do plano.

Com base nos resultados da segmentação de palavras e extração de uma variedade de planos de emergência e combinando as cinco meta-palavras de ontologia foi construído o modelo da ontologia do plano de emergência. Os conceitos principais do plano são classificados e organizados em torno de cada classe, propriedades de relacionamento, indivíduos e condições restritivas foram também estudadas e construídas.

### **Emergency Plan Process Ontology and Its Application (WENJUN, *et al.*, 2010)**

Um plano de emergência é a base sólida para lidar com incidentes de emergência, e o processo de plano de emergência é um guia para a ação de resposta a emergências. No entanto, expressão não ambígua e uniforme do processo de plano de emergência é um desafio crucial. Uma vez que ontologias estão se tornando veículos reconhecidos para reutilização de conhecimento, compartilhamento de conhecimentos e modelagem, ontologia de processo de plano de emergência (EPPOnto) é concebido usando o modelo ABC como ontologia topo, a fim de resolver estes problemas. EPPOnto pode compartilhar o conhecimento na semântica para alcançar a cooperação e o reuso entre as pessoas e os diferentes sistemas. No presente trabalho, EPPOnto é, respectivamente, descritas em cinco-tuplas que envolve os conceitos, relações, funções, axiomas e instâncias. Finalmente, o experimento de um processo de plano de emergência foi completado para validar o EPPOnto.

Os trabalhos atuais focam na representação do processo do plano de emergências, e resolvem questões tais como raciocínio e tomada de decisão do processo de plano de emergência na base do EPPOnto.

### **Ontology Modeling of Emergency Plan Systems (WENJUN, *et al.*, 2009)**

Sistemas de plano de emergência são conjuntos organizados de planos de emergência interrelacionados e podem ser considerados como guias para aprovar e revisar os planos de emergência. Os planos de emergência são o ponto principal para tratar com incidentes de emergência.

Os autores propõem a ontologia EPSOnto de sistemas de planos de emergência desenvolvida usando como ontologia de topo SUMO, para possibilitar o compartilhamento, a comunicação e o reuso de conhecimento entre diferentes sistemas de planos de emergência, evitando os problemas de ambiguidade e inconsistências existentes entre estes sistemas.

Na EPSOnto descrevemos os conceitos, relações, funções, axiomas e instâncias sobre os sistemas de plano de emergência, respectivamente, em cinco tupla em detalhe. Ontologia para sistemas de planos de emergência.

### **Ontology for Disaster Mitigation and Planning (JOSHI, *et al.*, 2007)**

A abordagem proposta pelos autores é baseada em ontologia para mitigação de desastres usando owl ( Web Ontology Language) que pretende permitir a integração e gestão de dados multilaterais e heterogêneos de diferentes agências locais, estaduais ou federais. Se resume na proposta de um framework semântico escalável para planejamento e mitigação de desastres usando ontologias. Ontologias semânticas são poderosas representações de conceitos. É demonstrado também a habilidade do Disaster Mitigation Modeling System - DMM para fazer o raciocínio lógico baseado em fatos. Tais simulações são vitais para a preparação e planejamento de desastres. Ontologias tem sido usadas com sucesso para melhorar a capacidade de simulações para avançar com planos mais precisos em situações de emergência.

Parte do princípio da integração de diversas ontologias em owl compondo um framework para a solução desejada. Talvez possamos ter problemas no alinhamento destas ontologias, quando não tiverem a mesma origem. Poderia se garantir, caso todas forem alinhadas à uma ontologia fundacional.

### **Plan Ontology and Its Application (HUNG, *et al.*, 2004)**

Os autores desenvolveram uma ontologia de plano, que captura o conhecimento encontrado no domínio de planejamento dos militares, como organizações, tarefas e relações, tais como atribuição de tarefas. Os conceitos da ontologia de plano foram especializados dos conceitos ontológicos da ontologia de topo Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) e foi usada para estruturar os documentos de plano textuais pela transformação das informações extraídas dos documentos em modelos ontológicos. Os modelos ou instâncias do plano foram utilizadas em uma variedade de aplicações como navegação e recuperação de plano. Estas aplicações ilustram a utilidade da ontologia em compreensão do plano e recuperação da informação do plano. Ontologia de plano para o domínio de planejamento de militares.

**PLANET: A Shareable and Reusable Ontology for Representing Plans** (GIL & BLYTHE, 2000)

Descrivemos PLANET, uma ontologia para representar planos, e mostrou a sua utilização em três domínios do mundo real, onde dois planos são criados por seres humanos e um em que eles são criados por um planejador de AI. Nestes domínios, uma elevada proporção das classes criadas foi adequadamente coberta por PLANET.

PLANET também é útil na modelagem do conhecimento estruturando importantes diferenças no domínio do planejamento, e pode facilitar a tarefa de criar novo planejamento ou sistemas de avaliação do plano. A ontologia também mostra a promessa como uma ferramenta para a integração de sistemas diferentes que se combinam para resolver um problema de planejamento.

Ontologias estão se tornando um veículo reconhecido para reutilizar o conhecimento, compartilhamento de conhecimento e modelagem. Este artigo apresenta PLANET, uma ontologia para representar planos. Para mostrar que PLANET é uma ontologia abrangente que pode ser reusada para construir novas aplicações, descrevemos várias especializações dela para representar planos em três diferentes domínios do mundo real que foram feitas adicionando extensões menores às definições e classes gerais do Planet. Em um trabalho anterior, desenvolvemos vários sistemas de avaliação de plano nestes domínios, e os integramos em várias ocasiões com editores do plano e sistemas de geração de planos. Para cada uma destas integrações, e muitas vezes para cada sistema na integração, um novo formato para intercâmbio de planos foi criado. PLANET pode representar tudo dos planos que nós e outros utilizados nestes domínios, fornecendo um formato padrão universal para o compartilhamento de conhecimento que pode ser usado como uma interlíngua nas aplicações de planejamento integrado. Finalmente, o artigo discute como Planet tem sido usado como uma ferramenta de modelagem de conhecimento para representações de projeto de cursos de ação em um domínio militar, guiando-nos para fazer distinções úteis e opções de modelagem.

## II.4 Ontologias de Risco

Tabela 7-4- Ontologias de Risco

Ontologia	Descrição
<p>MONITOR – Ontologia de Risco (KOLLARITS &amp; WERGLES, 2006)</p>	<p>O objetivo do desenvolvimento da ontologia MONITOR é a construção de uma base de conhecimento confiável para trabalhos futuros. Esta ontologia fornece os meios para gerenciar o conhecimento necessário para MONITOR dentro do domínio especificado de gestão de risco.</p>
<p>Ontologia de Riscos e Catástrophes (PROVITOLLO, <i>et al.</i>, 2009) Validation of an ontology of risk and disaster through a case study of the 1923 Great Kanto Earthquake)</p>	<p>É proposto uma ontologia formalizada de risco e catástrofe. A ontologia permite: retornar aos conceitos essenciais que caracterizam o risco, acidente e catástrofe e organizar estes conceitos em termos das relações entre eles; identificar quatro subsistemas que compõem o modelo conceitual: Estrutura , Dinâmica, Ator, e Caracterização.</p>
<p>Ontologia de Riscos e Catástrophes (PROVITOLLO, "Vers une ontologie des risques et des catastrophes : le modèle conceptuel", 2009a)</p>	<p>Este trabalho busca validar uma ontologia derivada de uma ontologia do domínio de risco e catástrofe (Provitollo, <i>et al.</i> , 2009). A ontologia é uma parte que descreve a estrutura e dinâmica do sistema, isto é, a representação de um evento e sobre o que ele tem que apoiar. O objetivo é mostrar que a ontologia permiti a comparação entre as histórias complexas (por causa da diversidade de tipos de eventos e de sua descrição multi-escala).</p>
<p>Ontologia de controle de risco da gestão de risco. (CHIANG, <i>et al.</i>, 2009)</p>	<p>Propõem métodos de implementação do padrão de segurança de informação (ISO / IEC 27001) e de melhores práticas (segurança de TI EBK) pela ontologia. Além disso, essa contribuição propõe a ontologia de controle de risco da gestão de risco. Combinando a ontologia construída antes, pode ser uma estrutura holística por tentar resolver o problema de segurança da informação. Se baseia na ontologia de incidentes de segurança e na Ontologia para gestão de vulnerabilidade.</p>

Ontologia de Riscos de Software (FALBO, 2010)	Apresenta uma ontologia de risco de software que estabelece uma conceituação comum sobre o domínio de Gestão de Riscos. Pode ser usada por organizações como vocabulário comum para definir metodologias de gestão de risco.
(GALATESCU, <i>et al.</i> , 2010)	Descreve e motiva o uso de ontologias e de um modelo baseado em ontologia em um sistema de treinamento (em desenvolvimento) para a prevenção de riscos ocupacionais. O treinamento personalizado (para um contexto específico, por exemplo, uma determinada atividade, local de trabalho, tipo de operador, máquina de trabalho, etc) será o resultado da descoberta automática dos documentos de prevenção e ações que se adequam a solicitação de treinamento. O artigo também esboça os componentes básicos do sistema de treinamento para prevenção de riscos, adaptado à visão semântica proposta.

### APÊNDICE III – MODELO CONCEITUAL

Este apêndice reúne alguns exemplos de documentos na forma tabular ou gráfica que conceitualizam a ontologia OntoEmerge. Os documentos listados abaixo foram baseados em LÓPEZ e outros (1999):

1. Glossário de termos;
2. Taxonomias do domínio;
3. Dicionário conceito;
4. Tabela classe-atributo;
5. Tabela de instâncias.

Nestes documentos utilizamos os seguintes componentes:

**Conceitos** são considerados no sentido mais amplo. Conceitos em ontologias são normalmente organizados em taxonomias, podendo aplicar mecanismos de

herança. Por exemplo, podemos representar uma taxonomia que distingue PERSON e ORGANIZATION, onde PERSON HOLDER é uma subclasse de PERSON e ORGANIZATION HOLDER é uma subclasse de ORGANIZATION.

**Relações** representa um tipo de associação entre conceitos do domínio. Se a relação liga dois conceitos, como por exemplo, *is located in* que liga USER e INSTALLATION, é chamada de relação binária. Cada relação binária pode ter uma relação inversa que liga os mesmos conceitos na direção oposta.

**Instâncias** são usadas para representar elementos ou indivíduos em uma ontologia. Um exemplo de instância do conceito ORGANIZATION HOLDER é Universidade Politécnica de Valência.

**Atributos de classe** descrevem conceitos e obtém seus valores no conceito onde eles são definidos. Atributos de classe não são herdados pelas subclasses nem pelas instâncias. Um exemplo é o código da instalação.

Ferramentas de desenvolvimento de ontologias fornecem atributos de classe independente de domínio geralmente predefinido para todos os conceitos, como a documentação do conceito, sinônimos, acrônimos, etc. Além disso, outros atributos de classes dependentes de domínio definido pelo usuário podem ser geralmente criados.

### III.1 Glossário de Termos

O glossário de termos inclui os termos relevantes do domínio, tais como, conceitos, instâncias, atributos, relações entre conceitos, etc. sua descrição em linguagem natural, seu sinônimo e acrônimo. A tabela 7-5 ilustra somente uma parte do glossário de termos da ontologia OntoEmerge.

Tabela 7-5– Glossário de Termos

Nome (Sinônimo, Acrônimo)	Descrição	Fonte da descrição	Tipo
INSTALLATION	Center, establishment, space, dependency or installation: The entire area under the control of a HOLDER (holder), which is developing an business activity (BUSINESS ACTIVITY).		
COMPLEX INSTALLATION	Is a plant which comprises other installations by operators composition installation.		
ATOMIC INSTALLATION	It is an installation that does not decompose other. : S.M. Division home, room, dependence.  They can be sectors, rooms, sectors of fire, hazardous locations (3.2.4). In the case do Plano Diretor de Autoproteção, has 67 buildings.		
HOLDER (Titular)	Holder: The individual (Physical agent) or legal (Social Agent - Organization) who operates or owns the center, facility, space or dependence where develops activities..		
OWNER (Proprietário)	adj. and sm What or who has ownership of something. Person who owns real estate. It is a person or entity that has the exclusive right on a property, thus turning it, build it or dispose of it! [Informal Dictionary]		
BUSINESSMAN (Empresário)	Businessman is any individual who has professionally organized economic activity for the production or circulation of goods or services this model, this figure should be responsible for installation and activity.	artigo 966 do Código Civil.	
BUSINESS ACTIVITY	Activity is the set of operations or tasks that can lead to accidents or successes they manage emergency situations. Include the	Norma Básica de Autoprotección	

	activities listed in Annex I of the Plano Básico de Autoproteção, with cases of Regulatory Activities Sector Specific or any other activity you spontaneously develop your plan of self-protection, ie, without obligation.		
BUSINESS ACTIVITY TYPE	Classifies BUSINESS ACTIVITY		
ACCESS INFRASTRUCTURE	External access to the installation area and internal access input and output, such as doors, staircases, emergency exits.		
RISK	Probability of damage occurs.  Risk is a danger or potential harm anticipated in the future that could be mitigated or avoided		
HAZARD	is an event that causes damage		
HAZARD POTENTIAL	is the quality of a potential event, which is classified as dangerous.		
DAMAGE	is the concept that classifies an impact adversely.		
DISASTER	is a situation that is established by damage that is above a threshold defined disaster.		
EMERGENCY	is a situation that is established by damage (damage) that is above a threshold defined disaster.		

### III.2 Taxonomias

As taxonomias de domínio são necessárias para organizar termos do glossário quando contiver um número razoável de termos. Organizamos através da construção de árvores de classificação de termos usando relações como subclass-of, subclass-partition-of e exhaustive-subclass-of. Uma das taxonomias utilizadas neste trabalho foi a Classificação Geral de Desastres (Política Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2007) apresentada a seguir:



### III.3 Dicionário de conceitos

Um Dicionário de conceitos contém todos os conceitos do domínio, suas relações, instâncias, classes e instâncias de atributos. As relações especificadas para cada conceito são aquelas cujo domínio é o conceito. A tabela 7-6 mostra parte do dicionário de conceito da ontologia OntoEmerge.

Tabela 7-6 – Dicionário de Conceitos

Nome do conceito	Instâncias	Atributos da classe	Instâncias de atributos	Relações
INSTALLATION		Code; Name of Installation; Description of the Facility; Location; Number of occupants (staff and visitors); Number of employees; Date of submission of the Plan to the Public Administration; Date of license activity; Distance from the main facility for secondary facilities; features;	Edifício de Geografia	O HOLDER possui uma ou mais INSTALLATION ; Uma INSTALLATION pertence a um HOLDER; Uma INSTALLATION pode ter no entorno (SURROUNDED BY) uma ou mais INSTALLATION perigosas; Uma INSTALLATION tem uma ou mais ACCESS INFRASTRUCTURE; Uma INSTALLATION tem uma ou mais EVACUATION LOCAL; Uma INSTALLATION está contida em uma GEOGRAPHICAL REGION;
HOLDER		Name and / or Company Location Full Address		O HOLDER possui uma ou mais INSTALLATION Uma INSTALLATION pertence a um HOLDER. O HOLDER desenvolve uma ou mais BUSINESS ACTIVITY TYPE, sendo uma única principal e as demais

				secundárias. Uma BUSINESS ACTIVITY TYPE é desenvolvida por um TITULAR.
ORGANIZATION HOLDER		Company name Location		
PERSON HOLDER		Identification - CPF location		
BUSINESS ACTIVITY TYPE		Description of the types activity typesundertaken in accordance with the object of the plan and book activities according to the Norma Básica de Autoproteção.		
ACCESS INFRASTRUCTURE		Name of access; Direction of movement (single or double); Number of cars per direction; Width per direction; Observations; Conditions; Features access; Type of road (if pedestrian or otherwise); Indicator-access primary / secondary; Distance Firemen until this access to Km; Fire up this time of access min;		Uma INSTALLATION tem um ou mais ACCESS INFRASTRUCTURE
EVACUATION LOCAL		Area Name evacuation; Location;		Uma INSTALLATION possui uma EVACUATION LOCAL; Uma EVACUATION LOCAL possui uma ou mais ACCESS INFRASTRUCTURE

### III.4 Tabela de atributo de classes

O objetivo é descrever os atributos de classes em detalhes que foram listados no dicionário de conceitos. Cada atributo contém um nome, o nome do conceito onde o atributo é definido, o tipo de valor, o valor (tabela 7-7).

Tabela 7-7– Atributos de classes

Nome do atributo	Conceito definido	Tipo de valor	Valores
Organization Holder. Company Name	Full name	Texto	Universidade Politécnica de Valência
Organization Holder. Legal Name	Denomination and signature Legal whereby a limited company or anonymous is known. It's legal attribute contained in the deed or document of incorporation to identify a business entity and demonstrate its legal constitution.	Texto	Universidade Politécnica de Valência
Organization Holder. Location	Full address of the company	Texto	

### III.5 Tabela de instâncias

As instâncias relevantes que foram identificadas no dicionário de conceitos podem definir: seu nome, o nome do conceito ao qual ele pertence e seus valores de atributos. Estas instâncias podem ter mais que um valor para os atributos cuja cardinalidade é maior que um e estão exemplificadas nas tabelas 7-8, 7-9, 7-10 e 7-11 a seguir.

#### **Tabela de Tipos de Planos de Emergência (E STANDARD PROCESS DEFINITION DOCUMENT TYPE)**

Partimos da premissa que todos os planos são Planos de autoproteção, pois o foco é para organizações e não comunidades. O plano poderá ser dependente do tipo de atividade de negócio (BUSINESS ACTIVITY TYPE) e do tipo de instalação (INSTALLATION TYPE). Os tipos de planos podem ser básicos ou complementares, conforme tabela 7-8 abaixo.

Tabela 7-8– Atributos de classes – Tipos de Planos de Emergência

	<b>Emergency Plan (EP) Type</b>
1	Basic Plan
2	Functional Plan
3	Administrative and Support Plan
4	Plan by type of risk
5	Plan of action
6	Plan for phase (corresponding to the situation are related.)
7	Mitigation Plan
8	Preparation Plan
9	Response Plan
10	Recovery Plan

**Tabela Tipos de Atividade de Negócio (BUSINESS ACTIVITY TYPE):**

Tabela 7-9– Atributos de classes – Tipos de Atividade de Negócio

	<b>Business Activity Type</b>
1	Industrial, storage and research
2	Activities transport infrastructure
3	Activities and energy infrastructures
4	Activities of public entertainment and recreation
5	Activities sanitary
6	Teaching activities
7	Activities residential public
8	Other activities

**Tabela de tipos de instalação (INSTALLATION TYPE):**

Tabela 7-10– Atributos de classes – Tipos de Instalação

	<b>Installation Type</b>
1	Establishments involving dangerous substances
2	Establishments storage of chemical products
3	Establishments involving explosives

4	Establishments involved in the management of hazardous waste
5	Farms and related industries iron ore
6	Facilities contained use of genetically modified organisms
7	Installations for obtaining, processing, treatment, storage and distribution of biological materials or hazardous substances
8	Installations with a load of fire-weighted and corrected
9	Refrigeration installations with coolant
10	Tunnels
11	Commercial ports
12	Airports, airfields and other airport facilities
13	Stations Ground Transportation
14	Metropolitan railway lines
15	Railway Tunnels
16	Toll roads
17	Parking areas for the transport of dangerous goods by road or rail
18	Nuclear facilities and radioactive
19	Hydraulic infrastructure (barrages and tanks)

20	Centers or Installations for the production of electricity
21	Generation facilities and processing power for high voltage
22	Installations that celebrate the recreational events
23	Establishments in sanitaryware which provide medical care under the hospitalization and / or intensive care or surgical
24	Any other use of property which has the sanitary evacuation limits or occupation
25	Establishments primarily intended for use teaching disabled physical, psychological or other people who can not make an evacuation on their own.
26	Any other use of educational establishment which has the limits of evacuation or occupation
27	Establishments residential use public
28	Any other use of residential property public limits with evacuation or occupation.
29	Installations that house commercial, administrative, service, or any other type, with limits of evacuation or occupation.
30	Installations closed season or with removable large capacity
31	Camping facilities with large capacity
32	All activities outdoors with large numbers of participants

**Tabela da relação entre Tipos de Atividades de negócio e Tipos de Instalação**  
(BUSINESS ACTIVITY TYPE x INSTALLATION TYPE)

Tabela 7-11– Atributos de classes – Tipos de Atividades de negócio x Tipos de Instalação

	<b>Business Activity Type</b>	<b>Installation Type</b>
1	Industrial, storage and research	Establishments involving dangerous substances
2	Industrial, storage and research	Establishments storage of chemical products
3	Industrial, storage and research	Establishments involving explosives
4	Industrial, storage and research	Establishments involved in the management of hazardous waste
5	Industrial, storage and research	Farms and related industries iron ore
6	Industrial, storage and research	Facilities contained use of genetically modified organisms
7	Industrial, storage and research	Installations for obtaining, processing, treatment, storage and distribution of biological materials or hazardous substances
8	Industrial, storage and research	Installations with a load of fire-weighted and corrected
9	Industrial, storage and research	Refrigeration installations with coolant
10	Industrial, storage and research	Tunnels
11	Activities transport infrastructure	Commercial ports
12	Activities transport infrastructure	Airports, airfields and other airport facilities
13	Activities transport infrastructure	Stations Ground Transportation

14	Activities transport infrastructure	Metropolitan railway lines
15	Activities transport infrastructure	Railway Tunnels
16	Activities transport infrastructure	Toll roads
17	Activities transport infrastructure	Parking areas for the transport of dangerous goods by road or rail
18	Activities and energy infrastructures	Nuclear facilities and radioactive
19	Activities and energy infrastructures	Hydraulic infrastructure (barrages and tanks)
20	Activities and energy infrastructures	Centers or Installations for the production of electricity
21	Activities and energy infrastructures	Generation facilities and processing power for high voltage
22	Activities of public entertainment and recreation e recreativos	Installations that celebrate the recreational events
23	Activities sanitary	Establishments in sanitaryware which provide medical care under the hospitalization and / or intensive care or surgical
24	Activities sanitary	Any other use of property which has the sanitary evacuation limits or occupation
25	Teaching activities	Establishments primarily intended for use teaching disabled physical, psychological or other people who can not make an evacuation on their own.
26	Teaching activities	Any other use of educational establishment which has the limits of evacuation or occupation
27	Activities residential public	Establishments residential use public
28	Activities residential public	Any other use of residential property public limits with evacuation or occupation.

29	Other activities	Installations that house commercial, administrative, service, or any other type, with limits of evacuation or occupation.
30	Other activities	Installations closed season or with removable large capacity
31	Other activities	Camping facilities with large capacity
32	Other activities	All activities outdoors with large numbers of participants