



Pós-Graduação em Ciência da Computação

Cleyton Mário de Oliveira Rodrigues

**UMA ABORDAGEM ONTOLÓGICA PARA SIMULAÇÃO DE
AÇÃO LEGAL E CONSISTÊNCIA SEMÂNTICA APLICADA À
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**



Universidade Federal de Pernambuco

posgraduacao@cin.ufpe.br

<http://cin.ufpe.br/~posgraduacao>

Recife

2019

Cleyton Mário de Oliveira Rodrigues

**UMA ABORDAGEM ONTOLÓGICA PARA SIMULAÇÃO DE
AÇÃO LEGAL E CONSISTÊNCIA SEMÂNTICA APLICADA À
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

Este trabalho foi apresentado à Pós-graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Inteligência Artificial

Orientador: Dr. Frederico Freitas

Recife
2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

R696a Rodrigues, Cleyton Mário de Oliveira
 Uma abordagem ontológica para simulação de ação legal e consistência
 semântica aplicada à legislação brasileira / Cleyton Mário de Oliveira
 Rodrigues. – 2019.
 221 f.: il., fig., tab.

 Orientador: Frederico Freitas.
 Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da
 Computação, Recife, 2019.
 Inclui referências e apêndices.

 1. Inteligência artificial. 2. Web semântica. 3. Ontologias. I. Freitas,
 Frederico (orientador). II. Título.

 006.3 CDD (23. ed.) UFPE- MEI 2019-069

Cleyton Mário de Oliveira Rodrigues

“Uma Abordagem Ontológica para Simulação de Ação Legal e Consistência Semântica Aplicada à Legislação Brasileira”

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Aprovado em: 28/02/2019.

Orientador: Prof. Frederico Luiz Gonçalves de Freitas

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ruy José Guerra Barretto de Queiroz
Centro de Informática /UFPE

Prof. Dr. Ivan José Varzinczak
Centre de Recherche en Informatique de Lens/ Université d’Artois

Profa. Dra. Natasha Correia Queiroz Lino
Departamento de Informática / UFPB

Prof. Dr. Ricardo de Almeida Falbo
Departamento de Informática / UFES

Prof. Dr. Samuel Meira Brasil Júnior
Tribunal de Justiça do Estado do Espírito Santo

Dedico este trabalho a todos que confiaram em mim neste longo percurso.

AGRADECIMENTOS

Deus. Família. Amigxs.

RESUMO

A Web Semântica surgiu da necessidade de se atribuir significado aos conteúdos disponibilizados na web, de forma que, não apenas o ser humano como também as máquinas/computadores possam processar e compreender tais recursos. Ela fomenta, portanto, uma nova infraestrutura onde programas e dispositivos podem trocar informação de forma inteligente e automatizada, produzindo uma “Web de Conhecimentos”. A Web Semântica tem produzido serviços mais sofisticados, com aplicabilidade em várias áreas. Notadamente, o ritmo acelerado que dita as mudanças organizacionais na administração pública, a harmonização jurídica, a necessidade de formalizar e automatizar processos que envolvem ações do Direito e o aumento considerável do *corpus* jurídico têm atraído atenção para a representação do Conhecimento Jurídico, bem como a criação de sistemas que possam raciocinar neste domínio. Esta tese, portanto, analisa as nuances em nível ontológico para formalização do conhecimento Jurídico-Normativo Brasileiro, explorando uma área conhecida como Computação Jurídica. No âmbito da Legislação Brasileira, contudo, destacam-se problemas semânticos tanto de ordem linguística, quanto conceitual. Para o primeiro caso, a ambiguidade inerente da linguagem natural tem acarretado a produção de documentos sujeitos à múltiplas interpretações. Adicionalmente, a linguagem retórica e rebuscada comumente utilizada na redação das leis tem levado à subespecificação das regras e conceitos e, conseqüentemente, a inconsistências, modelagens imprecisas, e desacordos. Este projeto visa, portanto, a partir dos padrões abertos da Web Semântica (o formalismo *Description Logic (DL)* e a linguagem *Ontology Web Language (OWL)*), definir uma abordagem ontológica para modelar uma parte do Direito Penal Brasileiro, em especial, a Teoria Geral do Crime. Assim, é possível construir sistemas baseado no conhecimento jurídico-normativo, capazes de raciocinar e apoiar a tomada de decisão, amenizando potenciais anomalias sintáticas e semânticas. Esta tese ainda preocupou-se em investigar os limites da lógica clássica (base da DL) em modelar o conhecimento jurídico-normativo, e como uma lógica não-monotônica pode ser utilizada para resolver possíveis conflitos entre as leis. Assim, através das Ontologias construídas e de um protótipo desenvolvido, destacamos simulações de ações jurídicas em cenários reais, extraíndo as diferentes interpretações das leis, com suas violações e penas impostas. Como contribuições deste projeto, assinalamos o avanço no uso de ontologias logicamente formalizadas para a representação não-ambígua e compartilhada do conhecimento jurídico, favorecendo a transparência e maior efetividade da aplicação das leis. Esta tese contribui também para diminuir o abismo ainda existente entre o uso das tecnologias e sistemas jurídicos.

Palavras-chaves: Engenharia do Conhecimento. Web Semântica. Ontologias Jurídicas. Computação Jurídica.

ABSTRACT

The Semantic Web has emerged from the need to assign meaning to the contents made available on the web, so that, not only the human being but also the machines/ computers can process and understand such resources. It provides, therefore, a new infrastructure where programs and devices can exchange information in an intelligent and automated way, producing a “Web of Knowledge”. The Semantic Web has produced sophisticated services, with applicability in several areas. Notably, the rapid pace of organizational changes in public administration, the legal harmonization, the need to formalize and automate processes that involve a lawsuit, and the considerable increase in the legal corpus have attracted attention to the representation of Legal Knowledge, as well as the creation of systems that can reason in this field. This thesis, therefore, analyzes the nuances at the ontological level to formalize Brazilian Legal and Normative Knowledge, exploring an area known as Legal Computing. In the scope of Brazilian legislation, however, we can highlight semantic problems of linguistic as well as conceptual type. For the former case, the inherent ambiguity of natural language has led to the production of documents subject to multiple interpretations. In addition, the rhetorical and fancy language commonly used in law has led to the sub-specification of rules and concepts and, consequently, to inconsistencies, inaccurate modeling, and disagreements. This project aims, based on Semantic Web standards (the Description Logic formalism (DL) and the Ontology Web Language (OWL)), to define an ontological approach to model a portion of the Brazilian Criminal Law, in particular, the General Theory of Crime. Thus, it is possible to build systems based on legal-normative knowledge, capable of reasoning and supporting decision-making, mitigating potential syntactic and semantic anomalies. This thesis was still concerned with investigating the limits of classical logic (DL basis) in legal-normative knowledge, and how a non-monotonic logic can be used to resolve possible conflicts between laws. Thus, through the engineered Ontologies and a prototype developed, we highlight simulations of legal actions in real scenarios, extracting the different interpretations of the law, with their violations and penalties imposed. As contributions of this project, we highlight the theoretical and practical advance in the use of logically formalized ontologies for non-ambiguous and shared representation of legal knowledge, favoring transparency and greater effectiveness of the of laws. This thesis also helps to reduce the gap between technologies and legal systems.

Keywords: Knowledge Engineering. Semantic Web. Legal Ontologies. Legal Computing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Um cenário típico de homicídio. Fonte:própria.	20
Figura 2 – Relações lógicas na Teoria de Hohfeld. Fonte: Hohfeld (1913).	25
Figura 3 – Problemas Semânticos. Fonte: Adaptado de Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011).	32
Figura 4 – Arquitetura Original da Web Semântica. Fonte:w3.org.	39
Figura 5 – Relação: Recurso - Atributo - Valor. Fonte:própria.	40
Figura 6 – Tipos de Ontologias e suas Dependências. Fonte: Roussey et al. (2011).	43
Figura 7 – Principais Componentes da Ontologia. Fonte:Miller (2013).	44
Figura 8 – Visão Geral da Methontology. Fonte:Corcho et al. (2005).	46
Figura 9 – Tarefas para atividade da Conceitualização da Methontology. Fonte:Corcho et al. (2005).	48
Figura 10 – A Ontologia dos Endurantes. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).	58
Figura 11 – A Ontologia dos Perdurantes. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).	59
Figura 12 – A Ontologia de Agentes, Objetos e Ações. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).	60
Figura 13 – A Ontologia de Compromissos e Intenções. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).	61
Figura 14 – Tipos de Padrões de Modelagem da UFO. Fonte: Guizzardi (2014).	62
Figura 15 – Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). Fonte: Adaptado de Kitchenham e Charters (2007) e Petersen et al. (2008).	64
Figura 16 – Distribuição dos Estudos Primários por Indexador. Fonte: própria.	69
Figura 17 – Estudos Primários pelos Anos. Fonte: própria.	69
Figura 18 – Teorias Legais pelos Propósitos das Ontologias. Fonte: própria.	70
Figura 19 – Teorias Legais pelos Níveis de Generalização. Fonte: própria.	72
Figura 20 – Sub-domínios Jurídicos. Fonte: própria.	74
Figura 21 – Ontologias Reutilizadas nos Estudos Primários. Fonte:própria.	76
Figura 22 – Metodologias de Construção e Boas Práticas. Fonte:própria.	77
Figura 23 – Nível de Generalização por Abordagem de Construção. Fonte:própria.	78
Figura 24 – Abordagens para Avaliação Ontológica. Fonte:própria.	79
Figura 25 – Fontes de Anomalias. Fonte:própria.	81
Figura 26 – Anomalias Sintáticas e Semânticas. Fonte:própria.	82
Figura 27 – Padrões de Formalização. Fonte:própria.	84
Figura 28 – Conceitos mais citados do Direito Penal Brasileiro. Fonte:própria.	90
Figura 29 – Agentes da OntoCrime. Fonte:própria.	91
Figura 30 – Objetos da OntoCrime. Fonte:própria.	92

Figura 31 – Conceitualização do Crime Comissivo. Fonte:própria.	94
Figura 32 – Normas e Situações. Fonte:própria.	96
Figura 33 – Punições e Conflitos. Fonte:própria.	97
Figura 34 – Crime Omissivo Puro. Fonte:própria.	100
Figura 35 – Crime Omissivo Impróprio. Fonte:própria.	100
Figura 36 – Instanciação referente ao Exemplo 4. Fonte:própria.	112
Figura 37 – Instanciação referente ao Exemplo 5. Fonte:própria.	113
Figura 38 – Instanciação referente ao Exemplo 6. Fonte:própria.	115
Figura 39 – Modelos Representando os Padrões Utilizados. Fonte:própria.	116
Figura 40 – Anti-Padrões RS (a) e RWOR (b,c). Fonte:própria.	117
Figura 41 – Anti-Padrão IA. Fonte:própria.	118
Figura 42 – Taxonomia Inferida das Situações dos Crimes contra a Vida. Fonte:própria.	119
Figura 43 – Taxonomia Inferida dos Crimes contra o Patrimônio. Fonte:própria.	119
Figura 44 – Modelagem para o Conceito de Crime. Fonte: própria.	123
Figura 45 – Instanciação do Comportamento de Bob. Fonte: própria.	124
Figura 46 – Exemplo de Assalto ao Banco. Fonte:própria.	132
Figura 47 – Raciocinador DIP. Fonte:própria.	134
Figura 48 – Raciocinando sobre os Crimes de Roubo. Fonte:própria.	135
Figura 49 – Projeto Arquitetural do LEGIS. Fonte:própria.	142
Figura 50 – Arquitetural Atual do LEGIS. Fonte:própria.	142
Figura 51 – Interface Gráfica do LEGIS. Fonte:própria.	158
Figura 52 – Casos de Uso da LEGIS (Fonte:própria)	219

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis x Abordagens de Avaliação. Fonte: Hlomani e Stacey (2014).	. . .	49
Tabela 2 – Meta Propriedades da OntoClean. Fonte: Guarino e Welty (2000).	. . .	50
Tabela 3 – Construtores Booleanos de Conceitos de <i>SRDIQ</i> . Fonte: própria.	. . .	53
Tabela 4 – Construtores para restrições de relações <i>SRDIQ</i> . Fonte: própria.	. . .	54
Tabela 5 – Sintaxe x Semântica de <i>SRDIQ</i> . Fonte: Krötzsch, Simancik e Horrocks (2012).		55
Tabela 6 – Perfil dos Tipos Universais da UFO. Fonte: Guizzardi (2005, p.113).	. .	57
Tabela 7 – Questões de Pesquisa do Mapeamento Sistemático. Fonte: própria.	. .	65
Tabela 8 – Resultado do MSL. Fonte: própria.		68
Tabela 9 – Comparando os Trabalhos Relacionados. Fonte: própria.		139
Tabela 10 – Artigos Resultantes da Tese. Fonte: própria.		162
Tabela 11 – Relações <i>Ad hoc</i> binárias. Fonte: própria.		218
Tabela 12 – Resultados dos Testes de Escalabilidade. Fonte: própria.		221

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CHR ^v	Constraint Handling Rules with Disjunction.
API	Application Programming Interface.
CF	Constituição Federal.
CP	Código Penal.
CTB	Código de Trânsito Brasileiro.
CWA	Closed World Assumption.
DL	Description Logic.
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents.
FOL	First Order Logic.
GUI	Graphical User Interface.
HTML	Hyper Text Markup Language.
IDE	Integrated Development Environment.
JPL	Java Interface to Prolog.
LPO	Lógica de Primeira Ordem.
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura.
OWA	Open World Assumption.
OWL	Ontology Web Language.
PDL	Preferential Description Logic.
QC	Questões de Competência.
RACCOON	Reasoner based on the Connection Calculus Over Ontologies.
RBC	Raciocínio Baseado em Casos.
RBR	Raciocínio Baseado em Regras.
RDF	Resource Description Framework.
RDFS	Resource Description Framework Schema.
RI	Recuperação de Informação.
RIF	Rule Interchange Format.
RuleML	Rule Markup and Modelling Language.

SBC	Sistemas Baseados em Conhecimento.
SBCJ	Sistemas Baseados em Conhecimento Jurídico.
SGML	Standard Generalized Markup Language.
SPARQL	Semantic Query Language for Databases.
SWRL	Semantic Web Rule Language.
UFO	Unified Foundational Ontology.
UML	Unified Modelling Language.
UNA	Unique Name Assumption.
URI	Uniform Resource Indicator.
W3C	World Wide Web Consortium.
XML	eXtensible Markup Language.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	17
1.2	CENÁRIO MOTIVACIONAL	19
1.3	PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	20
1.4	OBJETIVOS DA PESQUISA	21
1.5	CONTRIBUIÇÕES REALIZADAS	22
1.6	ESTRUTURA DA TESE	23
2	O DIREITO BRASILEIRO E A COMPUTAÇÃO JURÍDICA	24
2.1	O DIREITO	24
2.1.1	As Teorias Jurídicas	24
2.1.2	Normas Jurídicas	26
2.1.3	Estrutura Jurídica do Brasil	27
2.1.4	Direito Penal Brasileiro: A Teoria Geral do Crime	28
2.1.4.1	Definição de Crime	28
2.1.4.2	Penas e Cálculo Trifásico	29
2.1.4.3	Tipos de Agentes em um Crime	29
2.1.4.4	Ocorrência Espaço-Temporal do Crime	30
2.1.4.5	Tipos de Crimes Omissivos	30
2.2	PROBLEMAS SEMÂNTICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	31
2.2.1	Ambiguidades Linguísticas	31
2.2.1.1	Anáforas e Catáforas	31
2.2.1.2	Polissemia	32
2.2.2	Problemas de conceitualização	33
2.2.2.1	Subespecificação	33
2.2.2.2	Inconsistência	33
2.3	COMPUTAÇÃO JURÍDICA	34
2.3.1	Abordagens da Computação Jurídica	35
2.3.2	Linhas de Pesquisa	36
2.3.3	Sistemas Baseados no Conhecimento Jurídico	37
2.4	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	37
3	ONTOLOGIAS E A WEB SEMÂNTICA	38
3.1	A WEB SEMÂNTICA	38
3.1.1	Arquitetura da Web Semântica	38
3.2	ONTOLOGIAS	42

3.2.1	Tipologia das Ontologias	42
3.2.2	Componentes de uma Ontologia	43
3.2.3	Engenharia Ontológica: Methontology	45
3.2.3.1	Atividade de Especificação	47
3.2.3.2	Atividade de Conceitualização	47
3.2.4	Estratégias para Contrução de Ontologias	48
3.2.5	Metodologia de Avaliação e a OntoClean	49
3.2.5.1	Meta Propriedades da OntoClean	50
3.2.5.2	Restrições da OntoClean	51
3.3	A LÓGICA DESCRITIVA	52
3.3.1	Sintaxe da Lógica Descritiva <i>SROIQ</i>	52
3.3.2	Semântica da Lógica Descritiva <i>SROIQ</i>	54
3.3.3	Raciocinando em Expressões de Conceitos e Bases de Conhecimento	55
3.4	UFO: A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA	57
3.4.1	UFO-A: Uma Ontologia para Endurantes	58
3.4.2	UFO-B: Uma Ontologia para Perdurantes	59
3.4.3	UFO-C: Uma Ontologia para Entidades Sociais	59
3.4.4	Padrões e Anti-Padrões	61
3.5	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	62
4	UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO PARA AS ONTOLOGIAS	
	JURÍDICAS	63
4.1	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	63
4.1.1	Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura	63
4.1.2	Planejamento do Mapeamento Sistemático	64
4.1.3	Estratégias de Busca e <i>String</i> de Busca	65
4.1.4	Critérios de Inclusão e Exclusão	66
4.2	REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO	67
4.2.1	Identificação dos Estudos Primários	67
4.2.2	Aspectos Temporais e Veículos de Publicação	68
4.2.3	Teorias Legais pelos Propósitos das Ontologias	70
4.2.4	Teorias Legais pelos Níveis de Generalização Ontológica	71
4.2.5	Sub-domínios Jurídicos Mapeados	73
4.2.6	Ontologias Reutilizadas da Literatura	75
4.2.7	Abordagens da Engenharia Ontológica	76
4.2.8	Abordagens de Avaliação Ontológica	79
4.2.9	Problemas dos Textos Jurídicos	80
4.2.10	Formalização das Ontologias	83
4.3	AMEAÇAS À VALIDADE DO MAPEAMENTO	85
4.4	AValiação DOS RESULTADOS	85

4.5	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	87
5	ONTOCRIME: UMA ONTOLOGIA PARA O DIREITO PENAL	
	BRASILEIRO	88
5.1	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA ONTOCRIME	88
5.1.1	Atividade de Especificação	88
5.1.2	Atividades de Aquisição do Conhecimento e Conceitualização	89
5.2	ONTOCRIME: A ONTOLOGIA PARA O DIREITO PENAL	90
5.2.1	Modelando Agentes e Objetos	90
5.2.2	Modelando Crimes Comissivos	93
5.2.3	Modelando Normas, Situações e Qualificações	95
5.2.4	Modelando Penas e Princípios para Resolução de Conflitos	97
5.2.5	Modelando Crimes Omissivos	98
5.3	ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO	101
5.3.1	OntoMurder	101
5.3.1.1	Primeira Fase: Os Crimes Básicos contra a Vida	101
5.3.2	Segunda Fase: As Circunstâncias Atenuantes e Agravantes	104
5.3.3	Terceira Fase: As Circunstâncias para Aumento e Diminuição de Pena	106
5.3.4	OntoProperty	108
5.4	AVALIAÇÃO ONTOLÓGICA	111
5.4.1	Instanciando as Ontologias	111
5.4.2	Tratando Deficiências Semânticas por Padrões/Anti-Padrões da UFO	116
5.4.3	Analisando a Coerência da Ontologia com o Direito Penal	118
5.5	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	120
6	TRATANDO EXCEÇÕES COM UMA LÓGICA DESCRITIVA NÃO-MONOTÔNICA	121
6.1	CONFLITOS E EXCEÇÕES NO DOMÍNIO JURÍDICO	121
6.2	LÓGICA DESCRITIVA PREFERENCIAL	125
6.3	ADEQUANDO A LÓGICA DESCRITIVA PREFERENCIAL AO DOMÍNIO JURÍDICO	127
6.3.1	Lógica Descritiva Preferencial para o Princípio Non Bis In Idem	129
6.3.2	Expandindo a Ontologia dos Crimes contra o Patrimônio com Axiomas Anuláveis	131
6.4	TRABALHOS RELACIONADOS	135
6.4.1	Trabalhos Relacionados para Tratar Exceções no Domínio Jurídico	136
6.4.2	Trabalhos Relacionados para Tratar Exceções na DL	136
6.5	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	139
7	LEGIS - UM PROTÓTIPO PARA SIMULAÇÃO DE AÇÃO LEGAL	141

7.1	ARQUITETURA DO PROTÓTIPO	141
7.2	MÓDULO DE SIMULAÇÃO JURÍDICA	143
7.3	MÓDULO DE AVALIAÇÃO ONTOLÓGICA	144
7.4	ESTUDOS DE CASO	146
7.4.1	Estudo de Caso 01: Marielle Franco	146
7.4.2	Estudo de Caso 02: Tatiane Spitzner	151
7.4.3	Estudo de Caso 03: Oswaldo Ribas	154
7.4.4	Estudo de Caso 04: Alberto de Oliveira Matos	157
7.5	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	158
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	159
8.1	CONTRIBUIÇÕES E PUBLICAÇÕES	159
8.2	TRABALHOS FUTUROS E EM ANDAMENTO	162
	REFERÊNCIAS	165
	APÊNDICE A – ARTEFATOS DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO	193
	APÊNDICE B – ARTEFATOS DA ONTOLOGIA JURÍDICA	204
	APÊNDICE C – DIAGRAMAS DO LEGIS	219

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a contextualização, a problematização, as questões que norteiam esta tese, e o cenário motivacional. O capítulo também apresenta a estrutura da tese e as contribuições do trabalho.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

A Engenharia do Conhecimento, conforme definida por Guarino (1998), é uma disciplina da engenharia que envolve integrar conhecimento aos sistemas computacionais de forma a resolver problemas complexos, e que normalmente exigem vastos conhecimentos da perícia humana. Nesta perspectiva, os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) (do inglês, *Knowledge Based System*) são aplicações que utilizam técnicas de resolução de problemas provenientes da Engenharia do Conhecimento para, a partir das competências oriundas de um domínio arbitrário (internalizadas por especialistas neste domínio), sejam capazes de resolver tarefas que necessitem intensivamente deste conhecimento (SMITH, 1985). Sua arquitetura contempla, indispensavelmente, dois subsistemas: uma base de conhecimento armazenando fatos e regras do mundo, e um motor de inferência com asserções lógicas capaz de inferir novos fatos nesta base. Os SBC tornaram-se aplicáveis em uma pluralidade de domínios, e em múltiplas plataformas, notadamente na Web.

No âmbito da Web, no final do último século, após o colapso das empresas “.com”, seguido pela busca da maturidade das tecnologias e protocolos da Internet, bem como a própria massificação do acesso à Internet, conjecturou-se o fenômeno conhecido como Web Social (ou Web 2.0). Musser (2007) define como sendo uma revolução dos negócios na indústria da informática causada pelo movimento para a Internet como plataforma, além de uma tentativa de compreender as regras para o sucesso dessa nova plataforma. Nessa “Web do Povo” (SINGEL, 2005), os mais diversos tipos de dados são adicionados de forma desestruturada, criando um ambiente cada vez mais hostil para as máquinas e sistemas processarem. Inevitavelmente, a busca por informações precisas tornou-se mais onerosa e sujeita a uma maior taxa de imprecisão.

Ademais, o *framework* tecnológico que concebeu a Web original mostrou-se ineficaz frente às novas demandas de serviços que surgiam. A Linguagem *Hyper Text Markup Language (HTML)* (HICKSON et al., 2014) era utilizada apenas para renderizar um conjunto de *tags* de marcação em conteúdo visível e entendível apenas pelo ser humano. Um programa HTML, portanto, permeava apenas o nível léxico, cabendo ao usuário extrair o nível semântico. Logo, percebeu-se que o problema maior não era o volume dos dados, mas sim a forma como estes eram disponibilizados, sem nenhuma (ou com pouquíssima) estrutura, além da carência de metadados, que pudessem explicar tanto para o homem

quanto para a máquina, o significado por trás dos conteúdos.

Face a esse contexto, emergiu a Web Semântica (GRUBER, 2008) (ou Web 3.0, ou Web Social Semântica), vista como a nova geração da web atual, e que se fundamenta em um conjunto de princípios e uma gama de tecnologias e padrões. Através da web semântica, diversos serviços são disponibilizados através de componentes de conhecimento. Diferentemente daqueles largamente baseados em processos manuais e amontoado de papéis, os serviços na Web 3.0 são assistidos por SBC autônomos. Ademais, estes estão mutuamente conectados, compartilhando conhecimento e cooperando no atendimento de tais serviços. Daí, surgiu um leque de aplicações que fomentaram processos para tomada de decisões de forma automática ou semiautomática. Ainda de acordo com Gruber (2008), na Web 3.0, as informações acumuladas produzem conhecimento, que pode ser compreendido e re-utilizado, tanto por homens quanto por máquinas.

A Web Semântica tem proporcionado a criação de serviços autônomos em diversos domínios. Em particular, o ritmo acelerado que dita as mudanças organizacionais na administração pública, a convergência e harmonização jurídica requisitadas em algumas regiões do planeta (como na zona do euro), e o aumento considerável de documentos jurídicos, bem como a própria natureza peculiar destes documentos (exceções, fontes heterôgeneas, restrições, ambiguidades, conflitos, e outras circunstâncias) têm atraído atenção especial para a representação do conhecimento jurídico (BREUKER, 2003). O avanço da Web Semântica tem impactado, portanto, áreas como a Computação Jurídica (LOVE; GENESERETH, 2005), uma linha de pesquisa interdisciplinar que abrange tanto o uso de estratégias para a representação do conhecimento jurídico (normas, doutrinas, princípios, e jurisprudências), quanto as possibilidades para a criação de sistemas automáticos de raciocínio, como para argumentação e simulação de ações jurídicas.

Gerir o conhecimento jurídico, todavia, não é uma tarefa trivial. A representação destes tipos de conhecimento é fonte de vários problemas, sejam de origem linguística ou de origem estrutural. Do ponto de vista linguístico, podemos citar como fonte de problemas a própria linguagem natural utilizada para comunicação oral ou escrita. As linguagens naturais não são semanticamente formalizadas em sua completude; espera-se que para uma comunicação ser bem sucedida, os agentes participantes compartilhem um mesmo conjunto de modelos mentais (construídos empiricamente ao longo da vida do agente), para que não exista diferentes interpretações dos conteúdos abordados durante a comunicação. Verifica-se, então, que a linguagem natural é suscetível a diversas formas de ambiguidades. Já do ponto de vista estrutural, a representação do conhecimento de um domínio (em termos das entidades, propriedades, relações, e restrições presentes), originam problemas como a subespecificação dos conceitos (quando um elemento do domínio é vinculado a mais de uma classe de conceitos, pela ausência de propriedades mais específicas), além de outras anomalias decorrentes da organização ontológica das terminologias empregadas, tais como vagueza, inconsistência, e desacordo (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT,

[2011]. Outrossim, o volume e a heterogeneidade das informações jurídicas, o jargão utilizado, além dos próprios conflitos normativos, acrescentam um nível extra de dificuldade para formalização dos conhecimentos no domínio do Direito.

Contudo, sugere-se que estas anomalias podem ser (mesmo que parcialmente) tratadas, formalizando a terminologia do domínio jurídico por meio de uma Ontologia formalmente especificada. Na computação, uma Ontologia é “uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada” (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, [1998], p. 25). Ontologias em um nível de abstração mais alto estabelecem, portanto, uma terminologia comum e idealmente não ambígua para o domínio. A ideia de ontologia é, frequentemente, restrita ao que se chama “ontologia formal” (GUARINO, [1998]), ou seja, o conteúdo de uma ontologia é descrito pela utilização de um formalismo de representação de conhecimento bem embasado em termos lógico-matemáticos, que pode dotar os sistemas com a habilidade de realizar inferências lógicas. Isto representa um grande avanço para os sistemas, pois termos/conceitos passam a ganhar um significado preciso, e as relações entre os conceitos que eles ensejam representar são compreendidas pelos serviços dos sistemas. O tratamento da informação, conseqüentemente, eleva-se a outro patamar, provocando uma melhoria na qualidade dos serviços.

Ontologias podem ser representadas utilizando-se linguagens e padrões abertos adotados pela *World Wide Web Consortium (W3C)* como a *Description Logic (DL)* (BAADER et al., [2003]), uma família de linguagens de representação formalmente definida como um subconjunto da *First Order Logic (FOL)*, e a linguagem *Ontology Web Language (OWL)*, a linguagem padrão, aberta para Web Semântica, bastante expressiva (GRAU et al., [2008]). As duas grandes vantagens deste formalismo e, conseqüentemente, da linguagem que o implementa são:

- as definições têm semântica formalmente definida, o que reduz as margens para ambigüidades na interpretação, embora estas ainda possam existir na modelagem;
- a partir de uma ontologia construída em *OWL*, é possível realizar raciocínio automático e descobrir se conceitos (classes) são subconceitos de outros, e se um grupo de definições é inconsistente, além de raciocinar sobre instâncias, entre outras tarefas (HORROCKS et al., [2007]). Portanto, um raciocinador em *DL* (um motor de inferência) é capaz de inferir sobre o conhecimento modelado (os quais assumem a forma de axiomas lógicos), verificar se as definições estão logicamente consistentes entre si, e validar as relações de subsunção entre os conceitos.

1.2 CENÁRIO MOTIVACIONAL

Discutimos nesta seção um cenário que ajuda a compreender o escopo desta tese. Para tanto, a Figura [1] ilustra uma situação arbitrária (descrita no Exemplo [1]), onde há dois agentes,

sendo que um deles realizou uma ação a qual produziu uma nova situação, potencialmente prevista em algum tipo criminal.

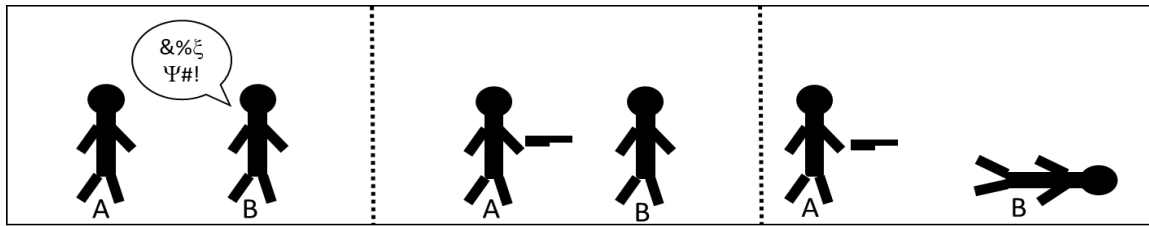


Figura 1 – Um cenário típico de homicídio. Fonte:própria.

Exemplo 1. *Após uma violenta discussão, o agente A sacou uma arma e atirou contra o agente B, causando-lhe instantaneamente a morte.*

Tipicamente, o ato é configurado como um homicídio. Mas há outros questionamentos possíveis:

- Embora exista uma tipificação no código penal, o autor será obrigatoriamente penalmente criminalizado?
- Em caso de crime confirmado, qual lei/artigo rege a conduta realizada?
- Quais as penalidades impostas no cenário adotado?
- Há alguma circunstância adicional que classifique o evento como um crime qualificado?
- Na confirmação de um crime qualificado, as penas são adicionadas ou substituídas?
- Se a ação foi cometida contra uma mulher, e foi movida por razões preconceituosas, o crime ainda permanece como um simples homicídio?
- Se a conduta foi realizada em momento de extrema raiva (por exemplo, o agente B realizou ofensas verbais contra o agente A), as penas permanecem as mesmas?

Estes questionamentos motivaram a definição da problemática da pesquisa, bem como ajudaram a demilitar o objetivo que norteou esta tese, ambos discutidos nas seções seguintes.

1.3 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Esta tese pretende investigar a seguinte problemática: “**Como formalizar a representação do conhecimento jurídico (normativo) brasileiro e realizar inferências lógicas para simulação de ações jurídicas utilizando os padrões abertos da Web Semântica?**”

Com a intenção de explorar este problema, foram definidas as seguintes questões de pesquisa (QP):

- **QP01:** Quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam de Ontologias Jurídicas?
- **QP02:** Como é possível formalizar o conhecimento jurídico-normativo extraído do Código Penal Brasileiro (particularmente, a Teoria do Crime), através de uma notação Ontológica que possa ser usada e reutilizada para simular tarefas jurídicas, como checagem de violação, tipificação penal, e resolução de conflitos, por intermédio da **DL**?
- **QP03:** Quais os limites da **DL** para modelagem do conhecimento jurídico, e como é possível axiomatizar as nuances dos textos normativos descobertas pela **DL**?
- **QP04:** Como disponibilizar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa interagir e realizar simulações jurídicas?

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta tese é **construir Ontologias através das tecnologias abertas da Web Semântica, e que formalizem a Teoria Geral do Crime, subtipos criminais, e as potenciais exceções entre as normas, a fim de que se possa construir sistemas baseado no conhecimento judicial, capazes de realizar raciocínio jurídico**. Portanto, através da solução proposta, é possível realizar simulação de ações jurídicas em forma de modelos lógicos, de forma a tornar explícitas as diferentes interpretações da lei em uma dada situação, além de checar automaticamente a consistência destas leis.

Para se alcançar o objetivo geral, outros mais específicos foram delineados:

- **OBJ1:** Realizar um **Mapeamento Sistemático** em busca de Ontologias Jurídicas disponíveis na literatura, provendo um esquema de classificação em diversas dimensões, tais como, propósito e aplicação, teoria jurídica subjacente, nível de generalização, além de estratégias para construção e avaliação;
- **OBJ2:** Construir a **OntoCrime**, uma ontologia de cunho mais geral para mapear a Teoria Geral do Crime no Código Penal Brasileiro;
- **OBJ3:** Construir **Ontologias de Domínio**, isto é, ontologias mais específicas que a OntoCrime para formalizar tipos criminais, como a ontologia para os crimes contra o patrimônio (*OntoProperty*), e a ontologia para os crimes contra a vida (*OntoMurder*);
- **OBJ4:** Investigar se a lógica clássica, base da **DL**, é capaz de mapear as especificidades dos textos normativos e, em caso negativo, propor uma abordagem em uma lógica não-clássica capaz de produzir o resultado coerente com a prática judicial;

- **OBJ5:** Arquitetar e desenvolver o **LEGIS**, um protótipo para análise de consistência (Onto)Lógica e raciocínio jurídico, através do qual seja possível:
 - **OBJ5.1:** Realizar simulações de ações jurídicas como a tipificação penal, isto é, averiguar se um comportamento viola as leis, e quais as penas impostas para o ato;
 - **OBJ5.2:** Detectar inconsistências através de cenários e situações previamente definidas;
 - **OBJ5.3:** Prover suporte para explicar as inferências realizadas, de forma que tanto o cidadão “leigo” quanto o técnico possam compreender melhor as ações penais.
- **OBJ6:** Estender a LEGIS com um **Módulo Avaliador** para realizar a análise das ontologias, a partir de um *framework* de metapropriedades, através das quais seja possível definir um conjunto de restrições e revelar inconsistências nas relações de subsunção entre os conceitos mapeados.

1.5 CONTRIBUIÇÕES REALIZADAS

Como resultado deste trabalho, as seguintes contribuições são destacadas:

- A elaboração e divulgação de um esquema de classificação para as ontologias jurídicas disponíveis na literatura, contemplando diferentes critérios de categorização;
- A construção de uma ontologia central em **DL** que represente o conhecimento da teoria geral do crime, no contexto do código penal Brasileiro;
- A construção de ontologias de domínio também em **DL**, que axiomatizem tipos criminais específicos;
- A criação de uma fundamentação teórica para axiomatizar, em uma lógica não-monotônica, relações de preferência entre normas, prevenindo conflitos e/ou exceções presentes no conhecimento jurídico-normativo;
- A implementação de um protótipo para realizar simulação de tipificação penal, tais como, descoberta de tipos de crimes, e das penas a serem imputadas;
- A implementação de um protótipo que ajude a realizar validações da adequação ontológica e da consistência lógica, segundo metodologias de avaliação disponíveis na literatura;
- A disponibilização dos protótipos e ontologias desenvolvidas¹.

¹ <https://github.com/cleytonrodrigues/Tese>

1.6 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada da seguinte forma:

- O **Capítulo 2** destaca o escopo do domínio jurídico abordado nesta tese, a computação jurídica, e exploramos as deficiências sintáticas e semânticas dos textos jurídicos;
- No **Capítulo 3**, fundamentamos a Web Semântica e a Engenharia Ontológica, bem como destacamos ontologias de nível superior que axiomatizam domínios relacionados (ou que podem ser reutilizados) com as ciências jurídicas;
- Um Mapeamento Sistemático para categorizar as ontologias jurídicas disponíveis na literatura em algumas dimensões é apresentado no **Capítulo 4**;
- A formalização ontológica da Teoria Geral do Crime está delineada no **Capítulo 5**. Neste, também apresentamos as ontologias de domínio, e algumas estratégias para avaliação dos modelos produzidos;
- O **Capítulo 6** apresenta uma proposta de modelagem utilizando uma lógica não clássica para tratar um tipo de exceção dos textos normativos;
- No **Capítulo 7**, discutimos sobre o protótipo LEGIS, utilizado para realizar simulação de ações jurídicas, e que também provê um módulo para assistir na avaliação ontológica;
- As considerações finais e direcionamentos para trabalhos futuros são apresentados no **Capítulo 8**.

2 O DIREITO BRASILEIRO E A COMPUTAÇÃO JURÍDICA

Neste capítulo, apresentamos as definições básicas sobre o Direito e a estrutura jurídica Brasileira, bem como, as principais deficiências semânticas que podem ser encontradas nas legislações afora. Ao final, exploramos uma subárea de pesquisa conhecida como *Computação Jurídica*, focando nas principais abordagens e linhas de pesquisas.

2.1 O DIREITO

O Direito existe na sociedade como um fenômeno social. Viver em sociedade, portanto, corresponde a regular harmonicamente um conjunto de indivíduos, cada qual com seu comportamento. Através do comportamento, busca-se efetivar um conjunto de valores, como respeito, dignidade, e cidadania. Nem todos os indivíduos da sociedade comportam-se de tal forma que prezem pela concretização dos valores sociais. Sugere-se, portanto, a necessidade de instrumentos de controle social que ajudem a sociedade a regular os seus membros. Poranto, o Direito é um instrumento de controle social, que pode se realizar por intermédio de normas jurídicas.

Dentre algumas ramificações (GUSMAO, 2015; RAO, 2013), no escopo desta tese, utiliza-se o Direito Objetivo, ou seja, aquele que se refere às normas jurídicas e que se encontra fora das relações estabelecidas entre os indivíduos em sociedade. Reale (2009, p. 55) reúne as principais características do Direito Objetivo, quando afirma que “O direito é a ordenação ética coercível, heterônoma e bilateral atributiva das relações sociais, na medida do bem comum”, embora valha à pena mencionar que esta definição não é um consenso geral entre os teóricos da área. A coercibilidade prevê a possibilidade do uso da força para reprimir a violabilidade das normas. Já a heteronomia afirma que o indivíduo deve seguir as normas impostas pelo Estado, independente de sua aceitação. Por ser bilateral, o Direito almeja concretizar os valores buscando sempre o bem comum e, finalmente, atributivo pois possui a capacidade de atribuir poderes àqueles aos quais as normas se direcionam.

2.1.1 As Teorias Jurídicas

O Direito refere-se às garantias de uma convivência justa e ordenada. Na busca do entendimento e da interpretação do Direito, com a iminente aplicação das normas aos casos concretos, criaram-se correntes de pensamentos jurídicos, as quais tomaram corpo na forma de Teorias Jurídicas. Uma teoria jurídica descreve um arcabouço jurídico, buscando uma formulação clara de um conjunto de fenômenos dispostos em um sistema judicial.

Dentre as escolas jurídicas, algumas são destacadas por serem reconhecidamente utilizadas em escala mundial. Cita-se, por exemplo, Herbert Hart (1907-1992) quem, com

base em sua tese social, advertiu que a validade do sistema judicial se enquadra na regra social e não na norma jurídica (HART et al., 2012). Hart definiu uma distinção entre dois níveis de normas: enquanto aquelas de nível inferior regulam o comportamento do homem no ambiente social, normas de segundo nível ditam a evolução do sistema como um todo, definindo como aquelas do nível inferior são criadas, revogadas, violadas ou aplicadas. Já a teoria de Hohfeld (1879-1918) definiu a base para as relações jurídicas de opostos e correlatos (*right*, *no-right*, *duty*, *no-duty or permission*) (HOHFELD, 1913), como destacado na Figura 2. Teorias mais contemporâneas, por sua vez, (ALEXY; PULIDO, 2007) concentram-se em posições normativas, como os tipos de direitos a algo (direito à vida, direito de ir e vir, entre outros).

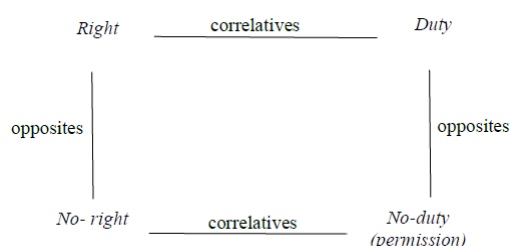


Figura 2 – Relações lógicas na Teoria de Hohfeld. Fonte: Hohfeld (1913).

Em especial, abordamos nesta tese a teoria de Kelsen (KELSEN, 1949). Hans Kelsen (1881-1973) propôs uma teoria do direito muito ampla (MARMOR, 2016) onde, basicamente, as normas podem ser observadas ou violadas, ou obrigam as pessoas a realizarem atividades desejáveis. A teoria jurídica de Kelsen é dita Positivista, no sentido de que diz respeito à lei positivada pelo Estado, em oposição à lei natural. A caracterização de um sistema jurídico depende da presença de certas estruturas de governança, e não na extensão em que satisfaz ideais de justiça ou moralidade. A existência da lei é uma coisa; seu mérito ou demérito, outro. Em outras palavras, há uma clara distinção entre o que é lei e o que deve ser lei, conforme destacado por Green (2009). O positivismo jurídico é considerado quase senso comum na comunidade jurídica ocidental, apesar da importância da avaliação da lei além de si mesma.

Como discutido em Kelsen (1949), o Direito é entendido como sendo um conjunto de regras com uma estrutura definida, formando um sistema. Em um sistema jurídico, através do poder da autoridade, as normas jurídicas validam outras normas, criando uma hierarquia de normas. A validade de todas as normas baseia-se em outra norma de nível superior, e uma norma deve ser compatível com base na autoridade de outra. Isto cria um encadeamento, ligando cada norma a uma outra hierarquicamente acima (exemplo, leis comuns em relação à Constituição Federal (CF)) até atingir a “norma básica” superior.

Uma norma jurídica é, em essência, uma regra condicional, em que o antecedente é uma infração e o conseqüente é uma sanção; em ambos os casos, não necessariamente limitado a um. Uma sanção, nas palavras de Kelsen (1949, p. 50), regula o comportamento

humano em algo que o legislador considera como desejável. Uma sanção é, portanto, um tipo de ação coercitiva. O tipo mais antigo de sanção é o da punição penal. No entanto, existem outros tipos, de acordo com diferentes domínios de direito, como sanção civil, ou privação de algum bem/propriedade para atender a algum tipo de reparação. Uma infração, na definição de Kelsen (1949, pp. 54-55), está relacionada ao comportamento do indivíduo contra quem a sanção foi aplicada. Uma infração pode ser uma ação, mas também pode ser uma omissão.

Uma norma prescrevendo uma sanção visa proibir um comportamento. Todavia, existem também normas de obrigação. Kelsen afirma que uma obrigação pode ser definida como uma proibição e vice-versa. Obrigar o comportamento é o mesmo que proibir a omissão do comportamento. Proibir um comportamento é o mesmo que obrigar a omissão do comportamento. Em outras palavras, se uma lei obriga um comportamento, a lei está sancionando a omissão deste. O que não é proibido, é permitido. É por isso que a sanção é uma característica central do conceito de norma. Entretanto, pode soar estranho considerar que todas as normas possuem uma sanção. Kelsen explica que normas que não contêm uma sanção dependem de outras que têm algum tipo de punição explicitamente declarada. As primeiras são chamadas de “normas secundárias” porque não são autônomas.

2.1.2 Normas Jurídicas

Face ao que foi exposto na teoria de Kelsen (MARMOR, 2016), e dado o vasto universo de normas, doutrinas e princípios que norteiam o Direito, o escopo deste trabalho fundamenta-se na Norma Jurídica Positiva (BATALHA, 2000). Isto é, diferentemente das normas reveladas por um ser divino, ou daquelas costumeiramente reiteradas por hábitos do dia-a-dia, as normas positivas partem de uma série de decisões individuais ou coletivas para serem criadas. Sob esta mesma ótica, foca-se também na Ciência Dogmática do Direito, isto é, a partir de uma situação arbitrária, recolhe-se um conjunto de informações e busca-se nas normas já definidas uma decisão que venha a resolver um potencial conflito (BATALHA, 2000). Logo, a Ciência Dogmática não se aprofunda em questões filosóficas, tampouco no entendimento do conflito em si. Ao contrário, possui uma metodologia de aplicação mais direta.

As normas jurídicas são divididas em dois grupos: as normas de Direito Público e normas de Direito Privado. Alguns critérios foram propostos para caracterizar a distinção entre esses dois grupos, de forma que estes representassem conjuntos disjuntos, sobressaindo-se o critério subjetivo (FERRAZ JUNIOR, 2013). Segundo este, a classificação de uma norma é feita pelos agentes presentes na relação ditada por esta. Assim, as normas de Direito Público possuem o Estado como agente da relação. Já as normas de Direito Privado possuem ou um agente privado, ou o Estado, porém só quando a situação envolver atividades de cunho econômico (art. 173 da CF).

Batalha (2000) frisa também que as normas jurídicas ainda se especializam em Regras (leis) e Princípios. A primeira, com natureza mais específica, dita sobre situações ou comportamentos que, como já mencionado, são proibidos ou permitidos e as circunstâncias adicionais para classificar um comportamento como sendo de baixo (atenuado) ou alto risco (qualificado) para o bem social ou para seus objetos. Os princípios, por sua vez, configuram diretrizes mais gerais e abstratas para apoiar as leis ou para fechar possíveis lacunas deixadas por estas. Dada a sua natureza mais concreta e direcionada, esta tese foca majoritariamente nas Leis, em especial naquelas pertencentes ao Direito Penal, que é um subtipo do Direito Público, agregando um conjunto de leis e artigos positivados pelo Estado.

Em termos da estrutura básica de um texto jurídico, a Lei se desdobra em títulos e capítulos; estes possuindo artigos que se desdobram em parágrafos, incisos, entre outros.

2.1.3 Estrutura Jurídica do Brasil

O Sistema Jurídico Brasileiro baseia-se na *Civil Law*, ou seja, a fonte primária do ordenamento são as Leis; cada uma é formada por duas partes bem definidas: a conduta (o preceito primário) e a penalidade (o preceito secundário). Ao contrário do sistema Anglo-Saxão (no qual prevalece a *Common Law*, isto é, as normas de costume), um sistema regido pela *Civil Law* é caracterizado por ser organizado em normas/decisões, as quais são aplicadas principalmente aos casos concretos (e não inferidas a partir destes).

Segundo a forma de governo, o Sistema Jurídico Brasileiro é estruturado a partir da CF (1988) (BRASIL, 1988), orientando o país em uma República Federal (art. 1.º e art. 18 da CF), consolidado pela unidade entre a União, os estados, municípios e do Distrito Federal. De acordo com a estrutura imposta pelo Ordenamento Jurídico, a CF situa-se no topo da hierarquia das normas jurídicas. Logo, é o documento oficial supremo, fornecendo os subsídios necessários para o sistema jurídico brasileiro, tais como emendas à Constituição, Leis Complementares, Regulamentos, Decretos, e Medidas Provisórias.

Dois pontos comuns nos Sistemas jurídicos e, em especial, no Ordenamento Jurídico Brasileiro são a coerência e a completude do sistema. A coerência julga a existência de conflitos ou antinomias (BOBBIO, 2014). Uma antinomia, por exemplo, ocorre quando duas ou mais leis qualificam condutas de formas distintas, por exemplo, permitindo e proibindo. Para resolver estes conflitos, usam-se alguns critérios de escolha, baseados ou na própria hierarquia do Sistema Jurídico, ou no critério de tempo ou especificidade:

- *Lex superior derogat inferiori* - a lei maior (constituição) revoga a inferior;
- *Lex posterior derogat priori* - a lei posterior revoga a anterior;
- *Lex specialis derogat generali* - lei especial derroga a geral.

Na teoria jurídica (PAUWELYN, 2003), geralmente quando duas leis governam os mesmos fatos, uma lei que rege um assunto específico sobrepõe-se a uma lei que rege apenas assuntos gerais. Isso é chamado de Princípio *Lex Specialis*. Seguindo esse raciocínio, há outro princípio importante do Direito, em especial no Direito Penal brasileiro: *Non Bis In Idem* (BUCKLAND; STEIN, 2007, p.457), o que significa que alguém não deve ser julgado ou punido duas vezes em virtude do mesmo fato, também conhecido como *Double Jeopardy* no sistema jurídico de muitos países.

Já a completude investiga a presença de lacunas no ordenamento jurídico, isto é, a falta de normas que regulem uma conduta. Estas lacunas podem ser eliminadas pela redação de novas leis ou mesmo pelo ordenamento vigente, através da interpretação dada pelo jurista. A completude foge do escopo desta tese.

No contexto brasileiro, seguiremos expondo as especificidades do Direito Penal, o qual foi utilizado como fonte do conhecimento jurídico-normativo para atender aos objetivos para os quais se propõe esta tese.

2.1.4 Direito Penal Brasileiro: A Teoria Geral do Crime

No Brasil, o Direito Penal é referido como o conjunto das normas jurídicas que definem infrações penais, estabelecendo penas e medidas de segurança. O Direito Penal é um ramo do Direito Público, que regula a intervenção do Estado na aplicação de sanções ou benefícios face à condutas previstas em lei. Em suma, o Direito Penal estabelece definições sobre os crimes, seus tipos e sanções penais. Legalmente, é formado pelo código penal Brasileiro (Decreto-Lei 2.848 datada de 1940 (BRASIL, 1940)), tendo sido renovado pela Lei n. 7209/1984 (BRASIL, 1984). Saliente-se que esta tese não se preocupa em discutir profundamente o Código Penal (CP), mas sim, trazer à tona o conhecimento inerente da teoria geral do crime.

2.1.4.1 Definição de Crime

O conceito formal de Crime define-o como sendo um ação (crime comissivo) ou omissão (crime omissivo), proibida por alguma lei, e que potencialmente culminará em uma pena. Quanto ao ponto de vista material, o Crime corresponde a qualquer violação de um bem judicialmente protegido. Por fim, o conceito de Crime Analítico caracteriza-o como um fato típico, ilícito e culpável, e esta é a definição abordada nesta tese. Um fato é típico quando se identifica nele uma conduta prevista em um tipo penal. Um fato é ilícito se ele violar algum bem protegido pelo estado (MIRABETE; FABBRINI, 2014, p.2), e nele não for encontrado as condições excludentes de ilicitude (como legítima defesa, cumprimento do dever jurídico, estado de necessidade, ou o exercício regular do direito). Finalmente, um fato é culpável se existir os elementos de culpabilidade, como a imputabilidade do agente.

2.1.4.2 Penas e Cálculo Trifásico

O CP divide as infrações penais em três grupos: as penas de prisão, as penas que restringem os direitos dos cidadãos, e as multas. De acordo com o art. 59 do Código Penal Brasileiro, estabelecer as penas para os comportamentos ilícitos é um trabalho que trata de um conjunto de situações, como a culpa do agente, o histórico, a conduta social do agente, as consequências do crime, a personalidade do agente agressor, o comportamento da vítima, e um conjunto de circunstâncias adicionais. Além disso, não é suficiente apenas definir as penalidades, mas em alguns casos, o “montante” de penalidade imposta, dentro dos limites da lei. Assim, para o cálculo das penas de prisão, é utilizado o método de três fases, como definido no art. 68 do CP:

Art. 68. *A pena-base será fixada atendendo-se ao critério do art. 59 deste Código; em seguida serão consideradas as circunstâncias atenuantes e agravantes; por último, as causas de diminuição e de aumento.*

Destacam-se como circunstâncias agravantes: abuso de autoridade, motivo torpe, crime recorrente, abuso de poder, emprego de meios cruéis, situação da vítima (grávida, doente), entre outros. Já como circunstâncias atenuantes, pode-se citar: confissão voluntária, tumulto, reparo do dano, razão social ou moral, e impulso do momento. Entretanto, o emprego das circunstâncias não pode ser cumulativo nas três fases. Se ela é usada na primeira fase para classificar o crime, por exemplo, não pode ser mais utilizada nas fases seguintes, em respeito também ao princípio *non bis in idem*.

A caracterização de uma infração depende substancialmente da existência de uma conduta, isto é, um comportamento (ato) voluntário que se realiza por meio de uma ação (crime comissivo) ou omissão (crime omissivo). Consequentemente, não há conduta quando o comportamento é involuntário; seja por atos do tipo “reflexos”, coação física, ou estado de inconsciência, como hipnose e sonambulismo.

2.1.4.3 Tipos de Agentes em um Crime

Uma conduta é concretizada por um agente, conhecido como o agente ativo do crime. Apenas uma pessoa física pode ser classificada como agente ativo de uma infração. Uma pessoa jurídica não pode ser o sujeito ativo, exceto os casos em que existam “atos praticados contra a ordem econômica e financeira e contra a economia popular” (art. 173, § 5.º) ou em “condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente” (art. 225, § 3.º). Ressalta-se ainda que pode ser prevista dupla imputação, isto é, tanto para a pessoa jurídica quanto para a pessoa física que realizou o ato. Todavia, nem todas as pessoas físicas são penalmente capazes: elas precisam reunir algumas condições que lhes garantam direitos e obrigações no Direito Penal. Na mesma linha de pensamento, diz-se que uma pessoa é inimputável quando não possui idade penal ou quando possui transtornos mentais

(ou mesmo quando o transtorno surgiu após uma conduta). Acrescentam-se ainda os mortos, objetos inanimados, e animais irracionais, como entidades penalmente incapazes.

Um agente passivo é caracterizado por aquele que teve o bem jurídico (ou o objeto do Direito, isto é, bens de valores materiais ou imateriais, como a vida, a honra, o patrimônio, a integridade física, a paz pública, além dos próprios objetos materiais) lesado ou ameaçado. Do ponto de vista material, é aquele que possui interesse no bem protegido, sendo ele uma pessoa física, jurídica, ou mesmo a sociedade. Um morto não pode ser caracterizado como agente passivo. Neste caso, consideram-se as pessoas as quais mantinham um vínculo de dependência com ele, como a esposa e os filhos, por exemplo. Já o instrumento do crime é um outro objeto utilizado pelo agente na prática da ação criminosa, sujeito à perícia e mesmo, o confisco.

2.1.4.4 Ocorrência Espaço-Temporal do Crime

Uma conduta possui uma ocorrência espaço-temporal, que define o lugar e o momento do crime. O tempo do crime é o momento em que ocorreu a ação/omissão, independente se o resultado emergiu em um momento posterior (art. 4.º do [CP](#)). O lugar do crime pode ser definido pelo local onde a ação/omissão foi realizada, por completo ou não, ou mesmo no espaço onde o resultado aconteceu (art. 6.º do [CP](#)). A ocorrência espacial abrange toda a territorialidade brasileira, e a extraterritorialidade definida no art. 7.º do [CP](#).

Pode-se definir a tipicidade como uma adequação da conduta às normas penais, ou seja, é uma qualidade tipicamente da conduta. Já as normas definem o tipo penal, isto é, o instrumento jurídico, geralmente de natureza descritiva, útil para à individualização da conduta humana ([ZAFFARONI; PIERANGELI, 2015](#)). Particularmente, o tipo penal é o próprio artigo – a unidade básica – da lei.

Por fim, conceitua-se resultado como toda modificação causada pelo ato da conduta humana, independente da ocorrência temporal. Já o nexa causal é uma estreita relação causa-efeito que se estabelece entre a conduta e o resultado, respectivamente.

2.1.4.5 Tipos de Crimes Omissivos

O [CP](#) Brasileiro aborda delitos descritos por um comportamento negativo em duas categorias criminais ([GRECO, 2017](#), p.227): quando um agente deliberadamente omitiu uma obrigação cívica (omissão pura, como na omissão de ajuda ou no abandono do emprego público), ou quando há uma transgressão de um dever jurídico específico de impedir um determinado resultado (omissão imprópria, tal como quando uma mãe deixa de amamentar seu filho, causando sua morte). O segundo tipo é mais completo do que o primeiro; os papéis estabelecidos entre as partes transcendem o dever cívico regular de proteção em uma relação mais profunda entre o tutor e o bem jurídico protegido. Esse dever de proteção não é compartilhado por todos, mas apenas por aqueles que têm a função de garantir

que o resultado não ocorra. Além disso, a partir de uma perspectiva mais subjetiva, um compromisso interno por parte do agente ativo em relação ao resultado é igualmente esperado. Nesse segundo tipo, a presença de um resultado é obrigatória.

Outro ponto que merece atenção é que para crimes de omissão pura há um tipo de crime explicitamente definido, ou seja, uma previsão típica de comportamento que deve ser imposta ao agente. Entre esses crimes estão a omissão de socorro (art. 135), a omissão de abandono material (art. 244), a omissão de abandono intelectual (art. 246), a omissão em notificar doença (art. 269), e a prevaricação (art. 319). Todos eles são regularmente descritos no CP. Por outro lado, os crimes de omissão imprópria são considerados de tipo aberto, pois não há comportamento típico previsto. Neste caso, recomenda-se uma análise mais rigorosa da posição do tutor diante da situação. O tutor que falhar em seu dever de evitar o resultado, pode ser acusado de realizar um crime que é descrito como uma ofensa comissiva. Por exemplo, uma mãe que mata o próprio filho em idade precoce e aquela que lhe nega a comida que causa a sua morte (omissão) estão envolvidas no mesmo tipo de crime.

O CP constitui, portanto, um conhecimento normativo descritivo. A Linguagem utilizada para explicitar este conhecimento segue alguns padrões culturais, o que torna o conhecimento jurídico um campo fértil para análises semânticas. A Seção 2.2, portanto, visa explorar os problemas linguísticos subjacentes das legislações, inclusive a Brasileira.

2.2 PROBLEMAS SEMÂNTICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Alguns dos tipos de problemas semânticos encontrados nas Leis Jurídicas estão organizados na taxonomia da Figura 3 (adaptado de Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011)). Nela, se pode distinguir dois tipos básicos de deficiências semânticas em textos: as Linguísticas e as Conceituais.

2.2.1 Ambiguidades Linguísticas

2.2.1.1 Anáforas e Catáforas

Anáfora é um recurso presente na língua portuguesa para referenciar ou lembrar algo que já foi dito; já a Catáfora é um recurso para referenciar algo mais à frente no texto. Abaixo, destacamos o art. 32 extraído da Lei Nº 5.197 (de 03 de Janeiro de 1967) sobre proteção à fauna Brasileira (BRASIL, 1967).

Art. 32. São autoridades competentes para instaurar, presidir e proceder a inquéritos policiais, lavrar autos de prisão em flagrante e intentar a ação penal, nos casos de crimes ou de contravenções previstas nesta Lei ou em outras leis que tenham por objeto os animais silvestres seus produtos instrumentos e documentos relacionados com os mesmos as indicadas no Código de Processo Penal.

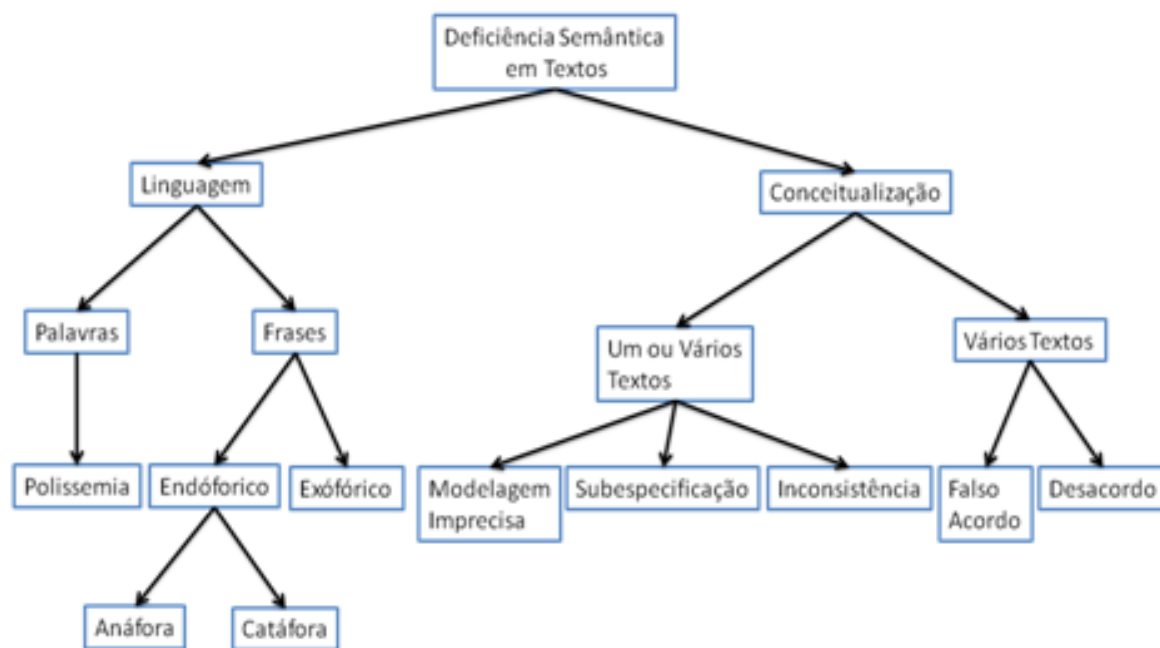


Figura 3 – Problemas Semânticos. Fonte: Adaptado de Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011).

Neste artigo é possível encontrar alguns usos destes recursos, porém nos chama a atenção o uso da anáfora em “os mesmos”, conforme grifado no artigo. Observa-se que não é trivial identificar o trecho ao qual “os mesmos” faz referência. É possível, por exemplo, que a referência seja feita para “os animais silvestres”, bem como para “instrumentos”. A catáfora e anáfora são exemplos onde ocorre com frequência a ambiguidade referencial.

2.2.1.2 Polissemia

Na língua portuguesa uma das formas mais comuns de ambiguidade lexical é a Polissemia. Ela ocorre quando é possível atribuir mais de um significado à mesma palavra. Veja-se, como exemplo, o artigo extraído da Lei Nº 5.197:

Art. 10.º *A utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha de espécimes da fauna silvestre são proibidas. a) com visgos, atiradeiras, fundas, bодоques, veneno, incêndio ou armadilhas que maltratam a caça; b) [...]*

A palavra grifada “visgos”, por exemplo, refere-se a uma atividade de caça onde se utiliza um recurso viscoso extraído de árvores, como do Visgo, um arbusto comum da região Amazônica. Visgo pode então assumir, mesmo em um contexto ambiental, dois significados: uma armadilha ou uma substância viscosa.

2.2.2 Problemas de conceitualização

2.2.2.1 Subespecificação

Art. 18. *É proibida a exportação para o exterior, de peles e couros de anfíbios e répteis, em bruto.*

O exemplo acima foi extraído da mesma legislação de proteção à fauna. Imagine que seja especificada uma classe hipotética onde agruparíamos o conjunto de indivíduos cuja exportação para o exterior fosse proibida. De acordo com o art. 18, as seguintes situações seriam possíveis:

- Agruparia indivíduos do tipo “pele e couros de anfíbios”, além de indivíduos do tipo “pele e couros de répteis”;
- Agruparia indivíduos do tipo “peles e couros de anfíbios”, além de indivíduos do tipo “réptil”;
- Agruparia indivíduos do tipo “peles”, “couros de anfíbios” e “répteis”.

O problema acima surge da subespecificação oriunda da má formação dos tipos especificados neste art. 18. Não se sabe claramente se a expressão “peles e couros” refere-se apenas aos anfíbios ou também aos répteis.

2.2.2.2 Inconsistência

Tratar inconsistência é um problema mais delicado que os outros já discutidos. Ocorre que a inconsistência nas leis, isto é, a falha na definição dos conceitos presentes nestas, é mais observado quando as leis são postas em confronto, inclusive porque inconsistências muitas vezes ocorrem espalhadas em dois ou mais componentes de conhecimento. Portanto, elas às vezes são difíceis de serem localizadas, pois estes conhecimentos podem estar em leis distintas. Por exemplo, a lei Nº 9.602 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) (BRASIL, 1998), traz a seguinte declaração:

Art. 96. *Os veículos são classificados de acordo com sua tração em [...]: a) automotores; b) veículos eléctricos; c) de propulsão humana [como bicicletas]; d) de tração animal.*

Embora não se afirme explicitamente, a interpretação padrão dessa lei considera que estas partições são disjuntas par a par, para os veículos. Por exemplo, veículos elétricos representam um tipo e automotores, outro tipo.

Veículos elétricos não foram definidos nos códigos; a aceção usual é que se tratam de veículos que só podem ser movidos por motores elétricos. Motores de automóveis no

Brasil são divididos em duas classes distintas, elétricos e motores de combustão interna. Na mesma linha de raciocínio, motores de combustão interna e elétricos são disjuntos.

Por outro lado, o Anexo I do CTB (BRASIL, 1997) traz detalhes adicionais sobre os veículos automotores:

“Veículo Automotor - todo veículo com motor de propulsão que pode mover-se por seus próprios meios [...]. O termo compreende os veículos conectados a um fio elétrico e que não se move sobre trilhos ([como] o ônibus elétrico)”.

Note que, de propósito, esta definição não aceita trens elétricos. No entanto, esta declaração implica em muitas inconsistências. Infelizmente, isto contradiz a definição de um veículo elétrico, em qualquer interpretação. A inconsistência foi causado por um conflito entre as definições que declaram automotores e veículos elétricos como classes disjuntas, bem como seus motores, e que, portanto, não aceita o conceito de automotores. Estes dois conjuntos de descrições não podem ser verdadeiros simultaneamente, já que se contradizem. A interpretação mais razoável, é que a disjunção entre os conjuntos de automotores e veículos elétrico não corresponde à realidade.

Ressalta-se que entender um texto jurídico não é uma tarefa trivial, além de ser sujeito à múltiplas acepções. A Hermenêutica Jurídica (FERRAZ JUNIOR, 2013) é o ramo dedicado à interpretação dos textos jurídicos. Através dos elementos textuais e extra-textuais, bem como de fatores históricos e sociais, a hermeneutica busca identificar e compreender as implicações da Dogmática antes que as ações sejam executadas. Embora seja consenso que não se pode exaurir todas as nuances do texto apoiando-se em apenas uma acepção possível, o escopo desta pesquisa norteou-se na Intepretação Literal, isto é, naquela fundamentada puramente na gramática. Portanto, não se considera: (i) o contexto histórico no qual a norma foi criada, (ii) o objetivo do legislador ao redigí-la, nem (iii) a visão holística que consideraria as relações com a filosofia e a sociologia.

2.3 COMPUTAÇÃO JURÍDICA

Conceitua-se a **Computação Jurídica** (do inglês, *Computation Law* ou *Legal Computing*, (LOVE; GENESERETH, 2005)), como sendo uma linha de pesquisa interdisciplinar que abrange tanto o uso de estratégias para a representação do conhecimento normativo, quanto as possibilidades para a criação de sistemas automáticos de raciocínio. Embora adquirir, manipular e gerenciar o conhecimento jurídico seja uma tarefa altamente custosa, dada a enorme quantidade e heterogeneidade destes documentos normativos, o advento da computação jurídica justifica-se, tanto da necessidade por sistemas que auxiliem os advogados e juízes, nas tomadas de decisões (KEHL et al., 1961) quanto na própria necessidade de automatizar a indexação e organização de casos jurídicos em cada domínio. Soma-se ainda a necessidade de democratizar o acesso aos documentos normativos, a

capacidade de comparar diferentes ordenamentos jurídicos, mesmo de diferentes países, bem como a própria evolução natural das normas. A linha de pesquisa que surgiu a partir da interseção do emprego de técnicas, ferramentas e metodologias da Inteligência Artificial no domínio jurídico é também conhecida como AI & Law.

Alguns fatores tem incentivado o aumento no número de pesquisa e publicações nesta área nas três últimas décadas: (i) a necessidade de formalizar e (semi-) automatizar processos que envolvam ações jurídicas (BREUKER et al., 2002a; BREUKER, 2003; BOER, 2009), a eficácia no processo de tomada de decisões, no sentido de uniformizá-las (BOER, 2009), (iii) a convergência e harmonização jurídica buscada em algumas regiões do planeta (BOER; ENGERS; WINKELS, 2003; BOER et al., 2003), (iv) o aumento considerável de documentos jurídicos, bem como as constantes mudanças que estes precisam comportar e, consequentemente, (v) a busca por soluções para redação de documentos menos propensos à ambiguidades, vagezas, e incompletudes (SOARES, 2007).

Além destes, outras particularidades e nuances tornam o domínio jurídico desafiador. Usualmente, os sistemas jurídicos em si apresentam-se como um emaranhado de documentos, além de possuir diversos métodos de raciocínio, como os baseados em regras ou em casos, em analogias ou hipóteses. Saliente-se também que um processo de raciocínio considera fatores sociais, históricos e culturais, o que leva a caminhos distintos para se construir provas e argumentações, uma vez que o conhecimento, além de positivado em regras definidas pelo Estado, advém também do senso comum, gerando frequentemente contradições entre os próprios especialistas da área.

2.3.1 Abordagens da Computação Jurídica

Ao longo dos anos, conforme identificado por Bench-Capon et al. (2012), boa parte das pesquisas dentro da computação jurídica foram direcionadas para formalizar teorias, tipos de provas e modelos de argumentação jurídica, focadas no Raciocínio Baseado em Casos (RBC) (AL-KOFAHI et al., 2001; BRUNINGHAUS; ASHLEY, 2003). Sugere-se que esta tendência se explique pelo ordenamento jurídico do tipo *Common Law*, adotado nos países que elaboraram estes trabalhos. Outros estudos fomentaram o desenvolvimento de proposições híbridas, seja com técnicas de Recuperação de Informação (RI) (BARON; THOMPSON, 2007), ou mesmo com Raciocínio Baseado em Regras (RBR) (BEX; VERHEIJ, 2011). Paralelamente, outras pesquisas se detiveram em buscar soluções para formalização de normas jurídicas (*Civil Law*), e para automação de tarefas no âmbito do direito (ASHLEY, 2009; BOER; ENGERS, 2011).

Com relação aos paradigmas de raciocínio, encontramos abordagens simbólicas (BEX; PRAKKEN; VERHEIJ, 2007), como o uso de agentes inteligentes (BOER; ENGERS, 2011) e, em menor número, abordagens direcionadas à aprendizagem de máquina (AL-KOFAHI et al., 2001) e, até, probabilistas (KEPPENS, 2011).

2.3.2 Linhas de Pesquisa

As abordagens descritas na Subseção 2.3.1 firmaram algumas linhas de pesquisa (de acordo com Boer (2009)) dentro da computação jurídica, como:

- **Fontes formais de Direito:** Linha que investiga as possibilidades para formalização dos documentos jurídicos-normativos em geral, além de estratégias para construir relações entre estes documentos e sua representação formal, e técnicas que permeiam a manutenção do conhecimento, e a própria evolução destes sistemas.
- **Sistemas prescritivos:** Linha que investiga a criação de sistemas para a prescrição de ações jurídicas, e a qualidade da predição e argumentação destes sistemas.
- **Modelos de Justificativa para as Decisões:** Argumenta-se que não basta um sistema produzir resultados corretos e/ou esperados, dada às evidências fornecidas. É preciso que estes sejam capazes de justificar o porquê de se ter alcançado tal resultado. Esta linha de pesquisa investiga, portanto, métodos capazes de fazer um encadeamento entre uma conclusão e as premissas que levaram aquele resultado.
- **Tratar Inconsistências:** O universo jurídico é ideal para situações adversas, cuja conduta pode ser permitida e proibida por diferentes normas, ou mesmo qualificada sob diferentes critérios de julgamento. Os sistemas se deparam constantemente, com doutrinas e linhas de pensamentos que podem entrar mutuamente em conflito. Neste linha, estudam-se meios que possam vir à resolver tais conflitos, ou mesmo predizer quais seriam os resultados para cada critério de julgamento.

Os problemas relacionados à inconsistência da literatura jurídica levaram à busca de medidas para enxertar “significado” à base textual como, por exemplo, através de marcações semânticas e *Thesaurus*. Estas pesquisas culminaram no uso de Modelos Conceituais (BENCH-CAPON; VISSER, 1997a), que foram formalizados através das tecnologias recomendadas pela Web Semântica (BOER; ENGERS; WINKELS, 2003). Igualmente, os modelos conceituais também emergiram como resposta devido às limitações impostas pelo uso de RBR, em razão da incapacidade de representar conflitos e incompletudes.

Esse novo patamar semântico fomentou a criação de estratégias para recuperação de informação na literatura disposta na web (BARON; THOMPSON, 2007), abrindo um novo leque de sistemas com suporte para governo eletrônico (BOER; ENGERS, 2011). Ainda sob esta ótica, outra linha de pesquisa desenvolvida foi a busca por soluções para verificação e validação dos modelos conceituais (HALL; ZELEZNIKOW, 2001), no intuito de demonstrar eficiência e eficácia, consoante o domínio real.

2.3.3 Sistemas Baseados no Conhecimento Jurídico

Todas estas pesquisas fomentaram a construção de **Sistemas Baseados em Conhecimento Jurídico (SBCJ)**. Os **SBCJ** são aqueles alicerçados na Literatura Jurídica (ou seja, no conhecimento explícito), como leis, princípios e casos precedentes, gerando um arcabouço de pormenores com relação à outros sistemas baseados em conhecimento. Enquanto os sistemas **SBC** tradicionais, por exemplo, são criados para se perpetuar por longos períodos de tempo, os **SBCJ** estão sujeitos às constantes mudanças, devido à própria natureza irregular das mudanças nas leis, seja por revogações, emendas, ou outros atos que alterem os documentos. Daí, sugere-se que a dificuldade em se desenvolver os sistemas jurídicos também está atrelada à própria dificuldade inerente em mantê-los coerentes em relação às fontes do Direito (**BENCH-CAPON; COENEN, 1992**).

Para sistemas **SBCJ**, há que se pontuar a diferença entre conhecimento descritivo e prescritivo. Em geral, os **SBC** se norteiam no conhecimento atual (descritivo) para criar processos de tomada de decisão. No domínio jurídico, as leis correspondem ao conhecimento descritivo. Além deste, algumas variantes, restrições, e demais circunstâncias são levadas em consideração para prescrever soluções para situações jurídicas.

2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Face aos problemas semânticos destacados neste capítulo, além das demais particularidades dentro do domínio jurídico, argumenta-se a necessidade de suprir o abismo que ainda existe entre as tecnologia e os sistemas jurídicos. A computação jurídica surge neste contexto, visando estreitar os laços entre estas, o que tem revelado novas subáreas de pesquisa. Em especial, as Ontologias surgem como uma solução para lidar com uma infinidade de serviços jurídicos, além de oferecer economia de custos, alta disponibilidade, flexibilidade de uso e independência de plataforma. Desenvolver uma ontologia envolve tornar explícitos os compromissos e pressupostos relativos ao domínio; enquanto apoia sistemas baseados em conhecimento, exequíveis. O próximo capítulo explora, portanto, a Web Semântica e suas tecnologias subjacentes para a construção destes modelos semânticos.

3 ONTOLOGIAS E A WEB SEMÂNTICA

Este capítulo explora as tecnologias e metodologias da Web Semântica adotadas para resolver os problemas previamente levantados nesta tese. Particularmente, exploramos a camada ontológica, suas particularidades e nuances. Encerramos com a Ontologia superior utilizada como base para a pesquisa, a UFO.

3.1 A WEB SEMÂNTICA

O advento da *World Wide Web* bem como as tecnologias, linguagens, e protocolos associados, permitiram uma massificação na produção de conteúdos para a Internet. A Web (Social) 2.0 (BOER, 2009), vivenciada em seu ápice na última década, acelerou um cenário iminente: uma Web rica em dados, mas pobre de informação e de conhecimento. Isto porque os mais diversos tipos de dados são adicionados de forma desestruturada, criando um ambiente cada vez mais hostil para as máquinas processarem (FREITAS, 2003). A busca por informações precisas tornou-se mais onerosa e sujeita a uma maior taxa de imprecisão. Concomitantemente, o *framework* tecnológico que concebeu a Web original agravou ainda mais este contexto, já que a linguagem HTML é utilizada apenas para renderizar um conjunto de *tags* de marcação em conteúdo visível e entendível apenas pelo ser humano.

A Web Semântica é vista como a nova geração da Web atual, e se fundamenta em um conjunto de princípios de *design* e uma gama de tecnologias. A Web Semântica permeia um ambiente Web baseado em serviços, construído por aplicações baseadas em conhecimento. O conhecimento dito relevante para o homem é identificado e adicionado a um sistema computacional. Este, por sua vez, possui uma base de conhecimento, que uma vez explícita e bem estruturada, concebe os componentes de conhecimentos. Entre suas principais características, destaca-se a reusabilidade. Além do desenvolvimento de tecnologias para anotar semanticamente os artefatos/recursos na Web, a Web Semântica também pesquisa padrões que fomentem a integração e reuso das informações em diversos serviços, e mesmo em plataformas heterogêneas (BOER, 2009). A Web Semântica explora tanto a criação destes sistemas computacionais, mas também (e principalmente) a criação destes componentes de conhecimento reusáveis, e sua interação quando provenientes de diferentes fontes. Sugere-se, sobretudo, uma estreita relação entre estes: bases de conhecimento mais sofisticadas permeiam o desenvolvimento de sistemas computacionais com habilidades de tomada de decisão cada vez mais apuradas.

3.1.1 Arquitetura da Web Semântica

A fim de garantir a extensibilidade da Web, o consórcio W3C definiu no ano 2000 um conjunto de tecnologias abertas sobre a Web atual, criando uma arquitetura em camadas,

como pode ser vista na Figura 4. Cada camada desta *layer cake* (BERNES-LEE, 2000) depende da camada imediatamente inferior, sendo que a camada no nível mais baixo da arquitetura, foi herdada da infraestrutura padrão da web original.

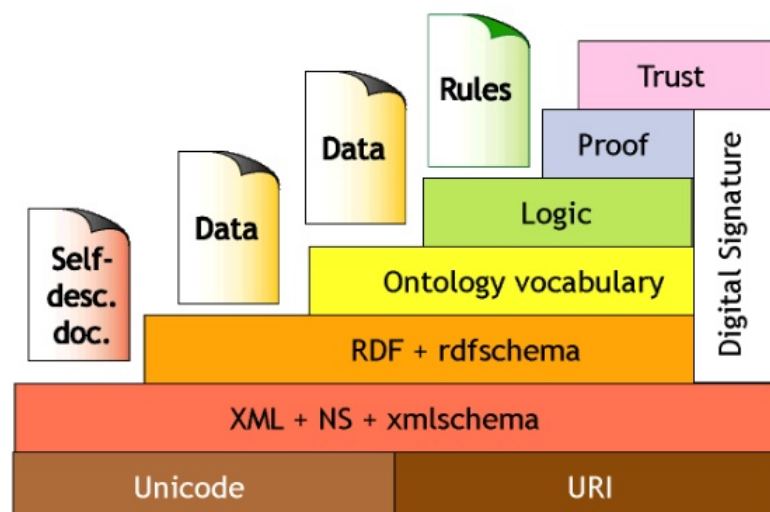


Figura 4 – Arquitetura Original da Web Semântica. Fonte:w3.org.

A camada mais inferior na arquitetura (e que fornece subsídios para as demais camadas) compreende o padrão UNICODE¹ e o *Uniform Resource Indicator (URI)*. UNICODE é a tabela de codificação dos caracteres criada a partir das deficiências do padrão norte-americano ASCII², enquanto que o *URI* é um mecanismo de identificação de recursos na Web.

A segunda camada compreende a linguagem de marcação *eXtensible Markup Language (XML)* e o *XMLSchema*, que é uma definição da estrutura do documento *XML*. Esta linguagem de marcação extensível surgiu em meados da década de 90, e foi padronizada pela W3C em 1998. É uma linguagem projetada a partir dos padrões *Standard Generalized Markup Language (SGML)*³ e *HTML* com o propósito de servir como um formato de intercâmbio e de estruturação de dados, favorecendo a interoperabilidade entre sistemas. Por “estruturado”, o documento além do conteúdo (palavras, imagens) também contém a função do conteúdo, isto é, os metadados. Ademais, por ser uma linguagem de marcação, além de prover metadados, torna-se também um formato legível tanto por homens, quanto por máquinas. Já o XML Schema dita o que pode e o que não pode aparecer no documento XML, regulando-o em termos de elementos e atributos. Sugere-se, portanto, ser mais viável publicar dados no formato *XML* para trocar dados, do que possuir um modelo arbitrário que (potencialmente) irá requerer informações adicionais para ser processado. De

¹ <https://unicode.org/>

² <http://www.asciitable.com/>

³ Com relação ao *SGML*, a ideia do *XML* é manter a flexibilidade para adicionar metadados, sem minar o entendimento do documento.

acordo com Freitas (2003), “a ideia é que esta camada descreva a estrutura do documento, deixando para as que estão acima dela a definição de seu conteúdo”.

A terceira camada da arquitetura abrange o par: *Resource Description Framework (RDF)* e *Resource Description Framework Schema (RDFS)*. São padrões adotados pela W3C para assegurar um nível semântico aos recursos na web em um nível superior ao XML. RDF especifica a semântica por intermédio de triplas: Recurso — Atributo — Valor (ou Sujeito — Predicado — Objeto). Recursos são identificados pelo URI, e o valor pode ser outro recurso ou uma *string*. O atributo definirá o critério de relacionamento entre o recurso e o valor. RDFS estabelece as primitivas que podem ser usadas no documento RDF, como classes, subclasses, propriedades, subpropriedades e restrições, mas não impõe nenhuma ordem a ser seguida no documento, o que garante maior flexibilidade em relação ao par XML/ XMLSchema. Isto torna RDF aplicável à recursos distribuídos na rede. Também, documentos RDF podem ser visualizados por meio de grafos direcionados, explicitando estas triplas, conforme a Figura 5, que ilustra as triplas RDF para o Exemplo 2.

Exemplo 2. *A Lei Brasileira 12.760 do ano de 2012 prescreve os crimes da conhecida Lei Seca, que altera infrações do Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503/1997). Portanto, temos duas leis que são os recursos. Um destas está associada a outra pelo atributo “altera”, ao fazer menção que a primeira modifica o texto jurídico da segunda. Cada recurso ainda possui outras anotações para o seu nome e ano de publicação.*

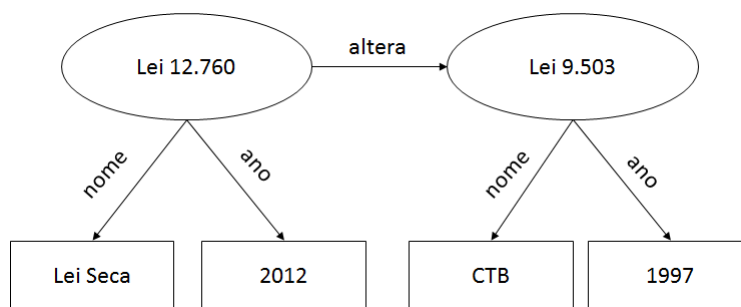


Figura 5 – Relação: Recurso - Atributo - Valor. Fonte:própria.

A camada mais importante da Web Semântica segue acima da RDF: a camada OWL, recomendada como padrão pela W3C a partir de 2004. OWL acrescenta um poder de expressividade à camada RDF, além de definir um motor de inferência com base na DL. OWL foi criada a partir do projeto Europeu OIL (*Ontology Interchange Language*) e do projeto americano DAML (*DARPA Agent Markup Language*) (McGuinness et al., 2002). Desde sua adoção como padrão pela W3C, a OWL logo se viu disseminada em diversos e esparsos domínios, como na Medicina, na Geografia, na Biomedicina, no Direito, entre outros, favorecendo a disseminação conjunta de raciocinadores. Esta evolução sempre esteve norteadada pela dualidade, expressividade x disponibilidade computacional, o que

revelou deficiências no padrão original. Consoante [Grau et al. \(2008\)](#), o aperfeiçoamento do padrão resultou na espécie [OWL2](#), a qual se tornou padrão em outubro de 2009.

Em essência, [OWL2](#) outorga três perfis: [OWL2 EL](#), [OWL2 QL](#) e [OWL2 RL](#). [OWL2 EL](#) atesta eficiência de raciocínio para modelos grandes (particularmente, o tempo é polinomial em razão do tamanho do modelo). Como alternativa, [OWL2 QL](#) foi projetada para responder consultas de dados armazenados em bases de dados estruturadas; e, por fim, [OWL2 RL](#) é um subconjunto de [OWL2 EL](#) (e, portanto, menos expressiva), voltada para sistemas que funcionem segundo a orientação lógica de encadeamento para frente, onde se tenta chegar a objetivos, a partir de um encadeamento lógico de um conjunto de fatos). Esta tese está embasada na [OWL2 EL](#), mas por questões de clareza, utilizaremos abreviadamente apenas [OWL](#).

Entre os elementos básicos da [OWL](#), destacam-se: [Class](#), [ObjectProperty](#) e [NamedIndividual](#), que correspondem aos conceitos, papéis e indivíduos da [DL](#), o formalismo lógico no qual a linguagem [OWL](#) é baseada. [OWL](#), porém, diferencia dois tipos de propriedades: aquelas que associam as classes entre si ([ObjectProperty](#)), e aquelas que associam as classes a dados literais ([DataProperty](#)). Através da tag [NamedIndividual](#) é possível instanciar as classes e propriedades. As capacidades de raciocínio subjacentes da linguagem [OWL](#), incluem: verificar se o modelo construído é consistente, isto é, possui uma interpretação válida; verificar se todas as classes podem ter instância (satisfatibilidade de conceito); inferir as relações de subsunção que não foram explicitamente definidas; além de definir a classe mais específica de cada instância (realização). Na Seção [3.2](#) definimos o conceito de Ontologia com mais detalhes, além de apresentar o seu formalismo subjacente na Seção [3.3](#).

De volta à arquitetura da Web Semântica, no nível Lógico, é possível descrever regras entre os conceitos mapeados na camada inferior; visto que a camada ontológica não oferece suporte para tal. Algumas linguagens de regras foram sugeridas na literatura, como [Rule Markup and Modelling Language \(RuleML\)](#)⁴, [Semantic Web Rule Language \(SWRL\)](#)⁵, [Semantic Query Language for Databases \(SPARQL\)](#)⁶ e, em especial, aquela recomendada pela W3C, [Rule Interchange Format \(RIF\)](#) - um padrão que surgiu para permitir a troca de regras entre as diferentes linguagens.

Por fim, destacamos brevemente as camadas de Prova e Confiança. Estas encontram-se, no tocante à maturidade, distantes das demais camadas. A camada de Prova faculta a execução das regras do nível lógico, e a camada de Confiança avalia a confiabilidade desta execução. A confiabilidade também é assegurada pela única camada vertical da arquitetura (vide Figura [4](#)): a camada da assinatura digital. A estratégia fundamenta-se em assinar digitalmente todo documento [XML](#) da web. Assim, é possível validar, por exemplo, a origem dos recursos. Estas camadas estão fora do escopo desta tese.

⁴ <https://www.w3.org/2005/rules/wg/wiki/RuleML.html>

⁵ <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>

⁶ <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

3.2 ONTOLOGIAS

O termo Ontologia foi cunhado a partir das palavras gregas *òntos* (isto é, “o ser”) e *logos*/logia (isto é, “o estudo de”). Na computação, a definição mais conhecida foi feita por Gruber (1995) ao sintetizar que é uma “[...] especificação explícita de uma conceitualização”, a qual foi posteriormente completada por Studer, Benjamins e Fensel (1998), ao afirmarem que “uma Ontologia é uma especificação explícita e formal de uma conceitualização compartilhada”. Sobre esta perspectiva, temos que (GONZALES, 2005):

- **Formal** implica em ser declarativamente definida, portanto, compreensível por agentes e sistemas;
- **Explícita** significa que os elementos e suas restrições estão claramente definidos;
- **Conceitualização** trata de um modelo abstrato de uma área de conhecimento ou de um universo limitado de discurso, e;
- **Compartilhada**, indica um conhecimento consensual, seja uma terminologia comum da área modelada, ou acordada entre os desenvolvedores dos agentes que se comunicam.

Na prática, estas estruturas correspondem a taxonomias sofisticadas com elementos como classes, propriedades, instâncias, atributos, restrições e axiomas, que juntos, definem um vocabulário comum, sendo considerado o elo faltante entre as Teorias Jurídicas e a Inteligência Artificial (VALENTE; BREUKER, 1994).

3.2.1 Tipologia das Ontologias

Na literatura, é possível encontrar diversas dimensões por meio das quais podemos categorizar as ontologias, como o nível da formalização do conhecimento, o engajamento ontológico, o propósito, o mínimo compromisso ontológico (para facilitar a reusabilidade) e o nível de modularização (GÓMEZ-PÉREZ, 1999; USCHOLD; KING, 1995; USCHOLD, 1996). Nesta tese exploramos o nível de generalização, isto é, o grau de proximidade quanto à descrição do mundo. Esta escolha fundamentou-se na hipótese de que é preciso pensar na representação do conhecimento jurídico em módulos, com diferentes níveis de generalidade.

Para tanto, cita-se o trabalho de Roussey et al. (2011), o qual menciona as seguintes categorias (conforme Figura 6):

- Ontologias de Topo (*Top-Level* ou *Upper Ontology* ou de Fundamentação): as quais são independentes de qualquer domínio, e definem um conjunto de conceitos e relações mais genéricos que podem ser livremente reutilizados, como ação, processo, norma, tempo, espaço, evento, entre outros;

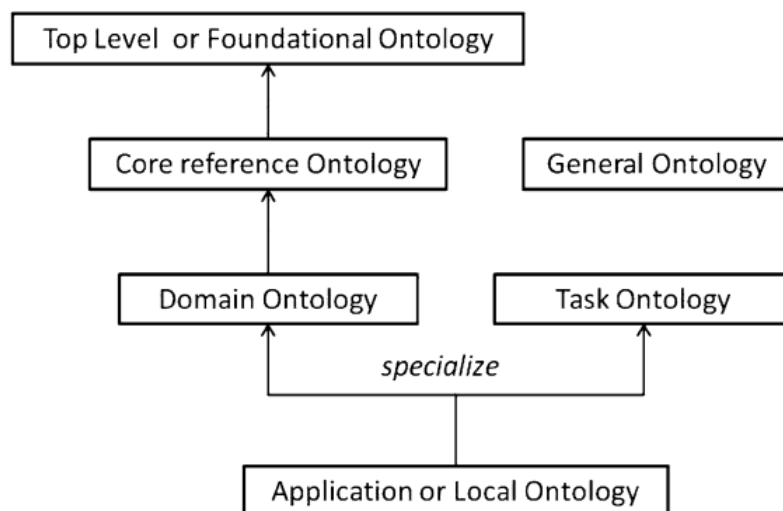


Figura 6 – Tipos de Ontologias e suas Dependências. Fonte: Roussey et al. (2011).

- Ontologias Gerais (General): em geral, definem noções gerais utilizados em múltiplos domínios, como uma ontologia para o tempo, ou uma ontologia de causalidade;
- Ontologias Centrais (Core): são ontologias gerais para um domínio em particular, isto é, especificam um conjunto mínimo de conceitos para um campo específico (Biologia, Direito, ...), que ainda podem ser subdivididos em outros subdomínios (Direito Penal, Direito Civil, Direito Ambiental, Biologia Molecular, Biologia Marinha, Botânica, entre outros).
- Ontologias de Domínio: definem os conceitos (ou classes) de um domínio particular, geralmente, a partir de alguma ontologia de topo;
- Ontologias de Tarefa: definem uma ou mais tarefas independentes de domínio, como, checagem de violação de regras, checagem de consistência, diagnóstico, entre outros;
- Ontologias de Aplicação: aquelas de mais baixo nível, mais difíceis de reusar, e voltadas para uma aplicação específica dentro do domínio.

3.2.2 Componentes de uma Ontologia

Para modelar os conhecimentos de um domínio arbitrário, evitando omissões, redundâncias e inconsistências, durante a atividade de conceitualização são utilizadas algumas representações intermediárias, construídas em torno dos principais componentes ontológicos: conceitos, relações, instâncias, constantes, atributos, axiomas e regras (CORCHO et al., 2005; NOY; MCGUINNESS, 2001). Alguns destes elementos podem ser visualizados na Figura 7.

Em termos gerais, define-se **Conceito** como sendo uma coleção de **Instâncias**, as quais são descritas por meio de **Axiomas** formais que descrevem os requisitos necessários para que um indivíduo possa fazer parte deste conjunto. Os conceitos estão hierarquicamente organizados

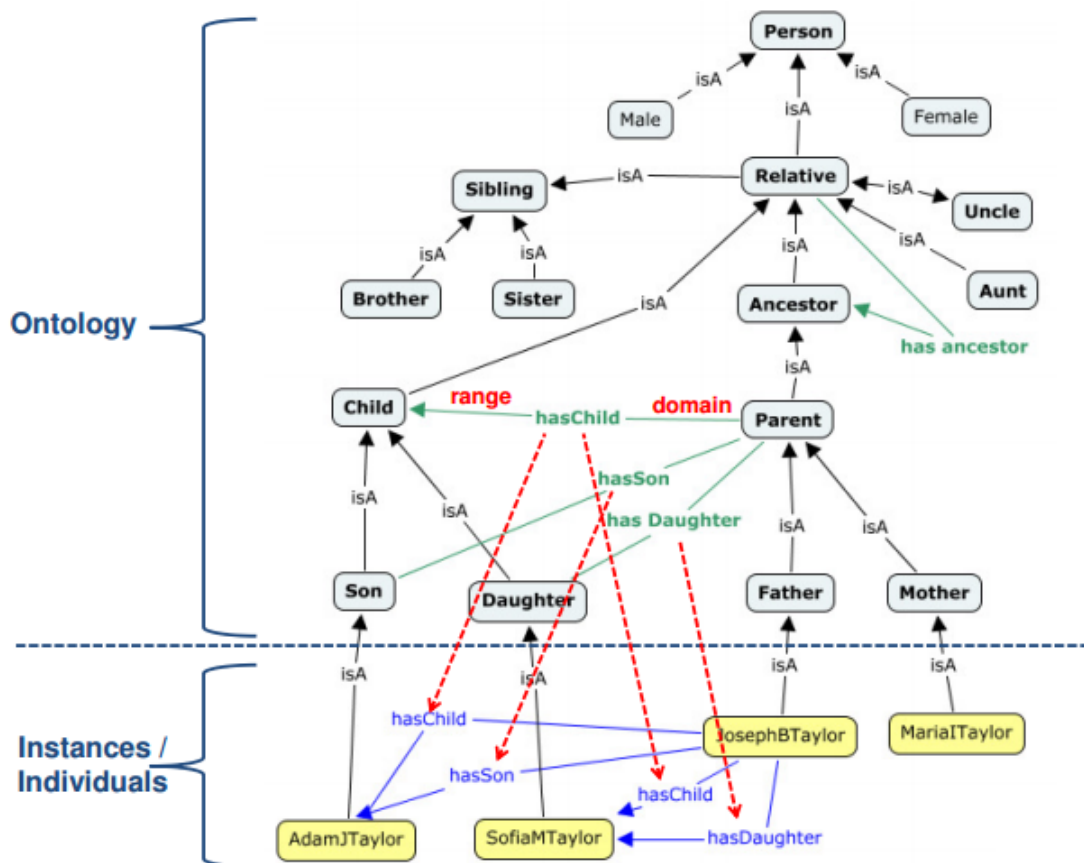


Figura 7 – Principais Componentes da Ontologia. Fonte: [Miller \(2013\)](#).

por meio de **Relações** binárias de subsunção, as quais também se diversificam em outros tipos de associações, relacionando as intâncias dos conceitos. As relações possuem um domínio e um contradomínio, os quais podem assumir o mesmo conjunto (auto-relações).

Na ontologia da Figura 7, **Person**, **Male**, **Female**, **Parent**, **Father**, **Mother** são alguns dos conceitos, enquanto que **JosephBTaylor**, **MarialTaylor**, **AdamJTaylor**, **SofiaMTaylor** são as instâncias dos conceitos. No topo da Ontologia foi construído o termo mais genérico, **Person**, a partir do qual, outros mais específicos foram delineados, através de relações **isA**, construindo, assim, uma estrutura taxonômica. Em outras palavras, os conceitos estão relacionados por associações de subsunção, onde, dados dois conceitos arbitrários (ρ e σ , por exemplo), o conceito ρ subsume o conceito σ , se $\forall X \sigma(X) \rightarrow \rho(X)$, o que infere que todos os indivíduos de σ , também fazem parte de ρ .

Ontologias são, em geral, enriquecidas com **Axiomas**. Embora não explicitamente definido, o conceito **Parent**, por exemplo, pode ser formalmente definido por um axioma que utiliza as relações **hasSon** e/ou **hasDaughter**, indicando que um elemento só pode ser classificado como pai ou mãe, apenas se possuir um filho (ou uma filha). Adicionalmente, **Atributos** são propriedades definidas ou à nível de instância (herdadas dos conceitos, modificáveis por instância) ou a nível do próprio conceito (como anotações, sinônimos, entre outros, e que são herdadas por subconceitos e instâncias), enquanto que **Regras** definem

padrões de inferência para se produzir novos conhecimentos. Como exemplo, podemos definir para o conceito **Person** o atributo **age**, informando a idade da pessoa. Ademais, uma possível regra pode definir um elemento como membro do conceito **Ancestor** se existir uma instância do relacionamento **hasSon** entre este e um segundo elemento, e este último também associado a um terceiro elemento, pela mesma relação.

A presença (ou ausência) destes termos, pode caracterizar uma Ontologia em *lightweight*, *light heavyweight* ou *heavyweight* (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2003), (KALIBATIENE; VASILECAS, 2011). As ontologias *lightweight* se resumem a uma hierarquia de conceitos mínimos voltados para uma necessidade específica; as ontologias *light heavyweight*, por sua vez, apresentam algumas restrições sobre a estrutura taxonômica, como cardinalidades e quantificações, tamanhos e valores pré-definidos de atributos; por fim, as ontologias *heavyweight* se apóiam em um conjunto de axiomas formais para definir conceitos e relações mais sofisticadas.

3.2.3 Engenharia Ontológica: Methontology

Similarmente ao processo de concepção, desenvolvimento e implantação de um software arbitrário, o desenvolvimento de Ontologias precisa ser guiado por uma sistemática de passos bem definidos, a fim de que possa produzir modelos de domínio com maior qualidade. Engenharia Ontológica é o conjunto de métodos, processos, ferramentas e atividades que, juntos constroem uma metodologia a qual fundamenta o ciclo de vida das ontologias, desde sua especificação até sua implementação e manutenção (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2003). No contexto jurídico, em particular, Visser e Bench-Capon (1998) pontuam que algumas ontologias apresentavam diferenças significativas, mesmo quando concebida para objetivos similares, o que sugere um processo de desenvolvimento ainda *ad hoc*.

Dentre as metodologias disponíveis na literatura, a Methontology (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2003; LÓPEZ, 1999) é aquela utilizada e recomendada pela *Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)*, além de já ter sido indicada como a metodologia mais madura em relação as outras disponíveis (LÓPEZ, 1999), e também em relação a padrões de desenvolvimento de software (SILVA; SOUZA; ALMEIDA, 2008). Foi concebida pelo laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Politécnica de Madrid (FERNÁNDEZ-LOPEZ; GÓMEZ-PÉREZ; JURISTO, 1997), e passou por aprimoramentos ao longo dos anos (CORCHO et al., 2005). Seu *framework* ainda estabelece a definição de representações intermediárias entre a linguagem natural e a representação em alguma linguagem formal, para permitir que especialistas do domínio e desenvolvedores possam interagir. Também, possui suporte em editores clássicos de ontologias como o Protégé⁸.

⁷ <http://www.fipa.org/>

⁸ <http://protege.stanford.edu/>.

Methontology também foi destaque no mapeamento sistemático apresentado no Capítulo 4.

A Methontology é uma metodologia centralizada, a qual define um ciclo de vida padrão para o desenvolvimento de ontologias a partir do zero ou refinadas a partir de outras já definidas; ou ainda por meio de um processo de reengenharia. Esta metodologia define um *framework* de atividades que segue o modelo evolucionário de prototipagem (PRESSMAN, 2006), visto que, durante as primeiras fases da construção, dificilmente é possível levantar todo o domínio conceitual necessário; ao contrário, por intermédio dos protótipos liberados para avaliação por especialistas, novos conceitos, relações e propriedades são adicionados. A Figura 8 ilustra este *framework*.

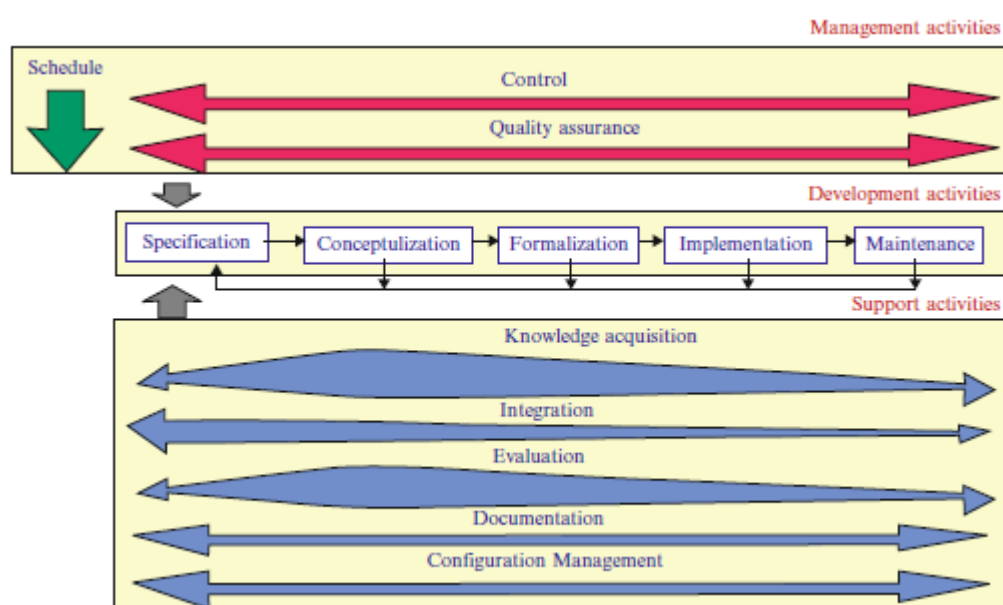


Figura 8 – Visão Geral da Methontology. Fonte: Corcho et al. (2005).

As atividades da Methontology estão estruturadas em três grupos: atividades de gerência, de desenvolvimento, e de suporte. As atividades de gerência planejam (*Schedule*) o conjunto de tarefas que precisam ser realizadas, além dos recursos necessários para cada; também, controlam (*Control*) o andamento destas, analisando os resultados de cada uma (*Quality Assurance*). As atividades de desenvolvimento correspondem aos estágios que dão corpo ao ciclo de vida da metodologia, sendo: Especificação, Conceitualização, Formalização, Implementação, e Manutenção. Já as atividades de gerência e suporte abrigam tarefas que precisam ser realizadas durante todo o ciclo de vida, com menor ou maior intensidade a depender da fase onde o desenvolvimento se encontra. O “nível” de exigência de cada tarefa se traduz na largura da seta que a acompanha, conforme ilustrado na Figura 8. Discutimos brevemente nas próximas subseções as atividades iniciais da Methontology, ou seja, a de especificação e conceitualização.

3.2.3.1 Atividade de Especificação

Na etapa de especificação, a partir de documentos, do problema em si, e de soluções potenciais, é gerada uma especificação ontológica, seu escopo e propósito. Usualmente, procede-se com a construção das chamadas **Questões de Competência (QC)**. As **QC** representam as demandas do usuário e os limites de escopo. Essas perguntas são geralmente escritas em linguagem natural controlada e apoiam o processo de desenvolvimento de duas maneiras. Primeiramente, permite a identificação antecipada dos elementos centrais (conceitos e instâncias) e as relações entre eles, a fim de criar o vocabulário da ontologia. Também favorece a verificação da satisfatibilidade dos requisitos, seja por recuperação do conhecimento ou através de axiomas. Destacamos, a seguir, a definição formal de **QC**, proposta por Bezerra, Freitas e Santana (2013).

Definição 1. Questões de Competência. *Uma questão de competência é definida como $\langle Q, \sigma \rangle$, tal que Q é uma consulta expressa em uma linguagem formal e σ é uma resposta a esta consulta, expressa como uma substituição de variável.*

Definição 2. Questão de Competência Satisfeita. *Uma questão de competência $\langle Q, \sigma \rangle$ é satisfeita por uma ontologia O , se $O \cup Q \models \sigma$.*

Como as **QC** são escritas em linguagem natural, alguns tipos são listados:

- **QC** que trabalham sobre conceitos e suas relações. São aquelas cujas respostas consistem em conceitos ou instâncias;
- Problemas de decisão expressos como **QC**. Nesse tipo, a resposta permitida à pergunta só pode ser verdadeira ou falsa;
- **QC** expressas em forma interrogativa, lidando apenas com instâncias;
- **QC** expressas em uma forma interrogativa, funcionando apenas sobre um conjunto de axiomas.

No Capítulo 5 descrevemos as **QC** para a ontologia jurídica descrita nesta tese.

3.2.3.2 Atividade de Conceitualização

Durante a atividade de conceitualização, as representações intermediárias são produzidas por uma série de tarefas responsáveis por extrair das fontes dos conhecimentos, os componentes necessários para se produzir um modelo conceitual que reflita a realidade, conforme esquematizado na Figura 9 (CORCHO et al., 2005).

Na fase de conceitualização, as 11 (onze) tarefas listadas na Figura 9 prevêm, em ordem: (i) elicitar os termos do domínio (conceitos, propriedades, instâncias); (ii) estruturar hierarquicamente os termos; (iii) definir as demais relações entre os termos; (iv) descrever,

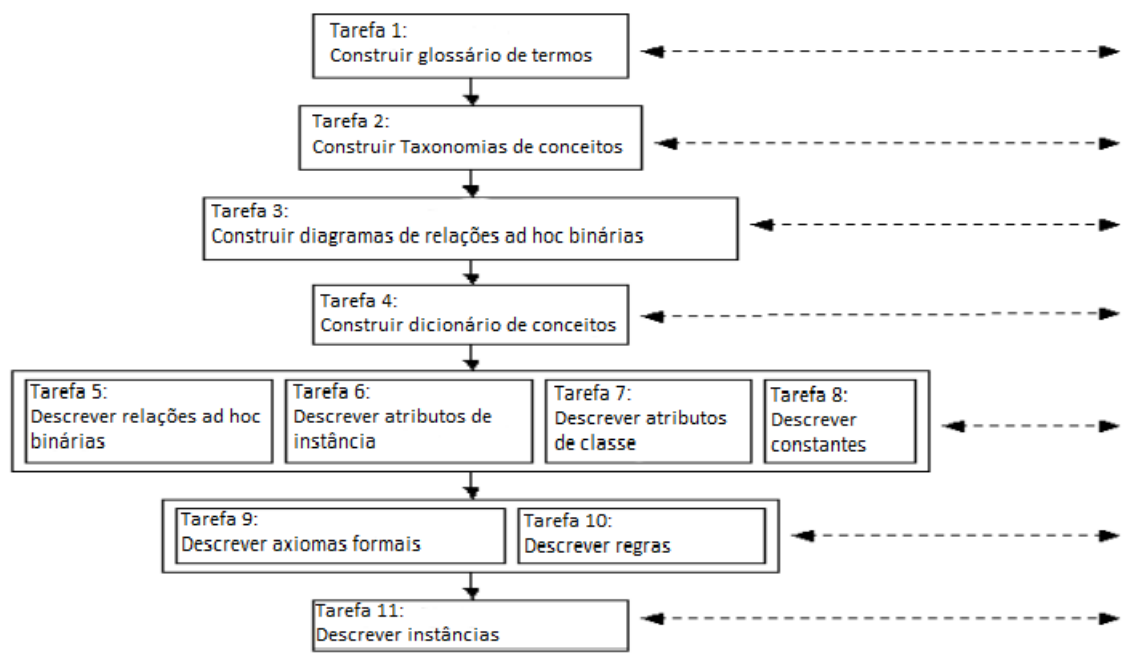


Figura 9 – Tarefas para atividade da Conceitualização da Methontology. Fonte: [Corcho et al. \(2005\)](#).

para cada conceito, suas instâncias, atributos e relações; (v) descrever, para cada relação, nome, domínio, contradomínio, cardinalidade, se possui uma relação inversa; (vi) descrever, para cada atributo de instância, nome, conceito de qual faz parte, o tipo do valor do atributo, intervalo, a cardinalidade; (vii) descrever estes mesmos elementos para os atributos dos conceitos; (viii) descrever, para cada constante, nome, tipo de dado, do valor e da unidade de medida; (ix) descrever axiomas em [Lógica de Primeira Ordem \(LPO\)](#) e (x) descrever as regras no formato condicional: IF <CONDITIONS> THEN <CONSEQUENT>; e, por fim, (xi) descrever instâncias em termos do seu tipo (conceito), atributos e valores.

3.2.4 Estratégias para Construção de Ontologias

Ainda sobre as abordagens para construção das ontologias, [Gómez-Pérez, Fernández-López e Corcho \(2003\)](#) estabelecem também que é possível seguir uma estratégia *bottom-up* ou *top-down*. Para a primeira, a partir dos conceitos mais específicos (geralmente extraídos de fontes documentais), constroem-se os termos mais genéricos. A abordagem tende a construir modelos detalhados e específicos para um domínio, o que pode levar a problemas de reusabilidade e integração com ontologias de nível *core*. Já para a abordagem *top-down*, especializam-se conceitos mais gerais (oriundos de teorias básicas e gerais) em outros mais voltados à especificidade do domínio. Modelos construídos nesta abordagem são mais reusáveis; por outro lado, sofrem por problemas de estabilidade da representação.

É possível balancear o *trade-off* entre reusabilidade e estabilidade combinando ambas estratégias, congregando os pontos fortes de cada uma. Nesta versão híbrida, portanto,

adota-se caminhos distintos de desenvolvimento. Por fim, na abordagem conhecida como *middle-out*, deve-se indicar os principais termos correlatos do domínio (isto é, as categorias intermediárias da representação), para só então decidir, a necessidade de especialização e/ou generalização (USCHOLD, 1996).

3.2.5 Metodologia de Avaliação e a OntoClean

Ontologias, em um nível maior de abstração, estabelecem uma terminologia comum e inequívoca para o domínio em estudo. Isto significa que o conteúdo de uma ontologia é descrito usando formalismos lógicos/ matemáticos, o que pode proporcionar a capacidade de inferência. Também é possível apoiar a descoberta autônoma de dados, assim como a reutilização e troca de conhecimentos. Para isso, um modelo ontológico precisa evoluir, uma vez que fontes de conhecimentos diferentes e heterogêneas podem contribuir com a adição de novos conceitos, propriedades e relações. Por conseguinte, esperamos um certo nível de qualidade ao longo da engenharia das ontologias, bem como para o engajamento ontológico, de forma a produzir relações de subsunção claras, bem-formuladas e corretas. Contudo, criar e manter um vocabulário comum de conceitos e definições torna-se uma tarefa onerosa, uma vez que, em geral, desenvolvedores possuem diferentes modelos abstratos em relação ao mesmo domínio. Logo, não é fácil alinhar os conceitos similares representados por estes. Consequentemente, na última década, além das metodologias para construção ou re-engenharia ontológica, surgiram estratégias para verificar se os modelos conceituais são consistentes e coerentes com o domínio.

A literatura relacionada (conforme discutido em Hlomani e Stacey (2014)) propôs várias abordagens de avaliação que podem ser feitas no todo ou dirigidas a níveis específicos da ontologia. Há que se ressaltar, no entanto, é que o único consenso que existe é que ainda não há uma solução ideal e padrão para a avaliação ontológica. A Tabela 1 resume esses níveis com as técnicas que podem ser executadas.

Tabela 1 – Níveis x Abordagens de Avaliação. Fonte Hlomani e Stacey (2014).

	Modelos	Casos	Dados	Baseado no Usuário
Léxico	✓	✓	✓	✓
Taxonomia	✓	✓	✓	✓
Relações	✓	✓	✓	✓
Contexto		✓		✓
Sintático	✓			✓
Estrutural				✓

Em resumo: **Baseado em Modelos** - avalia ontologias com base em alguma outra (referenciada como “o padrão de ouro”), ou através de listas de verificação; **Baseado em Casos** - avaliação com base em um caso ou conforme uma aplicação específica; **Orientado a Dados** - avalia com base em outros dados de domínio existentes, e, finalmente; **Baseado**

no Usuário - leva em conta a experiência do usuário. No escopo desta tese, discutimos a metodologia OntoClean.

OntoClean (GUARINO; WELTY, 2000; WELTY; GUARINO, 2001) é uma metodologia que aborda a criação de ontologias limpas, ou seja, a criação de hierarquias taxonômicas para modelar adequadamente os conceitos no domínio em análise. OntoClean compreende um conjunto de meta propriedades, restrições e premissas que, em conjunto, formam uma metodologia para análise conceitual da classificação taxonômica (relacionamento *is-a*) em qualquer Ontologia arbitrária. É importante ressaltar que a OntoClean não se preocupa com a semântica do relacionamento em si, mas com a natureza ontológica dos conceitos na relação. A metodologia constituída pelas metapropriedades e restrições de OntoClean define uma espécie de perfil para a produção de modelos limpos e livres de erros de conceitualização. Pode-se dizer, portanto, que equivale a uma abordagem “Baseada em Modelos”. Além disso, a “Experiência Empírica do Usuário” é crucial para entender a semântica de conceitos e rotular com as metaproperties apropriadas. Desta forma, OntoClean abrange duas abordagens da Tabela 1, as quais abrangem todos os níveis da avaliação ontológica. Daí, entre as propostas existentes na literatura, esse caráter abrangente justifica a escolha de OntoClean nesta proponente tese.

3.2.5.1 Meta Propriedades da OntoClean

A Tabela 2 resume as noções básicas extraídas da esfera filosófica, em que OntoClean se baseia, nomeadamente: Rigidez, Identidade, Unidade, e Dependência.

Tabela 2 – Meta Propriedades da OntoClean. Fonte: Guarino e Welty (2000).

Propriedade	Símbolo	Rótulo	Definição
Rigidez	+R	Rígida	As instâncias sempre serão indivíduos do conceito.
	-R	Não-Rígida	Há instâncias que podem deixar de ser indivíduos do conceito.
	~R	Anti-Rígida	Todas as instâncias deixarão de ser indivíduos do conceito.
Identidade	+I	Possui Identidade	Instâncias carregam um único critério de identificação (IC).
	-I	Não Possui Identidade	Não existe critério de identidade.
	+O	Prover Identidade	As instancias provêem o próprio critério de identidade único.
Unidade	+U	Unidade.	Instâncias são “todos” e tem um único critério de unidade (UC).
	-U	Não-Unidade.	Instâncias são “todos”, mas elas não tem um único UC.
	~U	Anti-Unidade	Instâncias não são “todos”.
Dependência	+D	Dependência Externa	Há dependência externa com outros conceitos.
	-D	Sem Dependência Externa	Não há dependência.

Considere, por exemplo, os seguintes conceitos dentro do domínio do código Penal Brasileiro: Pessoa, PessoaAtiva, PessoaInimputavel, Crime. Pessoa é uma classe rígida, uma

vez que todas as instâncias deste termo sempre permanecerão como exemplares de pessoas. Por outro lado, **PessoaAtiva** é um conceito anti-rígido, enquanto que **PessoaInimputavel** é não-rígido, já que enquanto algumas instâncias atingem a maioria penal, outras permanecem inimputáveis devido a extras circunstâncias, como a presença de transtornos mentais. Ademais, **Pessoa** possui um único critério de identificação (a impressão digital, por exemplo), o qual é herdado ao longo dos demais subconceitos. Também, as instâncias destes conceitos representam “todos”. Finalmente, enquanto instâncias de **Pessoa** não possuem dependência com nenhum outro conceito, os exemplares de **PessoaAtiva** para existir, precisam estar associados à ocorrências do conceito **Crime**.

3.2.5.2 Restrições da OntoClean

A partir das meta propriedades, esta metodologia produz um conjunto de restrições sobre as relações de subsunção presentes na taxonomia. No total, foram definidas cinco restrições (GUARINO; WELTY, 2000), que seguem (expressas em FOL):

- *Anti-Rigid Violation*: Uma classe anti rígida (ρ) não pode subsumir uma subclasse rígida (σ): $\forall(X) \neg (\sigma^{+R}(X) \rightarrow \rho^{\sim R}(X))$;
- *Identity Violation*: Uma classe com critério de identificação único para suas instâncias (ρ) não pode subsumir uma subclasse sem este critério (σ): $\forall(X) \neg (\sigma^{-I}(X) \rightarrow \rho^{+I}(X))$;
- *Unity Violation*: Uma classe com critério de unidade único para suas instâncias (ρ) não pode subsumir uma subclasse sem este critério (σ): $\forall(X) \neg (\sigma^{-U}(X) \rightarrow \rho^{+U}(X))$;
- *Anti-Unit Violation*: Uma classe classificada como anti-unidade (ρ) não pode subsumir uma subclasse que possua um critério de unidade (σ): $\forall(X) \neg (\sigma^{+U}(X) \rightarrow \rho^{\sim U}(X))$;
- *Dependence Violation*: Classes com dependência externa (ρ) não podem subsumir subclasses sem dependência (σ): $\forall(X) \neg (\sigma^{-D}(X) \rightarrow \rho^{+D}(X))$;

Outras restrições são propagadas com base nestas acima:

- Uma classe que provê seu próprio IC (+O), é também rígida (+R) e possui IC (+I);
- Classes anti-rígidas ($\sim R$), também são não-rígidas (-R).

OntoClean tornou-se uma estratégia comumente adotada para avaliar e redesenhar ontologias. Tanto que, ontologias de nível superior mais recentes foram construídas com base nos princípios da OntoClean. É o caso da *Unified Foundational Ontology (UFO)*, a qual foi utilizada nesta tese (detalhada na Seção 3.4) como ontologia de fundamentação para o desenvolvimento das ontologias jurídicas.

3.3 A LÓGICA DESCRITIVA

As Lógicas Descritivas (do inglês, *Description Logic*, **DL**) (BAADER et al., 2003) são uma família de formalismos para representação de conhecimento, com suporte ainda para tarefas de raciocínio. DLs são fragmentos (em geral, decidíveis) da L2, isto é, fórmulas da **FOL** com duas variáveis (NEXPTIME-complete), bem expressíveis, além de aplicáveis a inúmeras áreas. As diferentes aplicações em potencial, entretanto, requisitam diferentes níveis de expressividade e de complexidade de raciocínio, o que justifica o uso de diferentes fragmentos de **DL**. Também, são adequadamente utilizadas como padrões formais para as linguagens da Web Semântica. Logo, ao longo desta seção, exploraremos a sintaxe e semântica da sublinguagem *SRIOQ* (KRÖTZSCH; SIMANCIK; HORROCKS, 2012), cuja expressividade foi totalmente absorvida no padrão **OWL** 2.

3.3.1 Sintaxe da Lógica Descritiva *SRIOQ*

A sintaxe de *SRIOQ* é definida em termo de três conjuntos finitos de símbolos disjuntos entre si: o conjunto das assinaturas dos conceitos (N_C), o conjunto das assinaturas das relações (N_R) e o conjunto das assinaturas dos indivíduos (N_I). A partir destas assinaturas, a gramática 3.1 define a estrutura das expressões em *SRIOQ*:

$$\begin{aligned} C &::= N_C \mid C \sqcap C \mid C \sqcup C \mid \neg C \mid \top \mid \perp \mid \exists R.C \mid \forall R.C \mid \geq n \ R.C \mid \leq n \ R.C \mid \exists R.self \mid N_I \\ R &::= U \mid N_R \mid N_R^- \end{aligned} \quad (3.1)$$

Enquanto a primeira regra na gramática define os construtores de conceitos, a segunda define os construtores das relações. Definimos $\mathcal{L}$ como o conjunto de todos os conceitos *SRIOQ*. Os construtores de conceitos podem ser classificados em construtores booleanos, restrições de relações, e enumerações nominais. Também, uma base de conhecimento DL ($\mathcal{KB}$) é estruturada em dois componentes, $\mathcal{KB} := \langle \mathcal{A}, \mathcal{T} \rangle$, onde:

- $\mathcal{A}$ compreende os axiomas assercionais, onde encontramos:
 - Instanciação de Conceito, $C(N_I)$;
 - Instanciação de Relação, $R(N_I \times N_I)$;
 - Igualdade e desigualdade de Indivíduos, $N_I \approx N_I$, $N_I \not\approx N_I$, respectivamente; já que DL não suporta **Unique Name Assumption (UNA)**, ou seja, instâncias podem referenciar o mesmo objeto no domínio, se não for dito nada ao contrário;
- $\mathcal{T}$ compreende os axiomas terminológicos, no qual, encontramos:
 - Inclusão de conceitos, $C \sqsubseteq C$;

- Equivalência de conceitos, $C \equiv C$.

Fragmentos sofisticados como *SRIOQ* possuem ainda um componente relacional ($\mathcal{R}$), chamado de RBox, que contempla:

- Inclusão de propriedade, $R \sqsubseteq R$;
- Equivalência de propriedade, $R \equiv R$;
- Composição de propriedade, $R \circ R \sqsubseteq R$;
- Propriedades Disjuntas, Disjoint (R, R);
- Propriedade Inversa, $R \equiv R^{-}$, além de outros axiomas, como transitividade, simetria (e assimetria), e reflexividade.

A Tabela 3 ilustra os construtores booleanos de operações para conjunção, disjunção e negação de conceitos lógicos.

Tabela 3 – Construtores Booleanos de Conceitos de *SRIOQ*. Fonte:própria.

Nome	Sintaxe	Descrição
Interseção	$\text{PessoaPassiva} \sqcap \text{DoenteMental}$	Declaração que representa o conjunto de indivíduos que são, ao mesmo tempo, uma pessoa passiva de algum crime, e portador de algum distúrbio mental.
União	$\text{Adolescente} \sqcup \text{Criança}$	Declaração que representa o conjunto de indivíduos formados por instâncias dos conceitos adolescente ou criança.
Complemento	$\text{Comportamento} \sqcap \neg \text{Involuntário}$	Construção que representa o conjunto de indivíduos do conceito comportamento que não são involuntários.
<i>Top Concept</i>	$\top \sqsubseteq \text{Homem} \sqcup \text{Mulher}$	<i>Top Concept</i> é utilizado quando se quer enfatizar todas as instâncias. No caso, todas as instâncias são membros de homem ou mulher.
<i>Bottom Concept</i>	$\text{PessoaAtiva} \sqcap \text{PessoaPassiva} \sqsubseteq \perp$	<i>Bottom Concept</i> é utilizado para estabelecer que dois conceitos são disjuntos, isto é, não apresentam instâncias em comum, como no caso de Pessoa Ativa e Passiva.

A Tabela 4 define as restrições para as relações. Para tanto, utilizam-se os quantificadores $\exists$ e $\forall$. Para o primeiro caso, $\exists R.C$ representa o conjunto dos indivíduos *a* tais que existe um indivíduo *b*, tal que *R* relaciona *a* com *b* e *b* está em *C*. Já para o segundo caso, temos que $\forall R.C$ representa o conjunto dos indivíduos *a* tais que para qualquer indivíduo *b*, se *R* relaciona *a* com *b*, então *b* está em *C*. Ainda é possível utilizar o conceito de reflexividade local para mapear instâncias que se relacionam com elas mesmas (como indivíduos do conceito *Pessoa* que se auto mutilam $\exists \text{agride.Self}$). Também, as restrições numéricas são usadas para impor uma quantidade exata (no mínimo, ou no máximo) do número de relações.

Tabela 4 – Construtores para restrições de relações $\mathcal{SROIQ}$. Fonte: própria.

Nome	Sintaxe	Descrição
Restrição Existencial	$\exists\text{possuiTranstorno.Mental}$	Define o conjunto de instâncias que possuem pelo menos uma associação com um transtorno do tipo mental.
Restrição Universal	$\forall\text{possuiAutor.Agente}$	Define o conjunto com todas instâncias que caso possuam um autor, este deve ser um Agente.
Restrição de Domínio	$\exists\text{ehAgente.T} \sqsubseteq \text{Pessoa}$	Restringe o domínio da relação ehAgente para indivíduos do conceito Pessoa.
Restrição de Imagem	$\top \sqsubseteq \forall\text{proibe.CondutoProibida}$	Restringe o contra-domínio da relação proibe para indivíduos do conceito conduta proibida.
Restrição Numérica	$\geq 2 \text{ ehAgente.Infração}$	Restringe o número de indivíduos participantes da relação.

3.3.2 Semântica da Lógica Descritiva $\mathcal{SROIQ}$

A semântica da $\mathcal{DL}$ assume a suposição do mundo aberto (*Open World Assumption (OWA)*) (REITER, 1978). De acordo com a premissa do $\mathcal{OWA}$, a ausência de informação é tratada como algo desconhecido, diferentemente do *Closed World Assumption (CWA)* (IMIELNISKI, LIPSKI JR., 1984; REITER, 1978) onde é tratada como uma informação negativa. $\mathcal{OWA}$ é a suposição mais confiável para a representação do conhecimento, sempre que não existam garantias que todas as informações tenham sido providas, ou ainda não foram disponibilizadas. Também, a semântica das tarefas de inferência subjacentes obedecem o raciocínio monotônico, isto é, a adição de novos axiomas na base de conhecimento assegura que novas inferências podem ser feitas, mas o que já se sabia antes, ainda permanece válido. Ou seja, em uma notação mais formal (considerando $\mathcal{KB}$ como uma base de conhecimento, A um axioma e C um conhecimento, e $\models$ como operador semântico de consequência lógica):

$$\mathcal{KB} \models C \rightarrow \mathcal{KB} \wedge A \models C \quad (3.2)$$

Baader et al. (2003) definem a semântica de $\mathcal{DL}$ em termos de interpretações de primeira ordem.

Definição 3. Interpretação $\mathcal{DL}$. Uma Interpretação ($\mathcal{I}$) é uma tupla $\langle \Delta^{\mathcal{I}}, \cdot^{\mathcal{I}} \rangle$, onde $\Delta^{\mathcal{I}}$ representa o conjunto não vazio conhecido como o domínio de $\mathcal{I}$, enquanto que $\cdot^{\mathcal{I}}$ é uma função que mapeia conceitos para subconjuntos de $\Delta^{\mathcal{I}}$, relações para subconjuntos de $\Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$ e instâncias para elementos de $\Delta^{\mathcal{I}}$.

Os axiomas, portanto, restringem o domínio modelado e, a partir disso, definem estados do mundo válidos ou interpretações válidas (estados que satisfazem os axiomas). Por outro lado, se não há nenhuma interpretação válida, diz-se que o modelo é sem uso, ou inconsistente. A Tabela 5 detalha parte da semântica para cada construtor definido anteriormente (para referências adicionais, checar os trabalhos de Baader et al. (2003), Krötzsch, Simancik e Horrocks (2012)). A semântica dos axiomas é formada a partir da semântica dos construtores mais básicos.

Tabela 5 – Sintaxe x Semântica de *SRIOQ*. Fonte: Krötzsch, Simancik e Horrocks (2012)

Construtor	Sintaxe	Semântica
Indivíduos		
Nome do Indivíduo	a	a^I
Papéis		
Relação	R	R^I
Relação Inversa	R^-	$\{ \langle x, y \rangle \mid \langle y, x \rangle \in R^I \}$
Relação Universal	U	$\Delta^I \times \Delta^I$
Conceitos		
Conceito	A	A^I
Intersecção	$C \sqcap D$	$C^I \cap D^I$
União	$C \sqcup D$	$C^I \cup D^I$
Complemento	$\neg C$	$\Delta^I \setminus C^I$
<i>Top Concept</i>	$\top$	Δ^I
<i>Bottom Concept</i>	$\perp$	$\{ \}$
Restrição Existencial	$\exists R.C$	$\{ x \in \Delta^I \mid \exists y, (x, y) \in R^I \text{ and } y \in C^I \}$
Restrição Universal	$\forall R.C$	$\{ x \in \Delta^I \mid \forall y, (x, y) \in R^I \Rightarrow y \in C^I \}$
Restrição Numérica	$\geq nR.C$	$\{ x \in \Delta^I \mid \exists \text{ ao menos } n \ y, (x, y) \in R^I \text{ and } y \in C^I \}$
	$\leq nR.C$	$\{ x \in \Delta^I \mid \exists \text{ no máximo } n \ y, (x, y) \in R^I \text{ and } y \in C^I \}$
Reflexividade Local	$\exists R.Self$	$\{ x \mid \langle x, x \rangle \in R^I \}$
Nominais	$\{a\}$	$\{a\}^I$

3.3.3 Raciocinando em Expressões de Conceitos e Bases de Conhecimento

A partir da definição da Interpretação em DL, é possível definir algumas tarefas básicas de raciocínio sobre expressões de conceitos, tais como:

- **Satisfatibilidade de Conceito:** Dado um conceito C , C é satisfatível se e somente se ele admite um modelo. Uma interpretação $\mathcal{I}$ é um modelo de um conceito C se $C^{\mathcal{I}} \neq \emptyset$;
- **Subsunção de Conceito:** Uma interpretação $\mathcal{I}$ é um modelo de uma subsunção de conceitos ($C \sqsubseteq D$) se $C^{\mathcal{I}} \subseteq D^{\mathcal{I}}$.

Ademais, DLs possuem um número de tarefas de raciocínio que são importantes do ponto de vista da representação de conhecimento. Entre estas, destacam-se:

- **Satisfatibilidade da Base de Conhecimento:** Dada uma base de conhecimento $\mathcal{KB}$, e dois conceitos C e D , $\mathcal{KB}$ é satisfatível se ela admitir um modelo, ou seja, uma Interpretação $\mathcal{I}$, na qual para cada axioma $C \sqsubseteq D$ em $\mathcal{KB}$, $C^{\mathcal{I}} \subseteq D^{\mathcal{I}}$.
- **Satisfatibilidade de Conceito com relação à Base de Conhecimento ($\mathcal{KB} \models C \sqsubseteq \perp$):** Dada uma base de conhecimento $\mathcal{KB}$, e um conceito C , C is satisfatível em relação à $\mathcal{KB}$ se existir uma Interpretação $\mathcal{I}$, a qual é um modelo para $\mathcal{KB}$, bem como um modelo para C , ou seja, $C^{\mathcal{I}} \neq \emptyset$.
- **Implicação Lógica ($\mathcal{KB} \models C \sqsubseteq D$):** Dada uma base de conhecimento $\mathcal{KB}$, e dois conceitos C e D , D subsume C , se para todos os modelos $\mathcal{I}$ de $\mathcal{KB}$, $C^{\mathcal{I}} \subseteq D^{\mathcal{I}}$.

As tarefas de raciocínio descritas até então, contudo, comportam apenas a porção terminológica ($\mathcal{T}$) da base de conhecimento. Na verdade, uma Interpretação $\mathcal{I}$ é um modelo de $\mathcal{KB} := \langle \mathcal{A}, \mathcal{T} \rangle$ se $\mathcal{I}$ é um modelo de $\mathcal{T}$ e um modelo de $\mathcal{A}$. Dados nomes de instâncias x, y em N_I , uma Interpretação $\mathcal{I}$ é um modelo de um axioma extraído de $\mathcal{A}$ expresso da seguinte forma $x : C$ se $x^{\mathcal{I}} \in C^{\mathcal{I}}$, e $\mathcal{I}$ é um modelo de um axioma assercional da forma $(x, y) : R$ se $\langle x^{\mathcal{I}}, y^{\mathcal{I}} \rangle \in R^{\mathcal{I}}$. Portanto, para o componente assercional, temos que:

- **Instanciação de Conceito** ($\mathcal{KB} \models x : C$): Dada uma base de conhecimento $\mathcal{KB}$, e uma indivíduo x , x é uma instância do conceito C com relação à $\mathcal{KB}$ se $x^{\mathcal{I}} \in C^{\mathcal{I}}$ é verdade para todos modelos $\mathcal{I}$ de $\mathcal{KB}$;
- **Instanciação da Relação** ($\mathcal{KB} \models (x, y) : R$): Dada uma base de conhecimento $\mathcal{KB}$, e alguns indivíduos x, y , o par de indivíduos (x, y) é uma instância da relação R com respeito à $\mathcal{KB}$ se $\langle x^{\mathcal{I}}, y^{\mathcal{I}} \rangle \in R^{\mathcal{I}}$ é verdade para todos os modelos $\mathcal{I}$ de $\mathcal{KB}$;

A seguir, o Exemplo 3 ilustra uma base de conhecimento em **DL** com uma visão resumida do domínio criminal Brasileiro, juntamente com algumas tarefas de raciocínio. O intuito do exemplo é apenas exibir o conhecimento axiomatizado em **DL**. A conceitualização real do domínio criminal Brasileiro é apresentada no Capítulo 5.

Exemplo 3. *Em resumo, Crime é um evento que viola um objeto tutelado juridicamente. Um agente ativo é uma pessoa autora de um Crime. John subtraiu uma carteira de um terceiro, isto é, violou o patrimônio alheio. A condura de John é um Crime?*

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{T} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Crime} \sqsubseteq \text{Event} \sqcap \exists \text{violates}.\text{LegalObject}, \\ \text{ActiveAgent} \sqsubseteq \text{NaturalPerson} \sqcap \exists \text{isAuthorOf}.\text{Crime} \end{array} \right\} \\ \mathcal{A} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Event}(\text{stealJ}), \text{LegalObject}(\text{wallet}) \\ \text{NaturalPerson}(\text{john}), \text{isAuthorOf}(\text{john}, \text{stealJ}), \\ \text{violates}(\text{stealJ}, \text{wallet}) \end{array} \right\} \end{array} \right\}, \quad \models \left\{ \begin{array}{l} \text{Crime} \sqsubseteq \text{Event}, \\ \text{ActiveAgent}(\text{john}), \\ \text{Crime}(\text{stealJ}) \end{array} \right\}$$

A base de conhecimento $\mathcal{KB}_c : \mathcal{T} \cup \mathcal{A}$ ilustra o comportamento da instância **john**. A partir dos axiomas da TBox e ABox, é possível inferir que **john** é um **ActiveAgent** e seu comportamento é, de fato, criminoso. Trivialmente, no mesmo sentido, é possível inferir a implicação lógica entre crime e evento. Finalmente, todos os conceitos são satisfatíveis com relação à $\mathcal{KB}_c$.

Na próxima seção exploraremos a Ontologia superior UFO, que fornece um fragmento ontológico de entidades sociais, útil para modelar descrições da realidade social, como o próprio universo jurídico.

3.4 UFO: A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA

A **UFO** (GUIZZARDI, 2005) surgiu como uma proposta para unificar a *General Ontological Language/General Formal Ontology* (GOL/GFO, proposta por Herre (2010)) e a *ontology of universals*, que acomoda a metodologia OntoClean (GUARINO; WELTY, 2000) descrita anteriormente. UFO fornece uma teoria de distinções ontológicas que aborda uma tipologia de universais como os tipos sortais rígidos (*kind*, *subkind*), sortais anti-rígidos (*phase*, *role*), e os tipos dispersivos não sortais (ou seja, aqueles que definem conceitos mais genéricos, tais como *mixin*, *category*, *rolemixin*) entre outros, juntamente com algumas restrições (Tabela 6) para regular a construção de modelos ontologicamente consistentes. Em outras palavras, essa ontologia promove uma espécie de perfil, melhorando a descoberta e a correção de pressupostos errôneos devido à imprecisões de conceituação semântica. A Tabela 6 ilustra parte deste perfil.

Tabela 6 – Perfil dos Tipos Universais da UFO. Fonte: Guizzardi (2005, p.113)

Esteriótipo	Descrição	Restrição
«kind»	Tipo Sortal Rígido	Não pode especializar «subkind», «phase», «role», «roleMixin».
«subkind»	Tipo Sortal Rígido	Não pode especializar «phase», «role», «roleMixin», e deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«phase»	Tipo Sortal instanciado apenas em certos contextos, e dependente de uma propriedade intrínseca	Definido como parte de uma partição. Deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«role»	Tipo Sortal instanciado apenas em certos contextos, e dependente de uma relação externa	Cardinalidade do lado oposto ao tipo «role» deve ser ≥ 1 . Deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«mixin»	Tipo genérico representando propriedades abstratas de tipos disjuntos	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role», «roleMixin».
«category»	Tipo «mixin» rígido, que se especializa em diferentes «kinds»	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role», «roleMixin».
«rolemixin»	Tipo «mixin» que se especializa em diferentes «roles», com supertipos «kind» distintos	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role». Deve existir uma relação com cardinalidade ≥ 1 no lado oposto da associação.

Modelos construídos ancorados na UFO favorecem a adequação ontológica, ou seja, possuem maior grau de proximidade com a realidade (BRINGUENTE; FALBO; GUIZZARDI, 2011; GUIZZARDI et al., 2010). Desde a sua concepção, UFO continua a ser amplamente utilizada em uma variedade de domínios, como pode ser verificado nos estudos de Detoni et al. (2017), Griffo et al. (2017), Poletaeva et al. (2017). A fim de assegurar uma formalização adequada, esta ontologia de topo baseia-se em outras teorias da Lógica Filosófica, da Filosofia da Linguagem, da Linguística e da Psicologia Cognitiva. UFO é estruturada em três componentes: UFO-A, UFO-B e UFO-C. UFO-A descreve os objetos que persistem durante toda a sua vida, preservando sua identidade, como uma pessoa ou um livro. Estes são conhecidos como **Endurantes**. UFO-B modela a noção de eventos ou **Perdurantes**, ou seja, coisas que acontecem no tempo, como um concerto musical, um processo de negócios, um jogo de xadrez, um crime, ou uma ação legal. Finalmente, UFO-C é a porção

construída sobre os outros dois, definindo entidades sociais, como agentes, objetivos, ações e compromissos. Cada fragmento da UFO é descrito nas subseções a seguir.

3.4.1 UFO-A: Uma Ontologia para Endurantes

A Figura 10 exibe uma visão parcial da UFO-A. A partir da categoria mais genérica, **Entity**, a UFO-A é especializada em dois ramos que abordam a dualidade “Instância v. Tipo”, representada pelas categorias **Particular** e **Universal**, respectivamente. **Universal** define padrões que são instanciados pelos **Particulars**, cada um com seu identificador. **Endurants** são entidades perenes que existem, mesmo com o passar do tempo. Eles podem ser existencialmente independentes (**Substantial**) ou existir somente quando associados a outro particular (**Moment**). Um tipo notoriamente complexo de **Endurants** é uma **Situation**, uma parte da realidade reconhecida como um todo, um estado de coisas. Na prática, as situações são satisfeitas por outros **Endurants**, incluindo outras situações menores. As instâncias de (**Moment**) dependentes podem estar associadas a um único particular, **Intrinsic Moment**, ou a uma variedade delas, **Relator**.

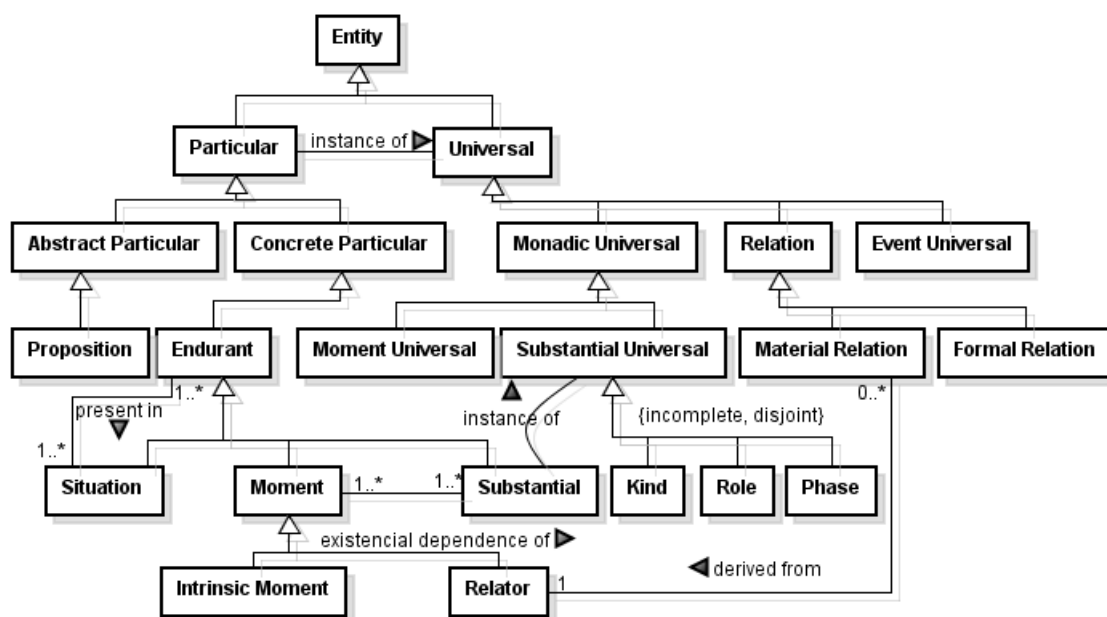


Figura 10 – A Ontologia dos Endurantes. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).

Relacionado ao tipo **Universal**, as subcategorias **Kind**, **Role** e **Phase** se destacam, como já descritas na Tabela 6. Além destas, **Relations** são tipos da entidade **Universal** que medeiam outras entidades. Essa mediação pode se dar através de um **Relator** (**Material Relation**), ou diretamente, sem a intervenção de qualquer outra entidade, ou seja, uma **Formal Relation**.

3.4.2 UFO-B: Uma Ontologia para Perdurantes

A subontologia UFO-B modela entidades que são delimitadas por intervalos de tempo. Alguns pontos de vista distintos descrevem a ontologia de perdurantes (ou **Event**), como destacado em (GUIZZARDI et al., 2013): a estrutura mereológica dos eventos, eventos como mapeamentos de uma situação anterior para uma situação posterior, a participação de objetos em eventos, a ordenação temporal de eventos, e eventos como manifestações das disposições de objetos. A Figura 11 ilustra o núcleo da UFO-B.

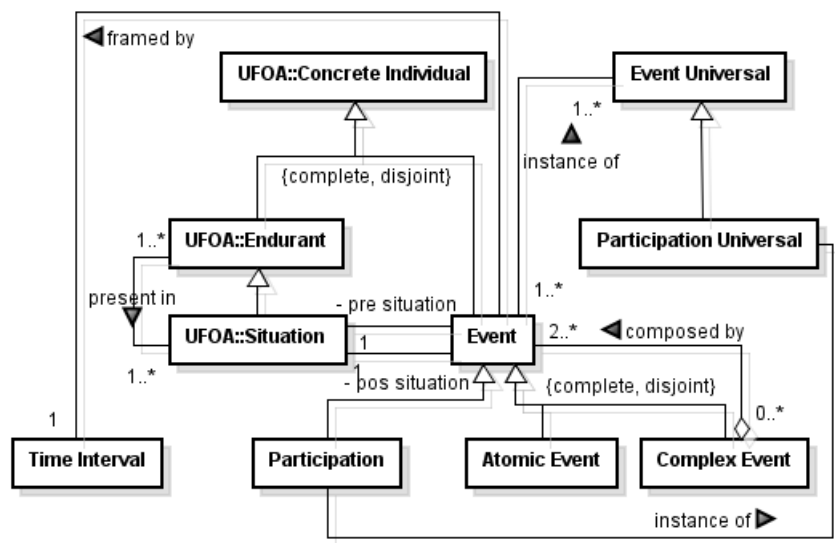


Figura 11 – A Ontologia dos Perdurantes. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).

Um **Event** pode ser classificado como **Atomic Event** ou **Complex Event**. O último tipo é um evento que é uma agregação de dois ou mais outros eventos, que podem ser atômicos ou complexos. Além disso, eventos são mudanças de estado de coisas. **Participation** é um tipo especial de **Event** envolvendo a participação de um **Substancial**. Na próxima subseção, ao descrevermos a ontologia das entidades sociais, essa entidade será mencionada novamente.

3.4.3 UFO-C: Uma Ontologia para Entidades Sociais

A partir das categorias ontológicas de **Endurant** e **Perdurant**, define-se a UFO-C, a ontologia de entidades sociais. Apresentamos a UFO-C em dois módulos: a subontologia para ações, objetos, e agentes, e a subontologia para compromissos, delegações e intenções, conforme Figuras 12 e 13.

Na porção da UFO-C exibida na Figura 12, **Substancial** pode ser especializada em duas categorias disjuntas: **Agent** e (não-agentivo) **Object**, que são adicionalmente especializadas em entidades físicas e sociais. Embora ambos possam participar em **Events** arbitrários, (**Agent Participation** e **Object Participation**), ao contrário de **Objects** inanimados, um **Agent**

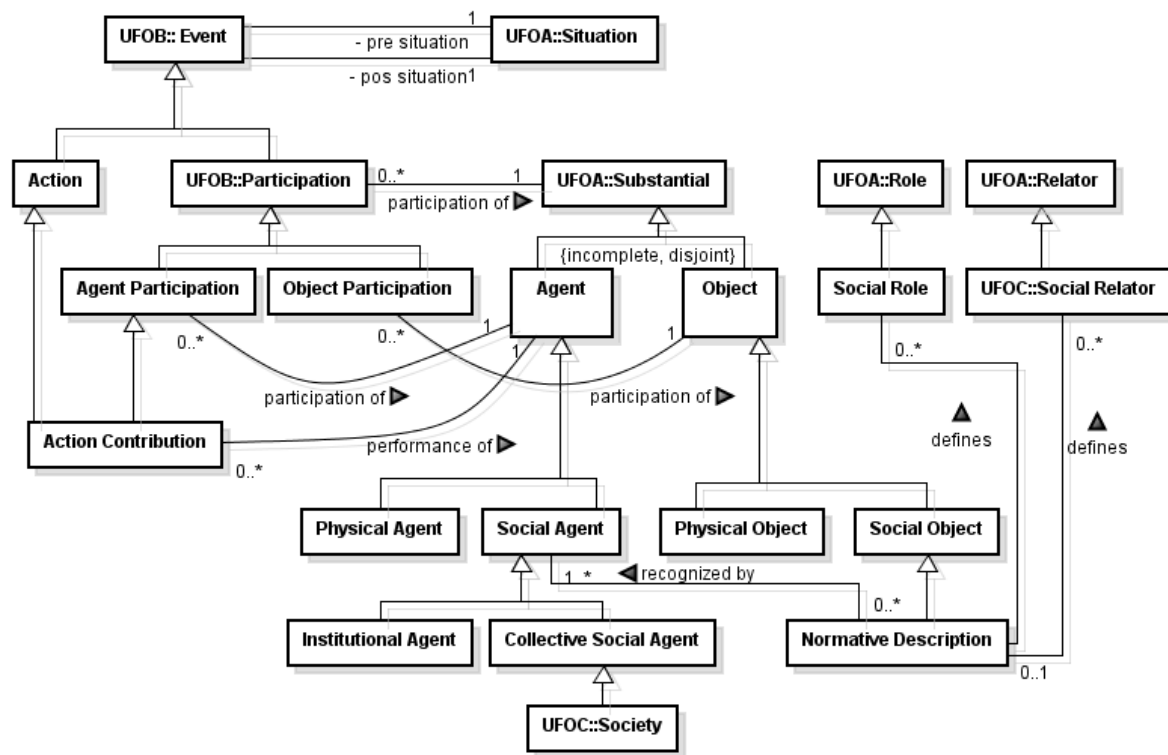


Figura 12 – A Ontologia de Agentes, Objetos e Ações. Fonte: [Guizzardi, Falbo e Guizzardi \(2008\)](#).

cria ações (Action Contribution), geralmente dirigido por uma intenção ou crença (ou algum outro Intentional Moment).

Social Agents costumam reconhecer um conjunto de regras/normas do tipo Social Object, conhecido como Normative Description, que definem Social Roles. Por exemplo, uma comunidade politicamente organizada vive sob a égide do Estado (um Institutional Agent) o qual, por meio de um sistema coerente de normas jurídicas, define papéis sociais, como agressor, vítima, réu, entre outros. Intentional Moments são constituintes intrínsecos do Agent, geralmente guiados por Goals (Figura 13). Esses momentos são devidamente separados em compromissos internos (Mental Moment) ou externalizados através de Social Commitments.

Além disso, ações são criadas para atender a esses compromissos. Um Social Commitments envolve pelo menos dois agentes: aquele quem firmou o compromisso e aquele para quem o compromisso foi garantido. O primeiro, a pessoa comprometida, cria um compromisso interno para realizar a tarefa, enquanto o segundo cria uma reivindicação, uma Social Claim, dependente do primeiro. A Social Relator equaliza esses momentos, através da mediação entre os dois agentes. Na relação supracitada, quem assina o compromisso deve criar ações que busquem satisfazer o objetivo. Outra relação dual de compromisso/reivindicação é feita através do relacionamento Delegation. Sempre que alguém delega algo a um terceiro, o último é aquele quem deve assumir o compromisso com o objetivo pretendido.

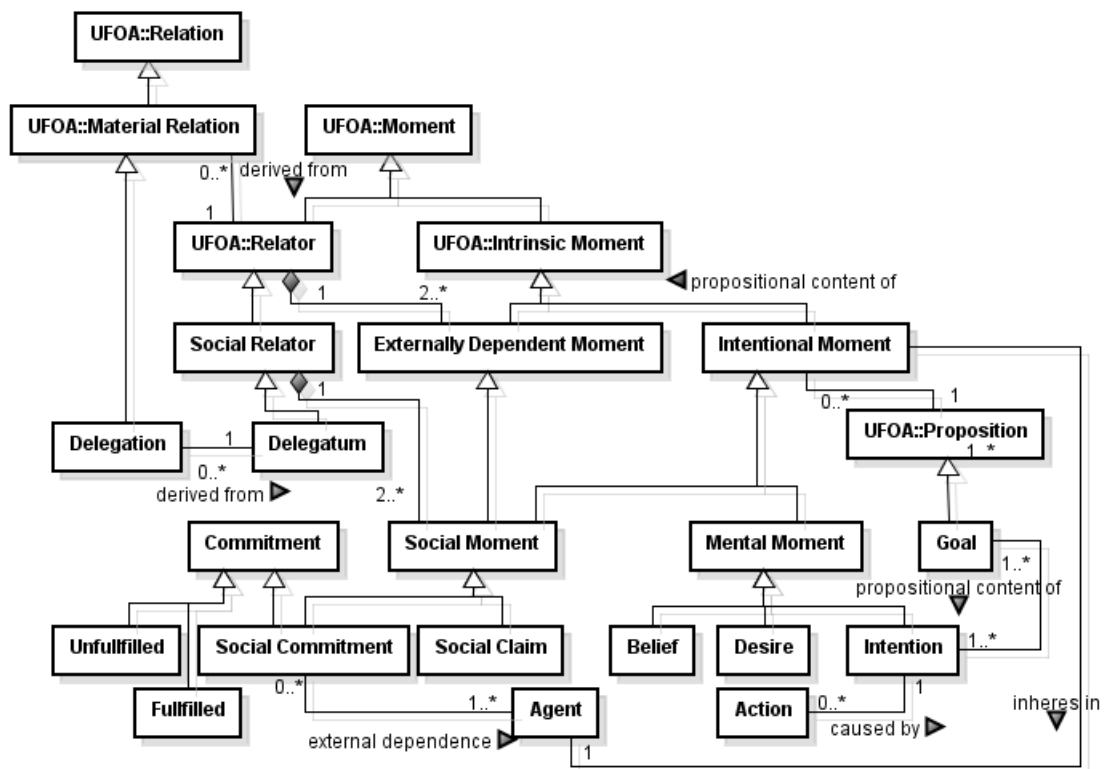


Figura 13 – A Ontologia de Compromissos e Intenções. Fonte: [Guizzardi, Falbo e Guizzardi \(2008\)](#).

No modelo, essa relação é mediada pelo **Social Relator** conhecido como **Delegatum**.

3.4.4 Padrões e Anti-Padrões

Como descrito, UFO estabelece uma espécie de perfil semântico, propondo um conjunto de categorias e restrições. As restrições impostas são construídas sobre meta-propriedades extraídas de teorias clássicas, tais como aquelas que acomodam o princípio da identidade, da rigidez, e da dependência externa, como discutido por [Guizzardi \(2005\)](#). Neste trabalho, inclusive, alguns postulados são apresentados em decorrência da ontologia dos universais. Em suma, estes ditam que: (i) cada objeto deve ser uma instância (direta ou indiretamente) de um «kind», (ii) e não mais do que um; (iii) um tipo rígido não pode ser generalizado por um anti-rígido; (iv) tipos (dispersivos) não-sortais não podem ser especializações de tipos sortais. Logo, para projetar modelos conceituais de alta qualidade e ontologicamente consistentes, o engenheiro deve fazer uso de ferramentas e metodologias para modelagem conceitual, como o uso padrões e anti-padrões de modelagem.

Padrões ([GUIZZARDI, 2014](#)) são estratégias de modelagem que atendem satisfatoriamente as teorias subjacentes da UFO. No entanto, dado o conhecimento jurídico factual, amplamente baseado em anomalias semânticas, os padrões não garantem que instâncias de modelos indesejados sejam criadas. Portanto, é imperativo fazer uso adicional de anti-

padrões, isto é, configurações adicionais para descobrir suposições suscetíveis a erros, o que pode levar a um estado de coisas não intencional. Dentre os padrões de modelagem definidos pela UFO, alguns se destacam, a saber: *Role Pattern*, *Phase Partition Pattern*, *RoleMixin Pattern* (Figura 14), e *Relator and Material Relations Pattern*. Guizzardi e Sales (2014) dispõe de um catálogo de anti-padrões, tais como: *Relation Specialization*, *Imprecise Abstraction*, *Relator With Overlapping Roles*, e *Twin Relator Instances*. Para evitar a redundância na exposição destas, algumas estratégias de modelagem são apresentadas juntamente com a avaliação da ontologia criminal disposta no Capítulo 5.

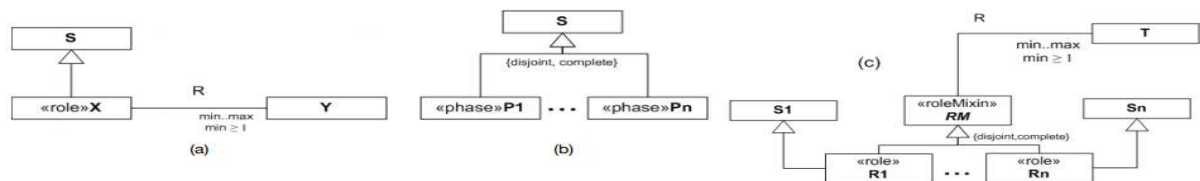


Figura 14 – Tipos de Padrões de Modelagem da UFO. Fonte: Guizzardi (2014).

3.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo exploramos a convergência entre a Web Semântica e as Ontologias. Também destacamos uma gama de padrões e tecnologias para que os recursos da Web possam ser semanticamente definidos, permitindo a criação de serviços e ferramentas mais avançadas, como a linguagem OWL2 e o formalismo DL. Ao final, foi apresentada a UFO, que foi utilizada para a construção das Ontologias Jurídicas, por incorporar princípios de boa modelagem da OntoClean, e por disponibilizar uma ontologia de entidades sociais.

Antes de iniciar a engenharia ontológica a que se propõe esta tese, contudo, é preciso organizar e classificar a literatura jurídica, em termos dos modelos e sistemas correlatos. Isto posto, discutimos no próximo capítulo um Mapeamento Sistemático que possibilitou estabelecer uma classificação das ontologias jurídicas, em termos de metodologias e padrões utilizados, tarefas suportadas, estratégias de avaliação, entre outros. As respostas obtidas foram essenciais para os modelos propostos nesta tese.

4 UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO PARA AS ONTOLOGIAS JURÍDICAS

Este capítulo destaca os resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) desenvolvido com vistas a organizar as ontologias jurídicas, bem como categorizá-las em termos do domínio jurídico, do propósito, da teoria legal de embasamento, do nível de generalidade, das metodologias de desenvolvimento, além de outras dimensões pertinentes ao estudo. Este capítulo atende, portanto, à questão de pesquisa **QP01: Quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam de Ontologias Jurídicas?**

4.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Um MSL é um estudo secundário que visa recuperar trabalhos primários através de um ou mais questionamentos. Não obstante, ao invés de realizar uma análise dos dados mais profunda, para que se possa coletar e integrar evidências acerca das (poucas) questões levantadas, o MSL se preocupa em sumarizar as pesquisas em uma determinada área, de uma forma mais abrangente (PETERSEN et al., 2008), (PETERSEN; KUZNIARZ, 2015). Logo, este prevê a estruturação de uma área de pesquisa, bem como a indicação dos tópicos mais citados e, conseqüentemente, possíveis lacunas e nichos ainda incipientes.

O **objetivo** deste mapeamento é, portanto, investigar a literatura acerca das ontologias jurídicas. Em particular, procurou-se classificar/categorizar os estudos correlatos em termos dos paradigmas de representação, nível de generalidade, teoria legal de embasamento, metodologias, estratégias de avaliação, bem como potenciais problemas semânticos e sintáticos identificados na formalização do conhecimento jurídico. Ressalta-se ainda que poucas pesquisas foram relatadas sobre o processo de elaboração de um amplo estudo de categorização para ontologias legais, baseado em uma estratégia de pesquisa exaustiva. A síntese obtida fornece um esquema de classificação, útil para outros estudos secundários com maiores níveis de detalhamento.

4.1.1 Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura

A Figura 15 destaca o protocolo utilizado neste MSL. Este foi uma síntese extraída de Kitchenham e Charters (2007) e Petersen et al. (2008), além de atualizado por Petersen e Kuzniarz (2015). A metodologia de pesquisa adotada concentrou-se em três fases: Planejamento, Condução e Divulgação dos Resultados.

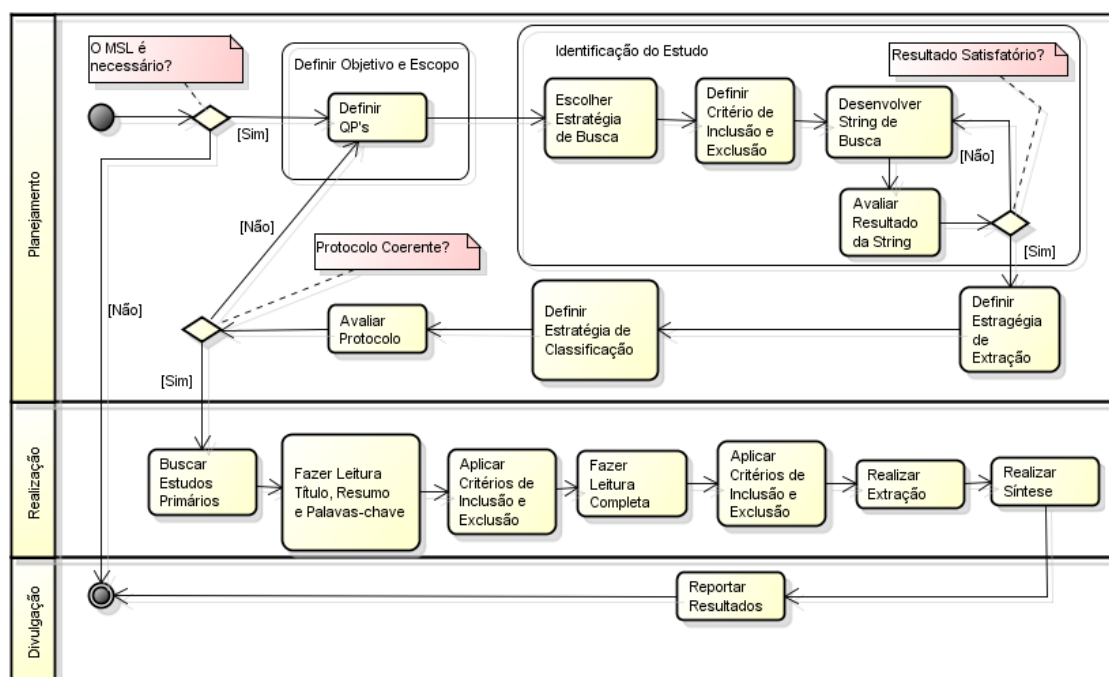


Figura 15 – Protocolo do **MSL**. Fonte: Adaptado de **Kitchenham e Charters (2007)** e **Petersen et al. (2008)**.

4.1.2 Planejamento do Mapeamento Sistemático

No planejamento, podemos destacar as seguintes atividades: (i) Definir Objetivo e Escopo, (ii) Identificação do Estudo, (iii) Definir estratégias para Extração, e (iv) Classificação dos dados. Ao definir o escopo do mapeamento, busca-se definir os limites do que será pesquisado. Para tanto, as **Questões do Mapeamento (QM's)** na Tabela 7 foram criadas.

Ao sintetizar os dados da **QM01** e da **QM02**, a maturidade e as tendências dos tipos de pesquisa ao longo dos anos podem ser identificadas. O *framework* conceitual destacado em **Casellas (2011, p. 50)** lista os propósitos mais comuns das ontologias jurídicas: organização e estruturação de informação, raciocínio e resolução de problemas, indexação semântica e busca, integração semântica e interoperabilidade, e compreensão do domínio.

A **QM03** analisa as teorias jurídicas subjacentes (e se elas foram usadas). Além daquelas teorias já discutidas na Seção 2.1.1, destacamos outras teorias jurídicas não tão abrangentes, como a Teoria Jurídica Intencional e a Teoria Jurídica da Negociação. O Originalismo ou o modelo jurídico orientado pela intenção (**BREST, 1980**) procura identificar a intenção do legislador por trás da lei; isto é, transcende a interpretação literal do que está escrito. A teoria da negociação envolve lidar com o vasto corpo existente de normas referentes ao processo de negociação (tais como, direito do consumidor e lei de contrato). A teoria aborda diferentes aspectos da lei, seja ela a substância ou as estratégias da negociação (**KOROBKIN, 2000**).

Um esquema de classificação para os subdomínios do Direito modelados (Direito do

Tabela 7 – Questões de Pesquisa do Mapeamento Sistemático. Fonte: própria.

ID	Questão	Razão
QM01	Quando e em quais tipos de veículos (periódico/conferência/ workshop) os trabalhos foram publicados?	Identificar os períodos de publicação e a maturidade da área.
QM02	Qual o propósito (uso) da Ontologia criada?	Analisar os principais usos das ontologias desenvolvidas, com base em (BREUKER; VALENTE; WINKELS, 2006).
QM03	Quais Teorias Legais foram utilizadas?	Analisar o embasamento jurídico utilizado na Ontologia, com base em (BREUKER; VALENTE; WINKELS, 2006).
QM04	Qual o Domínio Jurídico foi modelado?	Identificar os domínios que comumente são utilizados.
QM05	Qual o nível de generalidade da ontologia?	Identificar o tipo da Ontologia quanto ao grau de abstração, com base em (ROUSSEY et al., 2011).
QM06	Quais metodologias de Engenharia para construção foram utilizadas?	Analisar as metodologias da engenharia ontológica utilizadas no campo jurídico.
QM07	Quais técnicas de avaliação de Ontologias foram conduzidas nos estudos?	Analisar as estratégias de avaliação ontológica utilizadas no campo jurídico.
QM08	Quais particularidades foram encontradas nos textos dos estudos?	Levantar as principais características que tornam o domínio tão desafiador.
QM09	Quais deficiências semânticas e sintáticas foram evidenciadas nos textos dos estudos?	Levantar as principais dificuldades encontradas nos textos jurídicos, com base em (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011).
QM10	Quais padrões/linguagens foram utilizadas para formalização?	Identificar os padrões utilizados para construir ontologias formais.

Consumidor, Direito Penal, Direito Civil, entre outros) é apresentado em virtude da QM04. Com relação ao nível de generalização (QM05), classificamos as ontologias quanto aos tipos mencionados por (Roussey et al., 2011), apresentados na Seção 3.2.1. As outras QMs são justificadas pela natureza dos estudos, como o processo de construção (QM06) e as metodologias de avaliação. Em particular, no que diz respeito à avaliação ontológica (QM07), a literatura relacionada (HLOMANI; STACEY, 2014) propôs várias abordagens de avaliação, conforme já apresentado na Seção 3.2.5. Outras questões relacionadas à natureza jurídica das ontologias, como as singularidades do *corpus* jurídico (QM08), e as anomalias semânticas e sintáticas dos textos jurídicos (QM09) também são destaques, finalizando com os padrões usados para formalização ontológica (QM10).

4.1.3 Estratégias de Busca e *String* de Busca

Quanto ao método de busca, optou-se por uma busca automatizada nas seguintes bibliotecas digitais e indexadores: ACM, IEEE Xplorer, Springer Link, Scopus, Web of Science, Engineering Village e Science Direct. Para a *string* de busca, tópico(s) relacionados foram identificados e agrupados através de operadores lógicos “AND” e “OR”. Os dois primeiros grupos listam os sinônimos para “ontologia” e “jurídica”. No entanto, é comum usar outros termos não relacionados (normas, conhecimento legal, conceitos jurídicos, *AI and Law*) para se referir a modelos conceituais como, por exemplo, “Ontologias para o Domínio Jurídico” ou “Ontologias de Conceitos Jurídicos”. Um terceiro grupo foi,

portanto, criado:

- **Grupo 01:** *Ontology, Ontologies, Ontological;*
- **Grupo 02:** *Law, Legal, Juridical;*
- **Grupo 03:** *Domain, Concept, Norm, Code, Knowledge, Information, Document, Text, Reasoning, AI & Law;*
- **String de Busca:** “legal ontology” OR “legal ontologies” OR “law ontology” OR “law ontologies” OR “juridical ontology” OR “juridical ontologies” OR ((“legal domain” OR “legal concept” OR “legal norm” OR “legal code” OR “legal knowledge” OR “legal information” OR “legal document” OR “legal text” OR “legal reasoning” OR (AI & law)) AND (“ontology” OR “ontologies” OR “ontological”))

Durante esta fase, decidimos usar uma combinação destes termos para cobrir tanto quanto possível o tópico. Adicionalmente, utilizamos um conjunto teste de estudos pré-definidos, que deveriam ser retornados pela busca: (BREUKER et al., 2002b; BREUKER; HOEKSTRA, 2004a; CECI; GANGEMI, 2016; CORNOIU; VALEAN, 2015; FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011; GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003; HOEKSTRA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2015; VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999; VEN et al., 2008).

Algumas bases possuem certas limitações que impedem uma busca mais eficiente. A *string* de pesquisa, portanto, deve ser flexível para adaptar e amenizar esses problemas. Algumas bases digitais não permitem que pesquisas sejam realizadas em partes do texto, como a Springer, acrescentando um esforço considerável nos estágios iniciais da seleção. Em particular, os filtros apropriados fornecidos pela biblioteca foram usados para listar apenas os documentos classificados em disciplinas vinculadas ao contexto (tais como, Ciência da Computação ou Engenharia). As *strings* de pesquisa estão detalhadas no Apêndice A.

4.1.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Com vistas à diminuir possíveis vieses, e atendendo a proposta feita por Petersen e Kuzniarz (2015), dois revisores foram necessários. Dois formulários foram utilizados: um para extrair os dados dos estudos primários selecionados, e um segundo para os estudos excluídos, indicando o motivo da exclusão. Foram selecionados estudos que propõem ou aplicam uma ontologia jurídica para o campo do Direito. O estudo deve ter sido publicado em uma revista, conferência ou *workshop* revisado por especialistas, deve estar disponível em inglês e acessível eletronicamente. Os seguintes critérios de exclusão (CE) foram adotados:

- **CE01:** O estudo se concentra apenas em uma visão filosófica, ou a ontologia não é apresentada de fato, ou não é uma ontologia jurídica;

- **CE02:** O estudo apresenta uma ontologia superficial para explicar uma nova metodologia ou técnica;
- **CE03:** O estudo apresenta comparações/visões gerais de ontologias de outros estudos primários;
- **CE04:** O estudo não possui resumo;
- **CE05:** O estudo é um texto não publicado, disponível apenas como resumo, tutorial, apresentação, palestra, pôster, relatório técnico, tese ou dissertação;
- **CE06:** O estudo não está disponível em inglês;
- **CE07:** O estudo não está disponível eletronicamente;
- **CE08:** O estudo é uma duplicata de um outro já incluído.

A seleção das publicações foi realizada em três etapas bem definidas: (i) aplicação da *string* de busca nas bibliotecas digitais, com foco no título, resumo e palavras-chave, resultando em um primeiro conjunto de estudos; (ii) aplicação dos filtros de inclusão/exclusão sobre o título, resumo e palavras-chaves dos estudos no conjunto anterior, resultando em um conjunto mais refinado de publicações; e, finalmente, (iii) leitura completa das publicações somente para os estudos aprovados na etapa anterior, removendo os manuscritos que atendam a qualquer um dos critérios de exclusão. A saída final tornou-se a amostra de estudos usados para o **MSL**. Para aqueles estudos que existiram discordância dos revisores quanto à sua importância, estes foram conduzidos até a etapa final para leitura completa.

4.2 REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Esta seção foi delineada em três partes. Inicialmente, realizamos a busca pelos estudos primários conforme protocolo já destacado. Em seguida, prosseguimos com a extração dos dados a partir do mapeamento de evidências encontradas nos trabalhos. Com isso, foi possível responder as questões de pesquisa levantadas. Após a categorização, finalizamos com a análise dos resultados encontrados.

4.2.1 Identificação dos Estudos Primários

O **MSL** foi executado seguindo as atividades de planejamento, com base nas pesquisas realizadas nos indexadores e bases de dados mencionadas. Vale ressaltar que periódicos importantes da área, como *Artificial Intelligence and Law*, são indexados pelos mecanismos de busca mencionados anteriormente (Springer, em particular), portanto, uma busca manual não foi obrigatória. O resultado encontra-se na Tabela **8**.

Tabela 8 – Resultado do MSL. Fonte: própria.

Indexadores	F1	F2	F3			E.P.
			Excluídos			
			Superficial	Outra língua	Repetido	
ACM	38	18	07	0	01	10
IEEE	32	25	13	01	02	09
SPRINGER	3.167	46	17	01	04	24
SCOPUS	584	82	40	03	11	28
COMPENDEX	313	02	02	0	0	0
SCIENCE DIRECT	16	07	0	02	0	05
WEB OF SCIENCE	165	13	10	0	01	02
<i>Total</i>	4.315	193	89	07	19	78

De acordo com a *string* de busca, 38 estudos foram retornados da ACM, 32 do IEEE, 3.167 da Springer, 584 da Scopus, 313 da Compendex, 16 da Science Direct, e 165 da Web of Science, um total de 4.315 estudos. O grande número de manuscritos retornados pela Springer ocorreu devido à falta de filtros específicos para proceder com a busca pelo título, resumo ou palavras-chave. Os estudos encontrados nesta primeira fase (F1) foram encaminhados para a segunda fase (F2), onde foram lidas seções específicas, além de analisar se o estudo encaixava-se em algum critério de exclusão. Foram identificados nesta fase 193 estudos, correspondendo a 4,47% do montante inicial.

Finalmente, uma leitura completa dos estudos foi realizada (terceira fase, F3), resultando em 78 estudos primários (E.P.). Entre os estudos excluídos, as principais causas de exclusão foram: o texto não apresentava uma ontologia ou apresentava um modelo muito superficial (S.), o texto não estava disponível na língua inglesa (N.), ou era uma versão anterior (ou uma visão mais superficial) de um estudo já incluído (R.). A distribuição percentual final por base de dados está ilustrada na Figura 16. O indexador Compendex não contribuiu com nenhum estudo primário. Isso se deve em parte à repetição de estudos retornados pelo indexador em comparação com os resultados retornados pelas bibliotecas digitais (IEEE, ACM e Springer). Entre os indexadores, o Scopus se sobressaiu.

As listas completas de estudos incluídos e excluídos (destacando o critério de exclusão usado) podem ser encontradas no Apêndice A.

4.2.2 Aspectos Temporais e Veículos de Publicação

O objetivo da QM01 é investigar quando os estudos foram publicados e os veículos de publicação. A Figura 17 ilustra a evolução das publicações ao longo dos anos.

Durante o planejamento do MSL, o mapeamento não foi restrito a um intervalo de tempo específico. Isso foi porque o objetivo era analisar uma visão geral dos estudos. Embora alguns trabalhos clássicos sobre a *AI and Law* remontam aos anos de 70 (MC CARTY, 1977) e 1980 (RISSLAND, 1988; MCCARTY, 1989), foi na década de 90 que as

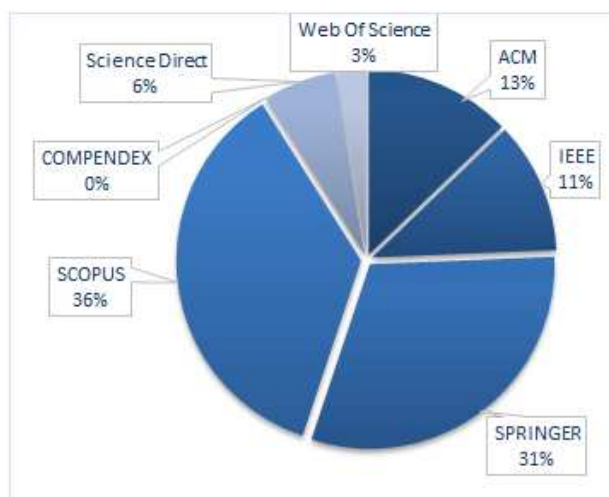


Figura 16 – Distribuição dos Estudos Primários por Indexador. Fonte: própria.

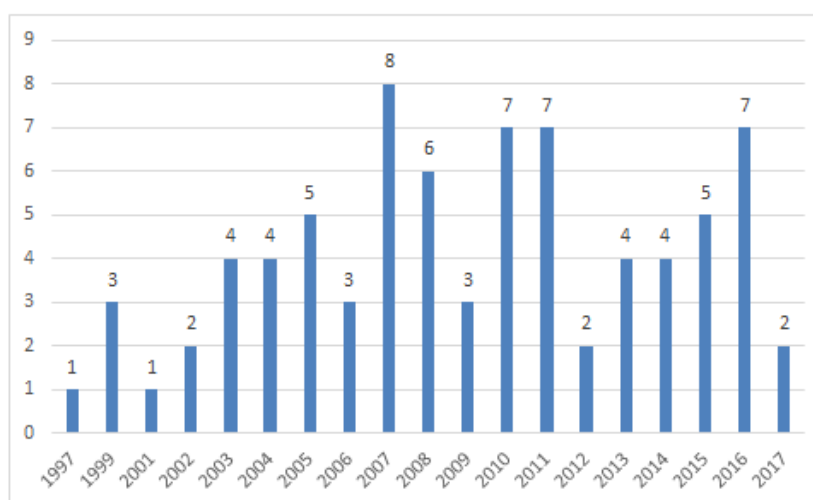


Figura 17 – Estudos Primários pelos Anos. Fonte: própria.

ontologias jurídicas se tornaram um campo de pesquisa ativo. Os estudos nessa área aumentaram significativamente nos últimos anos, persistindo na década atual. Isso segue o surgimento e a adoção de tecnologias da Web Semântica, com impacto direto na área de Inteligência Artificial e Direito. O tema permanece relevante e é alvo de diversos estudos. Aproximadamente 50% dos estudos encontrados foram publicados na década atual.

A partir de outra perspectiva, a **QM01** averiguou a maturidade da área por intermédio dos veículos de publicação utilizados. A distribuição identificada foi a seguinte: 25 estudos de periódicos, 36 de conferências, 13 de workshops, e 4 capítulos de livro. Embora originalmente não estivessem no escopo do mapeamento, ambos os revisores decidiram incluir os capítulos mencionados, porque na verdade são pesquisas que relatam estudos primários. Nota-se o pequeno número de estudos publicados em workshops, o que revela a qualidade das pesquisas realizadas. Todo o esquema de classificação pode ser encontrado no Apêndice [A](#).

4.2.3 Teorias Legais pelos Propósitos das Ontologias

Os resultados de QM02, QM03, QM05 são apresentados em dois gráficos bolhas. Cada um deles representa um plano cartesiano, onde o eixo perpendicular contém as possíveis respostas às questões. A bolha ocupa a interseção entre essas linhas, representando a quantidade de estudos para cada par de categorias. A Figura 18 apresenta duas categorias: a das teorias jurídicas no eixo Y e a do propósito da ontologia no eixo X.

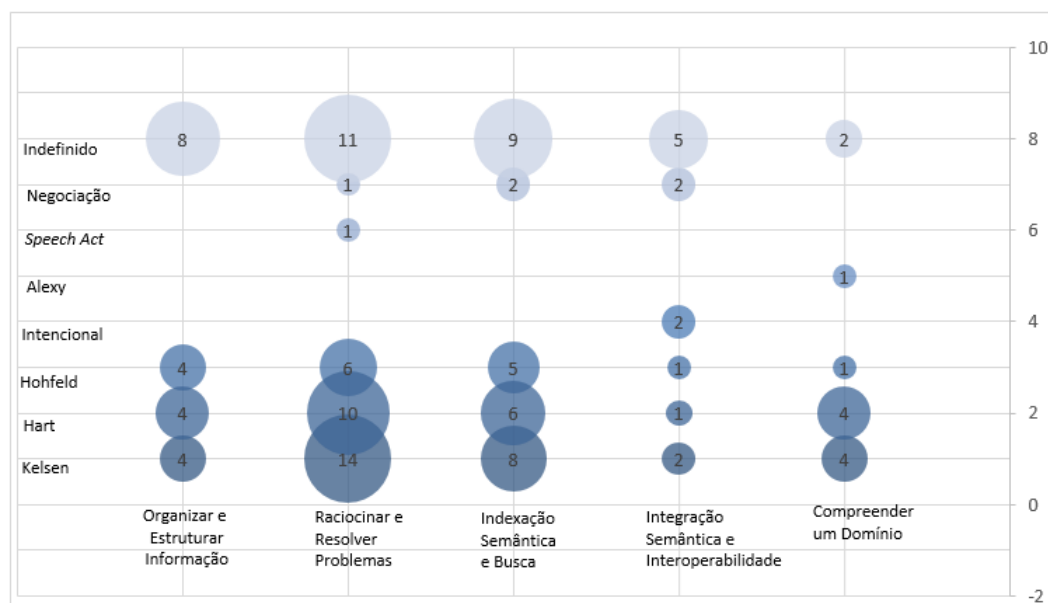


Figura 18 – Teorias Legais pelos Propósitos das Ontologias. Fonte: própria.

Embora as ciências jurídicas devam se encaixar em alguma teoria jurídica para orientá-las, foi comum identificar estudos que não se preocuparam em alinhar seus modelos em teorias sólidas do Direito. Portanto, o tipo “indefinido” foi adicionado para agrupar os estudos. Outra observação é que, para ambas as categorias, as classificações não são disjuntas; pelo contrário, vários trabalhos que abrangem diferentes teorias foram identificados, servindo a diferentes finalidades.

Como reflexo da maturidade das teorias positivas, a tríade Kelsen-Hart-Hohfeld representa a grande maioria dos fundamentos jurídicos. De fato, esses teóricos percorrem os sistemas jurídicos de inúmeros países, criando uma espécie de “quase-padrão” (BREUKER; HOEKSTRA, 2004b). Em uma visão ortogonal, essas teorias estão quase que totalmente atreladas aos três principais propósitos de ontologias jurídicas: descrever domínios/fenômenos, axiomatizar domínios para substanciar e resolver problemas e indexar conteúdo jurídico para promover buscas semânticas.

Em menor número, há as funções de integração semântica e as ontologias como descrições explicativas da natureza do domínio (porção direita da Figura 18). Quanto à interoperabilidade semântica, algumas categorias podem ser destacadas, tais como: **integração de leis entre múltiplas jurisdições**, abordado por Distinto, d’Aquin e Motta

(2016), Hu, Wu e Yang (2011), Jarrar, Verlinden e Meersman (2003), Panagiotopoulos et al. (2011), **harmonização do *corpus* jurídico** (como regulamentos, diretivas e casos passados) descritos em Agnoloni e Tiscornia (2010), Barabucci et al. (2013), **harmonização entre linguagens distintas que abordam domínios específicos** (como as licenças de direitos digitais destacadas em Nadah, Rosnay e Bachimont (2007)), ou **harmonização entre perspectivas técnicas e jurídicas**, discutido por Cevenini et al. (2008). A harmonização busca captar elementos comuns do conhecimento, contornando as barreiras da heterogeneidade semântica e da dispersão de dados. Foi também destacada uma nova categoria de harmonização para as plataformas transfronteiriças, com especial destaque para a intenção subjacente à lei (BREST, 1980). Todos os estudos classificados na teoria jurídica da intenção, discutido em Lu e Ikeda (2008), Lu, Xiong e Park (2012), também se encaixam na categoria de integração semântica.

Considerando o propósito de entender um domínio, existem poucos estudos que não seguem uma teoria legal. Nesta ótica, buscam-se teorias filosóficas que possam explicar a natureza dos diferentes tipos de conhecimento. Em outras palavras, para explicar qualquer domínio conceitual, é necessário fortalecer a ligação com categorias mais abstratas. Mesmo para os estudos classificados como “indefinidos”, em Mommers (2003) há uma referência à relação “ontologia versus epistemologia”, na qual a disciplina epistemológica busca justificar o conhecimento. Ademais, em Adams (2008), encontramos uma referência (superficial) a uma “lógica utilitária” para explicar sobre o conhecimento relacionado à propriedade intelectual.

4.2.4 Teorias Legais pelos Níveis de Generalização Ontológica

A relação entre as teorias legais e o nível de generalização é analisada através de um segundo diagrama de bolhas (Figura 19). Os estudos primários concentraram-se primordialmente em 3 níveis de generalização: topo, central e domínio. Como o MSL evoluiu especificamente em torno do domínio jurídico, não se deve esperar encontrar ontologias gerais ou de tarefas, cujas definições implicam conceitos independentes de domínio.

Cinco estudos descrevendo ontologias de fundamentação foram identificados. A *Legal Requirements Upper Ontology* descrita em Breaux e Powers (2009) define “conceitos jurídicos usados para especificar requisitos de conformidade organizacional”. A *Top Ontology of the Law* exibida em Hage e Verheij (1999) configura uma “visão da lei como um sistema dinâmico de estados de coisas, que são conectados por eventos e regras”. Lehmann, Breuker e Brouwer (2004) propõem a **CausatiOnt**, uma ontologia superior desenvolvida como uma base para modelar a causalidade, embasada na teoria de Hart para conceituar questões relativas à responsabilidade legal. Uma ontologia de nível superior é também o enfoque de Zarri (2007), conhecida como **HClass**, para representar narrativas como uma ontologia de eventos. Por fim, Shaheed, Yip e Cunningham (2005) descrevem a **NM-L** uma extensão de nível superior que busca “fundar a análise temática da linguagem natural

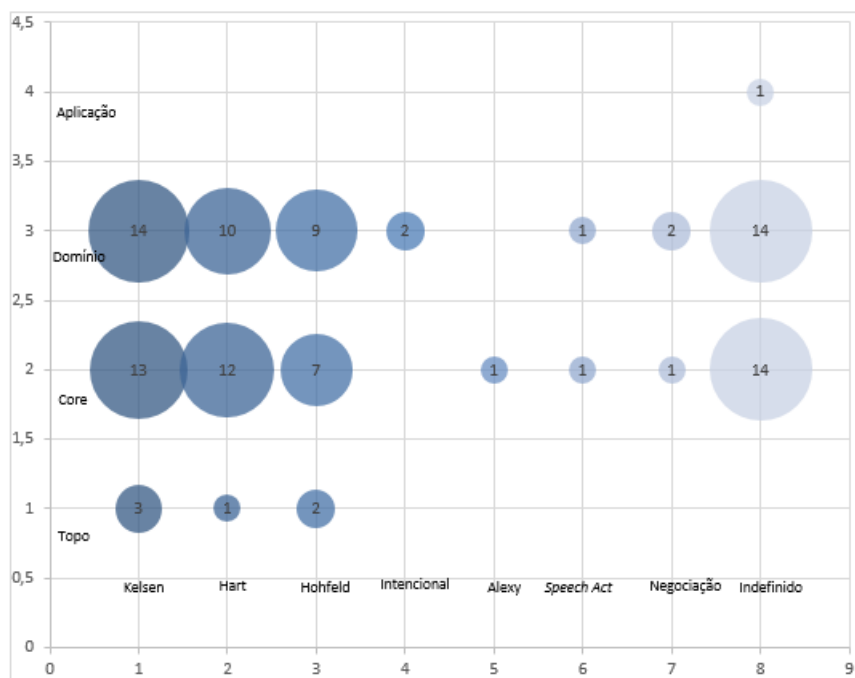


Figura 19 – Teorias Legais pelos Níveis de Generalização. Fonte: própria.

em uma visão de senso comum da realidade”. De fato, NM-L é mais apropriadamente uma visão intermediária entre uma ontologia superior e uma ontologia central. No outro extremo, apenas uma ontologia de aplicação foi encontrada: uma instanciação de uma ontologia OWL para a disputa judicial entre Popov v. Hayashi, discutida em [Wyner e Hoekstra \(2012\)](#).

Antes de categorizar as ontologias centrais identificadas, utilizou-se a distinção proposta por [Agnoloni e Francesconi \(2011\)](#), destacando os diferentes perfis existentes nos documentos legislativos, com o estrutural (ou formal) representando a divisão tradicional da lei em normas, artigos, parágrafos, e seções, e o perfil semântico, que considera a interpretação substancial do texto. De acordo com a primeira classificação, os estudos de [Brighi \(2004\)](#), [Lee et al. \(2011\)](#), [Machado e Oliveira \(2014\)](#), [McClure \(2007\)](#), [Mimouni \(2013\)](#) foram agrupados por proporem uma rede de navegação de normas (facilitando ações como a evolução, criação e derrogação das leis); outros foram classificados por decompor os instrumentos normativos em seus elementos constituintes (como a **Lex-is** de [Cornoiu e Valean \(2015\)](#), a **OntoJuris** de [Drumond e Girardi \(2008\)](#), além daquelas propostas por [Barabucci et al. \(2010\)](#), [Shankhdhar e Darbari \(2015\)](#)); ou ambos os tipos, como a **Legislative Ontology** de [Costilla et al. \(2005\)](#).

Em relação ao perfil semântico, outras subcategorias foram posteriormente identificadas. Alguns estudos foram realizados com o objetivo de esclarecer os diferentes tipos de conhecimento envolvidos no domínio (como a **FOLAW** de [Valente, Breuker e Brouwer \(1999\)](#)) ou como eles se relacionam especificamente com o próprio domínio, a exemplo do

estudo de Mommers (2003). Há também estudos construídos em torno do conhecimento fora da perspectiva escrita (em Casellas et al. (2007) existe uma ontologia jurídica profissional, a **OPJK**). Um segundo grupo lista os estudos considerados mais tradicionais no sentido de conceituar elementos genéricos presentes em textos jurídicos, tais como agentes, eventos e papéis (como a **LKIF** de Hoekstra et al. (2009), a **LRI-Core** de Breuker e Hoekstra (2004a), a **FunGramKB** de Delgado (2015), a **iLaw** de Jinhyung et al. (2012), a **LOTED2** de Distinto, d'Aquin e Motta (2016), bem como os estudos de Cernian et al. (2013), Corcho et al. (2005), Kralingen et al. (1999), Kurematsu e Yamaguchi (1997), Tiscornia (2001)). Outros trabalhos focaram na modelagem de entidades de assuntos também relacionados ao universo jurídico, tais como atos judiciais (a **Core Legal Ontology** (CLO) proposto por Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003)), relações jurídicas (a **UFO-L** de Griffo, Almeida e Guizzardi (2016)), comportamento dos agentes (discutido em Boella, Lesmo e Damiano (2004)) e modalidades deônticas, abordadas por Gostojic, Milosavljevic e Konjovic (2013), Rubino, Rotolo e Sartor (2006).

Algumas ontologias também foram construídas para propósitos específicos, com um efeito negativo de minar sua reutilização em outros contextos. Este é o caso de ontologias de baixa densidade, usadas como vocabulário, tais como **JurWordnet** discutida em Sagri e Tiscornia (2003) e o vocabulário taxonômico proposto por Ajani et al. (2016). Integração semântica, encontrada em McClure (2007), e recuperação semântica de documentos jurídicos, apresentada por Buey et al. (2016), Bui, Nguyen e Ho (2014), Tantisripreecha e Soonthornphisaj (2011), completam as demais ontologias centrais identificadas.

4.2.5 Sub-domínios Jurídicos Mapeados

A observação final, ainda em relação ao nível de generalização, foi identificar os subdomínios do universo jurídico em análise (**QM04**). Isso porque, ao se criar uma ontologia criminal, por exemplo, o engenheiro deve saber o que foi produzido anteriormente e analisar as suposições, critérios, escolhas e teorias já alcançadas na prática. Isso pode elevar a engenharia ontológica a um nível onde a reutilização deixa de ser uma meta distante e inacessível. Doze sub-domínios do Direito foram identificados, conforme Figura 20: Lei de Trânsito, Direito Tributário, Direito Civil, Direito Municipal, Direito do Trabalho, Direito de Sucessão, Direito Comercial, Direito Contratual, Direito do Consumidor, Direito Penal, Direito à Privacidade, e Direito de Propriedade Intelectual.

Modelos conceituais para aplicação de políticas legais, como compartilhamento de informações e proteção de dados na nuvem, são pesquisas recorrentes, como em Hu, Wu e Yang (2011), bem como a **OntoPrivacy** de Cappelli et al. (2007), o Projeto **Neurona** de Casellas et al. (2010), e o **LegLOPD** de Mitre et al. (2006). Existem preocupações semelhantes quanto à lei de direitos de propriedade intelectual e ao licenciamento de conteúdo digital. Alguns destes estudos são: o **Law Article Ontology** de Lu, Xiong e Park (2012), o **ALIS IP** de Cevenini et al. (2008), a **International Copyright**

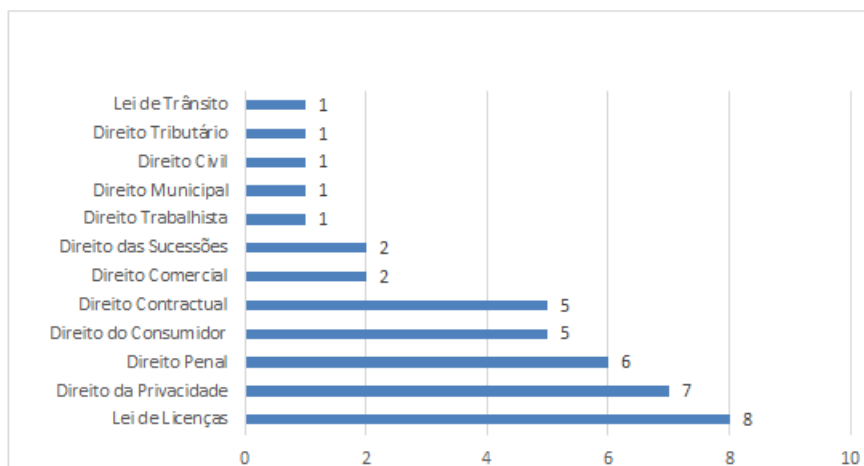


Figura 20 – Sub-domínios Jurídicos. Fonte: própria.

Law Ontology (ICLOnto) de Lu e Ikeda (2008), e a *Ontology for Digital Rights Management* (IPROnto) porposta por Delgado et al. (2003). As questões comerciais também oferecem uma perspectiva em que ocorre a harmonização de múltiplas jurisdições, à luz do crescimento do comércio eletrônico, destacado em Bagby e Mullen (2007), Stolarski e Tomaszewski (2008).

As leis contratuais também destacam-se neste cenário jurídico. Sua idéia central é “relacionar legalmente duas ou mais empresas de negócios para um conjunto de atividades mutuamente responsáveis” (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013). É assim que as ontologias em Gómez-Pérez, Ortiz-Rodríguez e Villazón-Terrazas (2006), Mittal et al. (2016) são apresentadas, isto é, capazes de representar transações ao entregar serviços em nuvem ao cidadão comum. Os contratos podem celebrar acordos que ultrapassem as barreiras geográficas (como a *Ontology of Contracts for the International Sale of Goods* de Kurematsu e Yamaguchi (1997)) ou operar apenas em situações de contexto local, tais como acordos de empréstimo, tratados em Ven et al. (2008).

O Direito do Consumidor surge neste mapeamento com cinco estudos representativos. Uma Ontologia para reclamação de clientes (**CContologia**) é o objeto de estudo de Jarrar, Verlinden e Meersman (2003). Rodríguez-Doncel, Santos e Casanovas (2014b) abordam as queixas dos consumidores na União Europeia através de um modelo semântico que representa os incidentes relacionados com as viagens aéreas. O MSL identificou ainda uma ontologia para o código do consumidor, **JudO Core ontology**: um modelo que tenta representar interpretações judiciais através de audiências baseadas na análise de outros precedentes relativos, proposta em Ceci e Gangemi (2016). Por último, mas não menos importante, os interesses econômicos e legais foram mapeados em uma ontologia de proteção ao consumidor: a ontologia **DALOS** de Agnoloni e Tiscornia (2010), e um vocabulário léxico multilíngue para ser usado como metadados semânticos no domínio do código consumidor foi apresentado por Tiscornia (2006), conhecido como **LOIS Wordnet**.

O Direito Penal, e sua teorização sobre crimes, também foi mapeado. Os estudos de Breuker et al. (2002b) (*Dutch Criminal Law*, OCL.NL), Shankhdhar e Darbari (2015) (*Indian Criminal law*), Rodrigues et al. (2015) (*Brazilian Criminal Law, OntoCrime*) e Ghosh et al. (2017) (*Lebanese Criminal Law*) são destacados. O campo criminal se desdobra ainda em uma série de sub-domínios menores, como os crimes relacionados à popularmente conhecida lei seca, discutida em Rodrigues et al. (2015), e crimes contra o patrimônio de Rodrigues, Freitas e Azevedo (2016).

Entre os subdomínios menos mencionados, em Winkels, Hoekstra e Hupkes (2010), há uma tentativa de mesclar informações textuais com dados geoespaciais, a fim de mapear regiões específicas e inferir, por exemplo, possíveis atividades em determinados locais. Estabelece, portanto, um novo modelo híbrido no qual as ontologias usam imagens e textos jurídicos juntos. Kralingen et al. (1999) apresentaram uma ontologia conceitual baseada em *frames* para representar normas, atos e conceitos jurídicos para o *Dutch unemployment benefits act*. O código civil também foi incluído em virtude das normas relativas às relações jurídicas, como em Abrahams, Condliffe e Zeleznikow (2011), e para conceitualizar a lei da Sucessão, discutida por Boonchom e Soonthornphisaj (2012), Lovrencic e Tomac (2006). Os últimos subdomínios, Direito Tributário e Lei de Trânsito, foram tratados, respectivamente por Saravanan, Ravindran e Raman (2009) e Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011). Saravanan, Ravindran e Raman (2009) propuseram a *IR-oriented legal ontology*, uma ontologia para a Lei da Índia sobre controle de aluguéis, imposto de renda e sobre vendas. Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011) conceituaram uma ontologia veicular, referente ao Código de Trânsito Brasileiro.

4.2.6 Ontologias Reutilizadas da Literatura

Por fim, as ontologias de nível mais alto, utilizadas como base para as ontologias menos abstratas (central e de domínio) mencionadas, também foram registradas. Os resultados encontrados foram: ontologia de fundamentação **DOLCE/DOLCE+** (usada em Boella, Lesmo e Damiano (2004), Delgado et al. (2003), Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003), Gostojic, Milosavljevic e Konjovic (2013), Sagri e Tiscornia (2003), Tiscornia (2006)), **PROTON** (PROTo *upper ontology* usada em Casellas et al. (2007)), **CommonKADS** (biblioteca de modelagem usada em Kralingen et al. (1999), Valente, Breuker e Brouwer (1999)), **LKIF** (*Legal Knowledge Interchange Format* usada em Bartolini, Muthuri e Santos (2017), Bui, Nguyen e Ho (2014), Ceci e Gangemi (2016), Cevenini et al. (2008), Distinto, d'Aquin e Motta (2016), Ghosh et al. (2017), Panagiotopoulos et al. (2011), Rodrigues et al. (2015), Rodríguez-Doncel, Santos e Casanovas (2014b), Ven et al. (2008)), **LRI-Core** (usado em Breuker et al. (2002b), Delgado et al. (2003), Gostojic, Milosavljevic e Konjovic (2013), Griffo, Almeida e Guizzardi (2016), Mitre et al. (2006)), **UFO** (*Unified Foundational Ontology* usada em Ghosh et al. (2017), Griffo, Almeida e Guizzardi (2016), Rodrigues, Freitas e Azevedo (2016)), **Akoma Ntoso** (ontologia de metadados usadas

em [Barabucci et al. \(2010\)](#), [Barabucci et al. \(2013\)](#)), **CLO** (*Core Legal Ontology* usado em [Agnoloni e Tiscornia \(2010\)](#), [Tiscornia \(2006\)](#)), **SUMO** (*Suggested Upper Merged Ontology* usada em [Delgado et al. \(2003\)](#)), **SKOS** (*Simple Knowledge Organization System Namespace* usado em [Bartolini, Muthuri e Santos \(2017\)](#), [Cornoie e Vaele \(2015\)](#)), **PROV-O** (*Provenance Ontology* usada em [Rodríguez-Doncel, Santos e Casanovas \(2014b\)](#)), e **FOLAW** (*Functional Ontology of Law* usada em [Adams \(2008\)](#), [Lehmann, Breuker e Brouwer \(2004\)](#)). A Figura 21 exibe esta distribuição.

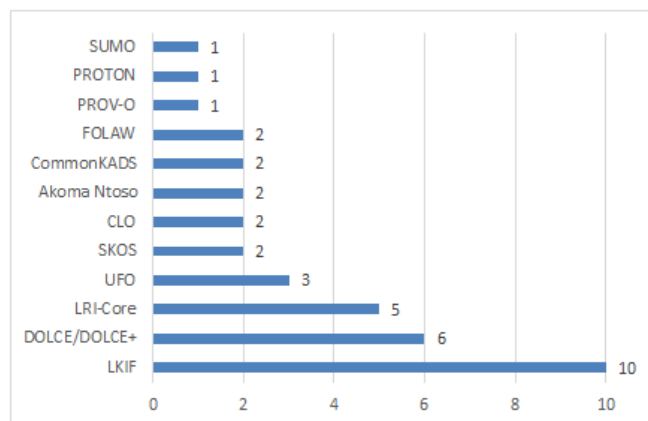


Figura 21 – Ontologias Reutilizadas nos Estudos Primários. Fonte:própria.

4.2.7 Abordagens da Engenharia Ontológica

A questão **QM06** investigou se e como o desenvolvimento de modelos ontológicos foi guiado por alguma abordagem ou metodologia de construção. Inicialmente, esta análise identificou se a ontologia foi construída manualmente ou (semi) automaticamente. Dos 78 estudos primários, apenas 05 se encaixam neste último caso, dos quais apenas [Boonchom e Soonthornphisaj \(2012\)](#) apresentaram um desenvolvimento totalmente automático. Neste estudo primário foi descrito o *Automatic Thai Legal Ontology Building (ATOB)*, um algoritmo para melhorar o processo de recuperação de sentenças legais dentro do domínio da lei de sucessão Tailandesa.

Nos estudos de [Bruckschen et al. \(2010\)](#), [Ceci e Gangemi \(2016\)](#), [Kurematsu e Yamaguchi \(1997\)](#), [Lee et al. \(2011\)](#), abordagens de engenharia ontológica parcialmente automáticas foram identificadas. Em [Lee et al. \(2011\)](#), os documentos jurídicos disponibilizados em linguagens de marcação são convertidos para o formato padrão da Web Semântica, seguindo algumas “regras de conversão”. Em seguida, a ontologia semântica é preenchida manualmente e enriquecida com vocabulários disponíveis. Outras possibilidades são construir manualmente uma “ontologia semente”, que pode então ser automaticamente enriquecida. Esta é a proposta de [Bruckschen et al. \(2010\)](#), [Kurematsu e Yamaguchi \(1997\)](#).

Para os outros 73 estudos primários, a idealização, concepção e implementação foram realizadas manualmente. Para estes casos, a análise baseou-se em três perspectivas: (i) o suporte metodológico, (ii) a abordagem utilizada e, (iii) a ferramenta de apoio. Os estudos poderiam conter todas as três facetas, ou mesmo nenhuma. Em relação à metodologia, a Figura 22 ilustra os processos/princípios de construção empregados, do menos ao mais citado.

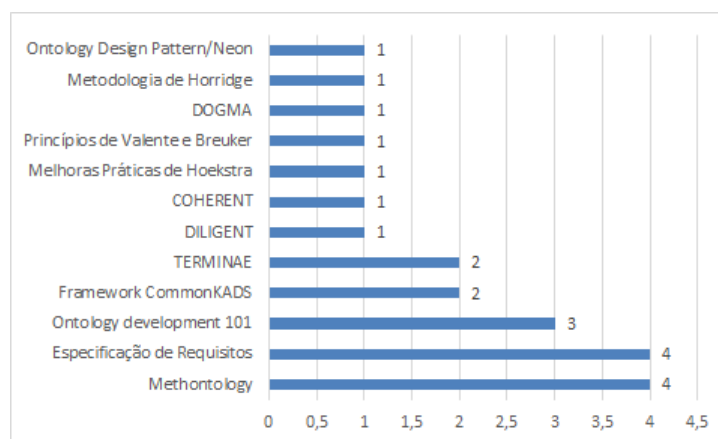


Figura 22 – Metodologias de Construção e Boas Práticas. Fonte:própria.

A **Methontology** discutida na Seção 3.2.3, destacou-se no estudos de Corcho et al. (2005), Gómez-Pérez, Ortiz-Rodríguez e Villazón-Terrazas (2006), Rodrigues et al. (2015), Stolarski e Tomaszewski (2008). Corcho et al. (2005) sugerem que o sucesso da Methontology no domínio do Direito vem de sua inerente facilidade de uso, permitindo que especialistas jurídicos sem conhecimento técnico em engenharia ontológica participem ativamente de seu desenvolvimento. Esta observação também se aplica à metodologia de **Especificação de Requisitos**, identificada em Bartolini, Muthuri e Santos (2017), Casellas et al. (2010), Panagiotopoulos et al. (2011), Rodríguez-Doncel, Santos e Casanovas (2014b), sob a suposição de que a presença de especialistas apóia fortemente a validação da ontologia. Em comum, ambas as metodologias adotam as Questões de Competência (CQs), como discutido na Seção 3.2.3.1.

Ontology Development 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001) foca em outra preocupação: a necessidade de um processo iterativo e flexível que pode ser usado sempre que uma decisão/suposição precisa ser melhor esclarecida ou refinada, uma situação que ocorre constantemente no âmbito jurídico. Esta metodologia que considera também a reutilização de ontologias existentes foi utilizada nos estudos Cernian et al. (2013), Cevenini et al. (2008), Zarri (2007). Já o método adotado por Kralingen et al. (1999), Valente, Breuker e Brouwer (1999) foi o **CommonKADS** (SCHREIBER et al., 1999), o qual direciona sua modelagem conceitual em duas perspectivas: domínio e controle. O método **TERMINAE** (BIÉBOW; SZULMAN, 1999) foi usado exclusivamente para a construção de ontologias jurídicas de domínio, como visto em Mitre et al. (2006), Saravanan, Ravindran e Raman (2009). Entre

suas características, destaca-se a “integração de uma abordagem terminológica e um gerenciamento ontológico, definição precisa de tipos de conceitos refletindo escolhas de modelagem e rastreabilidade”. Embora em um número menor (apenas um estudo de cada foi identificado), outras metodologias reconhecidas na literatura também se fizeram presentes, como **DILIGENT** presente em Casellas et al. (2007), **COHERENT** presente em Delgado (2015), **DOGMA**, presente em Jarrar, Verlinden e Meersman (2003), e **Ontology Design Pattern/NEON Project** presente em Barabucci et al. (2010). Também vale a pena mencionar alguns princípios e boas práticas, adotados e compartilhados por especialistas na área de desenvolvimento de ontologias, destacados nos estudos de Adams (2008), Antunes, Caetano e Borbinha (2014), Wyner e Hoekstra (2012).

Ao longo de outro eixo de análise, as abordagens aqui consideradas foram retiradas de Uschold (1996), que enfatiza as estratégias **bottom-up**, **top-down**, **middle-out** e **híbrida**, como já discutido na Seção 3.2.4. Identificamos o seguinte quantitativo: 14 estudos seguiram a abordagem *bottom-up*, 12 estudos focaram na abordagem *top-down*, 9 estudos usaram uma estratégia híbrida, e apenas 2 utilizaram, de fato, a abordagem *middle-out*. Detalhes dos estudos encontram-se no Apêndice A. A partir deste levantamento, percebe-se que a ideia de iniciar a conceituação a partir de categorias intermediárias ainda é incipiente. Talvez a dificuldade da abordagem venha de uma questão simples, mas não trivial: Quais são as categorias básicas no domínio sob análise? Responder a essa pergunta é exponencialmente trabalhoso quando se fala do domínio jurídico. Ter especialistas é essencial, embora, mesmo assim, é possível que um amplo consenso não seja alcançado. Partir de algo mais tangível, seja um *corpus* de documentos jurídicos ou categorias extraídas do senso comum tem sido mais produtivo. Outra observação direta (Figura 23) é que a abordagem *top-down* está mais ligada a ontologias de nível superior, enquanto a abordagem *bottom-up* foca predominantemente na construção de ontologias de domínio.

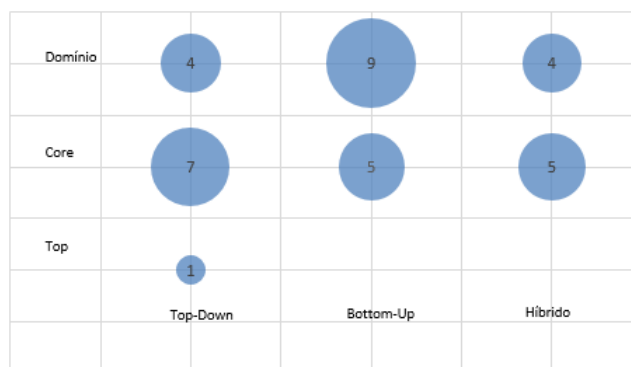


Figura 23 – Nível de Generalização por Abordagem de Construção. Fonte:própria.

O terceiro tipo de análise metodológica abordou o uso de ferramentas para apoiar o processo de desenvolvimento. Entre os ambientes de edição mencionados, os seguintes podem ser destacados: **Protégé** utilizado por Abrahams, Condliffe e Zeleznikow (2011),

Bagby e Mullen (2007), Breuker e Hoekstra (2004a), Buey et al. (2016), Drumond e Girardi (2008), Jinhyung et al. (2012), Lovrencic e Tomac (2006), Rodrigues et al. (2015), Rubino, Rotolo e Sartor (2006), Salam (2007), Shankhdhar e Darbari (2015), Ven et al. (2008), Wyner e Hoekstra (2012), **Oiled Ontology editor** usado por Laarschot et al. (2005), **HOZO** mencionado em Lu e Ikeda (2008), Lu, Xiong e Park (2012), **WebODE** usado em Corcho et al. (2005), Gómez-Pérez, Ortiz-Rodríguez e Villazón-Terrazas (2006), **Dogma Modeler** em Jarrar, Verlinden e Meersman (2003), e **OntoUML** em Griffo, Almeida e Guizzard (2016), Machado e Oliveira (2014).

4.2.8 Abordagens de Avaliação Ontológica

Com relação à verificação ontológica, através da **QM07**, foi possível identificar as abordagens utilizadas para a avaliação das ontologias jurídicas, com base na classificação de Hloman e Stacey (2014). Para fins de esclarecimento, a categoria **Baseada em Modelos** incluiu aqueles estudos que, ou utilizaram metodologias para análise conceitual (isto é, investigar a natureza ontológica de conceitos e relações), ou aqueles que se basearam em ontologias de nível superior que já empregam primitivas suportando a construção de modelos ontológicos bem fundamentados. A Figura 24 mostra a distribuição dos estudos pelas categorias de avaliação. Embora tenha sido identificado um número razoável de estudos que não se preocuparam em utilizar a avaliação da ontologia produzida (32 dos 78 estudos primários selecionados, ou 41%), foi possível encontrar estudos relevantes para todas as categorias elencadas em Hloman e Stacey (2014).

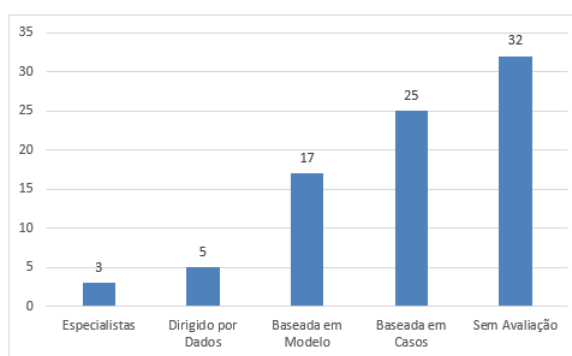


Figura 24 – Abordagens para Avaliação Ontológica. Fonte:própria.

Como casos jurídicos concretos e outros exemplos de natureza legal são facilmente encontrados na web, isso provavelmente influenciou a escolha do “Baseada em Casos” como a abordagem de avaliação mais adotada. Esta escolha tem um ponto negativo devido a sua ênfase em testar somente depois que a ontologia está totalmente desenvolvida, atrasando a descoberta de possíveis suposições incorretas. Ao falar de ontologias centrais, essas avaliações são conduzidas pela instanciação de suas categorias em domínios bem definidos, como as ontologias propostas por Ajani et al. (2016), Gostojic, Milosavljevic e Konjovic

(2013), Kralingen et al. (1999), Rodrigues et al. (2015), Valente, Breuker e Brouwer (1999), Zarri (2007).

Em vez de um modelo padrão, na categoria “Baseada em Modelos”, os estudos são agrupados de acordo com um perfil de modelagem “proposto para avaliar e melhorar a qualidade conceitual de hierarquias de classes e taxonomias de conceito, e para resolver alguns problemas recorrentes na prática de modelagem conceitual” (GUIZZARDI, 2005). Este é o caso das ontologias de nível superior **UFO** e **DOLCE**, que fornecem classes de meta-propriedades (rígidas, sortais) ou estereotipadas (*kind*, *role*, *phase*) e restrições motivadas por considerações semânticas, que juntas fornecem um quadro de suporte para desdobramentos ontológicos bem fundamentados. Alguns dos estudos em que esse tipo de avaliação é encontrado são Bartolini, Muthuri e Santos (2017), Boella, Lesmo e Damiano (2004), Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003), Ghosh et al. (2017), Hoekstra et al. (2009), Rodrigues, Freitas e Azevedo (2016). Além disso, essa classificação foi agrupada em estudos similares que explicitamente utilizaram metodologias de avaliação, como nos estudos de Barabucci et al. (2013), Tiscornia (2001), Wyner e Hoekstra (2012), as quais utilizaram o *framework* OntoClean, apresentado na Seção 3.2.5.

Em menor quantidade, emergem as avaliações orientadas a dados ou a especialistas. Os casos de teste orientados por dados são, em geral, estudos apoiados por um banco de dados para classificar entidades que se referem ao domínio jurídico, isto é, são usados especificamente para avaliação de conceito, destacado em Baumann e Loës (2010), Bruckschen et al. (2010), Buey et al. (2016), Kurematsu e Yamaguchi (1997), Laarschot et al. (2005). O que se observou, no entanto, é que a participação de juristas durante o processo de construção das ontologias ainda se encontra em seus estágios iniciais, especialmente na fase de avaliação. Neste grupo, existe a **Ontology of Professional Judicial Knowledge** de Casellas et al. (2007), que foi avaliada e aprimorada junto com os magistrados da escola judiciária da Espanha, a **Ontology for India Tax Law** de Saravanan, Ravindran e Raman (2009) verificada por um especialista humano além de processos judiciais, e a ontologia de domínio **DALOS** de Agnoloni e Tiscornia (2010), avaliada pelo parlamento italiano.

4.2.9 Problemas dos Textos Jurídicos

Algumas singularidades tornam o domínio jurídico desafiador em relação a outros domínios. É possível identificar e categorizar anomalias nos níveis sintático e semântico dos textos jurídicos. Para criar um esquema de classificação, duas etapas foram realizadas: primeiro, fontes recorrentes de anomalias em textos e no raciocínio jurídico foram identificadas (**QM08**); em seguida, as próprias anomalias foram mapeadas (**QM09**), nos níveis mencionados.

Em relação às particularidades do domínio do direito, foram identificados cinco fatores principais para o surgimento de anomalias (Figura 25): **estilo da escrita**, **heteroge-**

neidade de fontes, volume de informação, dinamicidade de textos normativos, e jurisdições sobrepostas. O quantitativo de estudos por cada fonte de anomalia é destacado na Figura 25 e a listagem completa dos estudos primários em cada categoria encontra-se no Apêndice A.

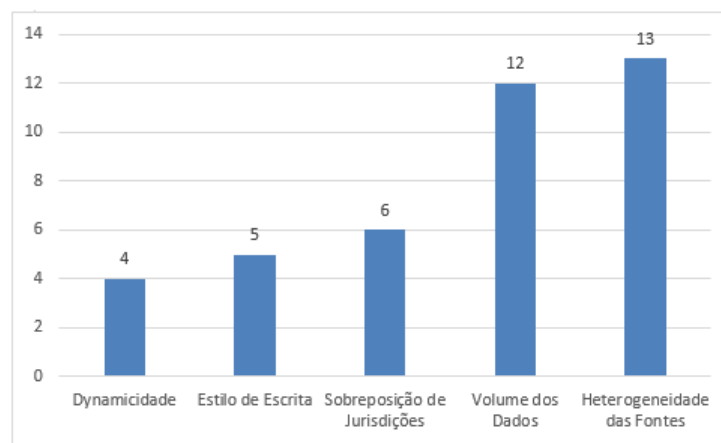


Figura 25 – Fontes de Anomalias. Fonte:própria.

Os estudos de Costilla et al. (2005), Rodrigues et al. (2015) pontuam que a linguagem usada para redigir leis sempre foi reconhecida como obscura, com uso frequente de arcaísmo, erudição e outros malabarismos linguísticos, enquanto que Mittal et al. (2016), Saravanan, Ravindran e Raman (2009) ressaltam as dificuldades inerentes do jargão jurídico. Indiscutivelmente, o aspecto que mais se destacou durante essa análise inicial de deficiências foi a heterogeneidade das fontes de informação jurídica, as quais se realizam em diferentes tipos de documentos, além da própria estrutura hierárquica dos sistemas de ordenamento jurídico. Além de disperso, o domínio chama atenção por causa do volume de informação que produz diariamente nas câmaras legislativas, nos tribunais, entre outros. Em geral, estudos que tratam do volume de informações jurídicas, como, por exemplo, os trabalhos de Bui, Nguyen e Ho (2014), Cernian et al. (2013), Cornoiu e Vlean (2015), Gómez-Pérez, Ortiz-Rodríguez e Villazón-Terrazas (2006), Saravanan, Ravindran e Raman (2009), Tantisripreecha e Soonthornphisaj (2011), Tiscomia (2001), têm um propósito ontológico para conceber métodos e ferramentas para indexação semântica e busca.

Além das nuances textuais, o segundo objetivo foi categorizar as anomalias sintáticas e semânticas. Os estudos propostos por Engers e Glassee (2001), Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011) se preocuparam em estruturar tais deficiências. Da quantidade de estudos selecionados, 38 destacaram anomalias sintáticas e semânticas. A parte superior da Figura 26 mostra as anomalias semânticas. Por outro lado, as anomalias sintáticas são listadas na parte inferior.

Ao longo do eixo sintático, três categorias de anomalias foram observadas: **incompletude, discrepância, e referência cruzada**. A incompletude consiste em lacunas na legislação, embora se diga que o sistema jurídico é holisticamente completo (BOBBIO, 2014)

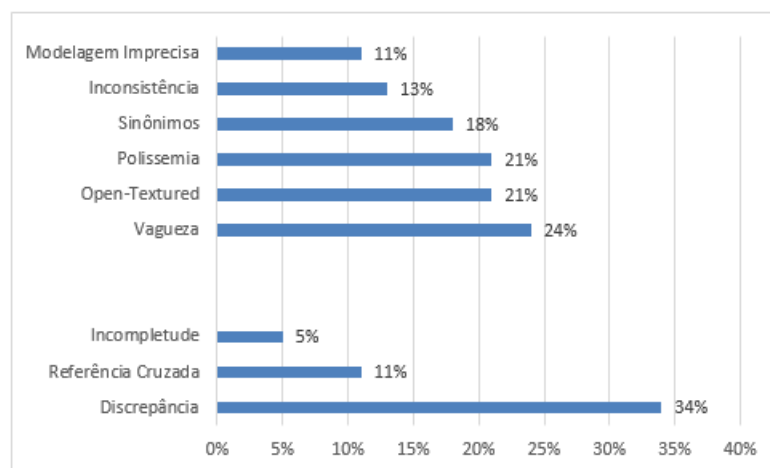


Figura 26 – Anomalias Sintáticas e Semânticas. Fonte:própria.

e use outros mecanismos (doutrinas e princípios) para resolver “situações descobertas”. Os estudos de [Ajani et al. \(2016\)](#), [Valente, Breuker e Brouwer \(1999\)](#) expõem a incompletude como um tipo de anomalia. A discrepância refere-se a potenciais conflitos entre normas, como discutido em [2.1.3](#). Em geral, os tribunais usam critérios de cronologia, superioridade e tempo para resolver esses problemas ([GRECO, 2017](#)). Tais conflitos foram relatados em [Hu, Wu e Yang \(2011\)](#), [Rodrigues et al. \(2015\)](#), [Rodrigues, Freitas e Azevedo \(2016\)](#), [Ven et al. \(2008\)](#), [Winkels, Hoekstra e Hupkes \(2010\)](#). Além disso, os sistemas jurídicos apresentam-se como uma coleção de documentos interdependentes, com uma quantidade razoável de referências cruzadas, como mencionado por [Breaux e Powers \(2009\)](#), [Lee et al. \(2011\)](#), [Mimouni \(2013\)](#), [Ven et al. \(2008\)](#).

As anomalias semânticas, por sua vez, giram em torno de ambiguidades, sejam elas relacionadas à gramática ou à conceituação. O estudo primário [Ajani et al. \(2016\)](#) lista as principais fontes de ambiguidades comumente encontradas neste contexto: **polissemia**, **sinônimo**, **inconsistências**, **subespecificação**, **conceitos *open-textured*** e **modelagem imprecisa**. A polissemia é relatado por [Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt \(2011\)](#) em relação à palavra “Carroceria”, que tem dois significados no código de trânsito brasileiro: refere-se à estrutura na qual o carro é construído (chassis), ou a caçamba de certos tipos de veículos normalmente usados para transporte. Além do estudo supracitado, a polissemia é apontada como uma lacuna semântica em [Ajani et al. \(2016\)](#), [Gangemi, Sagri e Tiscornia \(2003\)](#), [Griffo, Almeida e Guizzardi \(2016\)](#), [Nadah, Rosnay e Bachimont \(2007\)](#), [Sagri e Tiscornia \(2003\)](#), [Saravanan, Ravindran e Raman \(2009\)](#), [Tiscornia \(2006\)](#). Já os sinônimos são apresentados como anomalias quando causam redundância semântica (apontado por [Breuker et al. \(2002b\)](#), [Casellas et al. \(2007\)](#), [Cevenini et al. \(2008\)](#), [Nadah, Rosnay e Bachimont \(2007\)](#), [Sagri e Tiscornia \(2003\)](#), [Saravanan, Ravindran e Raman \(2009\)](#), [Tiscornia \(2006\)](#)). Em [Cevenini et al. \(2008\)](#), os sinônimos são apontados como fonte de anomalias mais frequentes do que a polissemia. Já [Tiscornia \(2006\)](#) enfatiza a

presença de termos com significados semelhantes, mas que não são exatamente os mesmos.

No que diz respeito à conceituação, a presença de espaços semânticos ou termos vagos favorece o aparecimento de sub-especificações. Essa anomalia prejudica a acurácia do modelo em relação à realidade e é referenciada nos estudos primários de Ajani et al. (2016), Breuker et al. (2002b), Cornoiu e Vanean (2015), Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011), Ghosh et al. (2017), Lehmann, Breuker e Brouwer (2004), Lovrencic e Tomac (2006), Rodrigues, Freitas e Azevedo (2016), Saravanan, Ravindran e Raman (2009). Um fenômeno similar inerente ao domínio do Direito é o da porosidade, ou *open-textured*. Hart et al. (2012) argumentam que uma norma geralmente tem duas partes: o núcleo que define quando a regra é certamente aplicada, e uma região de penumbra, onde sua aplicação não é clara (relatada em Bagby e Mullen (2007), Breuker et al. (2002b), Ceci e Gangemi (2016), Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003), Ghosh et al. (2017), Nadah, Rosnay e Bachimont (2007), Valente, Breuker e Brouwer (1999), Zhang, Pu e Wang (2015)).

A modelagem imprecisa emerge como uma anomalia relacionada à confusão conceitual, geralmente proveniente do jargão linguístico e da linguagem intrinsecamente rica (reportada nos estudos de Ajani et al. (2016), Antunes, Caetano e Borbinha (2014), Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011), Mommers (2003)). Inconsistências são situações que apresentam definições contraditórias ou categorias de elementos que não podem ser instanciadas. A inconsistência nos textos jurídicos-normativos é mais detalhadamente tratada nos estudos de Barabucci et al. (2013), Ceci e Gangemi (2016), Rodrigues et al. (2015), além do trabalho de Freitas, Candeias Júnior e Stuckenschmidt (2011), que descreve um problema singular de contradição em relação ao domínio dos veículos (Subseção 2.2.2.2). Outras ambiguidades (não explícitas) também foram relatadas em Breuker et al. (2002b), Brighi (2004), Costilla et al. (2005), Hu, Wu e Yang (2011), Kralingen et al. (1999), Lehmann, Breuker e Brouwer (2004), Lu e Ikeda (2008), Panagiotopoulos et al. (2011), Salam (2007), Saravanan, Ravindran e Raman (2009), Valente, Breuker e Brouwer (1999), Zhang, Pu e Wang (2015).

4.2.10 Formalização das Ontologias

Usualmente, uma ontologia é descrita usando um formalismo de representação de conhecimento bem fundamentado, em muitos casos baseado em termos lógico-matemáticos. A questão de pesquisa QM10, portanto, buscou determinar os principais formalismos utilizados, cujo resultado é exibido na Figura 27.

Pode-se ver claramente que os padrões abertos da Web Semântica (em particular, as linguagens OWL e RDF) têm sido amplamente utilizadas. Mais da metade dos estudos primários apontaram estes formatos como padrões de formalização ontológica. Detalhes dos estudos encontram-se no apêndice A. Como uma linguagem de modelagem de propósito geral no campo da engenharia de software, os diagramas de classes e objetos da Unified Modelling Language (UML) têm sido usados para criar taxonomias de ontologias leves

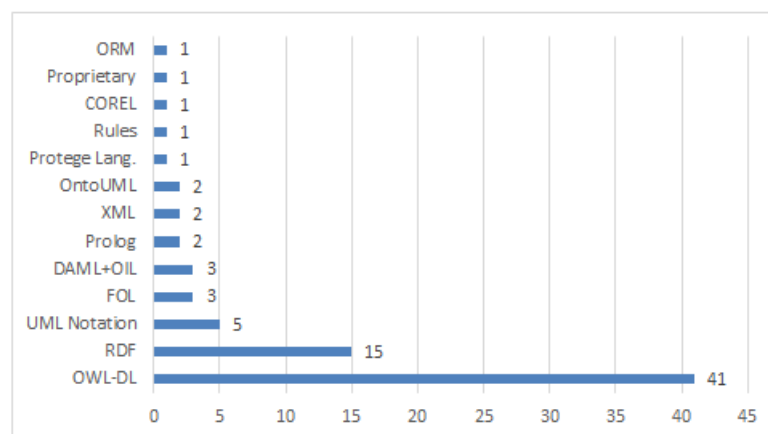


Figura 27 – Padrões de Formalização. Fonte:própria.

(como nos estudos de Baumann e Loës (2010), Ajani et al. (2016)). Já em Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003), a notação UML foi complementada com asserções da lógica primeira ordem. A **OntoUML**, uma extensão da UML, é uma proposta fortemente fundamentada na UFO, usada para redesenhar uma parte do metamodelo da UML 2.0 para abordar especificamente a modelagem conceitual. A OntoUML foi destacada nos estudos de Griffo, Almeida e Guizzardi (2016), Machado e Oliveira (2014).

Os estudos de Breuker et al. (2002b), Corcho et al. (2005), Delgado et al. (2003) basearam-se em uma linguagem de marcação semântica para recursos da web mais antiga: a linguagem **DAML + OIL**. Algumas ontologias foram construídas através de regras (como a ontologia de Hoekstra et al. (2009)), enriquecidas como meta-informações para controlar tarefas de raciocínio. Cláusulas da linguagem lógica declarativa **Prolog**, por exemplo, foram usadas para esse propósito, como destacado em Kralingen et al. (1999), Shaheed, Yip e Cunningham (2005). Nesse conjunto de formalismos, a linguagem **XML** também desempenhou um papel importante na organização de documentos jurídicos de diferentes perspectivas: estrutural, textual e metadados, como mencionado por Barabucci et al. (2010).

Em menor quantidade, outros formalismos mais pontuais também foram identificados. Jarrar, Verlinden e Meersman (2003) capturaram o conhecimento básico do domínio de reclamação do cliente por meio da **Object-Role Modeling (ORM) notation**; Delgado (2015) construiu uma ontologia para ofensas criminosas no topo da **CONceptual REpresentation Language, COREL**; e Lovrencic e Tomac (2006) conceituaram uma ontologia para a Lei de Legislação Familiar que compreende interpretações individuais baseadas na **Protégé Axiom Language, PAL**.

4.3 AMEAÇAS À VALIDADE DO MAPEAMENTO

Embora tenhamos seguido rigorosamente o processo de mapeamento sistemático, alguns fatores podem ameaçar a validade do estudo, especialmente a formulação da expressão de pesquisa, a cobertura da pesquisa, e o processo de extração de dados.

Estamos cientes de que termos como “modelos conceituais” ou “modelos semânticos” podem ser usados excepcionalmente como sinônimos para ontologias. No entanto, para melhorar a exatidão da pesquisa, uma cadeia de pesquisa primitiva foi refinada por meio de algumas interações. Dessa forma, decidimos utilizar apenas o termo padrão “Ontologia”, pois foi possível obter um maior número de estudos relevantes, sem prejudicar a busca com um número excessivo de estudos irrelevantes. Kitchenham, Budgen e Brereton (2010) apontam que o MSL não precisa recuperar todos os estudos disponíveis, pois seu foco é identificar tendências e tópicos abordados na literatura. Uma boa amostra é preferida, embora possa ser algo difícil de avaliar (WOHLIN et al., 2013). Buscamos amenizar esse problema realizando a pesquisa em 7 (sete) diferentes base de dados. Os revisores realizaram o processo de extração de dados de forma independente, de modo que um deles não interferiu no trabalho do parceiro. No final, os dados foram comparados, e as dúvidas foram resolvidas.

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Com o advento da Web Semântica, é possível observar um aumento vertiginoso das ontologias no início dos anos 2000, correlação que fica evidenciada fazendo um paralelo com os dados obtidos a partir dos padrões para formalização ontológica. **Algo pouco explorado, no entanto, são os limites destes na conceituação do domínio jurídico.** Embora este campo seja oportuno para as aplicações da Web Semântica, deve-se notar que a lógica clássica, que é a base da Lógica de Descrição, não acomoda, por exemplo, exceções e conflitos. O raciocínio no campo do Direito é, em princípio, não-monotônico (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010). Exceções e restrições tornam o domínio desafiador e formalizar o domínio jurídico exclusivamente por uma lógica monotônica é uma tarefa onerosa. Entre os estudos selecionados, os trabalhos propostos por Barabucci et al. (2010), Bruckschen et al. (2010), Gangemi, Sagri e Tiscornia (2003), Hage e Verheij (1999) argumentam sobre a necessidade do desenvolvimento de representações lógicas flexíveis (como a lógica *defeasible*) capazes de lidar com a resolução de conflitos (AJANI et al., 2016).

Observou-se também que as ontologias jurídicas são geralmente construídas para problemas ou situações específicas. Isto porque, de um lado, “raciocinar e resolver problemas” foi responsável por 41% dos estudos, enquanto, por outro, apenas 12% se concentraram em “compreender o domínio”. Este último é o propósito mais estreitamente ligado a construção de ontologias mais gerais.

O diagrama de bolhas que trata das teorias jurídicas atesta a concentração de estudos em torno de teorias jurídicas positivas. Existem 44 estudos que atendem a essa classificação, ou aproximadamente 56% de todos os estudos (88% do total, considerando apenas os estudos que tratam de alguma teoria legal). **Essas teorias mais antigas são fundamentais para sistemas jurídicos em todo o mundo, porque moldam as normas, suas qualificações deônticas (proibição, permissão, obrigação) e suas funções (normas reguladoras, meta-normas).** Diz-se, portanto, que as teorias positivas estão entrelaçadas com a perspectiva normativa da ordem jurídica.

Em relação ao nível de generalização, as ontologias centrais e de domínio foram os tipos mais utilizados (46% e 51% do total de estudos primários). **Apesar dos inúmeros esforços para produzir ontologias jurídicas de nível superior, as ontologias de domínio quase sempre foram baseadas em outras ontologias de topo (como DOLCE, UFO, entre outras), com exceção da ontologia LKIF/LRI.** Em outro aspecto, **mais de um terço dos estudos (36%) não se preocuparam em alinhar a ontologia com qualquer base filosófica, prejudicando sua capacidade de reutilização, além de torná-las sujeitas a confusões conceituais, suposições equivocadas, e modelagens imprecisas.** Adicionalmente, fazendo um paralelo com as ontologias de domínio, percebe-se uma tendência no desenvolvimento norteado por preocupações jurídicas transfronteiriças (questões contratuais/comerciais, criminais, de privacidade e propriedade intelectual). Entretanto, muitos domínios ainda estão descobertos. Tipos criminais, por exemplo, podem se desdobrar em inúmeros subtipos. **Uma proposta, portanto, é olhar para uma teoria do crime como uma ontologia central, ancorada nas teorias jurídicas positivas, deixando os tipos específicos de crime axiomatizados por ontologias de domínio. Outra carência observada é a falta de modelagem para os crimes ditos omissivos.**

As fontes do Direito mapeadas concentraram-se, basicamente, em normas escritas ou casos antecedentes, ou mesmo uma combinação destes, como destacado em [Agnoloni e Tiscornia \(2010\)](#), [Laarschot et al. \(2005\)](#), [Saravanan, Ravindran e Raman \(2009\)](#), [Zhang, Pu e Wang \(2015\)](#). **Há, no entanto, a necessidade de investigar outras fontes, como doutrinas e princípios.** Além disso, deve-se salientar que, no contexto prático, estes se complementam, cobrindo possíveis situações não vislumbradas.

Considerando o processo de engenharia ontológica, a grande maioria (93,5%) do desenvolvimento das ontologias jurídicas ocorreu manualmente. Muito ainda precisa ser estudado em termos de identificação, extração e construção automática de ontologias neste domínio. A automação é essencial, dado o vasto âmbito e dimensão do *corpus* jurídico. As metodologias empregadas são aquelas comumente utilizadas no desenvolvimento de ontologias em geral, com ênfase nas tradicionais Methontology e “Ontology Development 101”. **As questões de competência também têm se mostrado uma estratégia regular para a especificação de requisitos.** Com relação às abordagens

de construção, embora a estratégia *middle-out* busque equilibrar problemas daquelas mais tradicionais, seu uso foi reduzido talvez devido à dificuldade em se definir nas fases iniciais as categorias intermediárias do domínio. **Inclusive, ao observar a participação de especialistas na engenharia ontológica, ainda é bastante inexpressiva.**

Entre as investigações realizadas, **a avaliação ontológica ainda é talvez a dimensões mais incipiente.** Quarenta e um por cento dos estudos não mostraram nenhuma atividade de verificação ou validação ontológica. As dificuldades inerentes do domínio exigem a presença de especialistas para evitar que suposições equivocadas sejam propagadas durante o projeto. **O ponto positivo da classificação foi identificar as vantagens na conceituação de domínios embasados em ontologias de nível superior, como a UFO, que já acomodam metapropriedades e restrições para aprimorar a modelagem conceitual.**

As particularidades mostram o quanto desafiador o domínio legal é do ponto de vista da representação do conhecimento e raciocínio. O resultado alcançado sugere, portanto, que a formalização do conhecimento em termos lógico-matemáticos, pode ajudar na consistência semântica, reduzindo inconsistências e ambiguidades de interpretação (embora estas ainda possam existir na modelagem). Outra vantagem de fornecer um modelo logicamente formalizado é executar o raciocínio automático e descobrir se os conceitos podem ser rearranjados em uma relação de subsunção ou se um grupo de definições é inconsistente.

4.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foi apresentado um **MSL** para identificar as ontologias jurídicas disponíveis, além de suas singularidades. Todo o resultado está disponível no Apêndice **A**. De posse dos resultados e dos *insights* construídos ao longo deste capítulo, o próximo explora os Modelos Ontológicos desenvolvidos nesta tese para formalizar o código penal Brasileiro, em especial, a teoria geral do crime. Para tanto, utilizamos como base, a teoria positiva de Kelsen, e a ontologia superior UFO. Discussões acerca de anomalias semânticas/sintáticas durante a construção das ontologias são igualmente destacadas.

5 ONTOCRIME: UMA ONTOLOGIA PARA O DIREITO PENAL BRASILEIRO

A partir dos resultados obtidos pelo **MSL**, descritos no Capítulo 4, este capítulo descreve a Ontocrime, uma ontologia jurídica central, construída a partir da ontologia de topo UFO, e que conceitualiza a Teoria Geral do Crime. A OntoCrime promove a interoperabilidade entre ontologias menos abstratas, fornecendo conceitos comuns a vários subdomínios criminais. Em particular, ontologias jurídicas exigem essa conciliação com outras ontologias de alto nível, dada a heterogeneidade inerente do domínio, como o domínio criminal. A OntoCrime foi projetada considerando a Teoria de Kelsen. Ademais, utilizar a UFO possibilita avaliar a modelagem conceitual por meio de primitivas e restrições de modelagem estereotipadas. No decorrer do capítulo, portanto, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: **QP02: Como é possível formalizar o conhecimento jurídico-normativo extraído do Código Penal Brasileiro (particularmente, a Teoria do Crime), através de uma notação Ontológica que possa ser usada e reutilizada para simular tarefas jurídicas, como checagem de violação, tipificação penal, e resolução de conflitos, por intermédio da Lógica Descritiva?**

5.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA ONTOCRIME

O desenvolvimento da OntoCrime foi guiado através da Methontology (**FERNANDEZ-LOPEZ; GOMEZ-PEREZ; JURISTO, 1997**). Conforme discutido, sua maturidade, bem como a própria metodologia concebida como um processo de ciclo de vida nortearam sua escolha neste projeto, além de ter sido destaque entre as metodologias para as ontologias jurídicas, conforme destacado no **MSL**. Durante a engenharia, utilizamos uma abordagem *middle-out*: a partir de uma lista de categorias intermediárias, procedeu-se com a especialização e/ou generalização sempre que necessário. Para isso, utilizamos além da UFO, os próprios textos normativos, em especial, o Código Penal Brasileiro¹.

5.1.1 Atividade de Especificação

Questões de competência para o domínio criminal foram criadas, para ajudar na especificação de requisitos e delimitação no escopo da Ontologia. A seguir, listamos algumas **QC**, especificadas de acordo com os tipos considerados na Seção 3.2.3.1.

- QCs sobre classes:
 - **QC1:** Quais tipos de objetos estão presentes em uma infração?

¹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm

- **QC2:** Quantas partes têm uma norma criminal?
- **QC3:** Em quais casos um agente não pode ser penalizado criminalmente?
- **QC4:** Quais são os tipos de Normas?
- **QC5:** Que tipos de situações qualificadas existem?
- **QC6:** Quantos tipos principais de sanções existem na área criminal?
- **QC7:** Quais são as principais doutrinas para resolver potenciais conflitos entre regras criminais?
- **QC8:** O que identifica um crime puro de omissão?
- **QC9:** O que identifica um crime impróprio de omissão?
- Problemas de decisão:
 - **QC10:** Um agente pode ser um criminoso e uma vítima do mesmo crime?
 - **QC11:** Algum ato legal tem uma intenção como causa?
- QC sobre axiomas:
 - **QC12:** O que é uma norma legal?

A listagem com todas as **QC** desenvolvidas podem ser encontradas no Apêndice **B**.

5.1.2 Atividades de Aquisição do Conhecimento e Conceitualização

Para se definirem os conceitos-chave do Direito Penal, foi realizada uma pesquisa através de uma observação direta extensiva, a qual foi implantada por meio de um formulário online². Neste, 10 especialistas da área de Direito Penal, Direito Público e Privado, e Ciências Criminais listaram os 30 principais termos/conceitos quando se trata do Direito Penal Brasileiro. A nuvem de palavras da Figura 28 ajudou na identificação das categorias de entidades intermediárias.

No Apêndice **B** destacamos além da transcrição das respostas do formulário, os conceitos, propriedades, e instâncias, conforme o processo definido pela Methontology. Para efeitos de simplificação, as taxonomias e os axiomas são apresentados juntamente com a própria ontologia. Nas seções seguintes, apresentaremos as Ontologias Jurídicas desenvolvidas nesta tese.

² <http://bit.ly/1pUypBZ>

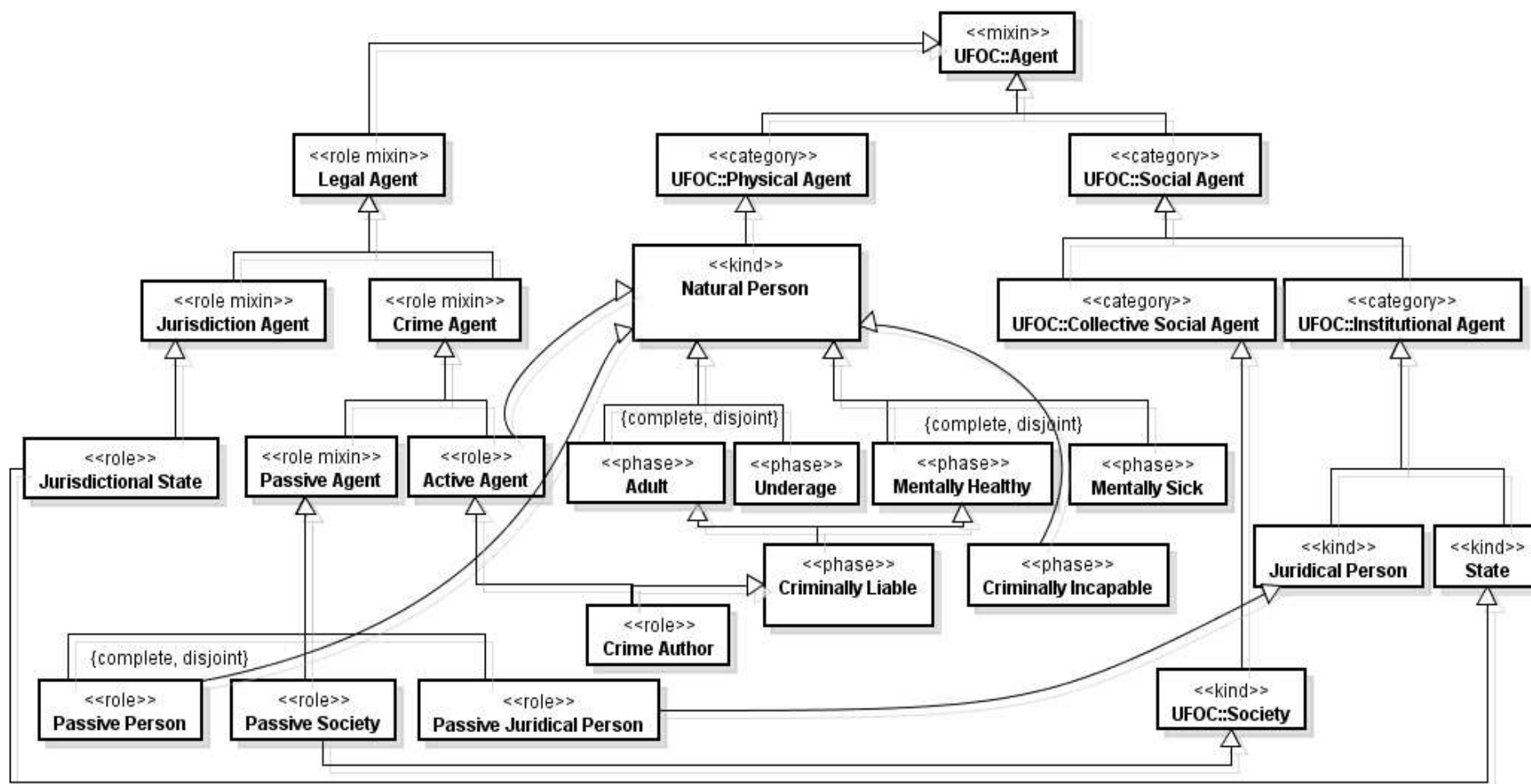


Figura 29 – Agentes da OntoCrime. Fonte:própria.

NaturalPerson representa o conceito da pessoa física, construído a partir de **PhysicalAgent** da UFO. Duas partições foram construídas a partir de **NaturalPerson**, uma para dividir o grupo entre os menores de idade (**Underage**) e os adultos (**Adult**), e uma segunda para separar as pessoas que possuem algum tipo de doença mental (**MentallySick**), daquelas mentalmente saudáveis (**MentallyHealthy**). A partir destas, é possível delinear o conceito para a imputabilidade criminal, representada por **CriminallyLiable**. Nesse caso, não faz sentido falar de papéis, mas sim de fases, já que essa categorização depende exclusivamente das propriedades intrínsecas de um agente. Uma pessoa é dita penalmente imputável, se for maior de idade e não possuir nenhum transtorno mental. Logo, um agente ativo só será, de fato, o autor do crime (**CrimeAuthor**) se puder ser penalmente responsabilizado. Da mesma forma, conceituamos **CriminallyIncapable** como os agentes inimputáveis, seja por uma fator da idade (**Underage**), ou por portar algum transtorno mental (**MentallySick**).

Enquanto consideramos um **ActiveAgent** como uma **NaturalPerson**, com relação à vítima, uma infração pode violar, além do bem de uma pessoa comum, um bem de uma pessoa jurídica (uma **JuridicalPerson** é aquela quem possui um **CNPJ**), ou um bem comum da sociedade. Portanto, além de **PassivePerson**, outras entidades também podem assumir o papel da vítima, como **PassiveJuridicalPerson** ou **PassiveSociety**. Crimes contra o meio ambiente, por exemplo, têm a sociedade como sua principal vítima.

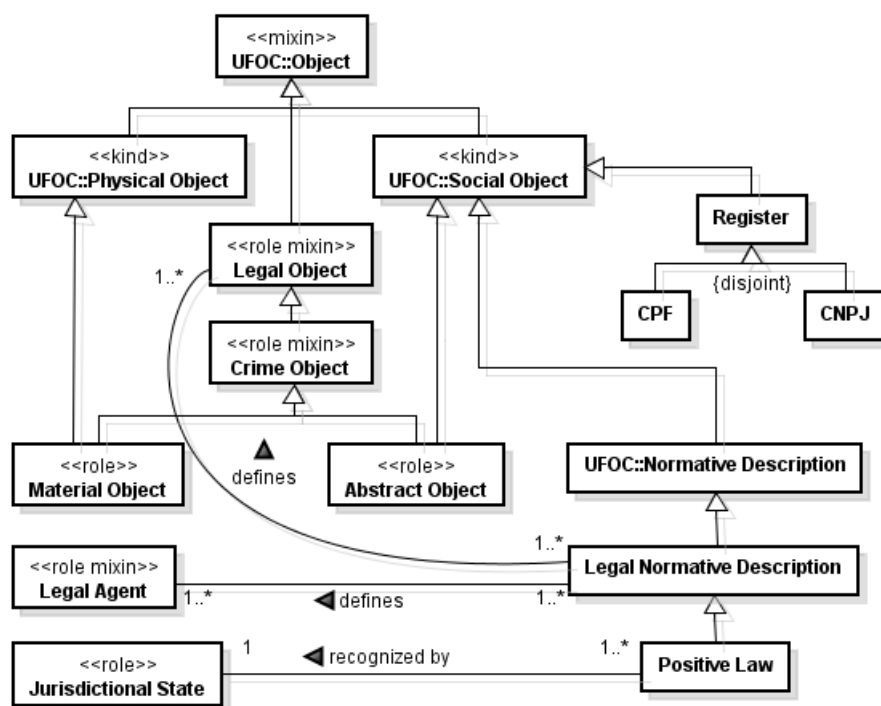


Figura 30 – Objetos da OntoCrime. Fonte:própria.

A Figura 30 especifica os objetos da infração (**CrimeObject**). Os **AbstractObjects** são aqueles que satisfazem uma necessidade humana, mesmo que sejam de valor puramente moral. Como exemplos, temos: vida, honra, paz pública, e integridade física. Esses objetos

são geralmente associados a um **PassiveAgent**, ou seja, aqueles agentes afetados pelo comportamento ofensivo, como a pessoa (honra, vida) ou a sociedade (paz pública). Já para os objetos físicos, temos o **MaterialObject**, a exemplo dos bens subtraídos em crimes contra a propriedade.

PenalCode é uma **PositiveLaw**, isto é, um tipo especial de **NormativeDescription** que define os papéis acima mencionados, reconhecidos por uma comunidade politicamente organizada, ou seja, o Estado (**State**). O Estado pode ser visto como aquele que detém o poder de aplicar o Direito ao caso concreto, solucionando os possíveis conflitos. Logo, criou-se uma especialização de **State** e **LegalAgent** com o papel Jurisdicional (**JurisdictionalState**). Os axiomas $\mathcal{T}_{ag}$ descrevem os agentes e objetos no universo criminal. Para não sobrecarrega-los, as relações de subsunção diretas foram omitidas. A definição de **ActiveAgent** será detalhada juntamente com a descrição de **Crime**.

$$\mathcal{T}_{ag} : \left\{ \begin{array}{ll} \exists \text{hasRegister.CPF} & \sqsubseteq \text{NaturalPerson} \\ \text{JuridicalPerson} & \sqsubseteq \exists \text{hasRegister.CNPJ} \sqcap \exists \text{hasCivilRepresentant.NaturalPerson} \\ \text{CriminallyLiable} & \equiv \text{Adult} \sqcap \text{MentallyHealthy} \\ \text{CriminallyIncapable} & \equiv \text{Underage} \sqcup \text{MentallySick} \\ \text{Adult} & \sqsubseteq \neg \text{Underage} \\ \text{MentallyHealthy} & \sqsubseteq \neg \text{MentallySick} \\ \text{ActiveAgent} & \sqsubseteq \neg \text{PassiveAgent} \\ \text{PassiveAgent} & \equiv \text{PassivePerson} \sqcup \text{PassiveSociety} \sqcup \text{PassiveJuridicalPerson} \\ \text{CrimeAuthor} & \equiv \text{ActiveAgent} \sqcap \text{CriminallyLiable} \\ \text{PositiveLaw} & \sqsubseteq \exists \text{isRecognizedBy.JurisdictionalState} \\ \text{CrimeObject} & \sqsubseteq \exists \text{associatedTo.PassiveAgent} \\ \text{LegalObject} & \sqsubseteq \exists \text{isDefinedBy.LegalNormativeDescription} \\ \text{LegalAgent} & \sqsubseteq \exists \text{isDefinedBy.LegalNormativeDescription} \\ \text{defines} & \equiv \text{isDefinedBy}^- \\ \text{associatedTo} & \equiv \text{hasViolatedObject}^- \\ \text{PenalCode} & \sqsubseteq \text{PositiveLaw} \\ \text{CrimeObject} & \sqsubseteq \exists \text{isDefinedBy.PenalCode} \\ \text{CrimeAgent} & \sqsubseteq \exists \text{isDefinedBy.PenalCode} \end{array} \right\}$$

Evitamos nos aprofundar em definir conceitos como **Adult**, **MentallySick** pois estes envolvem outras definições que impactariam na delimitação do escopo desta pesquisa.

5.2.2 Modelando Crimes Comissivos

Para modelar o conceito de Crime (Analítico, Seção 2.1.4), definimos um **LegalEvent** como sendo um evento do tipo **AgentParticipation**, onde existe a participação de um **LegalAgent**. Este conceito reúne todos os eventos jurídicos. Deste último, três eventos jurídicos foram

construídos, para representar um ato típico (**TypicalEvent**), um ato ilícito (**UnlawfulEvent**), e um ato culpável (**CulpableEvent**). Para a tipicidade, **TypicalEvent** conduz a uma pós-situação que é proibida por alguma norma. A ilegalidade (ilicitude) advém da violação de algum bem jurídico protegido pelo Estado, logo, **UnlawfulEvent** viola um **CrimeObject**, e **CulpableEvent** exige a participação de um agente que possa ser penalmente imputável. Portanto, **Crime** é logicamente definido como uma conjunção destes eventos. Outros eventos podem ser definidos a partir de **LegalEvent**, como **LawfulEvent**, ou seja, aqueles casos que reúnem condições que afastam a ilicitude, como a legítima defesa ou o cumprimento do dever legal.

Um **Crime** se especializa em um leque de subtipos (gravidade do fato, forma de execução, entre outros). O subtipo mais abrangente é o crime dito comissivo (**ComissiveCrime**), isto é, aquele que envolve uma ação necessariamente voluntária (**CriminalAct**), realizada por um **ActiveAgent** (como matar, subtrair uma propriedade alheia, induzir alguém a cometer suicídio). **CriminalAct** especializa **LegalAct**, uma entidade ampla que reúne as ações que podem ser realizadas no universo jurídico por algum **LegalAgent**. A relação **performanceOf** define a realização voluntária da ação pelo agente.

Para se caracterizar como um crime comissivo, portanto, além da ilicitude e da culpabilidade, o agente não age por acaso (nem por reflexo), mas é dirigido por um compromisso interno (**Intention**), que é a causa da **LegalAct**. Outrossim, um **Crime** também se estabelece na relação entre os agentes participantes, configurada através de um **CrimeRelator**, um subtipo de **LegalRelator** (agrupando os **SocialRelator** do Direito), que media a interação entre os agentes (o agressor viola o objeto do crime da vítima). Detalhes são exibidos na Figura 31.

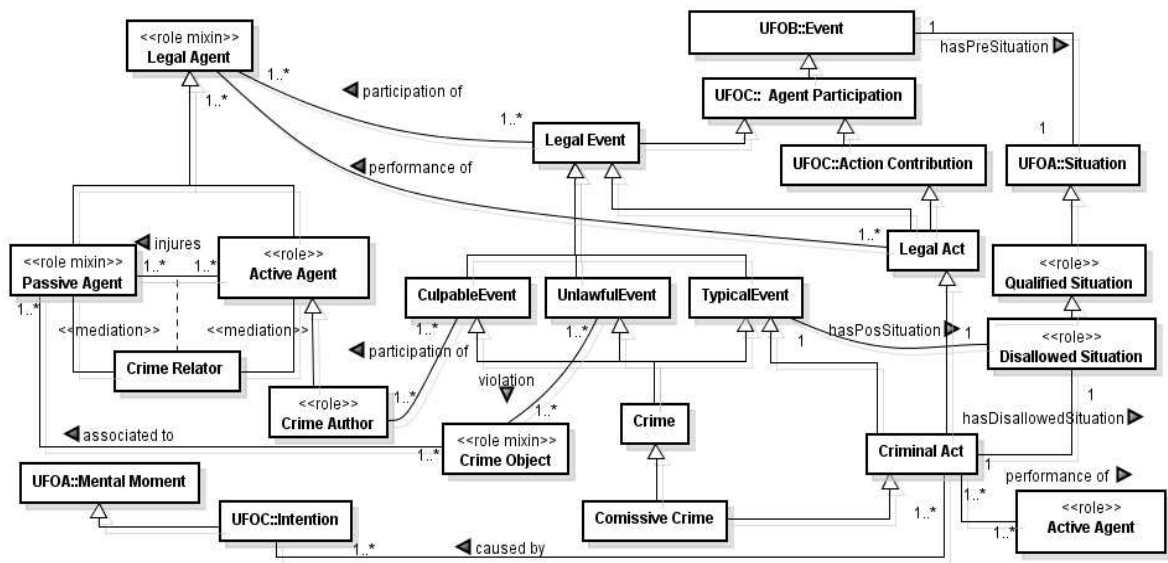


Figura 31 – Conceitualização do Crime Comissivo. Fonte:própria.

Os axiomas relativos à definição de crime e crime comissivo estão agrupados em $\mathcal{T}_{com}$.

Embora a palavra crime seja um termo genérico, a utilizaremos daqui para a frente para designar também os crimes realizados por uma ação intencional. Nos casos menos comuns, como os crimes por omissão, utilizamos o termo relativo.

$$\mathcal{T}_{com} :$$

CrimeRelator	$\sqsubseteq$	LegalRelator
LegalRelator	$\sqsubseteq$	SocialRelator
LegalEvent	$\equiv$	$\exists \text{participationOf. LegalAgent}$
CulpableEvent	$\equiv$	$\text{LegalEvent} \sqcap \exists \text{participationOf. CrimeAuthor}$
UnlawfulEvent	$\equiv$	$\text{LegalEvent} \sqcap \exists \text{violation. CrimeObject}$
UnlawfulEvent	$\sqsubseteq$	$\neg \text{LawfulEvent}$
TypicalEvent	$\equiv$	$\text{LegalEvent} \sqcap \exists \text{hasPosSituation. DisallowedSituation}$
hasDisallowedSituation	$\sqsubseteq$	hasPosSituation
hasDisallowedSituation	$\sqsubseteq$	hasCriminalAct ⁻
Crime	$\equiv$	$\text{TypicalEvent} \sqcap \text{UnlawfulEvent} \sqcap \text{CulpableEvent}$
LegalAct	$\sqsubseteq$	LegalEvent
LegalAct	$\sqsubseteq$	$\exists \text{performanceOf. LegalAgent}$
CriminalAct	$\equiv$	$\text{TypicalEvent} \sqcap \exists \text{performanceOf. ActiveAgent}$ $\sqcap \exists \text{causedBy. Intention}$
performanceOf	$\sqsubseteq$	participationOf
nperformanceOf	$\sqsubseteq$	participationOf
performanceOf	$\sqsubseteq$	$\neg \text{nperformanceOf}$
ComissiveCrime	$\equiv$	$\text{CriminalAct} \sqcap \text{UnlawfulEvent} \sqcap \text{CulpableEvent}$
ActiveAgent	$\equiv$	$\exists \text{isAuthorOf. CriminalAct}$
isAuthorOf	$\equiv$	performanceOf ⁻
ActiveAgent	$\sqsubseteq$	$\exists \text{injures. PassiveAgent}$

5.2.3 Modelando Normas, Situações e Qualificações

Como qualquer outro **Event**, a **LegalAct** causa uma mudança de uma situação preexistente para outra, sendo a última uma situação resultante de uma conduta prevista em lei. Adotamos, neste contexto, a qualificação deôntica abordada por [Hoekstra et al. \(2007\)](#) para as normas e as situações. A Figura 32 mostra a correspondência entre a descrição incluída dentro da norma e o fato concreto (a situação), conhecido como “Tipicidade”, conforme exposta por [Greco \(2017\)](#).

Uma **LegalNorm** é uma norma com a adição de ser parte da lei positivada pelo Estado. Dois tipos especiais de normas jurídicas são as leis/regras escritas (**LegalRule**) e os Princípios gerais (**Principle**). Além disso, uma partição foi construída a partir das regras jurídicas para regular as regras incriminadoras e não-incriminadoras.

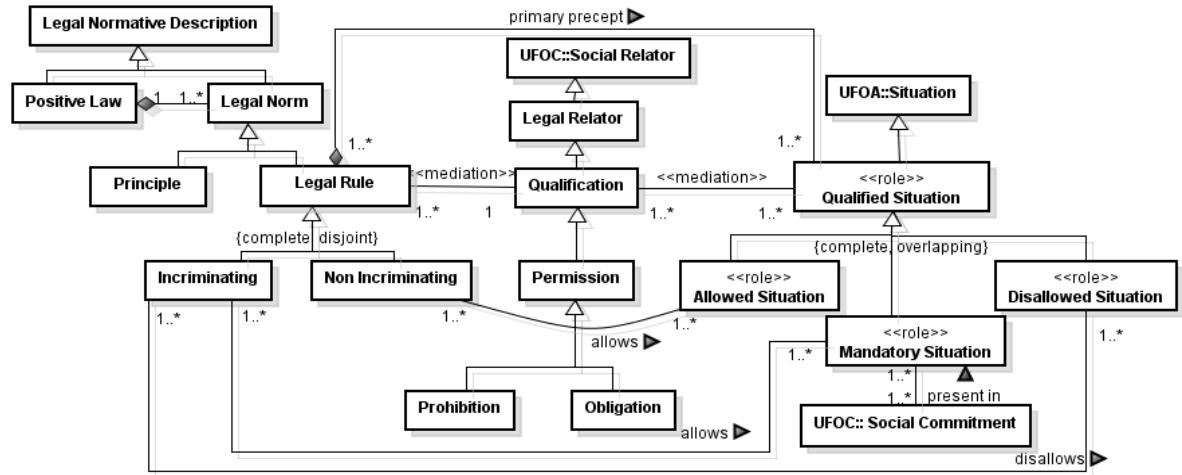


Figura 32 – Normas e Situações. Fonte:própria.

Foi criado um **LegalRelator** para mediar as normas e as situações, chamado de **Qualification**. A qualificação se desdobra em entidades permissivas (**Permission**), proibitivas (**Prohibition**), ou obrigatórias (**Obligation**). Uma qualificação permissiva media, por exemplo, uma regra não incriminadora com uma situação a qual a regra permite. Já uma qualificação proibitiva media uma regra incriminadora, com uma situação a qual a regra proíbe (ou a qual a regra exige acontecer, no caso das regras obrigatórias). De fato, como exposta na lógica deôntica de [McCarty \(1983\)](#), dada uma norma qualquer, se esta norma for obrigatória, isto é logicamente equivalente a dizer que é proibido não seguir esta norma, ou mesmo que não é permitido não seguir esta norma. Portanto, as associações que se aplicam à qualificação obrigatória, também se aplicam à proibitiva, embora todas não tenham sido apresentadas na Figura 32 por questões de legibilidade. Os axiomas em $\mathcal{T}_{qua}$ descrevem em **DL** os conceitos das qualificações deônticas.

$$\mathcal{T}_{qua} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{LegalRule} & \sqsubseteq \text{LegalNorm} \\ \text{Principle} & \sqsubseteq \text{LegalNorm} \\ \text{LegalRule} & \sqsubseteq \exists \text{defines. Qualification} \\ \text{Qualification} & \sqsubseteq \exists \text{qualifies. QualifiedSituation} \\ \text{Incriminating} & \equiv \text{LegalRule} \sqcap \exists \text{disallows. DisallowedSituation} \\ & \sqcap \forall \text{disallows. DisallowedSituation} \\ \text{NonIncriminating} & \equiv \text{LegalRule} \sqcap \exists \text{allows. AllowedSituation} \\ & \sqcap \forall \text{allows. AllowedSituation} \\ \text{AllowedSituation} & \sqcap \text{DisallowedSituation} \sqsubseteq \text{ConflictSituation} \\ \text{disallows} & \equiv \text{isDisallowedBy}^- \\ \text{allows} & \equiv \text{isAllowedBy}^- \end{array} \right\}$$

Em $\mathcal{T}_{qua}$, há a descrição de um conflito jurídico entre regras (**ConflictSituation**). Propositadamente, a partição criada a partir de **QualifiedSituation** não é disjunta. Desta forma,

a axiomatização permite mapear potenciais casos onde uma mesma situação possa ser permitida e proibida por leis distintas. $\mathcal{T}_{qua}$ também definem as regras incriminadoras e não-incriminadoras. Para cada definição foi utilizada um axioma de fecho; por exemplo, um regra **Incriminating** é aquela que proíbe uma situação proibida, e tudo que ela proíbe é, de fato, uma situação proibida. Já uma regra **NonIncriminating** permite alguma situação.

5.2.4 Modelando Penas e Princípios para Resolução de Conflitos

Uma regra jurídica pressupõe dois conjuntos de preceitos: o primário, que regulamenta a situação e, opcionalmente, um preceito secundário que determina o **PunishmentAct**, ou seja, a punição a ser imputada ao agente infrator, como consequência do seu ato ilícito (Figura 33). Um ato de punição é uma sanção imposta pelo **JurisdictionalState**, através de seus representantes. As punições são particionadas em três grupos disjuntos: **DepriveLiberty**, **RestrictRight**, ou **Fine**.

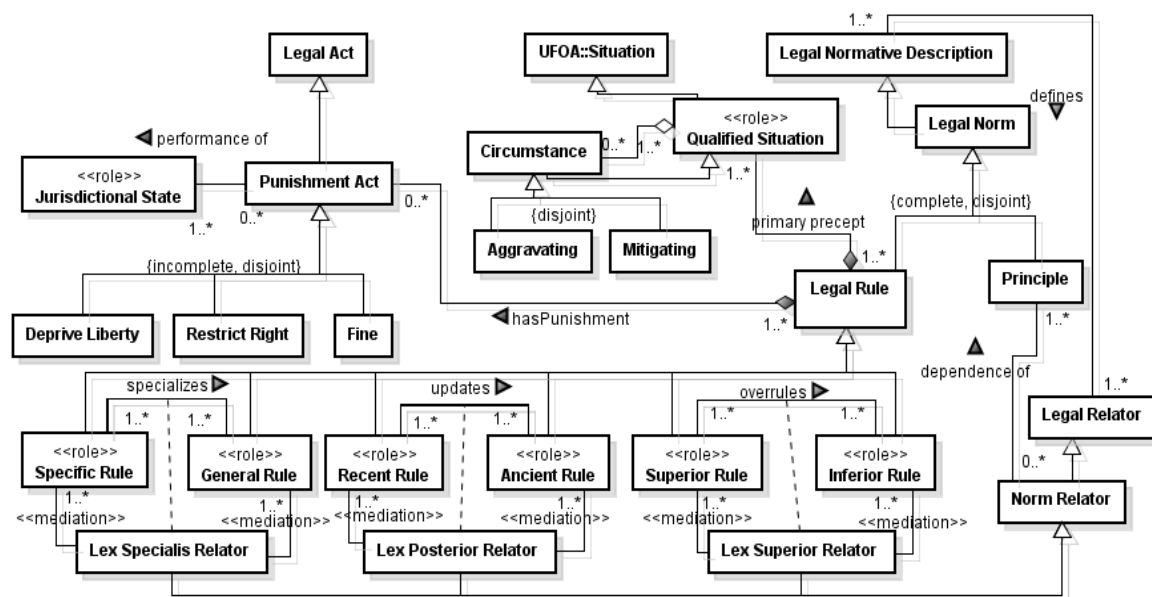


Figura 33 – Punições e Conflitos. Fonte:própria.

Além da situação básica em si, que serve para identificar um crime, há um outro subtipo de situação que são as circunstâncias especiais (**Circumstance**), reconhecidas pelos textos normativos e que servem para identificar o crime como um tipo mais grave ou mais brando. Por exemplo, o crime de infanticídio, ou seja, quando durante o período pós-parto, a mãe mata seu próprio filho, é um tipo mais grave de assassinato, culminando em sentenças mais severas. De acordo com o cálculo trifásico das penas (Seção 2.1.4), essas circunstâncias podem ocorrer em três fases, no entanto, não cumulativamente. Ou seja, as circunstâncias são classificadas como agravantes (**Aggravating**) ou atenuantes (**Mitigating**) se não foram avaliadas para definir o crime (básico ou qualificado) na primeira fase (art.61 e art.65 do CP, respectivamente). Além disso, serão consideradas no cálculo de aumento ou diminuição

da penalidade se não forem consideradas circunstâncias agravantes ou atenuantes na fase intermediária. Na definição da Ontologia dos crimes contra a vida (Subseção 5.3.1), o cálculo trifásico será novamente destacado.

Como já mencionado, nas situações em que duas ou mais normas possam ser aplicadas ao mesmo fato, um conflito pode acontecer (PAUWELYN, 2003). Também, há casos em que não é possível permitir que duas regras incriminadoras se relacionem com um único fato natural, o que violaria o princípio conhecido como *non bis in idem* (BUCKLAND; STEIN, 2007, p.457) (apresentado na Seção 2.1.3). Um Principle é uma LegalNorm que serve para harmonizar ou fechar lacunas das normas escritas. Na Figura 33 os princípios para resolver estes conflitos (considerando critérios de especificidade, superioridade, ou cronologia) estão ligados por um NormRelator (isto é, um LegalRelator que depende da existência de um Principle), mediando as normas em análise. Estas assumem papéis diferentes em contextos diferentes, dependendo dos critérios listados. $\mathcal{T}_{lex}$ lista os axiomas para as penas e conflitos.

$$\mathcal{T}_{lex} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{LegalRule} & \sqsubseteq \forall \text{hasPunishment.PunishmentAct} \\ \text{Circumstance} & \sqsubseteq \forall \text{isPartOf.QualifiedSituation} \\ \text{Circumstance} & \equiv \text{Aggravating} \sqcup \text{Mitigating} \\ \text{Aggravating} & \sqsubseteq \neg \text{Mitigating} \\ \text{LegalNormativeDescription} & \sqsubseteq \exists \text{defines.NormRelator} \\ \text{NormRelator} & \sqsubseteq \exists \text{existencialDependenceOf.Principle} \\ \text{SpecificRule} & \sqsubseteq \exists \text{specializes.GeneralRule} \\ \text{SuperiorRule} & \sqsubseteq \exists \text{overrules.InferiorRule} \\ \text{RecentRule} & \sqsubseteq \exists \text{updates.AncientRule} \end{array} \right\}$$

5.2.5 Modelando Crimes Omissivos

Teorias subjacentes das ontologias criminais identificadas no MSI concentram-se quase exclusivamente na conceitualização de ações executadas intencionalmente para verificar se um agente é “*ipso facto*” culpado. A representação de omissões, ou comportamentos não-comissivos, geralmente não é considerada. Isto decorre da dificuldade em teorizar uma fundamentação conceitual compartilhada sobre o que é uma omissão. Questões como, por exemplo, se uma omissão deve ser considerada uma ação ordinária ou uma ausência de ação (CLARKE, 2012), ou se o ato de simplesmente não fazer algo deve ser considerado uma omissão (BACH, 2010), são pontos que carecem ainda de consenso.

Em qualquer momento, inúmeras atividades singulares não estão sendo realizadas. Algumas não são feitas por falta de oportunidade, outras por falta de habilidades. A grande maioria é cognitivamente inconsciente, até que seja lembrada. Ainda há aquelas que são conscientemente omitidas. Definir o domínio é desafiador e ainda cheio de divergências conceituais.

Diante dessa variedade de interpretações, a conceitualização da não realização de um

ato deve estar estreitamente vinculada àquela referenciada na teoria jurídica, descrita na Seção 2.1.4. No contexto criminal, é importante considerar que uma omissão está diretamente entrelaçada com um compromisso interno do agente, como um desejo. A fim de atribuir responsabilidade, deve existir um dever de agir. Habilidade e oportunidade são partes essenciais dessa estrutura conceitual. Apresentamos, a seguir, uma definição para omissão, adequada para mapear os comportamentos criminosos não-comissivos, usando novamente a UFO como base.

Definição 4. (Omissão). *Suponha um agente AG, e uma ação AC. AG omitiu de realizar AC sse (KLEINIG, 1986):*

- (i) AG não realizou AC;
- (ii) AG tinha a oportunidade de fazer AC;
- (iii) AG tinha a habilidade de fazer AC;
- (iv) AG tinha uma boa razão para acreditar que tinha a oportunidade e habilidade de fazer AC; e
- (v) AC era razoavelmente esperada de ser feita por AG, porque:
 - AG, ou aqueles na posição de AG, ordinariamente fazem AC; ou
 - AG tinha a responsabilidade de fazer AC; ou
 - AG era obrigado fazer AC; ou
 - AC era de alguma forma moral esperada por AG.

A estratégia adotada neste estudo para representar crimes de omissão foi evitar o uso do conceito **ActionContribution**. Consequentemente, existe um agente envolvido na situação, mas que não está intencionalmente executando nenhuma ação. Este agente também precisa possuir algumas habilidades (**AblePerson**), sem as quais seria incapaz de realizar um certo ato. Portanto, em um evento omissivo tipificado (**LegalOmission**), há um agente hábil participando de um evento (**AbleAgentParticipation**) onde, obrigatoriamente, ele tem um dever de agir (**DutyToAct**). Este é um compromisso social regularmente estabelecido entre os cidadãos comuns. Além disso, esse dever social representa um **UnfulfilledDutyToAct**. **Ability** é um **IntrinsicMoment** cuja existência está ligada à pessoa que a possui. Logo, um **PureOmissiveCrime** (Figura 34 e axiomas $\mathcal{T}_{omp}$) também é um evento típico (**LegalOmission**), ilícito (**UnlawfulEvent**), e culpável (**CulpableEvent**).

$$\mathcal{T}_{omp} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{AblePerson} & \sqsubseteq \exists \text{bears.Ability} \\ \text{DutyToAct} & \sqsubseteq \exists \text{inheresIn.Agent} \\ \text{UnfulfilledDutyToAct} & \sqsubseteq \text{DutyToAct} \\ \text{UnfulfilledDutyToAct} & \sqsubseteq \text{Unfulfilled} \\ \text{AbleAgentParticipation} & \sqsubseteq \text{AgentParticipation} \sqcap \exists \text{participationOf.AblePerson} \\ \text{LegalOmission} & \equiv \text{TypicalEvent} \sqcap \text{AbleAgentParticipation} \sqcap \exists \text{hasPreSituation.} \\ & \quad (\text{MandatorySituation} \sqcap \exists \text{hasEndurant.UnfulfilledDutyToAct}) \\ \text{PureOmissiveCrime} & \equiv \text{LegalOmission} \sqcap \text{UnlawfulEvent} \sqcap \text{CulpableEvent} \end{array} \right\}$$

O agente agressor, portanto, em um crime desse tipo deve ser uma instância de **Guarantor**. Logo, um **AbleGuarantorParticipation** comporta essas especificidades, cujo comportamento é causado por um **Desire** (não há uma ação intencional). **LegalFelonyOmission** incorpora a tipicidade de um crime omissivo impróprio, ressaltando que um dever específico de agir não foi realizado. O agente que é obrigado a evitar o resultado é punido com o tipo penal correspondente ao resultado. Uma associação bidirecional, **match**, materializa a relação entre o crime de omissão e o de comissão (axiomas $\mathcal{T}_{omi}$).

$$\mathcal{T}_{omi} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Guarantor} & \equiv \text{NaturalPerson} \sqcap \exists \text{protects.Guaranteed} \\ \text{GuarantorAblePerson} & \equiv \text{Guarantor} \sqcap \text{AblePerson} \\ \text{SpecificDutyToAct} & \sqsubseteq \exists \text{inheresIn.Guarantor} \\ \text{UnfulfilledSpecificDutyToAct} & \sqsubseteq \text{SpecificDutyToAct} \\ \text{UnfulfilledSpecificDutyToAct} & \sqsubseteq \text{Unfulfilled} \\ \text{AbleGuarantorParticipation} & \sqsubseteq \begin{array}{l} \text{AbleAgentParticipation} \sqcap \exists \text{causedBy.Desire} \\ \sqcap \exists \text{participationOf.GuarantorAblePerson} \\ \text{TypicalEvent} \sqcap \text{AbleGuarantorParticipation} \end{array} \\ \text{LegalFelonyOmission} & \equiv \begin{array}{l} \sqcap \exists \text{hasPreSituation} . (\text{MandatorySituation} \\ \sqcap \exists \text{hasEndurant.UnfulfilledSpecificDutyToAct}) \end{array} \\ \text{FelonyOmission} & \equiv \text{LegalFelonyOmission} \sqcap \text{UnlawfulEvent} \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{FelonyOmission} & \sqsubseteq \exists \text{match.ComissiveCrime} \end{array} \right\}$$

5.3 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO

Nesta seção iremos explorar as Ontologias de Domínio construídas a partir da *OntoCrime*. Através destas, alguns estudos de casos serão modelados, juntamente com uma análise de limitações inerentes do formalismo da **DL** para o domínio jurídico.

5.3.1 OntoMurder

OntoMurder é a ontologia de domínio desenvolvida para modelar os crimes contra vida, os quais vão do art. 121 até o art. 128 no código penal brasileiro, embora tenhamos nos concentrado nos diversos tipos penais prescritos no art. 121. *OntoMurder* foi construída com 12 situações criminosas; outrossim, alguns crimes diferenciam-se em termos da presença de certas circunstâncias. Logo, apresentamos esta ontologia tomando como base o cálculo trifásico das penas.

5.3.1.1 Primeira Fase: Os Crimes Básicos contra a Vida

No código penal Brasileiro, existem 04 tipos básicos de crimes contra a vida: Homicídio Simples (**SimpleMurder**), Homicídio Qualificado (**FelonyMurder**), Homicídio Culposo

(UnitentionalMurder), e Femicídio (FemicideMurder).

Axiomas em $\mathcal{T}_{murder}$ detalham a descrição pra o Homicídio Simples (SimpleMurder), o qual precisa reunir os 3 atos básicos do crime: tipicidade, ilicitude e culpabilidade. InMurderSituation representa a situação proibida de um assassinato, resultante de uma ação realizada intencionalmente. ArticleSimpleMurder representa o artigo específico (literal) que proíbe a conduta.

$$\mathcal{T}_{murder} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Deceased} & \equiv \text{NaturalPerson} \sqcap \exists \text{hasViolatedObject.Life} \\ \text{InMurderSituation} & \equiv \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \\ & \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Murder} \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{\text{deathIntention}\})) \\ \text{InMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{Murder} & \sqsubseteq \text{CriminalAct} \\ \text{UnlawfulMurderEvent} & \equiv \exists \text{violation.}(\text{Life} \sqcap \exists \text{associatedTo.PassiveAgent}) \\ \text{TypicalMurderEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.InMurderSituation} \\ \text{SimpleMurder} & \equiv \text{TypicalMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulMurderEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleSimpleMurder} & \equiv \{\text{Article121_Law2848_Year1940}\} \\ \text{InMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleSimpleMurder} \\ \text{ArticleSimpleMurder} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Max_240M}\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Min_72M}\}) \end{array} \right\}$$

$\mathcal{T}_{qmurder}$ descreve os axiomas para o Homicídio Qualificado (FelonyMurder). A nova situação, **FelonyMurderSituation**, precisa apresentar alguma circunstância adicional, quer seja, a ocultação de outro crime, o emprego de meios cruéis, a realização da ação por um motivo fútil, ou o uso de algum recurso que impossibilite a defesa do ofendido.

$$\mathcal{T}_{qmurder} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{FelonyMurderSituation} & \equiv \text{InMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.}(\text{PrecludeDefense} \\ & \sqcup \text{CruelMeansEmployment} \sqcup \text{FrivolousReason} \\ & \sqcup \text{ConcealingOtherCrime}) \\ \text{FelonyMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalFelonyMurderEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.FelonyMurderSituation} \\ \text{FelonyMurder} & \equiv \text{TypicalFelonyMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulMurderEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleFelonyMurder} & \equiv \{\text{Article121_P2_Law2848_Year1940}\} \\ \text{FelonyMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleFelonyMurder} \\ \text{ArticleFelonyMurder} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Max_360M}\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Min_144M}\}) \end{array} \right\}$$

As circunstâncias contempladas no **CP** abrem, por si só, um ecossistema de novos conceitos e relações. Por exemplo, o art. 61., II, d, do **CP** versa sobre o emprego dos meios cruéis (CruelMeansEmployment), como o uso do fogo, tortura, entre outros. Há, entretanto,

uma diversidade enorme de outros meios cruéis. Um exemplo, arremessar alguém do alto, é destacado no Capítulo 7. Já o art. 65., III, a, argumenta sobre motivos de valor social ou moral para atenuar as penas, mas não especifica nenhum tipo. Logo, optamos por não nos aprofundar na conceitualização destas circunstâncias; apenas indicar sua presença para o cálculo trifásico. O Capítulo 8 destaca essas melhorias como trabalhos futuros.

O Femicídio e o Homicídio Culposo completam a lista de crimes contra vida, avaliados na primeira fase do cálculo trifásico. Para o primeiro caso, o crime é cometido contra uma mulher, por razões do sexo feminino (como violência doméstica e preconceito). Quanto ao segundo caso, o crime é realizado sem a real intenção do agente; situação que pode ser caracterizada pela presença de negligência, imprudência, ou imperícia do agente.

$$\mathcal{T}_{f_{murder}} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Woman} & \sqsubseteq \text{NaturalPerson} \\ \text{Woman} & \sqsubseteq \neg \text{Man} \\ & \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Woman} \sqcap \text{Deceased}) \\ \text{FemicideMurderSituation} & \equiv \sqcap \exists \text{hasCircumstance.}(\text{FemaleDiscrimination} \\ & \sqcup \text{DomesticViolence}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Murder} \\ & \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{deathIntention\})) \\ \text{FemicideMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalFemicideMurderEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.FemicideMurderSituation} \\ \text{FemicideMurder} & \equiv \text{TypicalFemicideMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulMurderEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleFemicideMurder} & \equiv \{Article121_P2_I4_Law2848_Year1940\} \\ \text{FemicideMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleFemicideMurder} \\ \text{ArticleFemicideMurder} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.}(\{Max_360M\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{Min_144M\}) \end{array} \right\}$$

$$\mathcal{T}_{u_{murder}} : \left\{ \begin{array}{ll} & \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \\ \text{UnMurderSituation} & \equiv \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Murder} \\ & \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{malpracticeIntention\})) \\ \text{UnMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalUnMurderEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.UnMurderSituation} \\ \text{UnintentionalMurder} & \equiv \text{TypicalUnMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulMurderEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleUnMurder} & \equiv \{Article121_P3_Law2848_Year1940\} \\ \text{UnMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleUnMurder} \\ \text{ArticleUnMurder} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.}(\{Max_36M\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{Min_12M\}) \\ \{malpracticeIntention\} & \not\equiv \{deathIntention\} \end{array} \right\}$$

Analisando as situações dos 4 tipos básicos de crimes contra a vida, é possível trivialmente inferir as seguintes relações de subsunção:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{FelonyMurderSituation} & \sqsubseteq \text{InMurderSituation} \\ \text{FemicideMurderSituation} & \sqsubseteq \text{InMurderSituation} \end{array} \right\}$$

Logo, *FelonyMurderSituation* é uma situação proibida por *ArticleSimpleMurder*, além do *ArticleFelonyMurder*. Da mesma forma, *ArticleSimpleMurder* proíbe a *FemicideMurderSituation* juntamente com o *ArticleFemicideMurder*. Nestas condições, para evitar duplicidade de penas é preciso tornar claro o nível de especialização entre normas. Logo, temos que adicionar os seguintes axiomas à ontologia de crimes contra a vida:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{ArticleFelonyMurder} & \sqsubseteq \exists \text{specializes.ArticleSimpleMurder} \\ \text{ArticleFemicideMurder} & \sqsubseteq \exists \text{specializes.ArticleSimpleMurder} \end{array} \right\}$$

Na Seção 5.4 os efeitos práticos desta dupla imputação serão discutidos.

5.3.2 Segunda Fase: As Circunstâncias Atenuantes e Agravantes

Circunstâncias genéricas são utilizadas para qualificar os crimes, respeitando as restrições do cálculo trifásico. Ressaltamos que novos tipos criminais não são introduzidos nesta fase, há apenas um acréscimo ou decréscimo no tempo da pena, a critério do juiz ($\mathcal{T}_{cirmurder}$).

$$\mathcal{T}_{circmurder} : \left\{ \begin{array}{ll} & \text{InMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.}(\text{Recurrence} \\ \text{AggravatingMurderSituation} \equiv & \sqcup \text{AbuseOfPower} \sqcup \text{AgentMisfortune} \\ & \sqcup \text{AbuseOfAuthority} \sqcup \text{Relative}) \\ \text{AggravatingMurderSituation} \sqsubseteq & \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleAggravatingMurder} \equiv & \{ \text{Article61_Law2848_Year1940} \} \\ \text{AggravatingMurderSituation} \sqsubseteq & \exists \text{isDisallowedBy.ArticleAggravatingMurder} \\ \text{ArticleAggravatingMurder} \sqsubseteq & \exists \text{hasPunishment.IncreaseByJudge} \\ \text{AgentOverSeventy} \sqsubseteq & \text{Adult} \\ \text{AgentUnderTwentyOne} \sqsubseteq & \text{Adult} \\ & (\text{InMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.}(\text{Turmoil} \\ & \sqcup \text{ResistibleDuress} \sqcup \text{DamageRepair} \\ & \sqcup \text{UnfamiliarityofLaw} \sqcup \text{VoluntaryConfession})) \sqcup \\ \text{MitigatingMurderSituation} \equiv & (\exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \\ & \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Murder} \\ & \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{ \text{deathIntention} \})) \\ & \sqcap \exists \text{performanceOf.}(\text{AgentUnderTwentyOne} \\ & \sqcup \text{AgentOverSeventy}))) \\ \text{MitigatingMurderSituation} \sqsubseteq & \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleMitigatingMurder} \equiv & \{ \text{Article65_Law2848_Year1940} \} \\ \text{MitigatingMurderSituation} \sqsubseteq & \exists \text{isDisallowedBy.ArticleMitigatingMurder} \\ \text{ArticleMitigatingMurder} \sqsubseteq & \exists \text{hasPunishment.DecreaseByJudge} \end{array} \right\}$$

Entre as circunstâncias que agravam um crime, destacam-se o abuso de autoridade ou de poder, a recorrência, ou o crime praticado contra algum parente. Por outro lado, situações como reparo ao dano causado, coação resistível, desconhecimento da lei, ou confissão voluntária podem contribuir para a diminuição da pena. Esta diminuição também pode acontecer caso a ação tenha sido praticada por um agente com idade inferior a 21 anos (porém, adulto), ou superior a 70 anos.

Há, ainda, uma situação agravante para o crime de feminicídio, detalhada em $\mathcal{T}_{agfmurder}$. Chama a atenção que, algumas das circunstâncias utilizadas para classificar o crime como qualificado (axiomas $\mathcal{T}_{qmurder}$), são agora utilizadas para agravar o crime de feminicídio. Isto ocorre porque este último não utiliza estas para a classificação na 1ª fase.

$$\mathcal{T}_{agfmurder} : \left\{ \begin{array}{l} \text{FemicideMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.} \\ \quad (\text{Recurrence} \sqcup \text{AbuseOfPower} \\ \text{AggravatingFemicideMurderSituation} \equiv \sqcup \text{AgentMisfortune} \sqcup \text{AbuseOfAuthority} \\ \quad \sqcup \text{Relative} \sqcup \text{ConcealingOtherCrime} \\ \quad \sqcup \text{CruelMeansEmployment} \sqcup \text{FrivolousReason} \\ \quad \sqcup \text{PrecludeDefense}) \\ \text{AggravatingFemicideMurderSituation} \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{AggravatingFemicideMurderSituation} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleAggravatingMurder} \end{array} \right\}$$

5.3.3 Terceira Fase: As Circunstâncias para Aumento e Diminuição de Pena

Finalmente, na terceira fase, o comportamento é analisado pela presença de circunstâncias mais específicas (que não foram referidas nas duas primeiras fases) para aumentar ou diminuir a punição em frações explicitamente definidas no Direito penal. Para esta fase, foram formalizadas em **DL** o feminicídio com aumento da punição, o homicídio não intencional (culposo) com aumento da punição, o homicídio intencional com aumento da punição, e o homicídio com diminuição da punição. Mais uma vez, não se fala em novos tipos criminais, mas apenas no reajuste da pena. Em $\mathcal{T}_{ismurder}$ e $\mathcal{T}_{dsmurder}$ listamos os axiomas para aumento e diminuição dos crimes de homicídio simples, respectivamente.

$$\mathcal{T}_{dsmurder} : \left\{ \begin{array}{l} \text{DecreaseSMurderSituation} \equiv \text{InMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.} \\ \quad (\text{HeatOfTheMoment} \sqcup \text{SocialReason} \sqcup \text{MoralReason}) \\ \text{DecreaseSMurderSituation} \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleDecreaseSMurder} \equiv \{ \text{Article121_P1_Law2848_Year1940} \} \\ \text{DecreaseSMurderSituation} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleDecreaseSMurder} \\ \text{ArticleDecreaseSMurder} \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.} \{ (\text{DecreaseBy} 1/6 \text{ To } 1/3) \} \end{array} \right\}$$

$$\mathcal{T}_{ismurder} : \left\{ \begin{array}{l} \text{AgentUnderFourteen} \sqsubseteq \text{Underage} \\ \text{AgentOverSixty} \sqsubseteq \text{Adult} \\ \text{AgentUnderFourteen} \sqsubseteq \neg \text{AgentOverSixty} \\ \quad \exists \text{hasEndurant.} (\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased} \\ \text{IncreaseSMurderSituation} \equiv \sqcap (\text{AgentUnderFourteen} \sqcup \text{AgentOverSixty})) \\ \quad \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.} (\text{Murder} \\ \quad \sqcap \exists \text{causedBy.} (\{ \text{deathIntention} \})) \\ \text{IncreaseSMurderSituation} \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleIncreaseSMurder} \equiv \{ \text{Article121_P4_Law2848_Year1940} \} \\ \text{IncreaseSMurderSituation} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleIncreaseSMurder} \\ \text{ArticleIncreaseSMurder} \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.} \{ (\text{IncreaseBy} 1/3) \} \end{array} \right\}$$

Em $\mathcal{T}_{ismurder}$ há um aumento da pena no homicídio simples, se este é cometido contra um agente com menos de 14 (quatorze) anos, ou acima dos 60 (sessenta) anos. Por outro lado, haverá uma diminuição nas penas mínima e máxima ($\mathcal{T}_{dsmurder}$), se o agente comete o crime movido por uma forte emoção ou algum fator de valor social ou moral. Quando o homicídio é culposo, é possível existir um acréscimo na pena base, se existir alguma destas circunstâncias (como destacado em $\mathcal{T}_{iumurder}$): fuga da cena do crime, não prestar socorro à vítima, ou não ter diminuído as consequências do ato. O artigo que qualifica esta situação, **ArticleIncreaseUnMurder**, é o mesmo que regula o aumento de pena do homicídio simples.

$$\mathcal{T}_{iumurder} : \left\{ \begin{array}{ll} & \text{UnMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance.} \\ \text{IncreaseUnMurderSituation} & \equiv (\text{EscapeFromCrimeScene} \sqcup \text{NoHarmReduction} \\ & \sqcup \text{WithoutImmediateAid}) \\ \text{IncreaseUnMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleIncreaseUnMurder} & \equiv \text{ArticleIncreaseSMurder} \\ \text{IncreaseUnMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleIncreaseUnMurder} \end{array} \right\}$$

Quanto ao feminicídio, há aumento de pena em 1/3, se o crime for praticado durante a gestação, contra a pessoa menor de 14 (cartoze) ou maior de 60 (sessenta) anos (já tratado pela situação **IncreaseSMurderSituation**), se a vítima portar alguma deficiência, ou na presença de descendente ou ascendente da vítima.

$$\mathcal{T}_{ifmurder} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Pregnant} & \sqsubseteq \text{Woman} \\ \text{Handicapped} & \sqsubseteq \text{NaturalPerson} \\ & ((\exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased} \sqcap \text{Woman} \\ & \sqcap (\text{Pregnant} \sqcup \text{Handicapped}))) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.} \\ \text{IncreaseFMurderSituation} & \equiv (\text{Murder} \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{deathIntention\})) \\ & \sqcap \exists \text{hasCircumstance.}(\text{DomesticViolence} \\ & \sqcup \text{FemaleDiscrimination})) \sqcup (\text{FemicideMurderSituation} \\ & \sqcap \exists \text{hasCircumstance.RelativePresence}) \\ \text{IncreaseFMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleIncreaseFMurder} & \equiv \{Article121_P7_Law2848_Year1940\} \\ \text{IncreaseFMurderSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleIncreaseFMurder} \\ \text{ArticleIncreaseFMurder} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.}\{IncreaseBy1/3\} \end{array} \right\}$$

Há, ainda, um último caso relativo ao aumento da pena no crime de homicídio, quando este é realizado por milicianos. No contexto criminal, um miliciano é, geralmente, um oficial (polícia, guarda municipal, agentes penitenciários, entre outros) que pratica assassinatos ou extorsões, em troca de dinheiro. Em geral, o intuito é ter alguma vantagem econômica,

quanto ao ato realizado. Em $\mathcal{T}_{milmurder}$ temos os axiomas relativos. Mais um vez, por uma questão de escopo, optamos em não conceituar elementos que extrapolam o domínio criminal, tais como *Officer*, *Pregnant*, e *Handicapped*.

$$\mathcal{T}_{milmurder} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Officer} & \sqsubseteq \text{NaturalPerson} \\ \text{MilitiaMan} & \sqsubseteq \text{Officer} \sqcap \exists \text{isAuthorOf}.((\text{Murder} \sqcup \text{Extortion}) \\ & \sqcap \exists \text{causedBy}.(\{\text{economicAdvantageIntention}\})) \\ & \exists \text{hasCriminalAct}.(\text{Murder} \\ \text{IncreaseSMurderSituationMilitia} & \equiv \sqcap \exists \text{causedBy}.(\{\text{deathIntention}\}) \\ & \sqcap \exists \text{performanceOf}. \text{MilitiaMan}) \\ & \sqcap \exists \text{hasEndurant}.(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \\ \text{IncreaseSMurderSituationMilitia} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{ArticleIncreaseSMurderMilitia} & \equiv \{\text{Article121_P6_Law2848_Year1940}\} \\ \text{IncreaseSMurderSituationMilitia} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy}. \text{ArticleIncreaseSMurderMilitia} \\ \text{ArticleIncreaseSMurderMilitia} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment}.(\{\text{IncreaseBy1/3}\}) \end{array} \right\}$$

5.3.4 OntoProperty

Crimes contra o patrimônio, Furto (*Theft*), Roubo (*Robbery*), Extorção (*Extortion*), Latrocínio (*RobberyAndMurder*), e Dano (*Damage*), correspondem ao interesse legal protegido nos crimes previstos entre o art. 155 e o art. 180 do Código Penal. Além do valor econômico, o valor dos ativos abrange também o valor moral dos bens, ou seja, qualquer objeto material que tenha valor afetivo para o proprietário, embora não tenha valor de troca. Os axiomas para o crime de furto são descritos em $\mathcal{T}_{theft}$.

$$\mathcal{T}_{theft} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{ChattelObject} & \sqsubseteq \text{MaterialObject} \\ & \exists \text{hasEndurant}.(\text{PassivePerson} \\ \text{StealSituation} & \equiv \sqcap \exists \text{hasViolatedObject}. \text{ChattelObject}) \\ & \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}.(\text{Steal} \sqcap \exists \text{causedBy}.(\{\text{stealingIntention}\})) \\ \text{StealSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{Steal} & \sqsubseteq \text{CriminalAct} \\ \text{UnlawfulStealEvent} & \equiv \exists \text{violation}.(\text{ChattelObject} \sqcap \exists \text{associatedTo}. \text{PassiveAgent}) \\ \text{TypicalStealEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation}. \text{StealSituation} \\ \text{Theft} & \equiv \text{TypicalStealEvent} \sqcap \text{UnlawfulStealEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleTheft} & \equiv \{\text{Article155_Law2848_Year1940}\} \\ \text{StealSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy}. \text{ArticleTheft} \\ \text{ArticleTheft} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment}. \text{Fine} \sqcap \exists \text{hasPunishment}.(\{\text{Max_48M}\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment}.(\{\text{Min_12M}\}) \end{array} \right\}$$

Na axiomatização de um roubo é necessário um evento de agressão, física ou verbal. Para tanto, faz necessário enxergar que uma **NaturalPerson** é constituída tanto por objetos materiais, o corpo físico, quanto princípios que abordam a moral e a ética (honra, dignidade, retidão, entre outros). $\mathcal{T}_{robbery}$ explicita os axiomas para o crime de roubo. Interessante observar que, uma situação de Roubo é, na verdade, formada por situações menores que caracterizam uma subtração e uma agressão.

$$\mathcal{T}_{robbery} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{PhysicalBody} & \sqsubseteq \text{MaterialObject} \\ \text{Psychological} & \sqsubseteq \text{AbstractObject} \\ \text{AggressionSituation} & \equiv \exists \text{hasEndurant}.(\text{PassivePerson} \sqcap \exists \text{hasViolatedObject}.(\text{Psychological} \\ & \sqcup \text{PhysicalBody})) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}. \\ & (\text{Aggression} \sqcap \exists \text{causedBy}.(\{stealingIntention\})) \\ \text{RobberySituation} & \equiv \text{AggressionSituation} \sqcap \text{StealSituation} \\ \text{RobberySituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{Aggression} & \sqsubseteq \text{CriminalAct} \end{array} \right\}$$

$$\mathcal{T}_{robbery} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{UnlawfulAggressionEvent} & \equiv \exists \text{violation}.((\text{PhysicalBody} \sqcup \text{Psychological}) \\ & \sqcap \exists \text{associatedTo}. \text{PassiveAgent}) \\ \text{TypicalAggressionEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation}. \text{AggressionSituation} \\ \text{TypicalRobberyEvent} & \equiv \text{TypicalAggressionEvent} \sqcap \text{TypicalStealEvent} \\ \text{UnlawfulRobberyEvent} & \equiv \text{UnlawfulAggressionEvent} \sqcap \text{UnlawfulStealEvent} \\ \text{Robbery} & \equiv \text{TypicalRobberyEvent} \sqcap \text{UnlawfulRobberyEvent} \\ & \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleRobbery} & \equiv \{Article157_Law2848_Year1940\} \\ \text{RobberySituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy}. \text{ArticleRobbery} \\ \text{ArticleRobbery} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment}. \text{Fine} \sqcap \exists \text{hasPunishment}.(\{Max_120M\}) \\ & \sqcap \exists \text{hasPunishment}.(\{Min_48M\}) \end{array} \right\}$$

No Latrocínio (**RobberyAndMurder**), assim como no roubo, há um evento complexo, formado por dois eventos menores: a subtração e a agressão que resulta na morte da vítima. Diferentemente do homicídio, entretanto, no latrocínio a intenção do agente do crime é roubar, portanto, não se pode falar em homicídio como parte do latrocínio. Outro ponto a considerar é que, para existir a morte, é necessário que a agressão seja física. A agressão verbal (ameaça) não leva ao latrocínio, conforme art. 157, §3º.

$$\mathcal{T}_{robdeath} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{MurderAggressionSituation} & \equiv \begin{array}{l} \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased} \\ \sqcap \exists \text{hasViolatedObject.}(\text{PhysicalBody}) \\ \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Aggression} \\ \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{\text{stealingIntention}\})) \end{array} \\ \text{RobberyAMurderSituation} & \equiv \text{MurderAggressionSituation} \sqcap \text{StealSituation} \\ \text{RobberyAMurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalMurderAggressionEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.} \text{MurderAggressionSituation} \\ \text{TypicalRobberyAMurderEvent} & \equiv \text{TypicalMurderAggressionEvent} \sqcap \text{TypicalStealEvent} \\ \text{UnlawfulRobberyAMurderEvent} & \equiv \begin{array}{l} \text{UnlawfulMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulStealEvent} \\ \sqcap \exists \text{violation.}(\text{PhysicalBody} \\ \sqcap \exists \text{associatedTo.} \text{PassiveAgent}) \end{array} \\ \text{RobberyAndMurder} & \equiv \begin{array}{l} \text{TypicalRobberyAMurderEvent} \\ \sqcap \text{UnlawfulRobberyAMurderEvent} \sqcap \text{CulpableEvent} \end{array} \\ \text{ArticleRobberyAMurder} & \equiv \{\text{Article157_P3_Law2848_Year1940}\} \\ \text{RobberyAMurderSituation} & \sqsubseteq \begin{array}{l} \exists \text{isDisallowedBy.} \text{ArticleRobberyAMurder} \\ \exists \text{hasPunishment.} \text{Fine} \end{array} \\ \text{ArticleRobberyAMurder} & \sqsubseteq \begin{array}{l} \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Max_360M}\}) \\ \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Min_240M}\}) \end{array} \end{array} \right\}$$

Para a *Extortion*, há uma agressão (física ou verbal), com intuito, porém, de obter vantagem econômica (axiomas $\mathcal{T}_{extortion}$).

$$\mathcal{T}_{extortion} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{AggressionExSituation} & \equiv \begin{array}{l} \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \\ \sqcap \exists \text{hasViolatedObject.}(\text{Psychological} \\ \sqcup \text{PhysicalBody})) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Aggression} \\ \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{\text{economicAdvantageIntention}\})) \end{array} \\ \text{AggressionExSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalAggressionExEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.} \text{AggressionExSituation} \\ \text{Extortion} & \equiv \begin{array}{l} \text{TypicalAggressionExEvent} \sqcap \text{UnlawfulAggressionEvent} \\ \sqcap \text{CulpableEvent} \end{array} \\ \text{ArticleExtortion} & \equiv \{\text{Article158_Law2848_Year1940}\} \\ \text{AggressionExSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.} \text{ArticleExtortion} \\ \text{ArticleExtortion} & \sqsubseteq \begin{array}{l} \exists \text{hasPunishment.} \text{Fine} \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Max_120M}\}) \\ \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{\text{Min_48M}\}) \end{array} \end{array} \right\}$$

No Crime de *Damage*, o agente infrator deteriora o objeto da vítima. Em geral, a intenção para tal conduta é tornar o objeto inutilizável. Axiomas para o crime de Dano são destacados em $\mathcal{T}_{damage}$.

$$\mathcal{T}_{damage} : \left\{ \begin{array}{ll} \text{Damaging} & \sqsubseteq \text{CriminalAct} \\ & \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \\ & \quad \sqcap \exists \text{hasViolatedObject.MaterialObject}) \\ \text{DamageSituation} & \equiv \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Damaging} \\ & \quad \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{makeUnusableIntention\})) \\ \text{DamageSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation} \\ \text{TypicalDamageEvent} & \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation.DamageSituation} \\ \text{Damage} & \equiv \text{TypicalDamageEvent} \sqcap \text{UnlawfulEvent} \\ & \quad \sqcap \text{CulpableEvent} \\ \text{ArticleDamage} & \equiv \{Article163_Law2848_Year1940\} \\ \text{DamageSituation} & \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy.ArticleDamage} \\ \text{ArticleDamage} & \sqsubseteq \exists \text{hasPunishment.Fine} \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{Max_48M\}) \\ & \quad \sqcap \exists \text{hasPunishment.}(\{Min_12M\}) \end{array} \right\}$$

Além destes, vale mencionar que há outros crimes contra o patrimônio, bem como circunstâncias que qualificam, agravam, ou amenizam as penalidades impostas. O mesmo se aplica para os crimes contra a vida, e para os subtipos criminais dos crimes por omissão pura. Salientamos, contudo, que o objetivo desta tese é explorar a viabilidade da **DL** para formalizar as ontologias criminais normativas, não se preocupando em cobrir em extensão todos os tipos criminais. Na seção seguinte, abordaremos aspectos relacionados à consistência das ontologias, analisando, inclusive, a correspondência com a prática jurídica do dia-a-dia.

5.4 AVALIAÇÃO ONTOLÓGICA

A avaliação das ontologias foi norteada por duas questões. A primeira busca averiguar se a ontologia é logicamente correta. A segunda visa investigar se a ontologia atende às questões de competência, isto é, se ela é uma ontologia correta para o domínio em análise. Para isto, utilizamos as abordagens baseada em modelo, baseada no usuário, e baseada em casos, mencionadas por **Hlomani e Stacey (2014)**.

5.4.1 Instanciando as Ontologias

Apresentamos nesta seção, exemplos de crimes extraídos da literatura jurídica brasileira. Diagramas de objetos da UML foram utilizados para demonstrar a instanciação dos conceitos definidos na OntoCrime e nas ontologias de domínio, a fim de demonstrar a adequação do modelo para crimes comissivos e omissivos. Objetivamos, assim, mostrar a coerência das ontologias em modelar o domínio ao qual se propõem.

Exemplo 4. *Peter e Bill costumavam ser amigos e visitavam costumeiramente a casa um do outro com suas esposas. No entanto, depois de tomar ciência sobre o caso extraconjugal da esposa de Peter, Bill começou a fazer piadas sobre Peter em um grupo de amigos. Depois de inúmeros insultos, enquanto os dois estavam em um bar, Peter, movido por uma raiva forte e descontrolada, acertou Bill com uma garrafa de vidro quebrada, matando-o.*

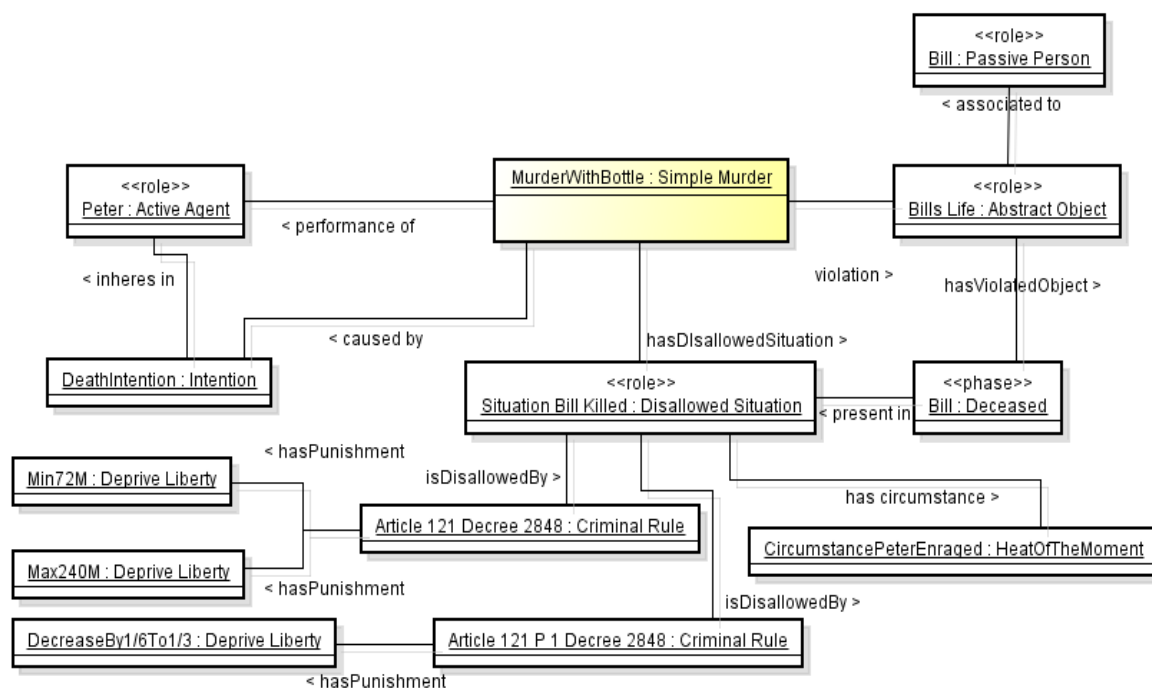


Figura 36 – Instanciação referente ao Exemplo 4. Fonte:própria.

A descrição desse relacionamento entre Bill e Peter é representada na Figura 36, onde o comportamento de Peter é instanciado como um crime de homicídio simples. A parte mais à esquerda da Figura cobre o agente agressor e sua intenção. A parte superior destaca o evento, a vítima, e o seu objeto violado. Por fim, a parte inferior destaca as normas que cobrem o caso citado e a punição a ser fixada em determinado montante, respeitando o limite legal. Esta atividade segue um processo de dosimetria, no qual são definidos os limites mínimo e máximo. Neste caso, observa-se a presença de circunstâncias especiais (*HeatOfTheMoment*), além daquelas normalmente presentes no crime de homicídio. Dois momentos na dosimetria da punição podem ser destacados: primeiro, o art. 121 define a penalidade básica; e segundo, o primeiro parágrafo deste artigo reduz o valor base, dada a condição da ação ter sido executada em um momento de extrema emoção.

A seguir, um exemplo de crime por omissão.

Exemplo 5. *Um médico (doctorX) de uma clínica de saúde da família, localizado em uma cidade arbitrária (villageX), atendeu ao caso de uma criança com suspeita de meningite bacteriana. Após os procedimentos necessários e o devido cuidado da criança, o médico*

não informou o caso às autoridades necessárias, ou seja, a agência de saúde pública da cidade. A meningite é uma doença de notificação obrigatória, de acordo com o Regulamento do Ministério da Saúde/1923 (que aborda outras doenças, como peste, cólera, varíola, e infecção puerperal), porque envolve perigo que pode resultar da propagação da doença contagiosa. O objeto da proteção legal é a segurança pública.

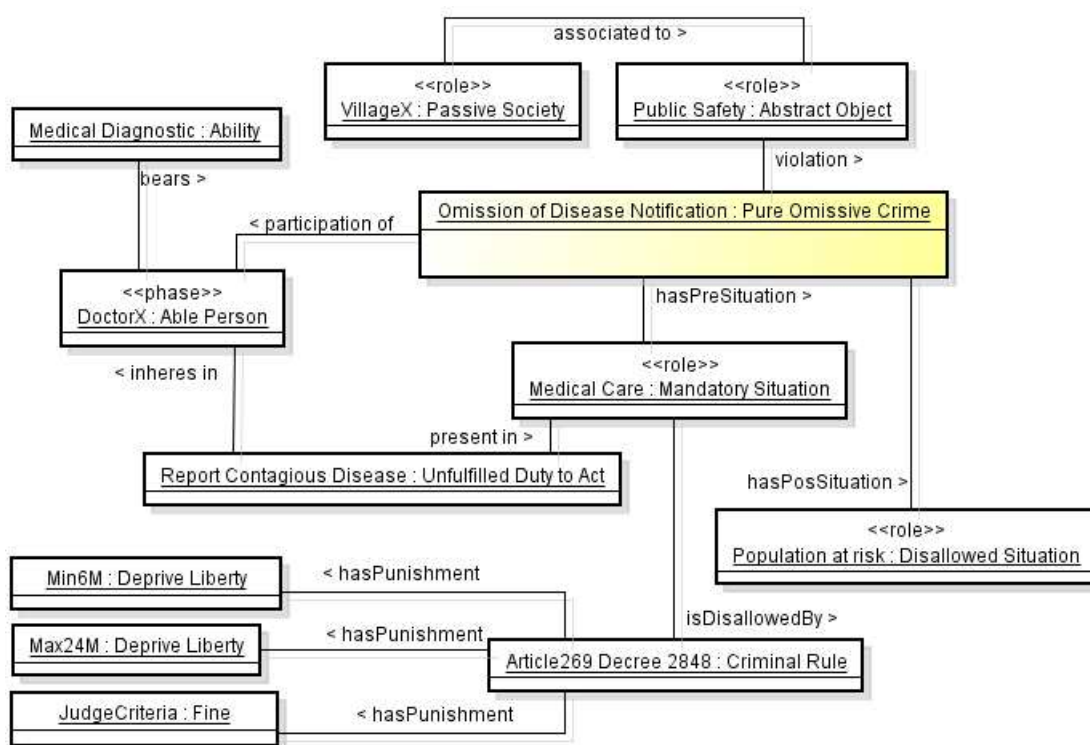


Figura 37 – Instanciação referente ao Exemplo 5. Fonte:própria.

O evento destacado na Figura 37 é conforme o crime descrito no art. 260 do CP, o qual informa que:

- **Omissão por Notificação de Doença**

Art. 269 - Deixar o médico de denunciar à autoridade pública doença cuja notificação é compulsória:

Pena - detenção, de seis meses a dois anos, e multa..

A conduta mencionada no art. 269 é, de fato, um crime de omissão pura. O agente ativo só pode ser um médico, porque apenas ele teria a habilidade necessária para verificar a presença da doença, está ciente de sua gravidade, e a responsabilidade de notificar as autoridades competentes. Nesse caso, a notificação (isto é, um compromisso) não foi atendida. Na Figura 37, destaca-se que a sociedade/cidade seria a vítima, pois sofreria os primeiros efeitos letais da propagação da doença. Além disso, a situação retratada é qualificada pelo art. 269, que dita dois tipos de punição: uma multa (fixada pelo juiz) e prisão de 6 a 24 meses.

Em seguida, apresentamos um exemplo ainda mais complexo de omissão.

Exemplo 6. *Isadora, mãe de Larissa, de 12 anos, saiu mais cedo do trabalho e, ao chegar em casa, vê seu parceiro, Frederick, na janela da sala, fazendo sexo com a filha no sofá. Abatida pela cena, ela ficou sem reação. Não tendo sido vista por nenhum dos dois, Isadora decidiu, a partir de então, chegar à sua residência na mesma época e verificar que o ato se repetia durante um período de semanas. Isadora tinha um conhecimento efetivo dos abusos perpetrados por Frederico, mas, apaixonada por ele, ela não fez nada. Isadora permaneceu inativa, sabendo dos abusos cometidos por seu companheiro contra sua filha.*

Em crimes de omissão imprópria, o agente não responde pela omissão em si, mas por seus efeitos e consequências resultantes. Essa mãe descrita no cenário é a garantia da integridade sexual de sua filha. Além disso, não há informação indicando uma incapacidade de agir para evitar o resultado de estupro por parte da mãe. Ao optar por deixar sua filha ser sexualmente violentada para não perder o parceiro, ela cometeu uma omissão criminosa (Figura 38). Por causa disso, ela responde pelo mesmo crime imputado ao marido, ou seja, ambos serão julgados por estupro de menor. Ofensas sexuais contra crianças menores de 14 anos são consideradas um crime hediondo. A Constituição Federal Brasileira de 1988 (Brasil, 1988), no art. 5.º, diz que os crimes hediondos serão respondidos pelos executores, e por qualquer pessoa que possa preveni-los, mas que não atue:

- **(Constituição Federal) Art 5.º- [...]**
XLIII - a lei considerará crimes inafiançáveis e insuscetíveis de graça ou anistia a prática da tortura , o tráfico ilícito de entorpecentes e drogas afins, o terrorismo e os definidos como crimes hediondos, por eles respondendo os mandantes, os executores e os que, podendo evitá-los, se omitirem;
- **Dos Crimes Sexuais contra Vulneráveis (Lei 12.015/2009)**
Art. 218 - Induzir alguém menor de 14 (catorze) anos a satisfazer a lascívia de outrem:
Pena - reclusão, de 2 (dois) a 5 (cinco) anos.

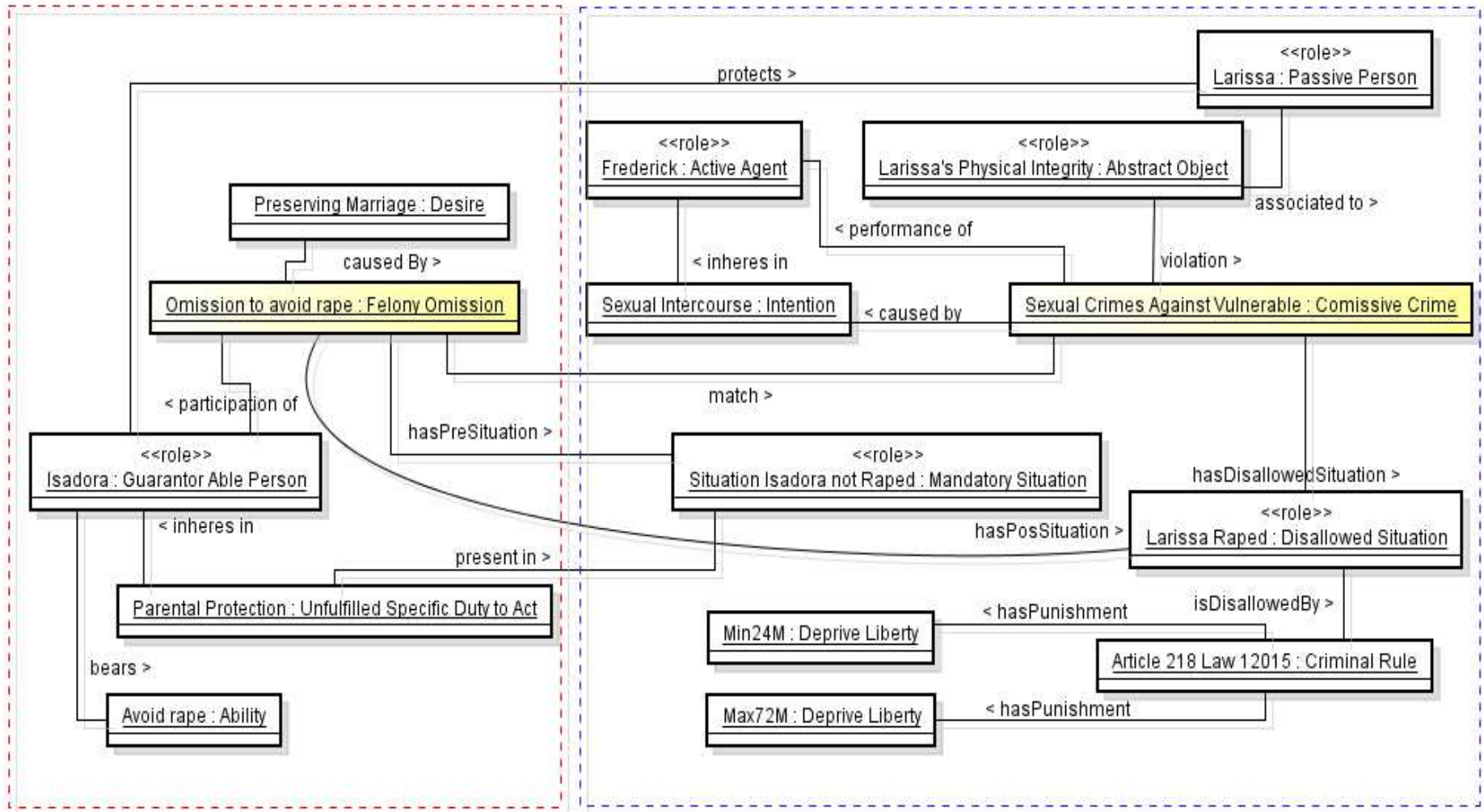


Figura 38 – Instanciação referente ao Exemplo 6 Fonte:própria.

A Figura 38 é dividida em duas seções distintas. A seção à esquerda (em vermelho) modela o comportamento de Isadora, enquanto a da direita (em azul) conceitua o comportamento de Frederick. Sem dúvida, o comportamento do marido é criminoso e sujeito a sanção penal. Há uma intenção na ação de Frederico. Maior atenção é focada no comportamento da mãe de Larissa da mesma maneira. Isadora tinha plena consciência do abuso sexual e tinha a habilidade de agir, prevenindo ou informando outra pessoa que pudesse agir contra o estupro. No entanto, ao decidir não fazer nada, a omissão se torna culposa. Além disso, a associação *match* entre os tipos criminosos atesta que Isadora também será punida por participação em uma ofensa sexual contra um vulnerável.

5.4.2 Tratando Deficiências Semânticas por Padrões/Anti-Padrões da UFO

O desenvolvimento ontológico foi acompanhando por advogados e professores de Direito Penal, a fim de que suposições equivocadas pudessem ser contingenciadas e resolvidas na fase inicial do desenvolvimento. Também, ao adotar a UFO como ontologia de topo, incorporamos o *framework* das categorias e restrições, o que ajudou a produzir relações taxonômicas coerentes, e conceitos ontologicamente bem fundamentados. Na prática, esta avaliação se deu através do uso de padrões e anti-padrões de modelagem, como exposto na Seção 3.4.4. Ao longo da engenharia ontológica, adotamos 04 padrões de modelagem, nomeadamente: *Role Pattern*, *Phase Partition Pattern*, *RoleMixin Pattern*, e *Relator and Material Relations Pattern*. Figura 39 apresenta alguns destes.

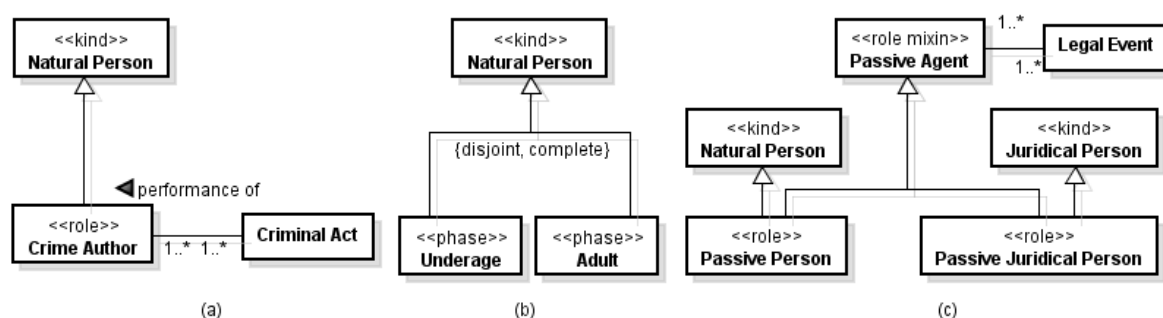


Figura 39 – Modelos Representando os Padrões Utilizados. Fonte:própria.

Com relação ao *Role Pattern*, os tipos estereotipados com «role» devem necessariamente se relacionar a algum outro tipo com o qual o primeiro mantém uma dependência (portanto, a cardinalidade mínima no extremo oposto deve ser 1). O autor de um crime, por exemplo, só pode existir se houver um crime (Figura 39(a)). Preocupações semelhantes foram consideradas na definição dos outros agentes e objetos. Quanto ao *Phase Partition Pattern*, seguimos a ideia de construir partições de «phase» completas e disjuntas. A Figura 39(b) mostra a partição definida a partir do tipo **NaturalPerson**, para conceitualizar tipos como sendo de idade penal ou não. O *RoleMixin Pattern* foi usado para lidar com casos em que um

tipo anti-rígido dependente é especializado em subtipos que instanciam diferentes «kind», como o **PassiveAgent** (Figura 39(c)). Nessas situações, o supertipo deve ser estereotipado com «rolemixin», além de exigir uma dependência externa, como o tipo «role» requer. Finalmente, as relações materiais regulares do universo jurídico (como aquelas estabelecidas entre normas conflitantes ou entre uma norma e uma situação qualificada) foram concebidas de acordo com o padrão *Relator and Material Relations*. Alguns deles serão ilustrados à medida que apresentamos os anti-padrões de modelagem.

A partir do catálogo de anti-padrões semânticos disponíveis (GUIZZARDI; SALES, 2014), exibimos alguns axiomas em DL usados para restringir a possibilidade de instâncias de modelos não intencionais. Em particular, nos concentramos nos seguintes anti-padrões: *Relation Specialization* (RS), *Relator with Overlapping Roles* (RWOR), e *Imprecise Abstraction* (IA). A Figura 40 mostra algumas partes da ontologia criminal que podem derivar modelos indesejados.

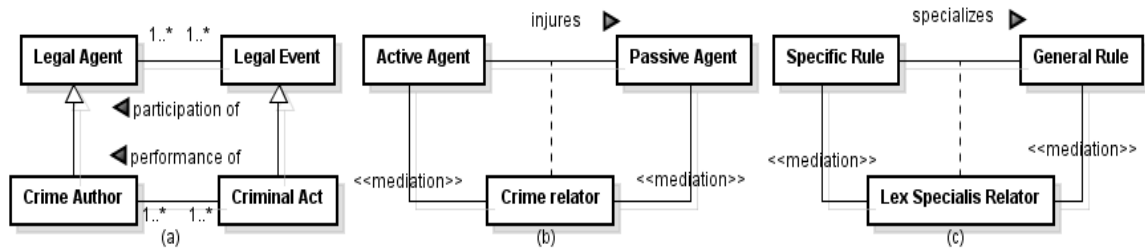


Figura 40 – Anti-Padrões RS (a) e RWOR (b,c). Fonte:própria.

O anti-padrão RS requer a análise se as relações entre tipos e seus super-tipos não estão relacionadas entre si. Observamos essa ocorrência nas relações entre agentes e eventos jurídicos (Figura 40(a)) e naquelas entre eventos jurídicos e situações pós-proibidas. Para eliminar qualquer fonte de problemas, é preciso estabelecer como essas associações se relacionam. Em ambos os casos, uma especializa a outra. Assim sendo: $\text{performanceOf} \sqsubseteq \text{participationOf}$ and $\text{hasDisallowedSituation} \sqsubseteq \text{hasPosSituation}$.

Quando dois papéis (potencialmente) sobrepostos (especializados do mesmo tipo) estão relacionados por uma relação material, temos um anti-padrão RWOR. Analisando, portanto, se o mesmo indivíduo pode desempenhar os dois papéis, podemos revelar modelos semanticamente não compatíveis com a realidade. Identificamos dois casos, com diferentes soluções. Em um único modelo do mundo, o autor do crime e sua vítima não podem ser o mesmo indivíduo. Mesmo para os crimes de suicídio, outros agentes são investigados, como aquele que induziu ou facilitou o ato. Portanto, para a Figura 40(b), é necessário e suficiente tornar os papéis disjuntos ($\text{ActiveAgent} \sqsubseteq \neg \text{PassiveAgent}$). O caso na Figura 40(c) é mais complexo: uma regra pode desempenhar os dois papéis (específico e geral), mas não relacionadas ao mesmo indivíduo. Em outras palavras, uma norma arbitrária X pode ser mais específica que uma norma Y , e mais geral do que uma norma Z , no entanto, Y e Z devem ser distintas. Neste caso, é necessário adicionar axiomas DL para tornar a relação

assimétrica (ou seja, disjunta de sua própria inversa) e irreflexiva (isto é, nunca é localmente reflexiva). Assim, temos: $\text{Disjoint}(\text{specializes}, \text{specializes}^-)$ e $\perp \sqsubseteq \neg \exists \text{specializes.Self}$.

Mesmo incomum, é provável que, além da pessoa física, uma pessoa jurídica possa ser classificada como autora do crime, particularmente no que diz respeito aos crimes ambientais. Esses casos têm a sociedade como a única vítima. Embora tenhamos limitado o escopo, algumas considerações são necessárias se adotarmos essa extensão de papel para o agente ativo. De acordo com Guizzardi e Sales (2014), quando dois tipos são relacionados por meio de uma associação com uma cardinalidade maior que um em ambas as extremidades e pelo menos um dos tipos relacionados é especializado em subtipos, surge o anti-padrão IA. É o que ocorre com a relação *injures* entre os agentes de um evento criminal. A solução prática é definir associações concretas entre subtipos, em vez de manter uma relação abstrata e vaga entre seus tipos. Destacamos a relação que precisa ser removida, bem como aquelas entre subtipos que devem ser explicitamente adicionadas na Figura 41.

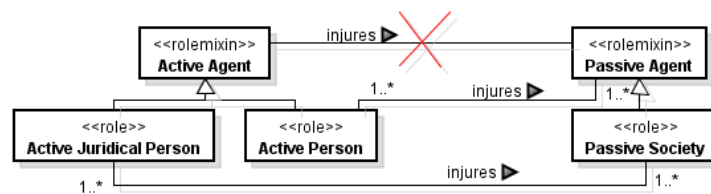


Figura 41 – Anti-Padrão IA. Fonte:própria.

5.4.3 Analisando a Coerência da Ontologia com o Direito Penal

As ontologias foram construídas no Protégé, versão 5.0.0 (Builder beta-17). Para a análise da satisfatibilidade ontológica, utilizamos o raciocinador Hermit 1.3.8. Como apresentado na Seção 3.3.3, a satisfatibilidade atesta a consistência da base de conhecimento, ao identificar uma Interpretação $\mathcal{I}$, na qual para cada axioma $C \sqsubseteq D$ da base, $C^{\mathcal{I}} \subseteq D^{\mathcal{I}}$. Com relação as inferências realizadas, apresentamos algumas conclusões.

As situações construídas a partir dos crimes contra a vida foram agrupadas inicialmente em duas categorias: os crimes dolosos, e os crimes culposos. A distinção entre estes ocorre na intenção que causou a ação. Dentro dos crimes dolosos, ainda se destacam as situações que definem os crimes de homicídio qualificado, feminicídio, além daquelas que caracterizam as situações de aumento ou diminuição da pena. Os crimes de feminicídio e homicídio culposos também podem ser agravados, conforme hierarquia destacada na Figura 42.

Já na OntoProperty, destacamos que as exceções podem ocorrer em mais de um nível, como destacado na Figura 43. Assim, da mesma forma como se procedeu na OntoMurder, é preciso deixar claro o grau de especificidade entre as normas de furto, roubo, e latrocínio.

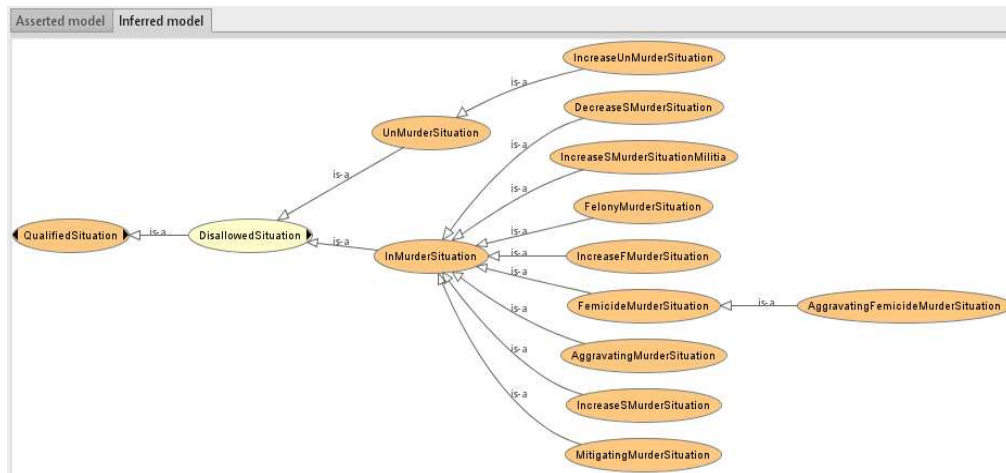


Figura 42 – Taxonomia Inferida das Situações dos Crimes contra a Vida. Fonte:própria.

Isso tende a evitar a dupla imputação penal, caso uma conduta arbitrária fosse classificada como latrocínio (e, conseqüentemente, roubo e furto). Logo, temos que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ArticleRobberyAMurder} \sqsubseteq \exists \text{specializes.ArticleRobbery} \\ \text{ArticleRobbery} \sqsubseteq \exists \text{specializes.ArticleTheft} \end{array} \right\}$$

Notadamente, a relação **specializes** bem como as demais relações construídas a partir do conflito entre as regras precisam ser transitivas. Assim, segue-se também que $\text{ArticleRobberyAMurder} \sqsubseteq \exists \text{specializes.ArticleTheft}$.

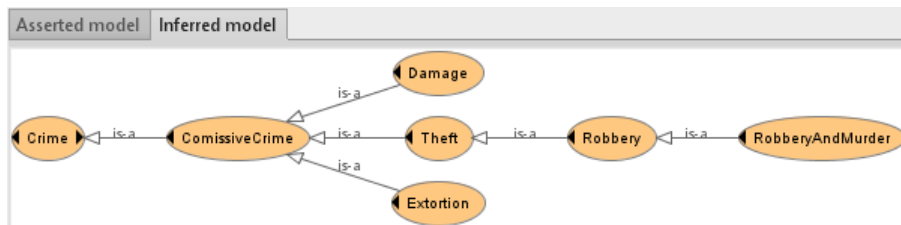


Figura 43 – Taxonomia Inferida dos Crimes contra o Patrimônio. Fonte:própria.

Apesar da coerência lógica quanto às inferências feitas sobre a estrutura taxonômica das ontologias, há algumas incoerências quanto à prática jurídica. Por exemplo, suponha uma situação peculiar. Um agente A deliberadamente mata um agente B; sem mais informações, a situação tipicamente constitui um assassinato, ou como consta no Código Penal, um Homicídio Simples. Circunstâncias adicionais, como comportamento motivado por razões fúteis, provocariam um homicídio mais sério, o tipo qualificado. A regra de inferência *Modus Ponens* aplica-se apenas ao caso mais típico; a inferência permanece inalterada até que a inserção de circunstâncias específicas desencadeie um caso mais excepcional e remova a conclusão anterior. Portanto, não é possível classificar também o evento como um crime simples; ou seja, ao invés de um subtipo, na verdade, o segundo caso constitui

uma exceção ao caso mais típico. Dentro do contexto legal, é conhecido como o princípio da especialidade, *Lex Specialis Derogat Generali* (PAUWELYN, 2003) (discutido na Seção 2.1.3), onde uma regra especial, além de possuir todos os elementos da regra geral, reúne um adicional de gravidade (ou de atenuância).

Outro ponto similar surge na própria definição de um ato ilícito. Embora tenhamos utilizado que este ocorre com a violação de um bem jurídico, sabe-se que, há causas que afastam a ilicitude como, por exemplo, a legítima defesa, o estado de necessidade, o estrito cumprimento do dever legal, ou o exercício regular de direito (art. 23 CP). Por exemplo, normalmente é proibido matar, mas pode ser permitido se o agente age em legítima defesa. Em outras palavras, estas causas podem ser vistas como exceções, que classificariam um ato como sendo lícito.

Face às inferências realizadas, percebe-se que a lógica clássica, que é a base da DL, não acomoda convenientemente algumas nuances jurídicas, como a “hierarquia de exceções”, detalhada por Ven et al. (2008). Exceções e restrições tornam o domínio desafiador; formalizar o domínio jurídico exclusivamente por uma lógica monotônica é uma tarefa árdua e trabalhosa. Além disso, mesmo que uma situação seja modelada monotonicamente, a abordagem pode parecer pouco natural e difícil de entender por não-lógicos. No Capítulo 6 apresentamos uma proposta não monotônica para estender as ontologias jurídicas, e que atende satisfatoriamente esse tipo de exceção entre as normas jurídicas.

5.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste Capítulo apresentamos a OntoCrime, bem como modelos semânticos para as ontologias contra a vida e contra o patrimônio. A axiomatização foi fundamentada na UFO e formalizada na Lógica Descritiva, abrindo um leque para o desenvolvimento de diversas outras ontologias de domínio. A escolha da UFO se deu por questões de validação da modelagem conceitual, bem como por esta já disponibilizar uma ontologia para entidades sociais. Entretanto, as exceções entre as normas jurídicas não são convenientemente modeladas em uma lógica monotônica. No Capítulo 6, portanto, expandimos os limites da lógica clássica para buscar atender estes conflitos que ocorrem entre as normas jurídicas, por intermédio de uma lógica preferencial não monotônica. Em particular, propomos uma abordagem que consegue construir uma ordenação de preferências entre as normas, respeitando o critério de especialização entre estas.

6 TRATANDO EXCEÇÕES COM UMA LÓGICA DESCRITIVA NÃO-MONOTÔNICA

Como apresentado no Capítulo 4, a representação do conhecimento jurídico apresenta muitas anomalias, devido à própria natureza da lei. Na axiomatização do Código Penal, tratada no Capítulo 5, foi discutido que, se as exceções entre as normas jurídicas não forem bem conceitualizadas, podem gerar potenciais violações de princípios do ordenamento jurídico. Assim, enquanto a DL leva a problemas ou soluções que não representam adequadamente a prática jurídica, investigamos neste capítulo se a Lógica Descritiva Preferencial (do inglês, *Preferential Description Logic* (BRITZ; MEYER; VARZINCZAK, 2011)), ou seja, um super conjunto não-monotônico da DL, é mais adequada para modelar o domínio do Direito, principalmente para modelar e raciocinar com exceções, evitando assim a introdução de conflitos. Neste capítulo, portanto, estendemos a axiomatização da ontologia de Crime para modelar as exceções intrínsecas dos sistemas normativos. Responde-se, portanto, à seguinte questão de Pesquisa: **QP03: Quais os limites da DL para modelagem do conhecimento jurídico, e como é possível axiomatizar as nuances dos textos normativos descobertas pela DL?**

6.1 CONFLITOS E EXCEÇÕES NO DOMÍNIO JURÍDICO

De acordo com Lindahl (1992), um conflito normativo ocorre em uma situação onde é impossível aplicar duas normas em conjunto. Boer, Engers e Winkels (2005) listam os três principais tipos de conflitos normativos: *Disaffirmation conflict*, *Compliance conflict*, e conflitos entre normas que se anulam. *Disaffirmation* refere-se às situações onde normas de qualificações deônticas distintas (permissiva e proibitiva, por exemplo) incidem sobre o mesmo caso. É o conflito axiomatizado em $\mathcal{T}_{qua}$, no Capítulo 5. Já o conflito conhecido por *compliance* refere-se às situações onde normas com mesma qualificação deôntica ainda permanessem opostas. Por fim, o último conflito trata de regras normativas que se anulam, para prevenir, por exemplo, situações em que se deve fazer substancialmente a mesma coisa duas vezes (*Double Jeopardy*). Este último é o tipo de conflito tratado neste capítulo.

O raciocínio jurídico é anulável por natureza. Conclusões inferidas podem potencialmente ser removidas, com a inclusão de novas informações que desencadeiam algumas exceções, como discutido no final do Capítulo 5. Celano (2012) argumenta que, embora vistas como regras condicionais do tipo IF <CONDITIONS> THEN <CONSEQUENT>, a parte anterior de uma norma deve ser satisfeita apenas sob condições normais. Isto ocorre por que, além da hierarquia das leis inerentes dos sistemas jurídicos, as normas são ainda abertas para exceções implícitas, que são difíceis de especificar antes da aplicação (*ex ante*) da lei para casos particulares (BELTRÁN; RATTI, 2013). Ademais, é humanamente

impossível listar todas as exceções e condições suficientes para aplicações práticas (BOONIN, 1966). No domínio crimimnal, por exemplo, não se pode condenar um comportamento de um agente como roubo e latrocínio, pois violaria o princípio do *Double Jeopardy*. A especificação do crime de latrocínio rege uma situação mais específica que o tipo mais geral.

Portanto, exploramos e discutimos neste capítulo a adequação de uma lógica não-monotônica para lidar com estes tipos de exceções inerentes do domínio jurídico. Para tanto, revisitamos e, por questões didáticas, simplificamos a definição de crime axiomatizada no Capítulo 5. Além disso, o Exemplo 7 analisa novamente uma subseção dos crimes contra a vida, que trata do homicídio simples e do homicídio qualificado. Ao contrário do Capítulo 5, contudo, não nos preocupamos neste capítulo em amarrar todas as particularidades destes crimes, mas frisar as exceções que, por vezes, estão implícitas nos próprios textos. Logo, transcrevemos as respectivas normas, seguidas de um exemplo trivial de homicídio.

- **Homicídio Simples (Art. 121):**

Matar Alguém:

Pena - reclusão, de seis a vinte anos.

- **Homicídio Qualificado (Art. 121, §2.):**

Se o homicídio é cometido:

I - mediante paga ou promessa de recompensa, ou por outro motivo torpe;

II - por motivo fútil;

III - com emprego de veneno, fogo, explosivo, asfixia, tortura ou outro meio insidioso ou cruel, ou de que possa resultar perigo comum;

IV - à traição, de emboscada, ou mediante dissimulação ou outro recurso que dificulte ou torne impossível a defesa do ofendido;

V - para assegurar a execução, a ocultação, a impunidade ou vantagem de outro crime:

Pena - reclusão, de doze a trinta anos.

Exemplo 7. *Bob e Bill, fãs apaixonados dos dois maiores times de futebol rivais da cidade onde residem, são amigos que estavam assistindo a partida final do campeonato, quando, depois de uma discussão boba sobre quem seria o melhor time, Bob pegou uma arma em sua casa e atirou em Bill, matando-o instantaneamente.*

Apenas para simplificar o entendimento, assumimos aqui que Crime é um tipo de Event realizado por uma ação jurídica (CriminalAct). Uma CriminalAct é realizada por um ActiveAgent, além de violar objetos jurídicos. Um ActiveAgent causa algum dano a um PassiveAgent, através da relação injures. Já a relação entre CriminalAct e Situation se dá conforme discutido no Capítulo 5. A Figura 44 ilustra as entidades terminológicas. Como já destacado, o núcleo de um crime é a ação jurídica. Outros conceitos já discutidos

também se fazem presentes, como *Situation*, *ActionContribution*, *ActiveAgent*, *PassiveAgent*, *LegalObject*, e *Circumstance*. Para não sobrecarregar a imagem, evitamos exibir detalhes das normas e sanções. Os tipos criminais sob investigação estão destacados na Figura 44.

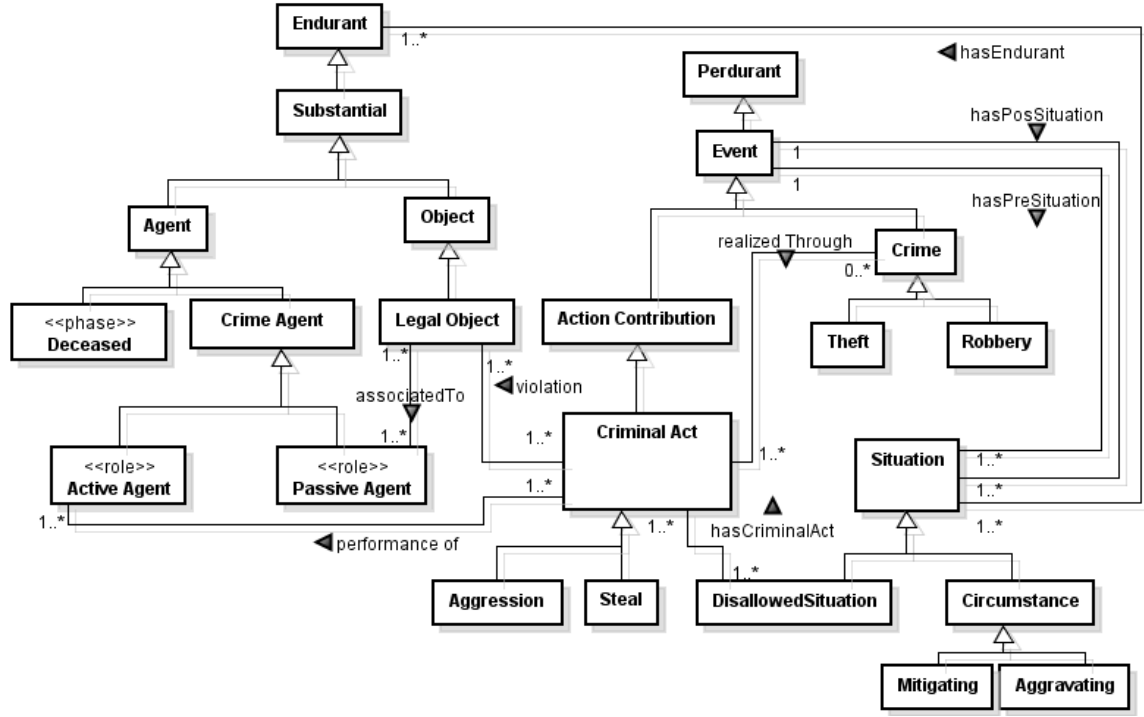


Figura 44 – Modelagem para o Conceito de Crime. Fonte: própria.

A TBox $\mathcal{T}$ modela dois tipos de crime, o primeiro de natureza mais simples, já que apenas trata do ato de matar, e o outro de maior prejuízo, já que envolve circunstâncias extras (a ação dirigida por uma razão fútil, por exemplo) que agravam o comportamento. Estes axiomas em análise estão destacados na TBox.

$$\mathcal{T} = \left\{ \begin{array}{ll} \text{Crime} & \sqsubseteq \exists \text{realizedThrough.CriminalAct}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \text{ActionContribution}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \exists \text{performanceOf.ActiveAgent} \sqcap \\ & \exists \text{violation.LegalObject}, \\ \text{LegalObject} & \sqsubseteq \exists \text{associatedTo.PassiveAgent}, \\ \text{DisallowedSituation} & \sqsubseteq \exists \text{hasCriminalAct.CriminalAct}, \\ \text{Circumstance} & \equiv \text{Aggravating} \sqcup \text{Mitigating}, \\ \text{Murder} & \sqsubseteq \text{CriminalAct}, \\ \text{MurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation}, \\ \text{MurderSituation} & \equiv \exists \text{hasEndurant.Deceased}, \\ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap & \sqsubseteq \text{SimpleMurder}, \\ \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} & \\ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap & \\ \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqcap & \sqsubseteq \text{FelonyMurder}, \\ \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} & \\ \text{SimpleMurder} & \sqsubseteq \neg \text{FelonyMurder} \end{array} \right\}$$

A Figura 45 ilustra a instanciação da conceituação do crime para o Exemplo 7. `behaviorBob` é uma instância de evento com uma situação anterior e outra consequente. A ação foi executada por `bob`, a qual causa um dano a `bill`. Na pré-situação há um agravante. Na pós-situação, `bill` encontra-se morto. O componente assertional para o exemplo é representado pela ABox $\mathcal{A}$.

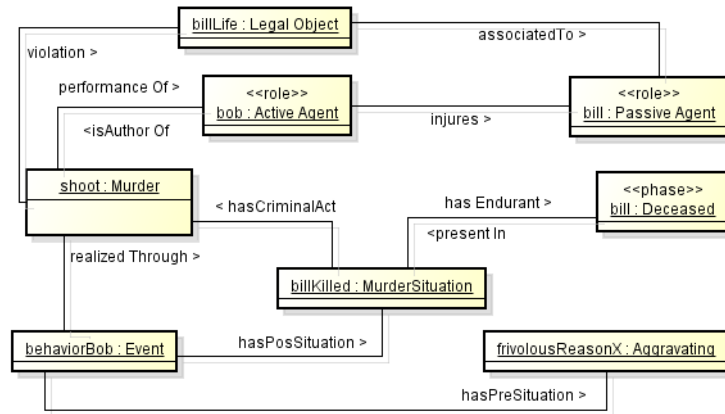


Figura 45 – Instanciação do Comportamento de Bob. Fonte: própria.

$$\mathcal{A} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Event}(\text{behaviorBob}), \text{Murder}(\text{shoot}), \text{MurderSituation}(\text{billKilled}), \\ \text{Deceased}(\text{bill}), \text{ActiveAgent}(\text{bob}), \text{injures}(\text{bob}, \text{bill}), \text{LegalObject}(\text{billLife}), \\ \text{Aggravating}(\text{frivolousReasonX}), \text{performanceOf}(\text{shoot}, \text{bob}), \text{violation}(\text{shoot}, \text{billLife}), \\ \text{realizedThrough}(\text{behaviorBob}, \text{shoot}), \text{hasCriminalAct}(\text{billKilled}, \text{shoot}), \\ \text{hasPreSituation}(\text{behaviorBob}, \text{frivolousReasonX}), \text{associatedTo}(\text{billLife}, \text{bill}), \\ \text{hasPosSituation}(\text{behaviorBob}, \text{billKilled}), \text{hasEndurant}(\text{billKilled}, \text{bill}) \end{array} \right\}.$$

Por simplicidade, em $\mathcal{T}$ não listamos os relacionamentos de subsunção direta, modelados como herança entre as entidades/classes. Também evitamos sobrecarregar a ABox $\mathcal{A}$ com axiomas desnecessários para o propósito. Entre outros resultados de subsunção lógica, o raciocínio regular em DL mostra ainda que (dado $\mathcal{KB} = \mathcal{T} \cup \mathcal{A}$):

$$\mathcal{KB} \models \left\{ \begin{array}{l} \text{SimpleMurder}(\text{behaviorBob}), \\ \text{FelonyMurder}(\text{behaviorBob}) \end{array} \right\}$$

Logo, dado o axioma de disjunção entre os crimes, a base seria inconsistente. De acordo com o que foi dito, **bob** é classificado como um agente agressor. Mais importante, seu comportamento é classificado como crime; na verdade, como dois crimes. A consequência inferida a partir de $\mathcal{T} \cup \mathcal{A}$ classifica **behaviorBob** como um homicídio simples e qualificado. Do ponto de vista jurídico, no entanto, essa conceituação não corresponde ao que é discutido no processo criminal. Na prática, **FelonyMurder** deve ser realizado como uma exceção implícita (BELTRÁN; RATTI, 2013) ao caso simples. Enquanto o último envolve os casos típicos, o crime qualificado seria a única solução no raciocínio jurídico. O resultado em $\mathcal{KB}$ violaria também o princípio *Non Bis In Idem*, pois as inferências realizadas no exemplo de **bob** imputariam duas punições distintas para **behaviorBob**.

Haja vista que exceções ocorrem com frequência e entre diferentes normas jurídicas, a axiomatização para os crimes precisa ser remodelada para absorver essas anomalias, algo que a DL clássica não atende de maneira natural.

6.2 LÓGICA DESCRITIVA PREFERENCIAL

As exceções e o raciocínio não-monotônico, como o tipo que ocorre com tanta frequência no raciocínio jurídico não podem ser bem representados na DL. Beltrán e Ratti (2013) argumenta que regulamentações deste universo são geralmente anuláveis (*defeasible*). Portanto, para alavancar a semântica da DL com raciocínio não-monotônico, Britz, Meyer e Varzinczak (2011) sugerem uma extensão da DL contemplando um construtor de subsunção anulável ($\sqsubset$) para axiomatizar exceções para os objetos típicos, conhecida como Lógica de Descrição Preferencial (PDL). O Exemplo 8 ilustra uma situação no universo dos passáros.

Exemplo 8. Considere, por exemplo, o universo dos pássaros voadores e dos pinguins. Em vez de declarar, por exemplo, que os pássaros voam ($Birds \sqsubseteq Fly$), por meio da sintaxe da **Preferential Description Logic (PDL)**, declaramos que os pássaros típicos (ou seja, os casos mais básicos) voam ($Birds \sqsubset Fly$).

Para lidar com a excepcionalidade, $\sqsubset$ não deve ser monotônico. A seguir, definimos a relação de subsunção preferencial e racional, derivada de **Kraus, Lehmann e Magidor (1990)**, também conhecida como teoria KLM.

Definição 5. (Subsunção Preferencial (BRITZ; MEYER; VARZINCZAK, 2011)). Uma relação de subsunção $\sqsubset \subseteq \mathcal{L} \times \mathcal{L}$ é uma subsunção preferencial se a relação satisfizer as seguintes propriedades: Reflexity (Ref), Left Logical Equivalence (LLE), And, Or, Right Weakening (RW), e Cautious Monotonicity (CM), com a implicação proposicional substituída pela subsunção clássica da **DL**.

$$\begin{array}{lll} (Ref) C \sqsubset C & (LLE) \frac{C \equiv D, C \sqsubset E}{D \sqsubset E} & (And) \frac{C \sqsubset D, C \sqsubset E}{C \sqsubset D \sqcap E} \\ (Or) \frac{C \sqsubset E, D \sqsubset E}{C \sqcap D \sqsubset E} & (RW) \frac{C \sqsubset D, D \sqsubseteq E}{C \sqsubset E} & (CM) \frac{C \sqsubset D, C \sqsubset E}{C \sqcap D \sqsubset E} \end{array}$$

Definição 6. (Subsunção Racional (BRITZ; MEYER; VARZINCZAK, 2011)). Uma relação de subsunção $\sqsubset \subseteq \mathcal{L} \times \mathcal{L}$ é uma relação de subsunção racional se, além de ser uma relação de subsunção preferencial, também satisfaz a propriedade de Rational Monotonicity (RM).

$$(RM) \frac{C \sqsubset D, C \not\sqsubseteq \neg E}{C \sqcap E \sqsubset D}$$

A semântica da **PDL**, como destacado por **Britz, Meyer e Varzinczak (2011)**, é construída em termos de estruturas parcialmente ordenadas, $\mathcal{P} := \langle \Delta^{\mathcal{P}}, \cdot^{\mathcal{P}}, \prec^{\mathcal{P}} \rangle$, onde:

- $\langle \Delta^{\mathcal{P}}, \cdot^{\mathcal{P}} \rangle$ é uma interpretação ordinária da **DL**;
- $\prec^{\mathcal{P}}$ é uma ordem parcial irreflexiva, anti-simétrica e transitiva em $\Delta^{\mathcal{P}}$;
- e $\prec^{\mathcal{P}}$ é, além disso, “suave”, isto é, para cada $C \in \mathcal{L}$, se $C^{\mathcal{P}} \neq \emptyset$, então $\min_{\prec^{\mathcal{P}}}(C^{\mathcal{P}}) \neq \emptyset$, onde $\min_{\prec^{\mathcal{P}}}$ denota os elementos mínimos em $C^{\mathcal{P}}$.

A ordem parcial organiza os elementos de um domínio arbitrário $\Delta^{\mathcal{P}}$ em “níveis de tipicidade”, diminuindo de baixo para cima; ou seja, os objetos de nível inferior devem ser os mais normais. Dada uma interpretação **PDL** $\mathcal{P}$ e um axioma de subsunção anulável $C \sqsubset D$, a semântica do último é dada por:

$$\mathcal{P} \models C \sqsubset D \text{ sse } \min_{\prec^{\mathcal{P}}}(C^{\mathcal{P}}) \subseteq D^{\mathcal{P}}.$$

A partir das definições de subsunção da **PDL**, apresentamos as definições de implicação associadas (**BRITZ; MEYER; VARZINCZAK, 2011**).

Definição 7. (Implicação Preferencial). *Uma relação de subsunção $C \sqsubseteq D$ é preferencialmente implicada por uma dada base de conhecimento anulável $\mathcal{KB}$ sse $C \sqsubseteq D$ é uma declaração do fechamento preferencial (preferential closure) de $\mathcal{KB}$, ou seja, é uma derivação de $\mathcal{KB}$ usando as regras da subsunção preferencial.*

Em tal contexto, no entanto, dada uma interpretação preferencial $\mathcal{P}$, não podemos concluir (em geral) $\mathcal{P} \models C \sqcap E \sqsubseteq D$ de $\mathcal{P} \models C \sqsubseteq D$. **Britz, Meyer e Varzinczak (2011)** mencionam que “a implicação preferencial é, portanto, muito fraca”. Inferências realizadas no contexto jurídico devem ser retratáveis e ampliativas (**BELTRÁN; RATTI, 2013**). Em outras palavras, conclusões plausíveis (embora provisórias) precisam ser inferidas na ausência de informações adversas. Assim, tais conclusões devem ser removidas à luz de novas informações conflitantes. Portanto, deixamos de lado a implicação preferencial monotônica, e adotamos aqui a implicação racional não-monotônica, conforme discutida em **Britz et al. (2013)**.

A implicação racional resolve a propriedade indesejada da monotonicidade induzida por interpretações preferenciais através de uma ordenação de preferência nos modelos (**BRITZ et al., 2013**). A motivação para a ordenação é perceber que alguns modelos são mais importantes que outros. Portanto, na implicação racional, onde não há informação contrária, supõe-se que os indivíduos são tão típicos quanto possível, conforme estabelecido na Definição **8**.

Definição 8. (Implicação Racional). *Uma relação de subsunção $C \sqsubseteq D$ é racionalmente implicada por uma dada base de conhecimento anulável $\mathcal{KB}$ sse $C \sqsubseteq D$ é um axioma do fechamento racional (rational closure) de $\mathcal{KB}$, ou seja, é uma derivação do modelo mínimo (o modelo no qual os objetos são os mais típicos quanto possíveis) de $\mathcal{KB}$.*

Na seção seguinte discutimos como a lógica **PDL** pode ser convenientemente utilizada para tratar as exceções discutidas anteriormente.

6.3 ADEQUANDO A LÓGICA DESCRITIVA PREFERENCIAL AO DOMÍNIO JURÍDICO

A generalização, como regida pela inferência clássica do *modus-ponens*, aborda apenas os casos mais comuns. Todavia, os sistemas legais, regidos por leis e princípios, compreendem muitas exceções (implícitas e explícitas) que impedem o uso estrito de lógicas monotônicas. Nesta seção, propomos uma nova abordagem utilizando a **PDL**. Discute-se, portanto, como resolver o problema das normas anuláveis com um construtor para relações de subsunção não monotônicas. Em $\mathcal{T}_d$ apresentamos uma TBox anulável para os crimes contra a vida.

$$\mathcal{T}_d = \left\{ \begin{array}{ll} \text{Crime} & \sqsubseteq \exists \text{realizedThrough.CriminalAct}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \text{ActionContribution}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \exists \text{performanceOf.ActiveAgent} \sqcap \\ & \exists \text{violation.LegalObject}, \\ \text{LegalObject} & \sqsubseteq \exists \text{associatedTo.PassiveAgent}, \\ \text{DisallowedSituation} & \sqsubseteq \exists \text{hasCriminalAct.CriminalAct}, \\ \text{Circumstance} & \equiv \text{Aggravating} \sqcup \text{Mitigating}, \\ \text{Murder} & \sqsubseteq \text{CriminalAct}, \\ \text{MurderSituation} & \sqsubseteq \text{DisallowedSituation}, \\ \text{MurderSituation} & \equiv \exists \text{hasEndurant.Deceased}, \\ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap & \sqsubset \text{SimpleMurder}^{(1)}, \\ \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} & \\ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap & \\ \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqcap & \sqsubset \text{FelonyMurder}^{(2)}, \\ \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} & \\ \text{SimpleMurder} & \sqsubseteq \neg \text{FelonyMurder} \end{array} \right\}$$

Diferente da TBox $\mathcal{T}$, $\mathcal{T}_d$ permite declarações de subsunção clássicas e anuláveis. Em $\mathcal{T}_d$ existem algumas pequenas modificações nos axiomas (1) e (2). Estes afirmam que, tipicamente, matar uma pessoa é um simples crime de homicídio (1). Novas condições podem anular essa conclusão: matar em circunstâncias graves é um homicídio qualificado (2). No entanto, sob a semântica da implicação racional (particularmente, considerando a propriedade RM), a partir de $\mathcal{T}_d$ temos que os axiomas:

$$\left\{ \begin{array}{l} \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqsubset \text{SimpleMurder} \\ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \not\sqsubset \neg \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} \end{array} \right\}$$

ainda inferem:

$$\left\{ \begin{array}{l} \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqcap \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} \\ \sqsubset \text{SimpleMurder} \end{array} \right\}$$

Com base nessa inferência, mesmo levando em conta a nova base de conhecimento $\mathcal{KB}_d = \mathcal{T}_d \cup \mathcal{A}$, nada muda em relação as inferências sobre o comportamento de Bob:

$$\mathcal{KB}_d \models \left\{ \begin{array}{l} \text{SimpleMurder}(\text{behaviorBob}), \\ \text{FelonyMurder}(\text{behaviorBob}) \end{array} \right\}$$

A base de conhecimento $\langle \mathcal{A}, \mathcal{T}_d \rangle$ ainda não corresponde ao resultado prático esperado no campo jurídico, já que a dupla classificação viola os princípios já mencionados. A

propriedade RM ainda força a inferência do tipo simples de assassinato. É necessário maximizar a tipicidade dos objetos; no contexto, informar que, normalmente, eventos realizados através de uma ação de matar não têm uma situação agravante como pré-estado.

$$\begin{aligned} \mathcal{T}'_d = \mathcal{T}_d \cup \{ \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \\ \sqsubseteq \neg \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} \} \end{aligned}$$

Logo, a partir de $\mathcal{KB}'_d = \mathcal{T}'_d \cup \mathcal{A}$, se conclui (acertadamente) que:

$$\begin{aligned} \mathcal{KB}'_d \models \text{FelonyMurder}(\text{behaviorBob}), \\ \mathcal{KB}'_d \not\models \text{SimpleMurder}(\text{behaviorBob}) \end{aligned}$$

6.3.1 Lógica Descritiva Preferencial para o Princípio Non Bis In Idem

Face à adequabilidade da **PDL** para modelar as exceções normativas, propomos nesta subseção um padrão de axiomatização para o princípio do *Non Bis In Idem*. A relação de subsunção não-monotônica adotada estabelece portanto uma prioridade implícita entre os axiomas anuláveis. Com base nesta premissa, apresentamos os fundamentos gerais para a aplicação do referido princípio. Considere que para cada axioma de subsunção anulável γ , ele possui uma parte antecedente (A) e uma conseqüente (C), expresso da seguinte forma:

$$\gamma : A(\gamma) \sqsubseteq C(\gamma)$$

A partir disto, propomos a seguinte relação de prioridade:

Definição 9. Relação de Prioridade Preferencial ($>_p$). Considere que $\sqsubseteq$ seja uma relação de subsunção preferencial. Dada uma TBox consistente ($\mathcal{T}$) e dois axiomas anuláveis (α e β), em que $\mathcal{T} \models \alpha$ e $\mathcal{T} \models \beta$, e nem $\mathcal{T} \models C(\alpha) \sqsubseteq \perp$ nem $\mathcal{T} \models C(\beta) \sqsubseteq \perp$. β se sobrepõe a α (sob a semântica preferencial) se e somente se $\mathcal{T} \models A(\beta) \sqsubseteq A(\alpha)$ e $C(\beta) \sqcap C(\alpha) \sqsubseteq \perp$. Assim, em geral:

$$\mathcal{T} \models \left\{ \begin{array}{l} \alpha : \sqcap_{i=1}^n D_i \sqsubseteq C(\alpha) \\ \beta : \sqcap_{i=1}^n D_i \sqcap \sqcap_{j=1}^m E_j \sqsubseteq C(\beta) \\ \eta : C(\alpha) \sqcap C(\beta) \sqsubseteq \perp \end{array} \right\}, \quad \beta >_p \alpha$$

Ao manipular a exceção entre α e β , deve ser declarado que suas porções conseqüentes são disjuntas (axioma η). Caso contrário, um indivíduo poderia ser classificado como ambas as expressões de conceito $C(\alpha)$ e $C(\beta)$, o que não levaria a uma exceção.

Lema 1. A relação de prioridade preferencial $>_p$ é irreflexiva.

Demonstração. Suponha que $>_p$ seja reflexiva. Assim, dado um axioma anulável α e uma TBox $\mathcal{T}$, onde $\mathcal{T} \models \alpha$, então $\alpha >_p \alpha$. Isto leva a uma contradição, com a Definição 9, uma vez que $C(\alpha) \sqcap C(\alpha) \not\sqsubseteq \perp$, levando em conta a hipótese de que $C(\alpha) \not\sqsubseteq \perp$. $\square$

Lema 2. *A relação de prioridade preferencial $>_p$ é assimétrica.*

Demonstração. Suponha que $>_p$ seja simétrica. Dados dois axiomas anuláveis α e β e uma TBox $\mathcal{T}$, onde $\mathcal{T} \models \alpha$ e $\mathcal{T} \models \beta$, se $\beta >_p \alpha$, então $\alpha >_p \beta$. Da Definição 9, temos $A(\beta) \sqsubseteq A(\alpha)$ e $A(\alpha) \sqsubseteq A(\beta)$. Em outras palavras, $A(\alpha) \equiv A(\beta)$. No entanto, ainda de acordo com a Definição 9, a parte consequente dos axiomas é disjunta e, portanto: $C(\alpha) \sqcap C(\beta) \sqsubseteq \perp$. Similarmente à última prova, assumindo que as hipóteses $C(\alpha) \not\sqsubseteq \perp$ e $C(\beta) \not\sqsubseteq \perp$ são verdadeiras, e como já sabemos que $A(\alpha) \equiv A(\beta)$, portanto, $A(\alpha) \sqsubset C(\alpha)$ e $A(\alpha) \sqsubset C(\beta)$. Claramente nós teríamos $\mathcal{T} \models \top \sqsubseteq \perp$, já que uma instância típica de $A(\alpha)$, pela subsunção preferencial (ou racional), não poderia ser simultaneamente classificada como conceitos disjuntos (em outras palavras, a partir dos axiomas anteriores, teríamos $A(\alpha) \sqsubset C(\alpha) \sqcap C(\beta)$, portanto $A(\alpha) \sqsubset \perp$). Assim, confirmamos a assimetria da relação de prioridade. $\square$

Lema 3. *A relação de prioridade preferencial $>_p$ é intransitiva.*

Demonstração. Considere a seguinte base de conhecimento $\mathcal{KB}$, com alguns conceitos arbitrários:

$$\mathcal{KB} \models \left\{ \begin{array}{l} \alpha : X \sqsubset Y \\ \beta : X \sqcap Z \sqsubset H \\ \gamma : X \sqcap Z \sqcap O \sqsubset P \\ Y \sqcap H \sqsubseteq \perp \\ H \sqcap P \sqsubseteq \perp \end{array} \right\}$$

Pela definição 9, temos que $\beta >_p \alpha$ e $\gamma >_p \beta$. No entanto, como $\mathcal{KB} \not\models Y \sqcap P \sqsubseteq \perp$, não podemos inferir $\gamma >_p \alpha$. Por outro lado, se assumirmos a hipótese de que, considerando-se três ou mais axiomas anuláveis, se todas as suas partes consequentes são disjuntas par a par (enquanto o critério relativo às suas partes antecedentes também é atendido), então teremos a transitividade preservada. Para o último exemplo, apenas note que adicionar $Y \sqcap P \sqsubseteq \perp$ em $\mathcal{KB}$ fará com que os axiomas α, γ correspondam a todos os critérios da relação de prioridade. $\square$

Lema 4. *A relação de prioridade preferencial $>_p$ é acíclica.*

A partir do Lema 2, é trivialmente provado que não há ciclos entre as relações de prioridade. Mais uma vez, a veracidade do Lema só é assegurada se a hipótese de que as partes consequentes dos axiomas são satisfatíveis. Portanto, se a propriedade cíclica fosse verdadeira, para dois axiomas α e β , se $\beta >_p \alpha$, então $\alpha >_p \beta$. Mas isso tornaria a relação de prioridade também simétrica, o que já foi provado ser falso no Lema 2.

Adicionalmente, é imprescindível fornecer a relação de prioridade para a relação de subsunção racional. Para facilitar a compreensão, definimos um operador de diferença entre fórmulas da **DL**.

Definição 10. Subtração de Especificidades ($\setminus_{DL}$). Dados dois conceitos DL ($\mathcal{F}_1$ e $\mathcal{F}_2$, em que $\mathcal{F}_1 \sqsubseteq \mathcal{F}_2$) expressos na seguinte forma $\sqcap_{i=1}^j E_i$, $\setminus_{DL}$ é um operador de subtração de especificidade, onde $\mathcal{F}_1 \setminus_{DL} \mathcal{F}_2$ resulta em uma fórmula **DL** $\mathcal{F}_3$, onde $\mathcal{F}_2 \sqcap \mathcal{F}_3 \equiv \mathcal{F}_1$.

Definição 11. Relação de Prioridade Racional ($>_r$) Considere $\sqsubseteq$ como uma relação de subsunção racional (**BRITZ; MEYER; VARZINCZAK, 2011**). Assim, dada uma TBox ($\mathcal{T}$) e dois axiomas anuláveis (α e β), nos quais $\mathcal{T} \models \alpha$ e $\mathcal{T} \models \beta$, e nem $\mathcal{T} \models C(\alpha) \sqsubseteq \perp$ nem $\mathcal{T} \models C(\beta) \sqsubseteq \perp$. β anula α se e somente se $\mathcal{T} \models A(\beta) \sqsubseteq A(\alpha)$, $C(\beta) \sqcap C(\alpha) \sqsubseteq \perp$, e $\mathcal{T} \models A(\alpha) \sqsubseteq \neg \mathcal{F}$, onde $\mathcal{F} = A(\beta) \setminus_{DL} A(\alpha)$. Assim, em geral:

$$\mathcal{T} \models \left\{ \begin{array}{l} \alpha : \sqcap_{i=1}^n D_i \sqsubseteq C(\alpha) \\ \beta : \sqcap_{i=1}^n D_i \sqcap_{j=1}^m E_j \sqsubseteq C(\beta) \\ \eta : C(\alpha) \sqcap C(\beta) \sqsubseteq \perp \\ \rho : \sqcap_{i=1}^n D_i \sqsubseteq \neg(\sqcap_{j=1}^m E_j) \end{array} \right\}, \quad \beta >_r \alpha, e \quad \sqcap_{j=1}^m E_j \equiv A(\beta) \setminus_{DL} A(\alpha).$$

Os Lema **14** aplicam-se diretamente à relação de prioridade racional. Da definição acima, temos $\beta' >_r \alpha'$, dada a seguinte TBox:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \alpha' : \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} & \sqsubseteq \text{SimpleMurder}, \\ \beta' : \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} & \sqcap \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} \\ & \sqsubseteq \text{FelonyMurder}, \\ \sigma' : \text{SimpleMurder} & \sqsubseteq \neg \text{FelonyMurder}, \\ \rho' : \exists \text{realizedThrough.Murder} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} & \sqsubseteq \neg \exists \text{hasPreSituation.Aggravating} \end{array} \right\}$$

Em consequência, matar alguém movido por uma circunstância agravante tipificaria o evento apenas como um homicídio qualificado. Desta forma, podemos modelar lógica e precisamente o que acontece na prática judicial.

6.3.2 Expandindo a Ontologia dos Crimes contra o Patrimônio com Axiomas Anuláveis

Revisitamos nesta seção alguns crimes contra a propriedade. Da mesma forma que antes, simplificamos a definição de crime e omitimos alguns conceitos relacionados para frisar nas exceções que também aparecem entre os tipos criminais, inclusive nos mais básicos. Em particular, demonstramos as exceções ocorrendo em mais de um nível. Para isso, começamos transcrevendo os crimes que escondem as exceções em sua redação:

- **Furto:** *Subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel. (Art. 155);*
- **Roubo:** *Subtrair coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência [...] (Art. 157);*

- **Latrocínio:** *Se da violência resulta [...] morte, a reclusão é de vinte a trinta anos (Art. 157, § 3º);*

A elaboração do código penal tem algumas armadilhas que, se não forem devidamente abordadas, conduzem a conclusões erradas. À primeira vista, por exemplo, supõem-se que Latrocínio (**RobberyAndMurder**) é um subtipo de Roubo. O mesmo acontece entre Roubo e Furto. Algo que foge da realidade jurídica, face ao princípio *non bis in idem*. Portanto, não se pode falar de subtipos de crimes, mas sim em exceções em relação ao caso mais geral. Ilustramos esses crimes através do Exemplo 9.

Exemplo 9. *Bob é um ladrão que planejou roubar um banco da cidade. Na ocasião, no entanto, ele se deparou com o segurança do estabelecimento (Bill), que foi fatalmente atingido por um disparo da arma de fogo de Bob, que pôde completar o assalto e escapar, logo depois.*

Apresentamos a base de conhecimento para o subconjunto de crimes contra a propriedade ($\mathcal{KB}_{cp}$). Apenas por razões didáticas, separamos o Tbox em dois conjuntos distintos, dividindo os axiomas clássicos e anuláveis (respectivamente, $\mathcal{T}_c$ e $\mathcal{T}_d$). A Figura 46 modela as instâncias relacionadas. Este diagrama de objetos também foi instanciado com base nas classes e associações destacadas na Figura 44, com alguns adendos para definir os tipos de crime contra o patrimônio, bem como os eventos e ações atreladas.

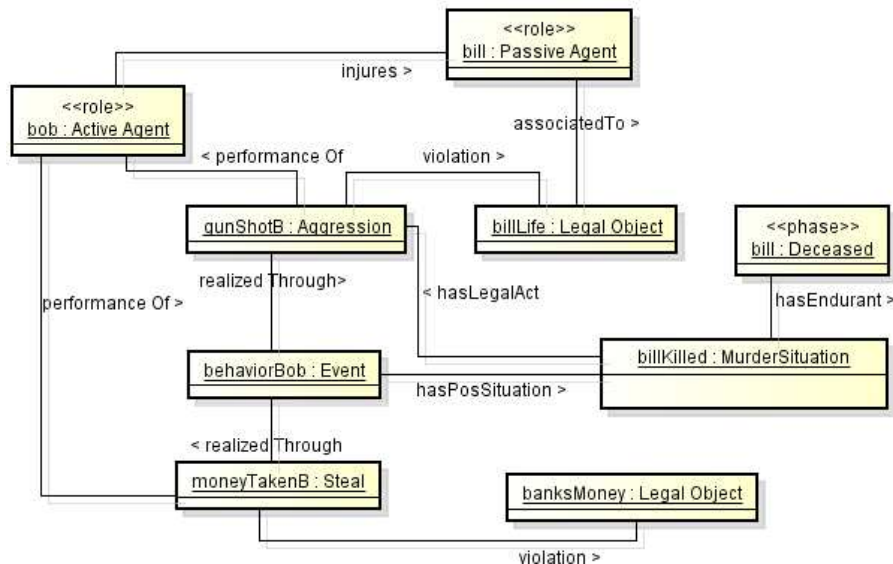


Figura 46 – Exemplo de Assalto ao Banco. Fonte:própria.

$$\mathcal{T} = \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{T}_c = \left\{ \begin{array}{ll} \text{Crime} & \sqsubseteq \exists \text{realizedThrough.CriminalAct}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \text{ActionContribution}, \\ \text{CriminalAct} & \sqsubseteq \exists \text{performanceOf.ActiveAgent} \sqcap \\ & \exists \text{violation.LegalObject}, \\ \text{LegalObject} & \sqsubseteq \exists \text{associatedTo.PassiveAgent}, \\ \text{DisallowedSituation} & \sqsubseteq \exists \text{hasCriminalAct.CriminalAct}, \\ \text{ActiveAgent} & \sqsubseteq \text{CrimeAgent}, \\ \text{PassiveAgent} & \sqsubseteq \text{CrimeAgent}, \\ \text{Deceased} & \sqsubseteq \text{Agent}, \\ \text{Aggression} & \sqsubseteq \text{CriminalAct}, \\ \text{Steal} & \sqsubseteq \text{CriminalAct}, \\ \exists \text{realizedThrough.Steal} & \sqsubseteq \text{EventOfSteal}, \\ \exists \text{realizedThrough.Aggression} & \sqsubseteq \text{EventOfAggression}, \\ \text{Theft} & \sqsubseteq \neg \text{Robbery}, \\ \text{Robbery} & \sqsubseteq \neg \text{RobberyAndMurder}, \\ \text{RobberyAndMurder} & \sqsubseteq \neg \text{Theft} \end{array} \right\} \\ \mathcal{T}_d = \left\{ \begin{array}{ll} \text{EventOfSteal} & \sqsubseteq \text{Theft}, \\ \text{EventOfSteal} & \sqsubseteq \neg \text{EventOfAggression}, \\ \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} & \sqsubseteq \text{Robbery}, \\ \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} & \sqsubseteq \\ & \neg \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation}, \\ \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} & \\ & \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqsubseteq \text{RobberyAndMurder} \end{array} \right\} \end{array} \right\}$$

$$\mathcal{A} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Event}(\text{behaviorBob}), \text{Aggression}(\text{gunShotB}), \text{MurderSituation}(\text{billKilled}), \text{LegalObject}(\text{billLife}), \\ \text{Steal}(\text{moneyTakenB}), \text{LegalObject}(\text{banksMoney}), \\ \text{Deceased}(\text{bill}), \text{ActiveAgent}(\text{bob}), \text{performanceOf}(\text{gunShotB}, \text{bob}), \text{violation}(\text{gunShotB}, \text{billLife}) \\ \text{performanceOf}(\text{moneyTakenB}, \text{bob}), \text{realizedThrough}(\text{behaviorBob}, \text{gunShotB}), \\ \text{realizedThrough}(\text{behaviorBob}, \text{moneyTakenB}), \text{hasCriminalAct}(\text{billKilled}, \text{gunShotB}), \\ \text{hasPosSituation}(\text{behaviorBob}, \text{billKilled}), \text{hasEndurant}(\text{billKilled}, \text{bill}), \text{associatedTo}(\text{billLife}, \text{bill}), \\ \text{violation}(\text{gunShotB}, \text{billLife}), \text{violation}(\text{moneyTakenB}, \text{banksMoney}) \end{array} \right\}.$$

A TBox $\mathcal{T}_d$ formaliza os axiomas anuláveis, começando a axiomatização do caso mais típico. Normalmente, subtrair algo de alguém é um **Theft**. Não obstante, se o ato ocorre com o uso de força brutal ou ameaça verbal, a situação deve ser categorizada apenas como

Robbery. Outro nível de exceção é estabelecido neste último: se a agressão resultar na morte do agente, ainda há um único tipo criminoso, o Latrocínio (RobberyAndMurder). Assim, podemos facilmente verificar as seguintes relações de prioridade racional (Definição 11) entre os axiomas anuláveis:

$$\begin{aligned}
 & \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} \sqcap \exists \text{hasPosSituation.MurderSituation} \sqsubset_r \text{RobberyAndMurder} \\
 & \qquad \qquad \qquad >_r \\
 & \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} \sqsubset_r \text{Robbery} \\
 & \qquad \qquad \qquad >_r \\
 & \text{EventOfSteal} \sqsubset_r \text{Theft}
 \end{aligned}$$

Considerando o Exemplo 9, temos que: $\mathcal{KB}_{cp} \models \text{RobberyAndMurder}(\text{behaviorBob})$ e $\mathcal{KB}_{cp} \not\models \text{Theft}(\text{behaviorBob})$, e também que $\mathcal{KB}_{cp} \not\models \text{Robbery}(\text{behaviorBob})$.

Poucas implementações robustas e escaláveis para a semântica PDL foram disponibilizadas na literatura. Contudo, para se ter uma noção prática do raciocínio jurídico com exceções, utilizamos no escopo da tese o plugin do Protégé DIP (*Defeasible Inference Platform*) (MOODLEY; MEYER; SATTLER, 2014), um raciocinador que implementa a semântica preferencial (e racional). O DIP é composto por três janelas: uma para axiomas regulares (Figura 47(1)), uma para axiomas anuláveis (Figura 47(2)) e a terceira para mostrar o raciocínio e os níveis de exceção (Figura 47(3)). Para marcar um axioma como anulável, um novo botão (*d*) é disponibilizado. Outro ponto a considerar é que o DIP faz uma chamada para um raciocinador clássico, FACT++¹. A Figura 47 ilustra a visão geral do DIP.

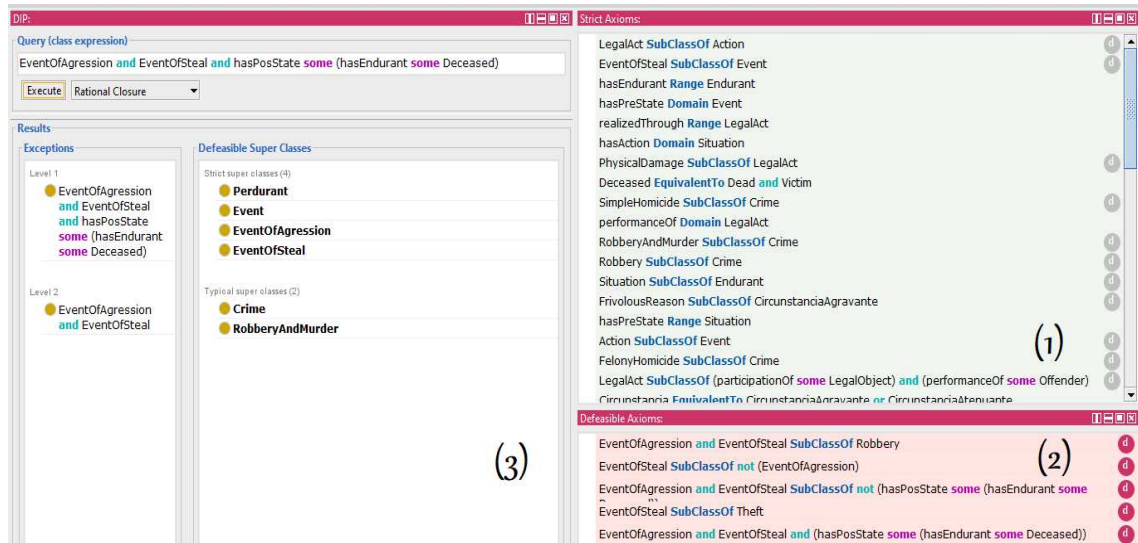


Figura 47 – Raciocinador DIP. Fonte:própria.

¹ <http://owl.man.ac.uk/factplusplus/>

A Figura 47 também considera um cenário onde duas ações foram realizadas, uma subtração de um item e uma agressão. Adicionalmente, há uma vítima que se encontra morta. DIP classificou o evento como um crime de **RobberyAndMurder**. Mais importante, nenhum outro crime foi mencionado, embora o cenário envolva as circunstâncias inerentes aos crimes de roubo e furto. Já a Figura 48 ilustra o raciocínio caso não seja dito sobre o estado da vítima. A ausência dessa particularidade classifica a situação como tão somente um crime de **Robbery**.

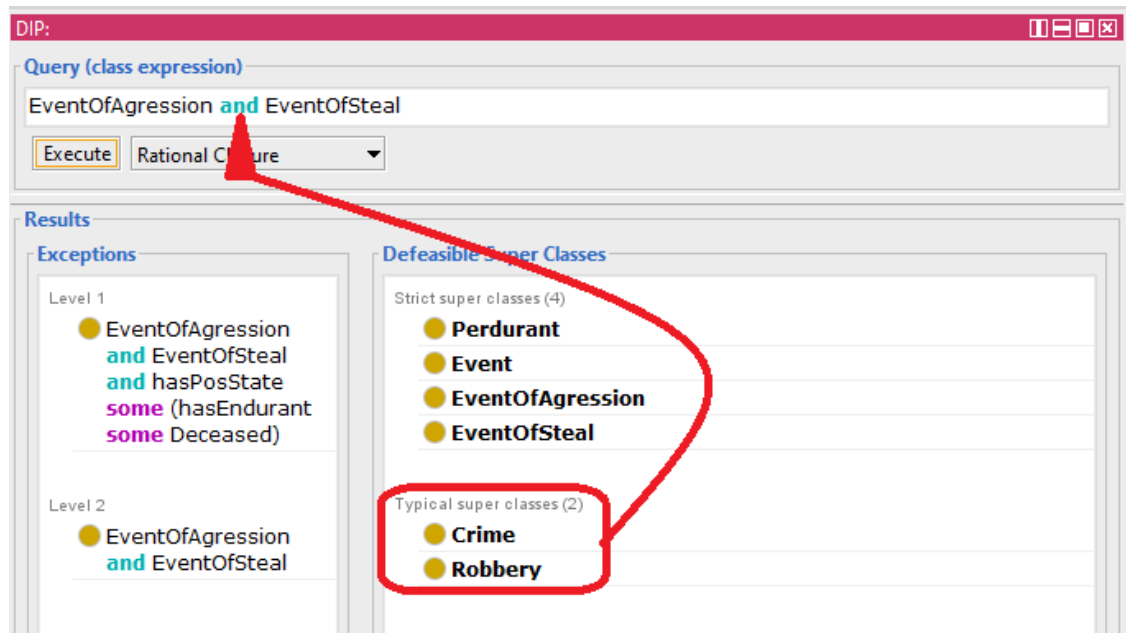


Figura 48 – Raciocinando sobre os Crimes de Roubo. Fonte:própria.

O plug-in DIP incentiva a edição de ontologias OWL, com investigações sobre axiomas anuláveis. Além da semântica racional, outras também estão disponíveis, como a semântica preferencial. Também, o plug-in é extensível para que outras semânticas possam ser adicionadas, mas estas estão fora do escopo da tese. Outro ponto de investigação do DIP citado por Moodley, Meyer e Sattler (2014) é permitir raciocinar também com ABox, utilizando o *framework* preferencial.

6.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção destacamos alguns trabalhos similares que se propuseram a tratar exceções no domínio jurídico, além de destacar propostas alternativas para acomodar as exceções no formalismo DL. Ao final, apresentamos uma tabela comparativa entre esses estudos, destacando por que escolhemos a abordagem preferencial, proposta por Britz, Meyer e Varzinczak (2011).

6.4.1 Trabalhos Relacionados para Tratar Exceções no Domínio Jurídico

Desde os anos 80, os debates sobre a necessidade de não-monotonicidade como um requisito necessário para o raciocínio jurídico foram notoriamente realizados, persistindo até hoje (ARASZKIEWICZ, 2015). Além da abordagem preferencial, outras lógicas não-monotônicas têm sido amplamente usadas para lidar com conflitos e exceções. Algumas dessas abordagens são: o raciocínio *default* de Reiter (1980), a abordagem de circunscrição de McCarthy (1980) e a teoria lógica para o raciocínio *defeasible* de Nute (1994).

Outros estudos concentraram-se em abordagens que definem a ordem de preferência entre elementos em conflitos, seja baseada em regras como em Governatori et al. (2010), Sartor (1993), ou nos próprios argumentos jurídicos, como destacado em Dung (1995), Kaci e Labreuche (2014), Modgil e Prakken (2011). Também é importante destacar os trabalhos de Modgil e Bench-Capon (2011), Yoshino (1995) que tentaram definir níveis de raciocínio, onde as lógicas monotônica e não-monotônica poderiam coexistir harmoniosamente. Ou seja, em níveis mais baixos, das circunstâncias atuais, fatos (discutivelmente conflitantes) são inferidos. Em um nível mais alto, se necessário, os problemas seriam resolvidos. Ou seja, meta regras em um segundo nível tentariam definir prioridades (frequentemente pressupostas por advogados e juízes) para validar regras em um nível inferior.

6.4.2 Trabalhos Relacionados para Tratar Exceções na DL

Na literatura, há disponíveis alguns estudos sobre o problema de lidar com exceções em ontologias, inclusive na comunidade da DL. Vamos considerar um esboço de cinco abordagens diferentes, a fim de compará-las à nossa estratégia: (i) abordagem Neo-topológica proposta por Jouis, Rahman e Ganascia (2013); (ii) DL *defeasible* baseada em regras anuláveis proposta por Obeid et al. (2016); (iii) uma lógica de descrição não-monotônica $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$, que define um operador de tipicidade para a lógica de descrição sob uma semântica preferencial, proposta por Giordano et al. (2013), (iv) uma abordagem circunscritiva proposta por Bonatti, Lutz e Wolter (2006), e finalmente (v), a DL não monotônica $\mathcal{DL}^N$, proposta por Bonatti et al. (2015).

A Neo-topologia considera entidades como pontos no espaço, classes como *clusters* ou grupos de entidades no espaço e operadores topológicos clássicos (*interior*, *border*, e *closure*). Além disso, a neo-topologia também usa o conceito de grau de tipicidade para definir uma área topológica onde é possível designar os elementos da classe que não são nem típicos nem atípicos, mas sim entre eles. Fazendo isso, a neo-topologia permite expressar exceções e até exceções de exceções. Embora a neo-topologia tenha uma representação gráfica amigável, os relacionamentos entre os elementos não são definidos, diferentemente dos formalismos da DL. Além disso, até onde sabemos, não há resultados sobre a complexidade do raciocínio da neo-topologia. Também, a solução não tem um formalismo subjacente

claro, e as regras de inferência são limitadas às operações de conjunções.

Um sistema híbrido para estender a **DL** com regras anuláveis é a proposta de [Obeid et al. \(2016\)](#). Na verdade, a intenção é ancorar a **DL** na DefL (*Defeasible Logic*), proposta por [Antoniou et al. \(2001\)](#). Estes tipos de lógica são embasadas em uma teoria anulável subjacente ([NUTE, 1994](#)), ([NUTE, 2003](#)), que provê regras chamadas de *defeaters*, e uma relação de superioridade entre as regras. Uma teoria anulável $\mathcal{D}$ é, portanto, uma estrutura $\mathcal{D} = \langle F, R, > \rangle$ onde F é um conjunto finito de literais instanciados (os fatos), R é um conjunto finito de regras da **FOL**, e $>$ é uma relação binária acíclica de superioridade em R . Assim, $\alpha > \beta$ indica que α anula β se ambas as regras forem aplicáveis, e essas regras tiverem literais das cabeças das regras complementares. DEF- $\mathcal{ALC}$ é o resultado de uma tradução (τ) aplicada ao ABox / TBox de uma base **DL** em uma linguagem de uma teoria anulável. Em particular, a tentativa de integrar os sistemas só é alcançada através de um novo operador não-monotônico: $\sqsubseteq$, a fim de fornecer um operador isomórfico às regras anuláveis do DefL. Logo, dados $Cp1, Cp2$ como conceitos, $\rightarrow$ e $\Rightarrow$ como a implicação clássica de DefL e implicação anulável (respectivamente), temos:

$$\tau(Cp1 \sqsubseteq Cp2) = (\tau(Cp1) \rightarrow \tau(Cp2))$$

$$\tau(Cp1 \sqsubset Cp2) = (\tau(Cp1) \Rightarrow \tau(Cp2))$$

A proposta fornece adicionalmente uma relação de superioridade binária ($>$) entre as regras anuláveis. A solução apresentada tem algumas desvantagens, no entanto. A tradução não aborda as regras de bloqueio (expressas na forma $Cp1 \sim\sim > Cp2$ ([NUTE, 2003](#))). Além disso, não foram apresentados dados sobre a complexidade da proposta, além de exigir um trabalho adicional na tradução entre os formalismos.

A extensão DL proposta por [Giordano et al. \(2013\)](#) apresenta uma semântica baseada na semântica preferencial do KLM para o raciocínio não-monotônico. $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$ contém um novo operador (**T**) cuja intuição é destacar as instâncias típicas, em vez de estender algum operador regular da **DL**. O operador **T** preserva os postulados declarados pela KLM. Para aproveitar ao máximo o poder do raciocínio não-monotônico, $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$ fortalece a semântica do $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}$ monotônico, considerando apenas a semântica dos modelos mínimos. Portanto, dada uma base de conhecimento arbitrária $\mathcal{KB}$, e $\llbracket \mathcal{KB} \rrbracket$ como o conjunto de modelos de $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}$, $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$ maximiza a tipicidade selecionando os modelos de $\llbracket \mathcal{KB} \rrbracket$ com o menor número de instâncias atípicas. Axiomatizando, por exemplo, que normalmente, subtrair uma coisa de alguém é um furto, é representado da seguinte forma:

$$\mathbf{T}(\text{EventOfSteal}) \sqsubseteq \text{Theft}.$$

Apesar da semântica bem fundamentada e da existência de um procedimento de decisão construído com cálculo Tableau (para as operações de dedução), até onde sabemos, não há uma implementação robusta para $\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$.

Bonatti, Lutz e Wolter (2006) introduziram uma extensão circunscritiva de $\mathcal{ALC}$. A idéia por trás da proposta é aumentar a base de conhecimento com os chamados “predicados anormais” (Ab_P), dos quais a extensão deve ser minimalizada no processo de raciocínio. Para representar o exemplo de furto mencionado, definimos um dos seguintes axiomas equivalentes:

$$\begin{aligned} \text{EventOfSteal} \sqcap \neg Ab_{\text{EventOfSteal}} &\sqsubseteq \text{Theft} \\ \text{EventOfSteal} &\sqsubseteq \text{Theft} \sqcup Ab_{\text{EventOfSteal}} \end{aligned}$$

Semelhante à abordagem de Giordano et al. (2013), o objetivo é restringir as inferências a modelos nos quais a extensão dos predicados de anormalidade é tão mínima quanto possível. Bases de conhecimento circunscritas são definidas em termos de uma tupla $(\prec, M, Fix, V)$, onde M são os predicados anormais a serem minimalizados, Fix compreende os predicados inalterados, V corresponde aos predicados que variam, e $\prec$ é uma ordem parcial estrita em M . Suponha, por exemplo, a seguinte base de conhecimento:

$$\mathcal{KB} : \left\{ \begin{array}{l} \text{EventOfSteal} \sqcap \neg Ab_{\text{EventOfSteal}} \sqsubseteq \text{Theft}, \\ \text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression} \sqcap \neg Ab_{\text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression}} \sqsubseteq \text{Robbery}, \\ \text{EventOfSteal}(\text{behaviorX}), \\ \text{EventOfAggression}(\text{behaviorX}) \end{array} \right\}$$

Para inferências corretas sobre **behaviorX**, é imperativo tornar explícitas as prioridades entre os predicados de anormalidade. Portanto, o seguinte axioma é adicionado à base, para inferir que **behaviorX** é um **Robbery**: $Ab_{\text{EventOfSteal} \sqcap \text{EventOfAggression}} \prec Ab_{\text{EventOfSteal}}$. Decidir relações de prioridade adiciona uma carga de trabalho extra na engenharia ontológica. Além disso, decisões erradas podem levar a inferências contra-intuitivas. Ainda assim, o pior problema dessa solução é a complexidade computacional com relação à implicação lógica: **NEXP^{NP}**-complete (BONATTI; LUTZ; WOLTER, 2009).

Uma nova lógica de descrição não-monotônica conhecida por $\mathcal{DL}^N$ foi proposta por Bonatti et al. (2015). As motivações para o novo formalismo giraram em torno de duas finalidades: abordar questões relacionadas à complexidade computacional do raciocínio não-monotônico e resolver as deficiências de estratégias não-monotônicas anteriores, como “bloqueio de herança”, isto é, conceitos excepcionais não herdam diretamente as propriedades padrões de suas superclasses. $\mathcal{DL}^N$ trata conflitos dentro de uma base de conhecimento através de uma nova abordagem: conflitos não resolvidos são evidências de falta de conhecimento, portanto engenheiros devem usá-los como suporte para escalonamento e validação da base de conhecimento. Outro ponto a ser destacado é que axiomas $\mathcal{DL}^N$ podem ser convertidos em axiomas clássicos da **DL** em tempo polinomial.

$\mathcal{DL}^N$ aborda a não-monotonicidade através de dois construtores: *Normality Concepts* e *Defeasible Inclusions* (DIs). O primeiro refere-se às instâncias padrões de um conceito

C . Ou seja, para cada conceito C da **DL**, há um novo conceito NC . DIs são expressões da forma $C \sqsubseteq_N D$ na qual, por *default*, as instâncias padrões satisfazem $C \sqsubseteq D$, a menos que indicado de outra forma. No último caso, $C \sqsubseteq_N D$ é sobrescrito por DIs de maior prioridade. Uma base de conhecimento $\mathcal{DL}^N$ é uma união disjunta, $\mathcal{KB} = \mathcal{S} \cup \mathcal{D}$, onde $\mathcal{S}$ compreende um conjunto finito de axiomas clássicos, e $\mathcal{D}$ é um conjunto finito de DIs. A lógica proposta resolve os conflitos entre os axiomas não-monotônicos por uma ordem parcial estrita ($\prec$), que geralmente é baseada na noção de especificidade.

Embora a noção de instâncias típicas não seja abordada, $\mathcal{DL}^N$ foi construído com postulados análogos aos encontrados na teoria KLM. No entanto, a primeira versão do $\mathcal{DL}^N$ não satisfaz completamente a propriedade *LLE* do KLM. Uma correção foi recentemente proposta por Bonatti e Sauro (2017). Além disso, dados os resultados encorajadores dos testes de escalabilidade (BONATTI et al., 2015) para bases com dezenas de milhares de conceitos, a abordagem, embora recente, surge como uma linha futura de pesquisa para lidar com exceções na modelagem do conhecimento jurídico-normativo.

A Tabela 9 exibe uma breve comparação entre as abordagens descritas nesta seção. A **PDL** reúne um conjunto de condições que nos orientou a escolhê-la como a abordagem utilizada nesta pesquisa. Além de se basear em uma teoria sólida para a não-monotonicidade (KRAUS; LEHMANN; MAGIDOR, 1990), implementações práticas que formalizam o raciocínio preferencial/racional foram concebidas (CASINI et al., 2013). É importante ressaltar que a complexidade computacional da implementação é a mesma da implicação monotônica; isto é, é um problema **EXPTIME**-complete.

Tabela 9 – Comparando os Trabalhos Relacionados. Fonte:própria.

Referência	Complexidade Entailment	Impl.	Teoria Não Monotônica
Neo-Topológico			
Jouis, Rahman e Ganascia (2013)	Desconhecido	X	Lógica <i>Defeasible</i>
DL <i>Defeasible</i>			
w/Regras <i>Defeasible</i>			
Obeid et al. (2016)	Desconhecido	X	Lógica <i>Defeasible</i> (DefL)
$\mathcal{ALC} + \mathbf{T}_{\min}$			
Giordano et al. (2013)	coNEXP^{NP}	✓	KLM
Circunscrição			
Bonatti, Lutz e Wolter (2009)	NEXP^{NP} -complete	✓	Teoria da Circunscrição
DL Preferencial			
Casini et al. (2013)	EXPTIME -complete	✓	KLM
$\mathcal{DL}^N$			
Bonatti et al. (2015)	P^{N2EXPTime} / EXPTIME	✓	Parcialmente KLM
			Bonatti e Sauro (2017)

6.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo utilizamos uma extensão da **DL** como um formalismo lógico mais adequado para as nuances que são intrínsecas ao domínio jurídico. Tipos criminais descritos no Capítulo 5 como relações de subsunção, na verdade, representam exceções que, quando

não bem conceituadas, levam a conclusões que contradizem as doutrinas da ordem jurídica. Definimos uma base teórica para o Princípio *Non Bis In Idem* empregando um critério de especialidade compartilhado por sistemas legais em todo o mundo, onde leis mais específicas subjugam outras regulamentações genéricas. Apresentamos uma Tabela comparativa com alguns estudos relacionados, indicando o motivo pela escolha da **PDL** como semântica não-monotônica adotada para amenizar as limitações da **DL** clássica.

No capítulo seguinte apresentaremos o protótipo LEGIS (LEGAL analysIS), no qual um usuário comum pode simular ações judiciais em casos reais por meio de uma interface gráfica, sem se preocupar com o baixo nível formal de **DL**. LEGIS, portanto, permite realizar verificações funcionais e acessíveis pelas ontologias criminosas mapeadas. Outrossim, dada ainda a escassez de raciocinadores robustos para raciocinar em bases de conhecimento (TBox e ABox) construídas sobre o formalismo **PDL**, a LEGIS, como será abordada no capítulo seguinte, concentra-se nas ontologias desenvolvidas e apresentadas no Capítulo **5**.

7 LEGIS - UM PROTÓTIPO PARA SIMULAÇÃO DE AÇÃO LEGAL

O objetivo deste capítulo é apresentar a ferramenta LEGIS (acrônimo para *LEGal analysIS*), um protótipo desenvolvido para abstrair os detalhes lógicos das ontologias e permitir, através de uma interface gráfica (do inglês, *Graphical User Interface (GUI)*), a simulação de ações de tipificação penal, tais como, classificação da conduta (proibida) em algum(ns) crime(s), identificação do(s) artigo(s) que dita(m) o(s) crime(s) identificado(s), bem como das penas a serem imputadas, resolução de potenciais conflitos entre as normas, entre outros. Esta tese não objetiva buscar uma interface genérica o suficiente que possibilite manipular toda a Teoria Geral do Crime; ao contrário, apresentamos uma implementação demonstrando as potencialidades de inferências no domínio discutido. Assim, também destacamos alguns estudos de casos realizados. Pretende-se, portanto, responder à seguinte questão: **QP04: Como disponibilizar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa interagir e realizar simulações jurídicas?**

7.1 ARQUITETURA DO PROTÓTIPO

Durante a análise e modelagem, procedeu-se com a definição do projeto arquitetural do protótipo LEGIS. Em atenção à necessidade de uma interface gráfica com o usuário, a estratégia adotada foi a modularização em 3 camadas, com suas devidas partições, consoante a Figura 49. A separação em camadas se justifica também na necessidade do sistema acompanhar a evolução das ontologias, assentindo com a reusabilidade para novos tipos criminais. A comunicação entre as camadas se dá estritamente entre os níveis adjacentes, não sendo permitido o relaxamento neste processo. O protótipo foi disponibilizado como um aplicativo *Desktop*, desenvolvido segundo o padrão J2SE¹.

Ainda de acordo com a Figura 49, de cima para baixo, temos as camadas de **Apresentação, Lógica da Aplicação, e Dados**. A camada de apresentação define a interface gráfica com usuário. A camada de aplicação é dividida em duas partes: a subcamada reunindo os elementos do domínio, e a subcamada relacionando os serviços, como a interface de comunicação com a base de dados, e as bibliotecas para suportar o acesso à base ontológica, e à base de conhecimento, traduzida em regras lógicas para avaliação das ontologias. Estes últimos localizados na camada de dados.

Para fins de modularização e legibilidade, os requisitos do LEGIS foram agrupados em três casos de uso: **Configuração, Simulação, e Avaliação**. No módulo de configuração, descrevemos a situação a ser avaliada, construindo as instâncias necessárias para simulação. Este último reproduz as ações penais, através das inferências realizadas no formalismo **DL**.

¹ <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/index-jsp-135232.html>

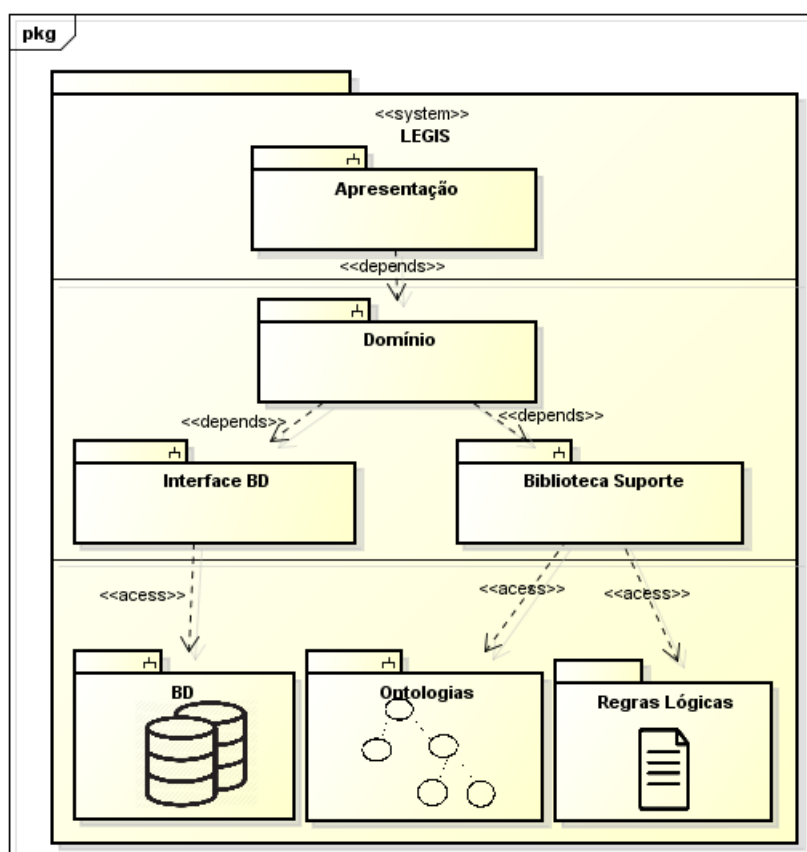


Figura 49 – Projeto Arquitetural do LEGIS. Fonte:própria.

Já as avaliações ontológicas são ações executadas na taxonomia dos modelos conceituais, para averiguar se estes estão violando restrições de modelagem conceitual. O diagrama com os casos de uso do LEGIS encontra-se no Apêndice C. Na Figura 50, ilustramos a arquitetura atual do LEGIS. O funcionamento dos módulos é descrito nas seções seguintes.

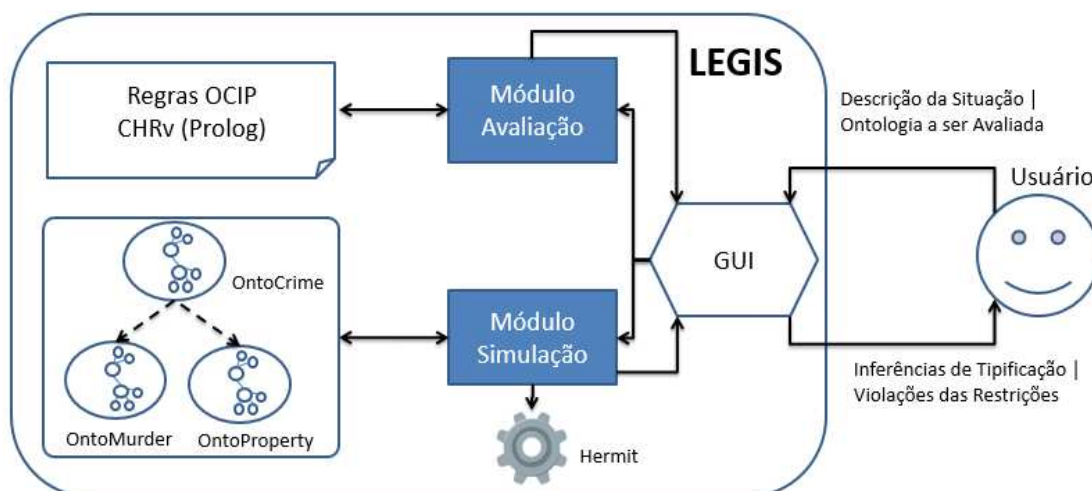


Figura 50 – Arquitetura Atual do LEGIS. Fonte:própria.

7.2 MÓDULO DE SIMULAÇÃO JURÍDICA

O Algoritmo 1 detalha o passo-a-passo para se realizar a simulação de ações legais. Ele se concentra em um *array* de situações (*arraySit*), ou seja, a entrada necessária para simulação. Cada situação é, em si, uma coleção de dados como agentes, objetos, ações, intenções, além das circunstâncias adicionais. Após carregar os modelos ontológicos (*LoadOntologies()*), os elementos que compõem as situações serão convertidos em instâncias, seja de conceitos (*InstantiateConcept()*) ou papéis (*InstantiatRole()*) dispostos na base ontológica (*onto*). Só assim, deverão ser invocadas as respectivas funções para adicionar as instâncias à ontologia (*AddConceptInstance()* e *AddRoleInstance()*). Prossegue-se, em seguida, com a chamada ao raciocinador (*CallReasoner()*) para fazer as devidas inferências.

Algoritmo 1: Algoritmo para Simulação das Inferências Jurídicas

```

input : An array of situations (arraySit)
output: Legal Inferences
output: An ontology with the added individuals

1 onto ← LoadOntologies ();
2 arraySize ← Size(arraySit);
3 for i ← 0 to arraySize- 1 do
4   | onto.AddConceptInstance (InstantiateConcept (sit [i]));
5   | onto.AddRoleInstance (InstantiateRole (sit [i]));
6 SaveOntology (onto,fileOut);
7 reasoner ← CallReasoner ();
8 Print (reasoner.GetInference ());
```

Situação peculiar ocorre quando, ao retornar as inferências (*GetInference()*), artigos distintos estiverem imputando penas para aquela situação. Neste caso, também são exibidas (se existir) as relações de especificidade (ou cronologia, ou hierarquia) entre estas. O Algoritmo 2 destaca como essa operação é feita, considerando, em particular, a relação *specializes*. A ideia consiste em, primeiramente, armazenar em um *arrayArticle* todos os artigos que estão proibindo a situação informada. Em seguida, para cada artigo, averigua-se com quais outros (*arrayArticleSpecific*) o primeiro se relaciona com a associação de especificidade. Para cada artigo retornado nesta segunda busca, deve-se investigar se ele também está presente no *array* de entrada, através da função *Contains()*. Em caso positivo, deve-se imprimir uma mensagem informando quem especializa quem. Desta forma, saberemos quais penas serão impostas, e quais penas não.

Com relação ao ferramental tecnológico, o desenvolvimento do protótipo foi realizado no ambiente de desenvolvimento (*Integrated Development Environment (IDE)*) Eclipse, versão: Luna Service Release 2 (4.4.2), Build id: 20150219-0600. Foi utilizada a linguagem Java, e todo o controle do projeto foi executado através do Maven Central Repository. Maven é um gerenciador de *builds* de projetos, que facilita a configuração do ambiente

Algoritmo 2: Algoritmo para Tratar as Relações de Especificidade

```

input : An array of articles (arrayArticle)
output : Relation between rules

1 arraySize ← Size(arrayArticle);
2 for  $i \leftarrow 0$  to arraySize- 1 do
3   arrayArticleSpecific ← GetObjectProperty (arrayArticle [i], "specializes");
4   arraySpecificSize ← Size(arrayArticleSpecific);
5   for  $j \leftarrow 0$  to arraySpecificSize- 1 do
6     if Contains (arrayArticle, arrayArticleSpecific [j]) then
7       Print (arrayArticle [i] + "especializa" + arrayArticleSpecific [j]);

```

de desenvolvimento, além de contemplar recursos para gerenciar as dependências de bibliotecas, a distribuição da aplicação, e a compilação do projeto. O arquivo pom.xml é o núcleo do Maven, onde todas as dependências foram declaradas. Para o LEGIS, foi necessário configurar as dependências: junit² (versão 3.8.1.), a owlapi-distribution³ (versão 5.0.0), e o raciocinador Hermit⁴ (versão 1.3.8.500). O JUnit permite criar um modelo padrão de testes, enquanto que a owlapi é a biblioteca Java para criação, manipulação, e serialização de ontologias escritas em **OWL**. Hermit é um raciocinador clássico para ontologias escritas em OWL.

7.3 MÓDULO DE AVALIAÇÃO ONTOLÓGICA

O intuito deste módulo é, apoiando-se no *framework* da OntoClean, propor um ambiente onde um usuário possa rotular as classes/conceitos de uma ontologia arbitrária (seja ela jurídica ou não), com as metapropriedades de rigidez, identidade, unidade, e dependência externa. Assim, internalizando as restrições da Ontoclean, o ambiente pode descobrir erros de conceitualização. Devido à falta de ferramentas estáveis na literatura para esta metodologia, foi desenvolvida uma implementação da OntoClean na linguagem lógica de propósito geral **Constraint Handling Rules with Disjunction (CHR^v)** (FRÜHWIRTH, 2009), uma extensão de Prolog fundamentada em restrições definidas pelo usuário. Propomos, portanto, que a linguagem **CHR^v** permita a criação de “*constraint solvers*”, que além de descobrir falhas de suposições conceituais, pode adicionalmente indicar as metapropriedades das classes que porventura não tenham sido rotuladas.

Batizado de OCIP (*OntoClean Implementation in Prolog*), seu funcionamento se dá conforme o Algoritmo 3. O usuário informa como entrada a ontologia a ser analisada. Em seguida, a ontologia é carregada, prosseguindo com a extração das classes (GetClasses()) e relações de subsunção (diretas) entre estas (GetSubRelations()). Para

² <https://mvnrepository.com/artifact/junit/junit/3.8.1>

³ <https://mvnrepository.com/artifact/net.sourceforge.owlapi/owlapi-rio/5.0.0>

⁴ <https://mvnrepository.com/artifact/net.sourceforge.owlapi/org.semanticweb.hermit/1.3.8.500>

cada classe, o usuário será requisitado em rotulá-la com uma metapropriedade específica (`InputMetaProperty()`). Há a opção desta não ser informada. A aplicação irá construir, sistematicamente, uma consulta formada por predicados lógicos: `sub/2` e `oc/5`. O primeiro explicita as relações de subsunção (isto é, `sub(ClassA, ClassB)` significa que `ClassA` subsume `ClassB`); já `oc(agente, r, i, u, nd)`, por exemplo, informa que a classe `agente` é rígida, possui critério de identidade e de unidade, e não possui dependência externa. Ao final, a `GUI` fará comunicação com as regras Prolog (`ConnectProlog()`). Neste momento, a consulta será enviada como uma coleção de fatos (`query`). Após processados através da função `QueryConsult()`, o resultado é devolvido para a `GUI`, onde é exibido.

Algoritmo 3: Algoritmo para Avaliação Ontológica

```

input : An arbitrary ontology
output: Assessment Result

1 onto ← LoadOntologies ();
2 arrayClass ← GetClasses (onto);
3 arraySubRelation ← GetSubRelations (onto);
4 arraySize ← Size (arrayClass);
5 for  $i \leftarrow 0$  to  $\text{arraySize} - 1$  do
6    $\text{arrayClassMetaproperty}[i] \leftarrow (\text{arrayClass}[i]);$ 
7 connector ← ConnectProlog ();
8 query ← TransformIntoPredicate (arraySubRelation, arrayClassMetaproperty);
9 Print (connector.QueryConsult (query));
```

Este módulo foi implementado na linguagem Lógica-Declarativa Prolog, particularmente usando a biblioteca CHR fornecida pelo ambiente SWI-Prolog⁵. A implementação foi construída utilizando a Apache JENA API⁶, um *framework* Java para construir aplicações da Web Semântica. Este módulo foi construído anteriormente ao módulo de simulação; logo, optou-se na ocasião por uma *Application Programming Interface (API)* mais simples. Para fazer a comunicação entre a interface Java com as regras em Prolog, adotamos a *API Java Interface to Prolog (JPL)*⁷.

Como decidimos *a posteriori* ancorar as ontologias na UFO, as metapropriedades da OntoClean já estão, de fato, incorporadas nos tipos da própria UFO. Logo, não entraremos em maiores detalhes neste módulo. As regras do OCIP, bem como testes de escalabilidade realizados, encontram-se no Apêndice C. O código-fonte de ambos módulos encontram-se em <https://github.com/cleytonrodrigues/Tese>.

⁵ <http://www.swi-prolog.org/>

⁶ <https://jena.apache.org/index.html>

⁷ http://www.swi-prolog.org/packages/jpl/java_api/

7.4 ESTUDOS DE CASO

Nesta seção apresentamos alguns casos reais com o intuito de ilustrar a simulação realizada pelo LEGIS. Para cada exemplo, destacamos a entrada e as inferências obtidas. Todavia, diferentemente dos exemplos exibidos no Capítulo 5, o foco agora é discutir acerca das inferências obtidas pelo LEGIS, ao invés da adequabilidade ontológica ao domínio criminal.

7.4.1 Estudo de Caso 01: Marielle Franco

O Exemplo 10 se refere ao recente caso da morte da vereadora da cidade do Rio de Janeiro, Marielle Franco.

Exemplo 10. *Marielle Francisco da Silva (conhecida popularmente por Marielle Franco) era socióloga, feminista, e defensora dos direitos humanos. Foi eleita vereadora pelo PSol (Partido Socialismo e Liberdade) para a Legislatura 2017-2020, com a quinta maior votação da cidade do Rio de Janeiro-RJ. Marielle era conhecida por suas constantes denúncias contra os abusos das polícias, principalmente quando estes eram realizados contra as comunidades mais carentes. No dia 14 de março de 2018, Marielle Franco foi morta a tiros no seu carro, quando saía de mais um compromisso em prol das mulheres negras.*

O caso de Marielle Franco ainda se encontra aberto. Aliás, há algumas linhas de investigação. Exploramos as inferências destas. Os arquivos OWL gerados pelo LEGIS encontram-se disponíveis em <https://github.com/cleytonrodrigues/Tese>.

Linha de Investigação 01: Nesta abordagem, considera-se o caso conforme o enunciado do exemplo. Há que se ressaltar que a ação foi praticada através de uma emboscada, pois câmeras de segurança da área registraram que o carro utilizado pelos agressores ficou esperando cautelosamente a vereadora sair do local onde estava reunida. Após isto, seguiu por mais 4km, efetuando os disparos contra o carro de Marielle logo em seguida. Da forma como ocorreu, percebe-se que tudo foi planejado para dificultar qualquer reação ou defesa da vítima. Para efeitos de simulação, informamos que o agente agressor possui idade para ser penalmente imputável.

ABox da Linha de Investigação 01: Seguem as instâncias deste caso.

$$\mathcal{A}_{mf01} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ActiveAgent}(\text{alguem}), \text{PassivePerson}(\text{marielleFranco}), \text{Life}(\text{lifeMarielleFranco}), \\ \text{Murder}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{Situation}(\text{situationAlguemMarielleFranco}), \\ \text{PrecludeDefense}(\text{circumstancePrecludeDefense}), \text{Adult}(\text{alguem}), \text{MentallyHealthy}(\text{alguem}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{hasEndurant}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{marielleFranco}), \\ \text{isAuthorOf}(\text{alguem}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{Woman}(\text{marielleFranco}), \\ \text{causedBy}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}, \text{deathIntention}), \\ \text{hasViolatedObject}(\text{marielleFranco}, \text{lifeMarielleFranco}) \\ \text{violation}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}, \text{lifeMarielleFranco}) \end{array} \right\}.$$

Inferências do LEGIS da Linha de Investigação 01: A seguir, apresentamos todas as inferências recuperadas pelo LEGIS quanto à essa linha de investigação.

SOBRE O EVENTO `gunShot_Alguem_MarielleFranco`: *Thing, UnlawfulMurderEvent, Event, Perdurant, CriminalAct, UnlawfulEvent, TypicalFelonyMurderEvent, LegalAct, AgentParticipation, LegalEvent, FelonyMurder, Crime, TypicalMurderEvent, ActionContribution, SimpleMurder, Action, TypicalEvent, Participation, Murder, CulpableEvent, ComissiveCrime*

SOBRE O AGRESSOR `Alguem`: *LegalAgent, Thing, NaturalPerson, Substantial, Adult, Endurant, PhysicalAgent, CriminallyLiable, ActiveAgent, Agent, MentallyHealthy, CrimeAgent, CrimeAuthor*

SOBRE A VÍTIMA `MarielleFranco`: *LegalAgent, NaturalPerson, Thing, PassiveAgent, Substantial, Woman, Agent, Endurant, PassivePerson, CrimeAgent, PhysicalAgent, Deceased*

SOBRE A SITUAÇÃO `situation_Alguem_MarielleFranco`: *Thing, QualifiedSituation, Situation, InMurderSituation, FelonyMurderSituation, Endurant, DisallowedSituation*

HÁ ARTIGO(S) VIOLADO(S) ?
article121_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? max_240M, min_72M
article121_P2_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_144M, max_360M

HÁ CONFLITO ?
article121_P2_Law2848_Year1940 especializa article121_Law2848_Year1940

Discussão das Inferências na Linha de Investigação 01: Destacamos as principais inferências realizadas pelo LEGIS nesta linha de investigação. Neste processo, levamos em consideração os axiomas de $\mathcal{A}_{mf01}$, além dos axiomas terminológicos dipostos nas Ontologias apresentadas no Capítulo 5.

$$\begin{array}{l}
 [1] \frac{\{\text{Adult}(\text{alguem}), \text{MentallyHealthy}(\text{alguem}), \text{CriminallyLiable} \equiv \text{Adult} \sqcap \text{MentallyHealthy}^{[\mathcal{T}_{ag}]}\}}{\models \text{CriminallyLiable}(\text{alguem})} \\
 [2] \frac{\{\text{ActiveAgent}(\text{alguem}), \text{CriminallyLiable}(\text{alguem})^{[1]}, \text{CrimeAuthor} \equiv \text{ActiveAgent} \sqcap \text{CriminallyLiable}^{[\mathcal{T}_{ag}]}\}}{\models \text{CrimeAuthor}(\text{alguem})} \\
 [3] \frac{\{\text{Murder}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{Murder} \sqsubseteq \text{LegalEvent}^{[\mathcal{T}_{murder}]}\}}{\models \text{LegalEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})}
 \end{array}$$

$$[4] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{performanceOf} \sqsubseteq \text{participationOf}^{[T_{com}]}, \text{isAuthorOf}(\text{alguem}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \\ \text{isAuthorOf} \equiv \text{performanceOf}^{-[T_{com}]}, \text{LegalEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})^{[3]}, \\ \text{CrimeAuthor}(\text{alguem})^{[2]}, \text{CulpableEvent} \equiv \text{LegalEvent} \sqcap \exists \text{participationOf.CrimeAuthor}^{[T_{com}]} \end{array} \right\}}{\models \text{CulpableEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})}$$

Nestas primeiras inferências do LEGIS, temos que o agente agressor reúne as condições necessárias (maioridade e boa saúde mental) para ser classificado como um agente que pode ser responsabilizado criminalmente ([1]) e, por conseguinte, autor do crime ([2]). Em seguida, como a ação realizada é um evento jurídico ([3]) onde há a participação deste autor, ela pôde ser classificada como um evento culpável ([4]).

$$[5] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{violation}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}, \text{lifeMarielleFranco}), \text{associatedTo} \equiv \text{hasViolatedObject}^{-[T_{ag}]}, \\ \text{Life}(\text{lifeMarielleFranco}), \text{hasViolatedObject}(\text{marielleFranco}, \text{lifeMarielleFranco}), \\ \text{PassivePerson}(\text{marielleFranco}), \text{PassivePerson} \sqsubseteq \text{PassiveAgent}^{[T_{ag}]}, \\ \text{UnlawfulMurderEvent} \equiv \exists \text{violation.}(\text{Life} \sqcap \exists \text{associatedTo.PassiveAgent}^{[T_{murder}]}) \end{array} \right\}}{\models \text{UnlawfulMurderEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})}$$

$$[6] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{PassivePerson}(\text{marielleFranco}), \text{PassivePerson} \sqsubseteq \text{NaturalPerson}^{[T_{ag}]}, \\ \text{hasViolatedObject}(\text{marielleFranco}, \text{lifeMarielleFranco}), \text{Life}(\text{lifeMarielleFranco}), \\ \text{Deceased} \equiv \text{NaturalPerson} \sqcap \exists \text{hasViolatedObject.Life}^{[T_{murder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{Deceased}(\text{marielleFranco})}$$

A ação `gunShotAlguemMarielleFranco` viola o objeto `lifeMarielleFranco`, o qual está associado à `marielleFranco`, uma `PassivePerson` e, conseqüentemente, uma `PassiveAgent`. Nestas condições, em [5] temos que a referida ação é um `UnlawfulMurderEvent`. Como o objeto violado é do tipo `Life`, temos também a conclusão de que `Deceased(marielleFranco)` em [6].

As próximas inferências referem-se à situação resultante da ação realizada.

$$[7] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Situation}(\text{situationAlguemMarielleFranco}), \text{PassivePerson}(\text{marielleFranco}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \\ \text{Murder}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{causedBy}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}, \text{deathIntention}), \\ \text{hasEndurant}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{marielleFranco}), \text{Deceased}(\text{marielleFranco})^{[6]}, \\ \text{InMurderSituation} \equiv \exists \text{hasEndurant.}(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct.}(\text{Murder} \\ \sqcap \exists \text{causedBy.}(\{\text{deathIntention}\}))^{[T_{murder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{InMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})}$$

A situação construída (`situationAlguemMarielleFranco`) foi alcançada por uma ação de `Murder`, causada com a intenção de matar o agente. Nesta situação, o agente `marielleFranco` está morto. Logo, infere-se que a situação corresponde a um estado de coisas típico de um crime de homicídio ([7]). Na inferência em [8], como a situação ainda apresenta uma circunstância adicional, a defesa reduzida da vítima, ela também corresponde à situação de um homicídio qualificado.

$$[8] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{InMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})^{[7]}, \text{PrecludeDefense}(\text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{FelonyMurderSituation} \equiv \text{InMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance} . (\text{PrecludeDefense} \\ \sqcup \text{CruelMeansEmployment} \sqcup \text{FrivolousReason} \sqcup \text{ConcealingOtherCrime})^{[\mathcal{T}_{qmurder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{FelonyMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})}$$

A partir do resultado obtido em [8], e como a ação realizada tem como situação resultante proibida *situationAlguemMarielleFranco*, tem-se que a ação também é classificada como um evento típico de homicídio qualificado ([9]). Em consequência disso, diz-se que o comportamento é, de fato, um homicídio qualificado ([10]), já que ele é típico ([9]), ilícito ([5]), e culpável ([4]).

$$[9] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{FelonyMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})^{[8]}, \text{hasDisallowedSituation} \sqsubseteq \text{hasCriminalAct}^{-[\mathcal{T}_{com}]}, \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \\ \text{TypicalFelonyMurderEvent} \equiv \exists \text{hasDisallowedSituation} . \text{FelonyMurderSituation}^{[\mathcal{T}_{qmurder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{TypicalFelonyMurderEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})}$$

$$[10] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{CulpableEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})^{[4]}, \text{UnlawfulMurderEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})^{[5]}, \\ \text{TypicalFelonyMurderEvent}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})^{[9]}, \\ \text{FelonyMurder} \equiv \text{TypicalFelonyMurderEvent} \sqcap \text{UnlawfulMurderEvent} \sqcap \text{CulpableEvent} \end{array} \right\}}{\models \text{FelonyMurder}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco})}$$

Com base nas análises feitas a partir das inferências de subsunção no Capítulo 5, é trivial concluir também que a ação é classificada como um crime de homicídio simples (*SimpleMurder(gunShotAlguemMarielleFranco)*), como exibido nas inferências do LEGIS. Dito isso, as inferências [11] e [12] destacam os artigos que regem deonticamente os tipos das situações obtidas.

$$[11] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{InMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})^{[7]}, \\ \text{InMurderSituation} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy} . \text{ArticleSimpleMurder}^{[\mathcal{T}_{murder}]}, \\ \text{ArticleSimpleMurder} \equiv \{\text{article121_Law2848_Year1940}\}^{[\mathcal{T}_{murder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{isDisallowedBy}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{article121_Law2848_Year1940})}$$

$$[12] \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{FelonyMurderSituation}(\text{situationAlguemMarielleFranco})^{[8]}, \\ \text{FelonyMurderSituation} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy} . \text{ArticleFelonyMurder}^{[\mathcal{T}_{qmurder}]}, \\ \text{ArticleFelonyMurder} \equiv \{\text{article121_P2_Law2848_Year1940}\}^{[\mathcal{T}_{qmurder}]} \end{array} \right\}}{\models \text{isDisallowedBy}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{article121_P2_Law2848_Year1940})}$$

A situação alcançada pela ação é qualificada deonticamente como proibida por dois artigos distintos. O artigo *article121_Law2848_Year1940* rege o homicídio simples, enquanto que o artigo *article121_P2_Law2848_Year1940* dita sobre a versão qualificada. Cada qual define um conjunto de penas mínimas e máximas, que não podem ser aplicadas

acumulativamente, o que violaria o princípio do *Ne bis in idem*. Há, portanto, a existência de um conflito, resolvido por um critério de especialização da segunda norma em relação à primeira. Como consta em [13], esta resolução não se dá mais na base ontológica, mas sim pelo Algoritmo 2 na camada de serviço do LEGIS. As penas aplicadas neste caso seriam reclusão de tempo mínima de 144 meses, e máxima de 360 meses.

$$[13] \left\{ \begin{array}{l} \text{hasPunishment}(\text{article121_Law2848_Year1940}, \text{max_240M}), \\ \text{hasPunishment}(\text{article121_Law2848_Year1940}, \text{min_72M}), \\ \text{hasPunishment}(\text{article121_P2_Law2848_Year1940}, \text{max_360M}), \\ \text{hasPunishment}(\text{article121_P2_Law2848_Year1940}, \text{min_144M}), \\ \text{specializes}(\text{article121_P2_Law2848_Year1940}, \text{article121_Law2848_Year1940}) \end{array} \right\}$$

Algoritmo 2: *PenasEscolhidas : max_360M, min_144M*

Linha de Investigação 02: Dada a sua atuação política, uma segunda linha de investigação acrescenta o fato da ação ter sido realizada por milicianos (ou grupo de extermínio). Essa linha vem ganhando força com declarações de testemunhas, que atestaram o conflito de interesses da vereadora em relação a outros políticos.

ABox da Linha de Investigação 02: A única diferença com relação à primeira linha de investigação é axiomatizar o agente agressor como sendo um miliciano. Logo,:

$$\mathcal{A}_{mf02} = \mathcal{A}_{mf01} \cup \{ \text{MilitiaMan}(\text{alguem}) \}.$$

Inferências do LEGIS da Linha de Investigação 02: As inferências alcançadas nesta segunda linha de investigação são as mesmas da linha anterior, com os seguintes acréscimos:

SOBRE A SITUAÇÃO *situation_Alguem_MarielleFranco: Thing, QualifiedSituation, Situation, InMurderSituation, IncreaseSMurderSituationMilitia, FelonyMurderSituation, DisallowedSituation, Endurant*

HÁ ARTIGO(S) VIOLADO(S) ?

article121_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? max_240M, min_72M

article121_P2_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_144M, max_360M

article121_P6_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? increaseBY1_3

Discussão das Inferências na Linha de Investigação 02: Nesta linha, os mesmos tipos criminais são identificados em relação à primeira linha de investigação. Contudo, definindo o agente agressor como um miliciano, produz uma mudança no resultado do cálculo trifásico da pena, já que a situação passa a ser classificada também como um novo tipo ([14]): *IncreaseSMurderSituationMilitia*.

$$\begin{array}{c}
\left\{ \begin{array}{l}
\text{Situation}(\text{situationAlguemMarielleFranco}), \text{PassivePerson}(\text{marielleFranco}), \text{MilitiaMan}(\text{alguem}), \\
\text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \\
\text{Murder}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{causedBy}(\text{gunShotAlguemMarielleFranco}, \text{deathIntention}), \\
\text{hasEndurant}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{marielleFranco}), \text{Deceased}(\text{marielleFranco})^{[6]}, \\
\text{isAuthorOf}(\text{alguem}, \text{gunShotAlguemMarielleFranco}), \text{isAuthorOf} \equiv \text{performanceOf}^{-[\mathcal{T}_{com}]}, \\
\text{IncreaseSMurderSituationMilitia} \equiv \exists \text{hasEndurant}.(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}.(\text{Murder} \\
\sqcap \exists \text{causedBy}.(\{\text{deathIntention}\}) \sqcap \exists \text{performanceOf}. \text{MilitiaMan}^{[\mathcal{T}_{milmurder}]})
\end{array} \right\} \\
[14] \frac{}{\models \text{IncreaseSMurderSituationMilitia}(\text{situationAlguemMarielleFranco})}
\end{array}$$

Essa nova situação modela um parágrafo específico da lei dos homicídios (art.121, §6) que dita aumento de pena para crimes cometidos por milícia ou grupos de extermínio. Logo, a situação torna-se proibida por mais um artigo ([15]).

$$\begin{array}{c}
\left\{ \begin{array}{l}
\text{IncreaseSMurderSituationMilitia}(\text{situationAlguemMarielleFranco})^{[14]}, \\
\text{IncreaseSMurderSituationMilitia} \sqsubseteq \exists \text{isDisallowedBy}. \text{ArticleIncreaseSMurderMilitia}^{[\mathcal{T}_{milmurder}]}, \\
\text{ArticleIncreaseSMurderMilitia} \equiv \{\text{article121_P6_Law2848_Year1940}\}^{[\mathcal{T}_{milmurder}]}
\end{array} \right\} \\
[15] \frac{}{\models \text{isDisallowedBy}(\text{situationAlguemMarielleFranco}, \text{article121_P6_Law2848_Year1940})}
\end{array}$$

O mesmo conflito da linha de investigação 01 também ocorre aqui. Adicionalmente, e de acordo com o cálculo tripartido, a nova situação impõe um acréscimo, já que $\text{hasPunishment}(\text{article121_P6_Law2848_Year1940}, \text{increaseBy1_3})$. Note que esta inferência não gera um novo conflito, pois não há a definição de um novo crime base. O crime de homicídio qualificado permanece (1ª fase do cálculo), com o acréscimo relativo (3ª fase do cálculo tripartido). Note que as circunstâncias extras da situação são avaliadas em diferentes momentos do cálculo trifásico: o fato de existir uma defesa reduzida por parte da vítima interfere na definição do tipo básico do crime (primeira fase do cálculo trifásico); já o fato do agressor ser um miliciano (ou parte de um grupo de extermínio) é contabilizado na terceira fase do cálculo. Logo, temos que o LEGIS raciocinando na base ontológica pôde responder bem ao cálculo tripartido da pena.

Uma terceira linha de investigação considera o ato não como político, mas o fato de existir um componente de gênero, ou seja, o caso deve considerar a condição de Marielle por ser do sexo feminino, dada suas bandeiras como defensora da visibilidade lésbica, e de melhorias no aborto legal. Para evitar duplicidade de ideias e argumentos, iremos utilizar a questão de gênero no próximo estudo de caso.

7.4.2 Estudo de Caso 02: Tatiane Spitzner

Exemplo 11. *Tatiane Spitzner, 29 anos e advogada, era casada desde 2013 com Luís Felipe Mainvaliler (faixa roxa no jiu jitsu), de 32 anos. Amigos do casal relataram que Tatiane sofria constantes abusos e tratamento perjurativo por parte do seu marido. Frequentemente era vista com hematomas roxos nos braços. No dia 22 de julho de 2018, após uma discussão,*

Tatiane foi morta mediante esganadura (laudo do IML) e, em seguida, jogada do 4º andar do apartamento do casal, na cidade de Grarapuva-PR.

Linha de Investigação: Para o caso do assassinato de Tatiane Spitzner, consideramos a linha de investigação da ação ter sido executada por violência doméstica e familiar. Claramente observa-se que o evento ocorreu mediante razões pela condição de sexo feminino. Não apenas isso, mas o laudo confirmou que pela prática regular de jiu jitsu, Luis Felipe dificultou a defesa da vítima. Há que se considerar o meio cruel utilizado pelo agressor, que levou a morte de Tatiane, e o fato do incidente ter ocorrido após uma discussão entre o casal.

ABox da Linha de Investigação: Seguem as instâncias.

$$\mathcal{A}_{ts} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ActiveAgent}(\text{luisManvailer}), \text{PassivePerson}(\text{tatianeSpitzner}), \text{Life}(\text{lifeTatianeSpitzner}), \\ \text{Murder}(\text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}), \text{Situation}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}), \\ \text{PrecludeDefense}(\text{circumstancePrecludeDefense}), \text{CruelMeansEmployment}(\text{circumstanceCruelMeans}), \\ \text{FrivolousReason}(\text{circumstanceFrivolousReason}), \text{DomesticViolence}(\text{circumstanceDomesticViolence}), \\ \text{Adult}(\text{luisManvailer}), \text{MentallyHealthy}(\text{luisManvailer}), \text{Woman}(\text{tatianeSpitzner}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstanceCruelMeans}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstanceFrivolousReason}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstanceDomesticViolence}), \\ \text{hasEndurant}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{tatianeSpitzner}), \\ \text{isAuthorOf}(\text{luisManvailer}, \text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}), \\ \text{causedBy}(\text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{deathIntention}), \\ \text{hasViolatedObject}(\text{tatianeSpitzner}, \text{lifeTatianeSpitzner}), \\ \text{violation}(\text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{lifeTatianeSpitzner}) \end{array} \right\}.$$

Inferências do LEGIS da Linha de Investigação:

SOBRE O EVENTO murder_LuisFelipeMainvaliler_TatianeSpitzner: *Thing, TypicalFemicide-MurderEvent, UnlawfulMurderEvent, Event, Perdurant, FemicideMurder, CriminalAct, UnlawfulEvent, TypicalFelonyMurderEvent, LegalAct, AgentParticipation, LegalEvent, FelonyMurder, Crime, TypicalMurderEvent, ActionContribution, SimpleMurder, Action, TypicalEvent, Participation, CulpableEvent, Murder, ComissiveCrime*

SOBRE O AGRESSOR LuisFelipeMainvaliler: *LegalAgent, Thing, NaturalPerson, Substantial, Adult, Endurant, PhysicalAgent, CriminallyLiable, ActiveAgent, Agent, MentallyHealthy, CrimeAgent, Crime-Author*

SOBRE A VÍTIMA TatianeSpitzner: *LegalAgent, Thing, NaturalPerson, PassiveAgent, Substantial, Woman, Agent, Endurant, PassivePerson, CrimeAgent, PhysicalAgent, Deceased*

SOBRE A SITUAÇÃO situation_LuisFelipeMainvaliler_TatianeSpitzner: *FemicideMurderSituation, Thing, QualifiedSituation, Situation, InMurderSituation, AggravatingFemicideMurderSituation, Endurant, FelonyMurderSituation, DisallowedSituation*

HÁ ARTIGO(S) VIOLADO(S) ?

article61_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? PunishmentIncreasedByJudgeCriteria

article121_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? max_240M, min_72M

article121_P2_I4_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_144M, max_360M

article121_P2_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_144M, max_360M

HÁ CONFLITO ?

article121_P2_I4_Law2848_Year1940 especializa article121_Law2848_Year1940
article121_P2_I4_Law2848_Year1940 especializa article121_P2_Law2848_Year1940
article121_P2_Law2848_Year1940 especializa article121_Law2848_Year1940

Discussão das Inferências da Linha de Investigação: O caso de Tatiane Spitzner apresenta um resultado diferenciado do caso anterior, pois há uma situação de feminicídio. Apresentamos em [16] a inferência para se alcançar esta situação específica. As outras situações ocorrem como no caso de Marielle Franco. Também, da mesma forma que ocorreu em [6], é direto mostrar que Tatiane Spitzner está morta, por ter tido a sua vida violada.

[16] $\left\{ \begin{array}{l} \text{Situation}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}), \\ \text{Murder}(\text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{Woman}(\text{tatianeSpitzner}), \text{PassivePerson}(\text{tatianeSpitzner}), \\ \text{hasEndurant}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{tatianeSpitzner}), \text{Deceased}(\text{tatianeSpitzner}), \\ \text{causedBy}(\text{murderLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{deathIntention}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstanceDomesticViolence}), \\ \text{FemicideMurderSituation} \equiv \exists \text{hasEndurant}.(\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased} \sqcap \text{Woman}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}. \\ (\text{Murder} \sqcap \exists \text{causedBy}.(\{\text{deathIntention}\})) \sqcap \exists \text{hasCircumstance}.(\text{FemaleDiscrimination} \\ \sqcup \text{DomesticViolence})^{[T_{f\text{murder}}]} \end{array} \right\}$

$\models \text{FemicideMurderSituation}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner})$

A partir das inferências em [16] e daquelas similares ao caso de Marielle Franco para configurar a ação como culpável e ilícita, temos que a ação realizada configura um crime de Feminicídio. Além disto, a situação do caso de Tatiane Spitzner também é classificada como uma situação de agravante do feminicídio, pois além do feminicídio em si, há circunstâncias adicionais agravantes [17].

[17] $\left\{ \begin{array}{l} \text{FemicideMurderSituation}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner})^{[16]}, \\ \text{PrecludeDefense}(\text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{hasCircumstance}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner}, \text{circumstancePrecludeDefense}), \\ \text{AggravatingFemicideMurderSituation} \equiv \text{FemicideMurderSituation} \sqcap \exists \text{hasCircumstance}.(\text{PrecludeDefense} \\ \sqcup \text{CruelMeansEmployment} \sqcup \text{FrivolousReason} \sqcup \text{ConcealingOtherCrime} \sqcup \text{Recurrence} \\ \sqcup \text{AbuseOfPower} \sqcup \text{AgentMisfortune} \sqcup \text{AbuseOfAuthority} \sqcup \text{Relative})^{[T_{agf\text{murder}}]} \end{array} \right\}$

$\models \text{AggravatingFemicideMurderSituation}(\text{situationLuisManvailerTatianeSpitzner})$

Embora tenhamos utilizado (por questões de legibilidade) na inferência [17], apenas a circunstância da defesa reduzida, as outras disponíveis na ABox (emprego de meio cruel ou razão fútil) também poderiam ter sido empregadas. Entretanto, ocorre que estas também foram utilizadas para classificar a situação como aquela resultante de um homicídio qualificado (vide [8]), e isto violaria o cálculo trifásico, já que uma circunstância utilizada para definir o crime base, não pode ser novamente utilizada para agravar/atenuar ou aumentar/diminuir a pena. LEGIS resolveu este problema da seguinte forma: como o crime de feminicídio já é um homicídio qualificado, as circunstâncias adicionais (excetuando a violência doméstica) são usadas apenas para agravar a punição na segunda fase do cálculo trifásico. Para isto, é preciso deixar claro as relações de especificade entre os artigos: o artigo de feminicídio especializa aquele que rege o homicídio qualificado, que especializa o artigo do homicídio simples.

Para a ação realizada, portanto, temos um crime de feminicídio com qualificadoras. Logo, as penas inferidas pelo Algoritmo 2 seriam a do feminicídio, com o aumento dado a critério do juiz. O LEGIS, entretanto, não informa quantas qualificadoras existem. Esta informação quantitativa também é utilizada no cálculo do aumento/diminuição da pena.

7.4.3 Estudo de Caso 03: Oswaldo Ribas

Exemplo 12. *Oswaldo Macedo Ribas era jornalista, além de prestar assessoria de imprensa para órgãos públicos do Estado de São Paulo. No dia 11 de outubro de 2017, às 05h30 da manhã, Oswaldo foi agredido fisicamente e baleado em um ponto de ônibus, quando se dirigia para mais um dia de trabalho. Mesmo socorrido, chegou morto no Hospital. A ação foi praticada por homens armados em uma moto, que levaram a bolsa de Oswaldo. Outra testemunha acusa ter sido roubada pelos mesmos agressores minutos antes, em uma rua próxima. Casos de roubo foram relatados também nas proximidades, no dia anterior.*

Linha de Investigação: A única linha de investigação sobre o caso do jornalista Oswaldo Ribas é aquela advinda dos relatos de testemunhas sobre as condutas praticadas pelos agentes nas proximidades. Ao que tudo indica, a intenção da dupla era subtrair itens dos moradores da vizinhança. No caso do jornalista, durante a subtração de seus pertences, ele foi agredido fisicamente, levando-o a morte.

ABox da Linha de Investigação: A novidade desta ABox em relação aos outros estudos de casos é que ela é formada por duas ações, a subtração do item e a agressão física.

$$\mathcal{A}_{or} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ActiveAgent}(\text{alguem}), \text{PassivePerson}(\text{oswaldoRibas}), \text{Life}(\text{lifeOswaldoRibas}), \\ \text{ChattelObject}(\text{bolsa}), \text{PhysicalBody}(\text{corpo}), \text{Adult}(\text{alguem}), \text{MentallyHealthy}(\text{alguem}), \\ \text{Aggression}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}), \text{Steal}(\text{stealAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{Situation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{aggressionAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{stealAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{hasEndurant}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{oswaldoRibas}), \\ \text{isAuthorOf}(\text{alguem}, \text{aggressionAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{isAuthorOf}(\text{alguem}, \text{stealAlguemOswaldoRibas}), \\ \text{causedBy}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}, \text{stealingIntention}), \\ \text{causedBy}(\text{stealAlguemOswaldoRibas}, \text{stealingIntention}), \\ \text{hasViolatedObject}(\text{oswaldoRibas}, \text{bolsa}), \\ \text{hasViolatedObject}(\text{oswaldoRibas}, \text{corpo}), \text{Deceased}(\text{oswaldoRibas}), \\ \text{violation}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}, \text{lifeOswaldoRibas}), \\ \text{violation}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}, \text{corpo}), \\ \text{violation}(\text{stealAlguemOswaldoRibas}, \text{bolsa}) \end{array} \right\}.$$

Inferências do LEGIS da Linha de Investigação:

SOBRE O AGRESSOR Alguem: *LegalAgent, Thing, NaturalPerson, Substantial, Adult, Endurant, PhysicalAgent, CriminallyLiable, ActiveAgent, Agent, MentallyHealthy, CrimeAgent, CrimeAuthor*

SOBRE A VÍTIMA Alguem: *LegalAgent, NaturalPerson, Thing, PassiveAgent, Substantial, Deceased, Agent, PassivePerson, Endurant, PhysicalAgent, CrimeAgent*

SOBRE A SITUAÇÃO situation_Alguem_OswaldoRibas: *StealSituation, Thing, MurderAgres-sionSituation, RobberySituation, Situation, QualifiedSituation, RobberyAndMurderSituation, Endurant, DisallowedSituation, AggressionSituation*

HÁ ARTIGO(S) VIOLADO(S) ?
article155_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? max_48M, min_12M
article157_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_48M max_120M
article157_P3_Law2848_Year1940
PUNIÇÕES ? min_240M max_360M

HÁ CONFLITO ? *article157_Law2848_Year1940 especializa article155_Law2848_Year1940*
article157_P3_Law2848_Year1940 especializa article155_Law2848_Year1940
article157_P3_Law2848_Year1940 especializa article157_Law2848_Year1940

Discussão das Inferências da Linha de Investigação: Por questões de legibilidade, evitamos expor também as inferências relativas as ações realizadas. Nas inferências a seguir, optamos por manter a numeração daquelas apresentadas nos estudos de caso dos crimes de homicídio, para que possamos fazer referência a alguma anterior, sempre que necessário.

$$\begin{array}{c}
\left\{ \begin{array}{l}
\text{Situation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}), \text{PassivePerson}(\text{oswaldoRibas}), \text{ChattelObject}(\text{bolsa}), \\
\text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{stealAlguemOswaldoRibas}), \\
\text{Steal}(\text{stealAlguemOswaldoRibas}), \text{causedBy}(\text{stealAlguemOswaldoRibas}, \text{stealingIntention}), \\
\text{hasEndurant}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{oswaldoRibas}), \text{hasViolatedObject}(\text{oswaldoRibas}, \text{bolsa}), \\
\text{StealSituation} \equiv \exists \text{hasEndurant}. (\text{PassivePerson} \sqcap \exists \text{hasViolatedObject}. \text{ChattelObject}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}. \\
(\text{Steal} \sqcap \exists \text{causedBy}. (\{\text{stealingIntention}\}))^{[\mathcal{T}_{theft}]}
\end{array} \right\} \\
[18] \frac{}{\models \text{StealSituation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas})}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\left\{ \begin{array}{l}
\text{Situation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}), \text{PassivePerson}(\text{oswaldoRibas}), \text{PhysicalBody}(\text{corpo}), \\
\text{hasCriminalAct}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{aggressionAlguemOswaldoRibas}), \text{Deceased}(\text{oswaldoRibas}), \\
\text{Aggression}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}), \text{causedBy}(\text{aggressionAlguemOswaldoRibas}, \text{stealingIntention}), \\
\text{hasEndurant}(\text{situationAlguemOswaldoRibas}, \text{oswaldoRibas}), \text{hasViolatedObject}(\text{oswaldoRibas}, \text{corpo}), \\
\text{MurderAggressionSituation} \equiv \exists \text{hasEndurant}. (\text{PassivePerson} \sqcap \text{Deceased} \sqcap \exists \text{hasViolatedObject}. \\
\text{PhysicalBody}) \sqcap \exists \text{hasCriminalAct}. (\text{Aggression} \sqcap \exists \text{causedBy}. (\{\text{stealingIntention}\}))^{[\mathcal{T}_{robdeath}]}
\end{array} \right\} \\
[19] \frac{}{\models \text{MurderAggressionSituation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas})}
\end{array}$$

Para o referido estudo de caso, há uma situação de subtração de um objeto móvel ([18]), e uma situação de agressão física com morte da vítima ([19]). A partir destas, infere-se que a situação do caso é, consequentemente, classificada como uma situação de latrocínio ([20], como destacado nas inferências do LEGIS). Vale destacar que o conceito de Latrocínio não está estritamente relacionado a uma ordem entre as ações (roubo seguido de morte), mas sim com a intenção por trás destas. O fato de existir uma subtração com agressão leva a classificar a situação também como aquela tipificada nos crimes de roubo.

$$\begin{array}{c}
\left\{ \begin{array}{l}
\text{StealSituation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas})^{[18]}, \\
\text{MurderAggressionSituation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas})^{[19]}, \\
\text{RobberyAMurderSituation} \equiv \text{MurderAggressionSituation} \sqcap \text{StealSituation}^{[\mathcal{T}_{robdeath}]}
\end{array} \right\} \\
[20] \frac{}{\models \text{RobberyAMurderSituation}(\text{situationAlguemOswaldoRibas})}
\end{array}$$

Estas classificações, juntamente com os fatos das ações serem ilícitas (similar a [5]) e culpáveis (similar a [4]), nos leva a subsumir as ações em três tipos criminais: furto, roubo, e latrocínio. Com base nos axiomas de especialização entre os artigos, novamente recorremos ao Algoritmo 2 para resolver o conflito (dos crimes, e consequentemente, das punições). Esta resolução se dá conforme inferência em [13], levando em consideração que o latrocínio especializa o roubo, que especializa o furto. Logo, o LEGIS conclui acertadamente que a norma *article157_P3_Law2848_Year1940* se sobressai, inferindo penas mínima e máxima de reclusão de 240 (duzentos e quarenta) e 360 (trezentos e sessenta) meses, respectivamente. Como pontuado no Capítulo 8, entretanto, objetivamos futuramente expandir as ontologias numa perspectiva temporal. Logo, uma das ideias é construir uma sequência de ações. Desta forma, teremos também um encadeamento das situações, por exemplo, uma situação de uma subtração de item, seguida de uma situação de agressão.

7.4.4 Estudo de Caso 04: Alberto de Oliveira Matos

Exemplo 13. *Carlos Alberto de Oliveira Matos era uma engenheiro que morava com sua família na cidade de Manaus-AM. No dia 14 de setembro de 2017, sua casa foi invadida por um grupo armado à procura de dinheiro e de pertences de valor. Durante o evento, a quadrilha teria feito inúmeras agressões verbais à família de Carlos Alberto, levando-o a um infarte fulminante. A quadrilha conseguiu escapar, levando vários objetos, uma quantia de valor, e o carro da família.*

Linha de Investigação: O Exemplo 13 assemelha-se em alguns pontos com o Exemplo 12. Em ambos os casos há subtração de objetos, com algum tipo de agressão à vítima. Outra semelhança é que a vítima encontra-se morta ao final do evento.

ABox da Linha de Investigação: Seguem as instâncias do caso.

$$\mathcal{A}_{or} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ActiveAgent(alguem), PassivePerson(albertoMatos), Adult(alguem), MentallyHealthy(alguem),} \\ \text{ChattelObject(carro), Psychological(psicologico), Situation(situationAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{Aggression(aggressionAlguemAlbertoMatos), Steal(stealAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{hasCriminalAct(situationAlguemAlbertoMatos, aggressionAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{hasCriminalAct(situationAlguemAlbertoMatos, stealAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{hasEndurant(situationAlguemAlbertoMatos, albertoMatos),} \\ \text{isAuthorOf(alguem, aggressionAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{isAuthorOf(alguem, stealAlguemAlbertoMatos),} \\ \text{causedBy(aggressionAlguemAlbertoMatos, stealingIntention),} \\ \text{causedBy(stealAlguemAlbertoMatos, stealingIntention),} \\ \text{hasViolatedObject(albertoMatos, carro),} \\ \text{hasViolatedObject(albertoMatos, psicologico), Deceased(albertoMatos),} \\ \text{violation(aggressionAlguemAlbertoMatos, psicologico),} \\ \text{violation(stealAlguemAlbertoMatos, carro)} \end{array} \right\}.$$

Inferências do LEGIS da Linha de Investigação:

SOBRE A SITUAÇÃO situation_Alguem_CarlosMatos: *StealSituation, RobberySituation, Thing, Situation, QualifiedSituation, DisallowedSituation, AggressionSituation, Endurant*

HÁ ARTIGO(S) VIOLADO(S) ? *article155_Law2848_Year1940*

PUNIÇÕES ? *max_48M, min_12M*

article157_Law2848_Year1940

PUNIÇÕES ? *min_48M, max_120M*

HÁ CONFLITO ? *article157_Law2848_Year1940 especializa article155_Law2848_Year1940*

Discussão das Inferências da Linha de Investigação: Uma situação peculiar ocorre no Exemplo 13, conforme pode ser visto nas inferências. Embora a vítima tenha morrido, o autor responderá apenas pelo roubo, como destacado, haja visto o infarto ser uma causa relativamente independente, que por si só produziu o resultado (morte). Ou seja, a morte da vítima se deu em circunstâncias em que o acusado sequer poderia prever.

Não se pode, dessa forma, falar em Latrocínio, apenas em Roubo, como acertadamente foi inferido pelo LEGIS. A distinção entre os casos se dá na forma de agressão. Neste exemplo, ela foi apenas verbal. Embora o artigo de furto também tenha sido destacado, a escolha da pena se dará pelo artigo de roubo, *article157_Law2848_Year1940*. Como trabalho futuro, entretanto, é necessário modelar também as circunstâncias qualificadoras para os crimes contra o patrimônio, pois situações como esta podem indicar um Roubo qualificado pelo resultado.

Por fim, destacamos na Figura 51 a interface da versão atual do LEGIS. Nela, temos: (1) campos para preenchimento das informações básicas; (2) abas para selecionar detalhes dos agentes e circunstâncias; (3) quadro para listar as situações de um caso arbitrário; e (4) um quadro para exibir as inferências. Detalhes sobre melhorias do LEGIS são destacados como trabalhos futuros no Capítulo 8.

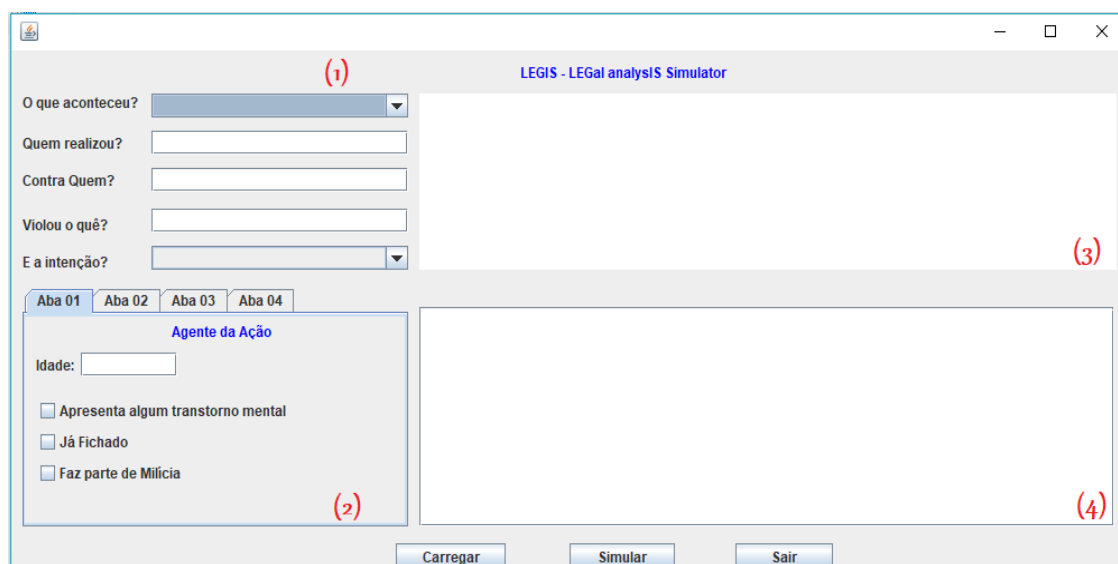


Figura 51 – Interface Gráfica do LEGIS. Fonte:própria.

7.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo discutimos os requisitos, arquitetura, e tarefas do LEGIS. Na versão atual, o protótipo é uma prova de conceito que permite demonstrar a viabilidade das ontologias clássicas para representação e inferência do conhecimento jurídico. Observou-se, contudo, que para uma ferramenta mais operativa é necessário prover uma interface menos rígida. Ademais, o LEGIS precisa prover um módulo de justificativa menos engessado. Há que se ressaltar, contudo, que o protótipo tem permitido investigar casos concretos, inferindo acertadamente conclusões para estes. No Capítulo 8, apontamos as possíveis extensões para a ferramenta, e dos prováveis caminhos para a continuidade da pesquisa.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Nesta tese buscamos resolver o problema sobre como formalizar a representação do conhecimento jurídico (normativo) e realizar inferências lógicas para simulação de ações jurídicas, utilizando os padrões abertos da Web Semântica. As investigações realizadas nesta pesquisa contemplam o avanço do uso de lógicas clássicas, bem como de formalismos não-monotônicos, para tratar exceções não contempladas explicitamente na literatura jurídica. Há que se ressaltar que o uso de técnicas de raciocínio em **DL** para a área de Direito (Penal) é algo inovador e útil, em termos práticos. Nas seções seguintes, apresentamos as contribuições do trabalho, as publicações aceitas e/ou submetidas, além das perspectivas de trabalhos futuros.

8.1 CONTRIBUIÇÕES E PUBLICAÇÕES

Destacamos, nesta seção, as contribuições apresentadas no Capítulo **I**.

A elaboração de um esquema de classificação para as ontologias jurídicas. Neste trabalho foi concebido um mapeamento sistemático, realizado através de um protocolo rigoroso e fundamentado em trabalhos clássicos da literatura (**KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008; PETERSEN; KUZNIARZ, 2015**). O resultado mais importante deste mapeamento foi, de fato, a construção de um esquema de classificação sobre as ontologias jurídicas, identificando também as tendências de pesquisa e as lacunas na área. Assim, foi possível compreender o estado da arte e traçar, por conseguinte, os demais objetivos desta tese. Importante destacar também que este esquema de classificação pode ser adotado por outras pesquisas, para a realização de revisões sistemáticas mais profundas em subpartes do mapeamento.

Neste mapeamento também foi possível identificar pesquisas correlatas, em especial **Griffo, Almeida e Guizzardi (2016)** e **Ghosh et al. (2017)**. A proposta de **Griffo, Almeida e Guizzardi (2016)**, entretanto, foi propor uma ontologia (UFO-L) para relações jurídicas, focadas em teorias pós-positivistas (ou seja, aquelas que aproximam valores jurídicos, morais, e políticos). Já em **Ghosh et al. (2017)** é discutido o processo de integração de algumas ontologias para se produzir uma outra direcionada ao Código Penal do Líbano. Contudo, o foco desta foi integrar regras **SWRL** com normas específicas de crimes do país. Apesar das similaridades, enfatizamos que esta tese foca em teorias positivistas. Utilizamos os padrões da Web Semântica para demonstrar as possibilidades e limitações de conceituar a teoria geral do crime, além de tratar conceitos não discutidos na literatura (até onde sabemos), como os crimes por omissão.

A partir desta contribuição foi gerada uma publicação (*Legal Ontologies Over Time: A Systematic Mapping Study*) submetida ao Periódico *Expert Systems with Applications*

(ISSN: 0957-4174), a qual ainda aguarda-se o resultado.

A construção de uma ontologia central em DL que represente o conhecimento da teoria geral do crime. Com base nos resultados alcançados através do mapeamento sistemático, uma segunda contribuição da tese foi a construção da OntoCrime. Nesta, trataram-se conceitos centrais do CP, tais como: agentes, objetos, situações, eventos, ações, normas, punições, e critérios de resolução de conflitos. A Ontologia mostrou-se adequada para modelar a definição dos Crimes Comissivos, e também dos Crimes Omissivos, conforme demonstrado no Capítulo 5. Outrossim, ancorar a ontologia nas teorias positivistas abre espaço para que ela possa ser estendida e reutilizada em outros contextos, que sigam os mesmos pressupostos jurídicos.

Esta contribuição oportunizou gerar a publicação Rodrigues et al. (2015) aceita no Congresso *Symposium on Applied Computing* (2015), e outra com os resultados definitivos (*Handling Crimes of Omission By Reconciling a Criminal Core Ontology with UFO*) submetida e aceita com correções no Periódico *Applied Ontology* ISSN:1570-5838.

A construção de ontologias de domínio em DL, que conceituem tipos criminais específicos. Ainda no Capítulo 5, apresentamos como contribuição duas ontologias de domínio (a OntoProperty, a ontologia dos crimes contra o patrimônio, e a OntoMurder, a ontologia dos crimes contra a vida), o que ajudou a ratificar a adequabilidade da OntoCrime como uma ontologia central que pode ser estendida para conceituar tipos criminais do Direito. Ademais, na OntoMurder destacamos também como modelar o cálculo trifásico das penas.

Com esta contribuição, obtivemos as publicações Rodrigues, Freitas e Azevedo (2016) e Rodrigues, Freitas e Oliveira (2017), aceitas no Congresso *Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)* (2016) e (2017), respectivamente.

A criação de uma fundamentação teórica para axiomatizar, em uma lógica não-monotônica, relações de preferência entre normas.

Uma das principais contribuições produzidas nesta tese foi, além de expor as deficiências da DL clássica ao tratar as exceções que podem ser estabelecidas entre as normas, propor uma axiomatização na lógica não clássica *Preferential DL*. Assim, é possível construir (implicitamente) uma hierarquia dos axiomas (representando as normas), segundo o critério de especificidade. Também como contribuição, foi proposta uma teorização com suas devidas provas matemáticas, de quando se deve utilizar regras de subsunção anuláveis para tratar tal propósito, tanto para a semântica preferencial, quanto para a racional. Consideramos que estes resultados, em conjunto com as ontologias desenvolvidas, trazem um impacto considerável na Engenharia do Conhecimento Jurídico, bem como nos processos de raciocínio associados.

Esta contribuição gerou a publicação “*A Preferential DL Approach to Model the Bis In Idem Principle for the Legal Domain*”, aceita com correções no Periódico *Applied Ontology* ISSN: 1570-5838.

A implementação de um protótipo para realizar simulação de tipificação penal.

Foi desenvolvido neste trabalho o protótipo LEGIS. Ele é o resultado da necessidade de se produzir um sistema de inferência criminal, utilizando como base de conhecimento as ontologias desenvolvidas em [DL](#). Embora ainda seja um protótipo, o LEGIS possibilita ao usuário comum compreender se uma situação informada pode ser classificada como um crime, e além do mais, qual (quais) artigo(s) rege(m) a situação, além de imputar as penas devidas. Em sua camada de serviço, e utilizando os axiomas de especificidade, o LEGIS permite resolver casos que violariam o princípio *Ne bis in idem*. Na Seção [8.2](#) apresentamos as possibilidades de extensão do LEGIS. Destaca-se ainda que a ferramenta é, até onde sabemos, o primeiro protótipo para simulação de tipificação criminal.

Sobre o LEGIS, geramos a publicação “*A Prototype for Dealing with Exceptions in Lawsuit Simulation and for Legible Inference Proofs*”, aceito e apresentado no Workshop *MIning and REasoning with Legal texts* (2018), e uma versão revisada (*LEGIS: A Proposal to Handle Legal Normative Exceptions and Leverage Inference Proofs Readability*) foi aceita no Periódico *IfCoLoG Journal of Logics and their Applications* ISSN 1570-8683.

A implementação de um protótipo que ajude a realizar validações da adequação ontológica e da consistência lógica.

Outro protótipo implementado nesta tese foi o OCIP, um módulo avaliador para identificar ontologias com problemas taxonômicos, e que violam as restrições impostas pelo *framework* OntoClean. Este módulo é um resultado em resposta à inexistência de ferramentas que façam esta avaliação conceitual, segundo a metodologia especificada. Não apenas isso; face à dificuldade em rotular as classes com as metapropriedades exatas, o módulo de avaliação permite ainda sugerir estas propriedades para aqueles conceitos não rotulados.

A evolução do módulo de avaliação do LEGIS permitiu também algumas publicações, a saber: [Rodrigues, Freitas e Azevedo \(2015a\)](#), [Rodrigues, Freitas e Azevedo \(2015b\)](#), [Rodrigues, Freitas e Azevedo \(2015c\)](#), [Rodrigues, Freitas e Azevedo \(2017\)](#). Na Tabela [10](#), listamos todos os artigos produzidos como resultado desta tese.

Há que se destacar também que esta pesquisa fomentou o projeto de cooperação internacional *Reconciling Description Logic and non-monotonic reasoning in the legal domain* (APQ-0550-1.03/16), aprovado no Edital FACEPE 12/2016 (Cooperação Internacional FAPs/INRIA/CNRS em Ciências e Tecnologias da Informação e Comunicação - CTIC).

Tabela 10 – Artigos Resultantes da Tese. Fonte: própria.

Artigo	Tipo/Onde	Quando	Status
An Ontological Approach for Simulating Legal Action in the Brazilian Penal Code	Congresso/SAC	2015	Aceito
An Ontology Analysis Implementation in Constraint Logic Programming	Congresso/WI-IAT	2015	Aceito
OCIP - An OntoClean Evaluation System Based on a Constraint Prolog Extension Language	Workshop/Ontobras	2015	Aceito
Um Avaliador de Ontologias Baseado em Programação Lógica Orientada por Restrições	Congresso/ENIAC	2015	Aceito
An Ontology for Property Crime Based on Events from UFO-B Foundational Ontology	Congresso/BRACIS	2016	Aceito
An Improved Logic-Based Implementation to Ontology Assessment	Congresso/BRACIS	2017	Aceito
An Ontological Approach to the Three-Phase Method of Imposing Penalties in the Brazilian Criminal Code	Congresso/BRACIS	2017	Aceito
A Prototype for Dealing with Exceptions in Lawsuit Simulation and for Legible Inference Proofs	Workshop/MIREL	2018	Aceito
Reconciling a Core Criminal Ontology with UFO: Handling Omission Crimes	Journal Of Applied Ontology		Aceito (em Revisão)
A Preferential DL Approach to Model the Bis in Idem Principle for the Legal Domain	Journal of Applied Ontology		Aceito (em Revisão)
Legal Ontologies as Time Goes On: A Systematic Mapping Study	Journal of Expert Systems With Applications		Submetido
LEGIS: A Proposal to Handle Legal Normative Exceptions and Leverage Inference Proofs Readability	Journal of Applied Logics - IfCoLoG		Aceito

8.2 TRABALHOS FUTUROS E EM ANDAMENTO

Por fim, face às contribuições destacadas, apresentamos nesta seção as possibilidades de continuidade deste projeto de pesquisa.

Ontologias Criminais. Ainda sob a tutela do código penal, as Ontologias podem ser ampliadas em muitas perspectivas:

- **Fontes Formais do Direito.** Concentramos a abordagem quase que exclusivamente nas fontes formais diretas, ou seja, aquelas que se desenrolam na própria lei em si. Contudo, há que se destacar as fontes indiretas ou mediatas, tais como os princípios ou o costume. Os princípios, como premissas que podem suprir lacunas ou omissões da lei penal, foram superficialmente destacados nesta tese. A ONTOPROPERTY, por exemplo, pode ser estendida com o princípio da insignificância, que removeria a imputabilidade penal em caso do objeto subtraído ser de valor irrisório.
- **Perspectiva Temporal.** O código penal destaca princípios de temporalidade no Direito, os quais poderiam ser investigados. Há princípios que regem sobre a irretroatividade da lei penal (a lei penal não retroagirá, salvo para beneficiar o réu, art.2ºCP) (MIRABETE; FABBRINI, 2014), a saber:

– *novatio legis*: não há crime ou pena sem lei anterior que o defina;

- *novatio legis in mellius*: se a lei posterior é mais branda, a lei retroage para favorecer o réu;
- *novatio legis in pejus*: se a lei posterior é mais grave, a lei não retroage.

Mirabete e Fabbrini (2014) destacam ainda as teorias que ditam sobre o tempo do crime, em especial, aquela que considera o tempo do crime como sendo o momento da conduta (Teoria da Atividade), aquela que considera o tempo como sendo o resultado da conduta (Teoria do Resultado), ou ainda a Teoria Mista, a qual leva em consideração as duas outras teorias.

- **Perspectiva Espacial.** Ainda nesta mesma ótica, pode-se considerar os princípios que regem a lei penal no espaço. Logo, poder-se-ia investigar os crimes praticados em território nacional (art.5º CP), os crimes cometidos no estrangeiro, mas sujeitos às leis brasileiras (art.7º CP), entre outros. Como ocorre com o tempo, Mirabete e Fabbrini (2014) também destacam as teorias para o lugar do crime (teoria da atividade, do resultado, e a mista), as quais poderiam ser também analisadas.
- **Demais Perspectivas.** A Ontologia do Crime pode ser igualmente expandida sob outras óticas, como por exemplo, axiomatizar as circunstâncias destacadas no cálculo trifásico das penas. Outros pontos seriam o concurso de crimes, ou seja, quando o agente por meio de uma ou mais condutas, pratica dois ou mais crimes, idênticos ou não (GRECO, 2017).

LEGIS. O LEGIS é um resultado parcial. Almeja-se que este sistema evolua em diversas frentes. Até agora, desenvolvemos uma base ontológica que trata de uma parcela considerável da teoria do crime, além dos crimes contra a vida e contra a propriedade, levando em conta alguns possíveis níveis de exceção. Contudo, não é suficiente desenvolver sistemas de simulação jurídica, sem garantir uma verificação de prova compreensível. Portanto, uma ambição do LEGIS é prover um módulo baseado em uma lógica formal para fornecer provas de inferência legíveis.

Freitas e Otten (2016) propuseram um cálculo de Conexões (BIBEL, 1987) para a DL $\mathcal{ALC}$ ($\mathcal{ALC}$ θ -CM), na busca por um método de raciocínio que faça um uso parcimonioso da memória. Além disso, uma eficiente implementação desse raciocínio, conhecida como *Reasoner based on the Connection Calculus Over Ontologies (RACCOON)*, foi desenvolvida por Melo Filho, Freitas e Otten (2017). RACCOON é um mecanismo de inferência capaz de analisar e raciocinar com ontologias $\mathcal{ALC}$ OWL2. No entanto, o *calculus* da prova é feito com matrizes, prejudicando a legibilidade. Por outro lado, a prova em Sequentes (GENTZEN, 1935) é um sistema de provas mais intuitivo. A tese de Silva (2017) propôs um método de conversão das provas em $\mathcal{ALC}$ geradas pelo método de conexões para um sistema em sequentes $\mathcal{ALC}$. A proposta do LEGIS, portanto, é oferecer ao usuário

justificativas mais legíveis e inteligíveis, disponibilizando uma conversão de matrizes para sequentes, e de sequentes para linguagem natural.

Outra linha de investigação é estender os raciocinadores OWL2 atuais para permitir inferências não-monotônicas, de acordo com a perspectiva da *Preferencial DL*. Em particular, um trabalho futuro é investigar como estender o plug-in DIP para realizar tal tarefa. Finalmente, no futuro próximo, pretendemos disponibilizar o LEGIS como um sistema Web, através do qual será possível executar simulações legais acessíveis pelas ontologias mapeadas. Esperamos que os resultados possam melhorar o entendimento do Direito pelo público não-técnico, além de auxiliar na tarefa de processos judiciais executados por advogados e profissionais da área. Como trabalho futuro a curto prazo, sugere-se integrar os módulos do LEGIS descritos no Capítulo 7 a partir de uma única API Java para aplicações da Web Semântica.

Avaliação Empírica. As ontologias apresentadas ao longo da tese foram resultados de um processo evolutivo, onde modelos iniciais foram sendo refinados. Esse processo se deu através de consultas com especialistas, avaliação conceitual, e estudos de casos, como já demonstrado. Entendemos, contudo, a necessidade de propor investigações empíricas, quer seja com avaliações qualitativas com especialistas da área, ou através de pesquisas quantitativas com o público em geral. Para tanto, faz-se necessário imbuir o LEGIS com uma interface mais amigável, e acessível pela web, como já discutido.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMAS, B.; CONDLIFFE, P.; ZELEZNIKOW, J. Using an owl ontology to support legal negotiation about owners corporation disputes. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (ICAIL '11), p. 194–198. ISBN 978-1-4503-0755-0.

ADAMS, W. A. A transdisciplinary ontology of innovation governance. *Artificial Intelligence and Law*, v. 16, n. 2, p. 147–174, Jun 2008. ISSN 1572-8382.

AGNOLONI, T.; BACCI, L.; FRANCESCONI, E. Ontology based legislative drafting: Design and implementation of a multilingual knowledge resource. In: GANGEMI, A.; EUZENAT, J. (Ed.). *Knowledge Engineering: Practice and Patterns*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 364–373. ISBN 978-3-540-87696-0.

AGNOLONI, T.; BACCI, L.; FRANCESCONI, E.; SPINOSA, P.; TISCORNIA, D.; MONTEMAGNI, S.; VENTURI, G. Building an ontological support for multilingual legislative drafting. In: *Proceedings of the 2007 Conference on Legal Knowledge and Information Systems: JURIX 2007: The Twentieth Annual Conference*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2007. p. 9–18. ISBN 978-1-58603-810-6.

AGNOLONI, T.; FRANCESCONI, E. Modelling semantic profiles in legislative documents for enhanced norm accessibility. In: *ICAIL*. [S.l.]: ACM, 2011. p. 111–115.

AGNOLONI, T.; TISCORNIA, D. Semantic web standards and ontologies for legislative drafting support. In: TAMBOURIS, E.; MACINTOSH, A.; GLASSEY, O. (Ed.). *Electronic Participation*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 184–196. ISBN 978-3-642-15158-3.

AJANI, G.; BOELLA, G.; CARO, L. D.; ROBALDO, L.; HUMPHREYS, L.; PRADUROUGH, S.; ROSSI, P.; VIOLATO, A. The european taxonomy syllabus: A multi-lingual, multi-level ontology framework to untangle the web of european legal terminology. *Applied Ontology*, v. 11, n. 4, p. 325–375, 2016.

AJANI, G.; BOELLA, G.; LESMO, L.; MARTIN, M.; MAZZEI, A.; RADICIONI, D. P.; ROSSI, P. Multilevel legal ontologies. In: *Semantic Processing of Legal Texts*. [S.l.]: Springer, 2010. (Lecture Notes in Computer Science, v. 6036), p. 136–154.

AL-KOFAHI, K.; TYRRELL, A.; VACHHER, A.; JACKSON, P. A machine learning approach to prior case retrieval. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2001. (ICAIL '01), p. 88–93. ISBN 1-58113-368-5. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/383535.383545>.

ALEXY, R.; PULIDO, C. *Teoría de los derechos fundamentales*. [S.l.]: Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, 2007. (Colección El derecho y la justicia). ISBN 9788425913938.

AMATO, F.; MAZZEO, A.; PENTA, A.; PICARIELLO, A. Using nlp and ontologies for notary document management systems. In: *2008 19th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 67–71. ISSN 1529-4188.

- ANTONINI, A.; BOELLA, G.; HULSTIJN, J.; HUMPHREYS, L. Requirements of legal knowledge management systems to aid normative reasoning in specialist domains. In: *JSAI-isAI Workshops*. [S.l.]: Springer, 2013. (Lecture Notes in Computer Science, v. 8417), p. 167–182.
- ANTONIOU, G.; BILLINGTON, D.; GOVERNATORI, G.; MAHER, M. J. Representation results for defeasible logic. *ACM Trans. Comput. Logic*, ACM, New York, NY, USA, v. 2, n. 2, p. 255–287, abr. 2001. ISSN 1529-3785. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/371316.371517>.
- ANTUNES, G.; CAETANO, A.; BORBINHA, J. L. Enterprise architecture model analysis using description logics. In: *EDOC Workshops*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2014. p. 237–244.
- ARASZKIEWICZ, M. Legal rules: Defeasible or indefeasible? In: _____. *Problems of Normativity, Rules and Rule-Following*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 415–431. ISBN 978-3-319-09375-8. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09375-8_31.
- ARAUJO, D. A. d.; RIGO, S. J.; MULLER, C.; CHISHMAN, R. Automatic information extraction from texts with inference and linguistic knowledge acquisition rules. In: *2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 3, p. 151–154.
- ARAUJO, D. A. de; RIGO, S. J.; BARBOSA, J. L. V. Ontology-based information extraction for juridical events with case studies in brazilian legal realm. *Artif. Intell. Law*, v. 25, n. 4, p. 379–396, 2017.
- AROSIO, G.; BAGNARA, G.; CAPUANO, N.; FERSINI, E.; TOTI, D. Ontology-driven data acquisition: Intelligent support to legal ODR systems. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2013. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 259), p. 25–28.
- ASHLEY, K. D. Ontological requirements for analogical, teleological, and hypothetical legal reasoning. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2009. (ICAIL '09), p. 1–10. ISBN 978-1-60558-597-0.
- BAADER, F.; CALVANESE, D.; MCGUINNESS, D. L.; NARDI, D.; PATEL-SCHNEIDER, P. F. (Ed.). *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2003. ISBN 0-521-78176-0.
- BACH, K. Refraining, omitting and negative acts. In: O'CONNOR, T.; SANDIS, C. (Ed.). *A Companion to The Philosophy of Action*. Chichester, United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2010. p. 50–57.
- BAGBY, J.; MULLEN, T. Legal ontology of sales law application to ecommerce. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 2, p. 155–170, Jun 2007. ISSN 1572-8382.
- BAGBY, J. W.; MULLEN, T. Legal ontology of contract formation: Application to ecommerce. In: *AAAI Workshop on Contexts and Ontologies*. [S.l.: s.n.], 2005.

- BARABUCCI, G.; CERVONE, L.; PALMIRANI, M.; PERONI, S.; VITALI, F. Multi-layer markup and ontological structures in akoma ntoso. In: CASANOVAS, P.; PAGALLO, U.; SARTOR, G.; AJANI, G. (Ed.). *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems. Complex Systems, the Semantic Web, Ontologies, Argumentation, and Dialogue*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 133–149. ISBN 978-3-642-16524-5.
- BARABUCCI, G.; IORIO, A. D.; POGGI, F.; VITALI, F. Integration of legal datasets: From meta-model to implementation. In: *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (IIWAS '13), p. 585:585–585:594. ISBN 978-1-4503-2113-6.
- BARON, J. R.; THOMPSON, P. The search problem posed by large heterogeneous data sets in litigation: Possible future approaches to research. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2007. (ICAIL '07), p. 141–147. ISBN 978-1-59593-680-6. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1276318.1276344>.
- BARTOLINI, C.; MUTHURI, R.; SANTOS, C. Using ontologies to model data protection requirements in workflows. In: OTAKE, M.; KURAHASHI, S.; OTA, Y.; SATOH, K.; BEKKI, D. (Ed.). *New Frontiers in Artificial Intelligence*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 233–248. ISBN 978-3-319-50953-2.
- BATALHA, W. C. S. *Nova Introdução ao Direito*. 1. ed. [S.l.]: Forense, 2000. ISBN 8530908724.
- BAUMANN, C.; LOËS, C. Formalizing copyright for the internet of services. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Information Integration and Web-based Applications*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (iiWAS '10), p. 714–721. ISBN 978-1-4503-0421-4.
- BELTRÁN, J.; RATTI, G. B. Defeasibility and legality: A survey. In: *The Logic of Legal Requirements - Essays on Defeseability*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 2013. p. 11–38.
- BENCH-CAPON, T.; ARASZKIEWICZ, M.; ASHLEY, K.; ATKINSON, K.; BEX, F.; BORGES, F.; BOURCIER, D.; BOURGINE, P.; CONRAD, J. G.; FRANCESCONI, E.; GORDON, T. F.; GOVERNATORI, G.; LEIDNER, J. L.; LEWIS, D. D.; LOUI, R. P.; MCCARTY, L. T.; PRAKKEN, H.; SCHILDER, F.; SCHWEIGHOFER, E.; THOMPSON, P.; TYRRELL, A.; VERHEIJ, B.; WALTON, D. N.; WYNER, A. Z. A history of ai and law in 50 papers: 25 years of the international conference on ai and law. *Artificial Intelligence and Law*, v. 20, n. 3, p. 215–319, 2012. ISSN 1572-8382. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10506-012-9131-x>.
- BENCH-CAPON, T.; COENEN, F. The maintenance of legal knowledge based systems. *Artificial Intelligence Review*, v. 6, n. 2, p. 129–143, 1992. ISSN 1573-7462. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00150230>.
- BENCH-CAPON, T. J. M.; VISSER, P. R. S. Ontologies in legal information systems; the need for explicit specifications of domain conceptualisations. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 1997. (ICAIL '97), p. 132–141. ISBN 0-89791-924-6.

- BENCH-CAPON, T. J. M.; VISSER, P. R. S. Open texture and ontologies in legal information systems. In: *Database and Expert Systems Applications, 1997. Proceedings., Eighth International Workshop on*. [S.l.: s.n.], 1997. p. 192–197.
- BENJAMINS, V. R.; CASANOVAS, P.; CONTRERAS, J.; COBO, J. M. L.; LEMUS, L. Iuriservice: An intelligent frequently asked questions system to assist newly appointed judges. In: _____. *Law and the Semantic Web: Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 201–217.
- BENJAMINS, V. R.; CONTRERAS, J.; CASANOVAS, P.; AYUSO, M.; BECUE, M.; LEMUS, L.; URIOS, C. Ontologies of professional legal knowledge as the basis for intelligent it support for judges. *Artificial Intelligence and Law*, v. 12, n. 4, p. 359–378, Dec 2004. ISSN 1572-8382.
- BERNES-LEE, T. *Semantic Web on XML*. 2000. Keynote presentation for XML 2000.
- BERTOLDI, A.; CHISHMAN, R. L. de O. The limits of using framenet frames to build a legal ontology. In: *Proceedings of Joint IV Seminar on Ontology Research in Brazil and VI International Workshop on Metamodels, Ontologies and Semantic Technologies, Gramado, Brazil, September 12-14*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 207–212.
- BEX, F.; VERHEIJ, B. Legal shifts in the process of proof. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (ICAAIL '11), p. 11–20. ISBN 978-1-4503-0755-0. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2018358.2018360>.
- BEX, F. J.; PRAKKEN, H.; VERHEIJ, B. Formalising argumentative story-based analysis of evidence. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2007. (ICAAIL '07), p. 1–10. ISBN 978-1-59593-680-6. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1276318.1276320>.
- BEZERRA, C.; FREITAS, F.; SANTANA, F. Evaluating ontologies with competency questions. In: *Proceedings of the 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT) - Volume 03*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2013. (WI-IAT '13, v. 3), p. 284–285. ISBN 978-0-7695-5145-6.
- BIBEL, W. *Automated theorem proving*. 2. ed. Braunschweig, Germany: Vieweg, 1987. (Artificial intelligence). ISBN 3528185201. Disponível em: <http://www.worldcat.org/oclc/16641802>.
- BIÉBOW, B.; SZULMAN, S. Terminae: A linguistic-based tool for the building of a domain ontology. In: *Proceedings of the 11th European Workshop on Knowledge Acquisition, Modelling and Management*. [S.l.]: Springer, 1999. (EKAW'99), p. 49–66.
- BOBBIO, N. *Teoria do Ordenamento Jurídico*. 2. ed. Brasília, DF: edipro, 2014. ISBN 9788572836142.
- BOELLA, G.; CARO, L. D.; HUMPHREYS, L.; ROBALDO, L.; ROSSI, P.; TORRE, L. van der. Eunomos, a legal document and knowledge management system for the web to provide relevant, reliable and up-to-date information on the law. *Artificial Intelligence and Law*, v. 24, n. 3, p. 245–283, Sep 2016.

BOELLA, G.; LESMO, L.; DAMIANO, R. On the ontological status of plans and norms. *Artificial Intelligence and Law*, v. 12, n. 4, p. 317–357, Dec 2004. ISSN 1572-8382.

BOER, A. Legal theory, sources of law and the semantic web. In: *Proceedings of the 2009 Conference on Legal Theory, Sources of Law and the Semantic Web*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2009. p. 1–316. ISBN 978-1-60750-003-2. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1564101.1564103>.

BOER, A.; ENGERS, T. van. An agent-based legal knowledge acquisition methodology for agile public administration. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (ICAIL '11), p. 171–180. ISBN 978-1-4503-0755-0. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2018358.2018383>.

BOER, A.; ENGERS, T. van; WINKELS, R. Using ontologies for comparing and harmonizing legislation. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2003. (ICAIL '03), p. 60–69. ISBN 1-58113-747-8. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1047788.1047798>.

BOER, A.; ENGERS, T. van; WINKELS, R. Mixing legal and non-legal norms. In: *Proceedings of the 2005 Conference on Legal Knowledge and Information Systems: JURIX 2005: The Eighteenth Annual Conference*. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 2005. p. 25–36. ISBN 1-58603-576-2. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1563510.1563515>.

BOER, A.; WINKELS, R.; HOEKSTRA, R.; ENGERS, T. M. van. Knowledge management for legislative drafting in an international setting. In: *LEGAL KNOWLEDGE AND INFORMATION SYSTEMS. 2003: THE SIXTEENTH ANNUAL CONFERENCE*. [S.l.]: IOS Press, 2003. p. 91–100.

BONATTI, P. A.; FAELLA, M.; PETROVA, I. M.; SAURO, L. A new semantics for overriding in description logics. *Artif. Intell.*, v. 222, p. 1–48, 2015.

BONATTI, P. A.; LUTZ, C.; WOLTER, F. Description logics with circumscription. In: *KR*. [S.l.]: AAAI Press, 2006. p. 400–410.

BONATTI, P. A.; LUTZ, C.; WOLTER, F. The complexity of circumscription in dls. *J. Artif. Intell. Res.*, v. 35, p. 717 – 773, 2009.

BONATTI, P. A.; SAURO, L. On the logical properties of the nonmonotonic description logic dlⁿ. *Artif. Intell.*, v. 248, p. 85–111, 2017.

BOONCHOM, V.; SOONTHORNPHISAJ, N. ATOB algorithm: an automatic ontology construction for thai legal sentences retrieval. *J. Information Science*, v. 38, n. 1, p. 37–51, 2012.

BOONCHOM, V.-s.; SOONTHORNPHISAJ, N. Legal ontology construction using atob algorithm. In: ABRAMOWICZ, W.; TOLKSDORF, R.; WĘCEL, K. (Ed.). *Business Information Systems Workshops*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 268–279. ISBN 978-3-642-15402-7.

BOONIN, L. G. Concerning the defeasibility of legal rules. *Philosophy and Phenomenological Research*, International Phenomenological Society, Brown University, Providence, RI, USA, v. 26, n. 3, p. 371–378, 1966.

BOURCIER, D.; ROSNAY, M. D. de; LEGRAND, J. Methodological perspectives for legal ontologies building: An interdisciplinary experience. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2005. (ICAIL '05), p. 240–241. ISBN 1-59593-081-7.

BRASIL. *Decreto n 2848, de 1940. Código Penal*. Brasília - DF: [s.n.], 1940. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm. Accessed: 2018-03-17.

BRASIL. *Lei Nº5.197 de 1967. Lei de Proteção à Fauna*. Brasília - DF: [s.n.], 1967. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm. Accessed: 2018-04-21.

BRASIL. *Lei Nº7.209 de 1984*. Brasília - DF: [s.n.], 1984. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L7209.htm. Accessed: 2018-04-21.

BRASIL. *Constituição Federal de 1988*. Brasília - DF: [s.n.], 1988. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Accessed: 2018-03-18.

BRASIL. *Lei Nº9.503 de 1997. Código de Trânsito Brasileiro*. Brasília - DF: [s.n.], 1997. http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L9503.htm. Accessed: 2018-04-21.

BRASIL. *Lei Nº9.602 de 1998. Legislação de Trânsito*. Brasília - DF: [s.n.], 1998. http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9602.htm. Accessed: 2018-04-21.

BREAUX, T. D.; POWERS, C. Early studies in acquiring evidentiary, reusable business process models for legal compliance. In: *2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*. [S.l.]: IEEE, 2009. p. 272–277.

BREST, P. The misconceived quest for the original understanding. *Boston University Law Review*, v. 60, p. 204–238, 1980.

BREUKER, J. The construction and use of ontologies of criminal law in the ecourt european project. In: *Proceedings of Means of electronic communication in court administration*. Wroclaw, Poland: [s.n.], 2003. p. 15–40.

BREUKER, J.; CASANOVAS, P.; KLEIN, M. C. A.; FRANCESCONI, E. The flood, the channels and the dykes: Managing legal information in a globalized and digital world. In: *Law, Ontologies and the Semantic Web*. [S.l.]: IOS Press, 2009. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 188), p. 3–18.

BREUKER, J.; ELHAG, A.; PETKOV, E.; WINKELS, R. It support for the judiciary: Use of ontologies in the e-court project. In: *Proceedings of the ICCS Conference on Conceptual Graphs*. [S.l.: s.n.], 2002. p. 17 – 26.

BREUKER, J.; ELHAG, A.; PETKOV, E.; WINKELS, R. Ontologies for legal information serving and knowledge management. In: *Legal Knowledge and Information Systems - KAIS*. [S.l.]: IOS Press, 2002. p. 73–82.

BREUKER, J.; HOEKSTRA, R. Core concepts of law: taking common-sense seriously. In: *Proceedings of Formal Ontologies in Information Systems*. [S.l.]: IOS Press, 2004. (FOIS), p. 210–221.

- BREUKER, J.; HOEKSTRA, R. Epistemology and ontology in core ontologies: Folaw and Iri-core, two core ontologies for law. In: *Proceedings of the EKAW04 Workshop on Core Ontologies in Ontology Engineering*. [S.l.]: Northamptonshire, UK, 2004. p. 15–27.
- BREUKER, J.; VALENTE, A.; WINKELS, R. Legal ontologies in knowledge engineering and information management. *Artificial Intelligence and Law*, v. 12, n. 4, p. 241–277, Dec 2006. ISSN 1572-8382. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10506-006-0002-1>.
- BRIGHI, R. An ontology for linkups between norms. In: *International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2004. p. 122–126. ISSN 1529-4188.
- BRINGUENTE, A. C. O.; FALBO, R. de A.; GUIZZARDI, G. Using a foundational ontology for reengineering a software process ontology. *JIDM*, v. 2, n. 3, p. 511–526, 2011.
- BRITZ, K.; CASINI, G.; MEYER, T.; MOODLEY, K.; ; VARZINCZAK, I. *Ordered Interpretations and Entailment for Defeasible Description Logics*. South Africa, 2013. 20 p. Disponível em: <http://www.cair.za.net/research/outputs/ordered-interpretations-and-entailment-defeasible-description-logics>.
- BRITZ, K.; MEYER, T.; VARZINCZAK, I. Semantic foundation for preferential description logics. In: WANG, D.; REYNOLDS, M. (Ed.). *AI 2011: Advances in Artificial Intelligence*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 491–500. ISBN 978-3-642-25832-9.
- BRUCKSCHEN, M.; NORTHFLEET, C.; SILVA, D.; BRIDI, P.; GRANADA, R.; VIEIRA, R.; RAO, P.; SANDER, T. Named entity recognition in the legal domain for ontology population. In: *3rd Workshop on Semantic Processing of Legal Texts*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 16–21.
- BRUNINGHAUS, S.; ASHLEY, K. D. Predicting outcomes of case based legal arguments. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2003. (ICAAIL '03), p. 233–242. ISBN 1-58113-747-8. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1047788.1047838>.
- BUCKLAND, W.; STEIN, P. *A Text-Book of Roman Law: From Augustus to Justinian*. 3. ed. Cambridge University Press, 2007. ISBN 9780521043687. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=l5U8xwaGxb0C>.
- BUEY, M. G.; GARRIDO, A. L.; BOBED, C.; ILARRI, S. The AIS project: Boosting information extraction from legal documents by using ontologies. In: *ICAART (2)*. [S.l.]: SciTePress, 2016. p. 438–445.
- BUI, T. D.; NGUYEN, S. T.; HO, Q. B. Towards a conceptual search for vietnamese legal text. In: SAEED, K.; SNÁŠEL, V. (Ed.). *Computer Information Systems and Industrial Management*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 175–185. ISBN 978-3-662-45237-0.
- CAPPELLI, A.; BARTALESI, V.; SPRUGNOLI, R.; BIAGIOLI, C. Modelization of domain concepts extracted from the italian privacy legislation. In: *Proceedings of the 7th International Workshop on Computational Semantics*. [S.l.: s.n.], 2007. (IWCS), p. 1–4.

- CAPUANO, N.; LONGHI, A.; SALERNO, S.; TOTI, D. Ontology-driven generation of training paths in the legal domain. *iJET*, v. 10, n. 7, p. 14–22, 2015.
- CAPUANO, N.; MAIO, C. D.; SALERNO, S.; TOTI, D. A methodology based on commonsense knowledge and ontologies for the automatic classification of legal cases. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14)*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (WIMS '14), p. 27:1–27:6. ISBN 978-1-4503-2538-7.
- CAPUANO, N.; SALERNO, S.; MAIO, C. D. A knowledge based system for guidance and training on legal concepts. In: *2014 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 498–503.
- CASANOVAS, P.; CASELLAS, N.; TEMPICH, C.; VRANDEČIĆ, D.; BENJAMINS, R. Opjk and diligent: ontology modeling in a distributed environment. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 2, p. 171–186, Jun 2007. ISSN 1572-8382.
- CASANOVAS, P.; CASELLAS, N.; VALLBÉ, J. J.; POBLET, M.; RAMOS, F.; JESÚS; CONTRERAS, J.; BLÁZQUEZ, M.; BENJAMINS, R. Iuriservice II: ontology development and architectural design. In: *ICAAIL '05: Proceedings of the 10th international conference on Artificial intelligence and law*. New York, NY, USA: ACM, 2005. p. 188–194. ISBN 1-59593-081-7.
- CASANOVAS, P.; POBLET, M.; CASELLAS, N.; CONTRERAS, J.; BENJAMINS, V. R.; BLÁZQUEZ, M. Supporting newly-appointed judges: a legal knowledge management case study. *J. Knowledge Management*, v. 9, n. 5, p. 7–27, 2005.
- CASANOVAS, P.; RODRÍGUEZ-DONCEL, V.; SANTOS, C.; GÓMEZ-PÉREZ, A. A european framework for regulating data and metadata markets. In: *PrivOn@ISWC*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2016. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1750).
- CASELLAS, N. *Legal Ontology Engineering: Methodologies, Modelling Trends, and the Ontology of Professional Judicial Knowledge*. Barcelona, Spain: Springer Netherlands, 2011. (Law, Governance and Technology). ISBN 978-94-007-1497-7.
- CASELLAS, N.; BLÁZQUEZ, M.; KIRYAKOV, A.; CASANOVAS, P.; POBLET, M.; BENJAMINS, V. R. OPJK into PROTON: legal domain ontology integration into an upper-level ontology. In: *OTM Workshops*. [S.l.]: Springer, 2005. (Lecture Notes in Computer Science, v. 3762), p. 846–855.
- CASELLAS, N.; CASANOVAS, P.; VALLBÉ, J.-J.; POBLET, M.; BLÁZQUEZ, M.; CONTRERAS, J.; LÓPEZ-COBO, J.-M.; BENJAMINS, V. R. Semantic enhancement for legal information retrieval: Iuriservice performance. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2007. (ICAAIL '07), p. 49–57. ISBN 978-1-59593-680-6.
- CASELLAS, N.; NIETO, J.; MERONÓ, A.; ROIG, A.; TORRALBA, S.; REYES, M.; CASANOVAS, P. Ontological semantics for data privacy compliance: The NEURONA project. In: *AAAI Spring Symposium: Intelligent Information Privacy Management*. [S.l.]: AAAI, 2010. p. 34–38.

- CASINI, G.; MEYER, T.; MOODLEY, K.; VARZINCZAK, I. J. Towards practical defeasible reasoning for description logics. In: *Description Logics*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2013. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1014), p. 587–599.
- CECI, M. Combining ontology and rules to model judicial interpretation. In: *RuleML (2)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings, v. 874).
- CECI, M. Representing judicial argumentation in the semantic web. In: CASANOVAS, P.; PAGALLO, U.; PALMIRANI, M.; SARTOR, G. (Ed.). *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 172–187.
- CECI, M.; GANGEMI, A. An OWL ontology library representing judicial interpretations. *Semantic Web*, v. 7, n. 3, p. 229–253, 2016.
- CECI, M.; GORDON, T. Browsing case-law: an application of the carneades argumentation system. In: *RuleML (2)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings, v. 874).
- CECI, M.; KHALIL, F. A.; O'BRIEN, L. Making sense of regulations with SBVR. In: *RuleML (Supplement)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2016. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1620).
- CECI, M.; PALMIRANI, M. Ontology framework for judgment modelling. In: PALMIRANI, M.; PAGALLO, U.; CASANOVAS, P.; SARTOR, G. (Ed.). *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems. Models and Ethical Challenges for Legal Systems, Legal Language and Legal Ontologies, Argumentation and Software Agents*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 116–130. ISBN 978-3-642-35731-2.
- CELANO, B. True exceptions: defeasibility and particularism. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, p. 268–287, 2012.
- CERNIAN, A.; CARSTOIU, D.; VASILESCU, O.; OLTEANU, A. Ontolaw - ontology based legal management and information retrieval system. In: *Control Engineering and Applied Informatics*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 15, n. 04, p. 77–85.
- CEVENINI, C.; CONTISSA, G.; LAUKYTE, M.; RIVERET, R.; RUBINO, R. Development of the alis ip ontology: Merging legal and technical perspectives. In: CASCINI, G. (Ed.). *Computer-Aided Innovation (CAI)*. Boston, MA: Springer US, 2008. p. 169–180. ISBN 978-0-387-09697-1.
- CLARKE, R. What is an omission? *Philosophical Issues*, v. 22, n. 1, p. 127–143, 2012.
- CONDLIFFE, P.; ABRAHAMS, B.; ZELEZNIKOW, J. An OWL ontology and bayesian network to support legal reasoning in the owners corporation domain. In: *ODR*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2010. (CEUR Workshop Proceedings, v. 684), p. 51–62.
- CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; LÓPEZ-CIMA, A. Building legal ontologies with methontology and webode. In: _____. *Law and the Semantic Web: Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 142–157. ISBN 978-3-540-32253-5.
- CORNOIU, S.; VALEAN, H. New development for legal information retrieval using the eurovoc thesaurus and legal ontology. In: *2013 17th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 152–155.

- CORNOIU, S.; VALEAN, H. Improving legal information retrieval using the wikipedia knowledge base, legal ontology and the eurovoc thesaurus. In: *2015 19th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*. [S.l.]: IEEE, 2015. p. 111–116.
- COSTA, M.; NEVES, J. Practical knowledge management in the legal domain. In: *Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems and Allied Technologies, Proceedings. Fourth International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2000. v. 1, p. 133–136 vol.1.
- COSTILLA, C.; PALACIOS, J. P.; CREMADES, J.; VILA, J. e-government: A legislative ontology for the ‘siap’ parliamentary management system. In: BÖHLEN, M.; GAMPER, J.; POLASEK, W.; WIMMER, M. A. (Ed.). *E-Government: Towards Electronic Democracy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 134–146. ISBN 978-3-540-32257-3.
- DELGADO, J.; GALLEGÓ, I.; LLORENTE, S.; GARCÍA, R. Ipronto: An ontology for digital rights management. In: *In 16th Annual Conference on Legal Knowledge and Information Systems of Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. [S.l.]: IOS Press, 2003. (JURIX, v. 106), p. 111–120.
- DELGADO, M. de G. C. Conceptual representation of expert knowledge in fungramkb: The derivation process in several typical crimes of criminal law. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 212, p. 166 – 173, 2015. ISSN 1877-0428.
- DESPRES, S.; SZULMAN, S. Merging of legal micro-ontologies from european directives. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 2, p. 187–200, Jun 2007.
- DETONI, A. A.; MIRANDA, G. M.; RENAULT, L. D. C.; FALBO, R. de A.; ALMEIDA, J. P. A.; GUIZZARDI, G.; BARCELLOS, M. P. Exploring the role of enterprise architecture models in the modularization of an ontology network: A case in the public security domain. In: *EDOC Workshops*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2017. p. 117–126.
- DHOUB, K.; GARGOURI, F. Legal application ontology in arabic. In: *Fourth International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–6. ISSN 2379-4399.
- DISTINTO, I. Checking compliance in european tender documents through ontologies and rules. In: *RuleML (2)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings, v. 874).
- DISTINTO, I.; D’AQUIN, M.; MOTTA, E. LOTED2: an ontology of european public procurement notices. *Semantic Web*, v. 7, n. 3, p. 267–293, 2016.
- DOGDU, E.; KATIPOGLU, B.; GUNEY, U. Waste management information system - an expert system using ontologies. In: *KEOD*. [S.l.]: SciTePress, 2014. p. 312–318.
- DRUMOND, L.; GIRARDI, R. A multi-agent legal recommender system. *Artificial Intelligence and Law*, v. 16, n. 2, p. 175–207, Jun 2008. ISSN 1572-8382.
- DUNG, P. M. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, Elsevier Science Publishers Ltd., Essex, UK, v. 77, n. 2, p. 321–357, set. 1995. ISSN 0004-3702. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0004-3702\(94\)00041-X](http://dx.doi.org/10.1016/0004-3702(94)00041-X).

- ENGERS, T. M. V.; GLASSE, E. Facilitating the legislation process using a shared conceptual model. *IEEE Intelligent Systems*, v. 16, n. 1, p. 50–58, Jan 2001. ISSN 1541-1672.
- FARKAS, C.; WINGFIELD, T. C.; MICHAEL, J. B.; WIJESEKERA, D. THEMIS: threat evaluation metamodel for information systems. In: *ISI*. [S.l.]: Springer, 2004. (Lecture Notes in Computer Science, v. 3073), p. 307–321.
- FERNANDEZ-LOPEZ, M.; GOMEZ-PEREZ, A.; JURISTO, N. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. In: *Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium*. Stanford, USA: [s.n.], 1997. p. 33–40.
- FERRAZ JUNIOR, T. S. *Introdução ao Estudo do Direito Técnica, Decisão e Dominação*. 7. ed. São Paulo-SP: Atlas, 2013.
- FÖRHÉCZ, A.; STRAUSS, G. An ontology-based rule chaining algorithm for legal expert systems. In: *2011 IEEE 12th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 443–447.
- FRANCESCONI, E.; MONTEMAGNI, S.; PETERS, W.; TISCORNIA, D. Integrating a bottom-up and top-down methodology for building semantic resources for the multilingual legal domain. In: *Semantic Processing of Legal Texts*. [S.l.]: Springer, 2010. (Lecture Notes in Computer Science, v. 6036), p. 95–121.
- FRANCESCONI, E.; PERUGINELLI, G. Integrated access to legal literature through automated semantic classification. *Artificial Intelligence and Law*, v. 17, n. 1, p. 31–49, Mar 2009.
- FREITAS, F. Ontologias e a web semântica. *Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Campinas - SP, Brasil, v. 8, p. 01–52, 2003.
- FREITAS, F.; CANDEIAS JÚNIOR, Z.; STUCKENSCHMIDT, H. Towards checking laws' consistency through ontology design: The case of brazilian vehicles' laws. *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, Facultad de Ingenieria, Universidad de Talca, Talca, Chile, v. 6, n. 1, p. 112–126, abr. 2011. ISSN 0718-1876.
- FREITAS, F.; JR., Z. C.; STUCKENSCHMIDT, H. A new usage for semantic technologies for e-government: Checking official documents consistency. *The Electronic Journal of E-Government*, Academic Publishing Limited, v. 8, p. 120–133, 2010.
- FREITAS, F.; OTTEN, J. A connection calculus for the description logic $\mathcal{ALC}$. In: KHOURY, R.; DRUMMOND, C. (Ed.). *Advances in Artificial Intelligence*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 243–256. ISBN 978-3-319-34111-8.
- FRÜHWIRTH, T. *Constraint Handling Rules*. 1st. ed. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2009. ISBN 0521877768, 9780521877763.
- GANGEMI, A.; SAGRI, M.; TISCORNIA, D. A constructive framework for legal ontologies. In: *Law and the Semantic Web*. [S.l.: s.n.], 2003. v. 3369, p. 97–124.
- GENTZEN, G. Untersuchungen über das logische Schließen II. *Mathematische Zeitschrift*, v. 39, 1935. Disponível em: http://www-gdz.sub.uni-goettingen.de/cgi-bin/digbib.cgi?PPN266833020_0039.

- GETMAN, A. P.; KARASIUK, V. V. A crowdsourcing approach to building a legal ontology from text. *Artif. Intell. Law*, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 22, n. 3, p. 313–335, set. 2014. ISSN 0924-8463.
- GHOSH, M. E.; NAJA, H.; ABDULRAB, H.; KHALIL, M. Towards a legal rule-based system grounded on the integration of criminal domain ontology and rules. In: *KES*. [S.l.]: Elsevier, 2017. (Procedia Computer Science, v. 112), p. 632–642.
- GIORDANO, L.; GLIOZZI, V.; OLIVETTI, N.; POZZATO, G. A non-monotonic description logic for reasoning about typicality. *Artificial Intelligence*, v. 195, p. 165 – 202, 2013. ISSN 0004-3702.
- GÓMEZ-PÉREZ, A. Ontological engineering: A state of the art. In: *Expert Update. British Computer Society*. [S.l.: s.n.], 1999. p. 33–44.
- GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. *Ontological Engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. (Advanced Information and Knowledge Processing)*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2003. ISBN 1846283965.
- GÓMEZ-PÉREZ, A.; ORTIZ-RODRÍGUEZ, F.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B. Legal ontologies for the spanish e-government. In: MARÍN, R.; ONAINDÍA, E.; BUGARÍN, A.; SANTOS, J. (Ed.). *Current Topics in Artificial Intelligence*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 301–310. ISBN 978-3-540-45915-6.
- GÓMEZ-PÉREZ, A.; ORTIZ-RODRIGUEZ, F.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B. Ontology-based legal information retrieval to improve the information access in e-government. In: *Proceedings of the 15th International Conference on World Wide Web*. New York, NY, USA: ACM, 2006. (WWW '06), p. 1007–1008. ISBN 1-59593-323-9.
- GONZALES, R. G. *A Semantic Web Approach to Digital Rights Management*. Tese (Doutorado) — Universitat Pompeu Fabra, 2005. Disponível em: <http://rhizomik.net/~roberto/thesis>.
- GOSTOJIC, S.; MILOSAVLJEVIC, B.; KONJOVIC, Z. Ontological model of legal norms for creating and using legislation. *Comput. Sci. Inf. Syst.*, v. 10, n. 1, p. 151–171, 2013.
- GOVERNATORI, G.; OLIVIERI, F.; SCANNAPIECO, S.; CRISTANI, M. Superiority based revision of defeasible theories. In: _____. *Semantic Web Rules: International Symposium, RuleML 2010, Washington, DC, USA, October 21-23, 2010. Proceedings*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 104–118. ISBN 978-3-642-16289-3. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-16289-3_10.
- GRACIA, C.; CASANOVAS, P.; POBLET, M.; BINEFA, X.; CARRABINA, J. Legal knowledge acquisition and multimedia applications. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Knowledge Acquisition from Multimedia Content KAMC'07, Genoa, Italy, December 5, 2007*. [S.l.: s.n.], 2007.
- GRAU, B. C.; HORROCKS, I.; MOTIK, B.; PARSIA, B.; PATEL-SCHNEIDER, P.; SATTLER, U. Owl 2: The next step for owl. *Web Semant.*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, v. 6, n. 4, p. 309–322, nov. 2008. ISSN 1570-8268. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.websem.2008.05.001>.

- GRAY, P.; GRAY, X.; ZELEZINKOW, J. Intelligent negotiation technology. In: _____. *Legal and Negotiation Decision Support Systems*. [S.l.]: ICAIL, 2009. (LDSS), p. 38–54.
- GRAY, P. N. The ontology of legal possibilities and legal potentialities. In: *Proceedings of the 2nd Workshop on Legal Ontologies and Artificial Intelligence Techniques June 4th, 2007, Stanford University, Stanford, CA, USA*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 7–23.
- GRECO, R. *Curso de Direito Penal - Parte Geral*. 18. ed. Niterói, RJ, Brazil: Editora Impetus, 2017. v. 1. (Coleção Rogério Greco, v. 1). ISBN 9788576269410.
- GREEN, L. Legal positivism. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2009. [S.l.]: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2009.
- GRIFFO, C.; ALMEIDA, J. P. A.; GUIZZARDI, G. A pattern for the representation of legal relations in a legal core ontology. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2016. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 294), p. 191–194.
- GRIFFO, C.; ALMEIDA, J. P. A.; GUIZZARDI, G.; NARDI, J. C. From an ontology of service contracts to contract modeling in enterprise architecture. In: *EDOC*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2017. p. 40–49.
- GRIFFO, C. L. Ufo-l: A core ontology of legal concepts built from a legal relations perspective. In: *Doctoral Consortium on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*. [S.l.: s.n.], 2015. (IC3K-KEOD).
- GRUBER, T. Collective knowledge systems: Where the Social Web meets the Semantic Web. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, v. 6, n. 1, p. 4–13, fev. 2008. ISSN 15708268. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.websem.2007.11.011>.
- GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, Academic Press, Inc., Duluth, MN, USA, v. 43, n. 5-6, p. 907–928, dez. 1995. ISSN 1071-5819. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>.
- GUARINO, N. *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the 1st International Conference June 6-8, 1998, Trento, Italy*. 1st. ed. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 1998. ISBN 9051993994.
- GUARINO, N.; WELTY, C. Ontological analysis of taxonomic relationships. In: LAENDER, A.; LIDDLE, S.; STOREY, V. (Ed.). *Conceptual Modeling ER 2000*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2000, (Lecture Notes in Computer Science, v. 1920). p. 210–224. ISBN 978-3-540-41072-0.
- GUIZZARDI, G. *Ontological foundations for structural conceptual models*. Tese (Doutorado), Enschede, 2005. Disponível em: <http://doc.utwente.nl/50826/>.
- GUIZZARDI, G. Ontological patterns, anti-patterns and pattern languages for next-generation conceptual modeling. In: YU, E.; DOBBIE, G.; JARKE, M.; PURAO, S. (Ed.). *Conceptual Modeling*. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 13–27. ISBN 978-3-319-12206-9.

GUIZZARDI, G.; BAIÃO, F. A.; LOPES, M.; FALBO, R. de A. The role of foundational ontologies for domain ontology engineering: An industrial case study in the domain of oil and gas exploration and production. *IJISMD*, v. 1, n. 2, p. 1–22, 2010.

GUIZZARDI, G.; FALBO, R. de A.; GUIZZARDI, R. S. S. Grounding software domain ontologies in the unified foundational ontology (ufo): The case of the ode software process ontology. In: LENCASTRE, M.; CUNHA, J. a. F. a. e; VALECILLO, A. (Ed.). *CibSE*. [s.n.], 2008. p. 127–140. Disponível em: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/cibse/cibse2008.html#GuizzardiFG08>.

GUIZZARDI, G.; SALES, T. P. Detection, simulation and elimination of semantic anti-patterns in ontology-driven conceptual models. In: YU, E.; DOBBIE, G.; JARKE, M.; PURAO, S. (Ed.). *Conceptual Modeling*. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 363–376. ISBN 978-3-319-12206-9.

GUIZZARDI, G.; WAGNER, G.; FALBO, R. de A.; GUIZZARDI, R. S. S.; ALMEIDA, J. P. A. Conceptual modeling: 32th international conference, er 2013, hong-kong, china, november 11-13, 2013. proceedings. In: _____. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. cap. Towards Ontological Foundations for the Conceptual Modeling of Events, p. 327–341.

GUSMAO, P. D. *Introdução ao Estudo do Direito*. 48. ed. [S.l.]: Forense, 2015. ISBN 9788530964207.

HAGE, J.; VERHEIJ, B. The law as a dynamic interconnected system of states of affairs: a legal top ontology. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, v. 51, n. 6, p. 1043–1077, 1999.

HAGIWARA, S.; TOJO, S. Discordance detection in regional ordinance: Ontology-based validation. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2006. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 152), p. 111–120.

HALL, M. J. J.; ZELEZNIKOW, J. Acknowledging insufficiency in the evaluation of legal knowledge-based systems: Strategies towards a broadbased evaluation model. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2001. (ICAIL '01), p. 147–156. ISBN 1-58113-368-5. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/383535.383553>.

HART, H.; RAZ, J.; GREEN, L.; BULLOCH, P. A. *The Concept of Law*. [S.l.]: OUP Oxford, 2012. (Clarendon Law Series). ISBN 9780199644704.

HENDERSON, J.; BENCH-CAPON, T. J. M. Dynamic arguments in a case law domain. In: *ICAIL*. [S.l.]: ACM, 2001. p. 60–69.

HERRE, H. General Formal Ontology (GFO): A Foundational Ontology for Conceptual Modelling. In: POLI, R.; HEALY, M.; KAMEAS, A. (Ed.). *Theory and Applications of Ontology: Computer Applications*. Springer Netherlands, 2010. p. 297–345. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-8847-5_14.

HICKSON, I.; BERJON, R.; FAULKNER, S.; LEITHEAD, T.; NAVARA, E. D.; O'CONNOR, E.; PFEIFFER, S. *HyperText Markup Language (HTML5)*. [S.l.], 2014. <https://www.w3.org/TR/html5/>.

- HLOMANI, H.; STACEY, D. Approaches, methods, metrics, measures, and subjectivity in ontology evaluation: A survey. *Semantic Web Journal*, p. 1–5, 2014.
- HOEKSTRA, R.; BREUKER, J. Commonsense causal explanation in a legal domain. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 3, p. 281–299, Sep 2007.
- HOEKSTRA, R.; BREUKER, J.; BELLO, M. D.; BOER, A. The LKIF core ontology of basic legal concepts. In: CASANOVAS, P.; BIASIOTTI, M. A.; FRANCESCONI, E.; SAGRI, M. T. (Ed.). *Proceedings of the Workshop on Legal Ontologies and Artificial Intelligence Techniques (LOAIT 2007)*. [S.l.: s.n.], 2007.
- HOEKSTRA, R.; BREUKER, J.; BELLO, M. D.; BOER, A. Lkif core: Principled ontology development for the legal domain. In: *Proceedings of the 2009 Conference on Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2009. p. 21–52. ISBN 978-1-58603-942-4.
- HOEKSTRA, R.; WINKELS, R.; HUPKES, E. Reasoning with spatial plans on the semantic web. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2009. (ICAIL '09), p. 185–193. ISBN 978-1-60558-597-0.
- HOHFELD, W. N. Some fundamental legal conceptions as applied in judicial reasoning. *The Yale Law Journal*, The Yale Law Journal Company, Inc., v. 23, n. 1, p. 16–59, 1913. ISSN 00440094.
- HORROCKS, I.; PATEL-SCHNEIDER, P. F.; MCGUINNESS, D. L.; WELTY, C. A. *OWL: a Description Logic Based Ontology Language for the Semantic Web*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2007. v. 2.
- HU, Y.; WU, W.; CHENG, K.; HUANG, Y. Semantic legal policies for data exchange and protection across super-peer domains in the cloud. *Future Internet*, v. 4, n. 4, p. 929–954, 2012.
- HU, Y.-J.; WU, W.-N.; YANG, J.-J. Semantics-enabled policies for information sharing and protection in the cloud. In: DATTA, A.; SHULMAN, S.; ZHENG, B.; LIN, S.-D.; SUN, A.; LIM, E.-P. (Ed.). *Social Informatics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 198–211. ISBN 978-3-642-24704-0.
- HUANG, Z.; SCHLOBACH, S.; HARMELEN, F. van; CASELLAS, N.; CASANOVAS, P. Dynamic aspects of opjk legal ontology. In: CASANOVAS, P.; SARTOR, G.; CASELLAS, N.; RUBINO, R. (Ed.). *Computable Models of the Law*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 113–129.
- IMIELIŃSKI, T.; LIPSKI JR., W. Incomplete information in relational databases. *J. ACM*, ACM, New York, NY, USA, v. 31, n. 4, p. 761–791, set. 1984. ISSN 0004-5411. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1634.1886>.
- JARRAR, M.; VERLINDEN, R.; MEERSMAN, R. Ontology-based customer complaint management. In: MEERSMAN, R.; TARI, Z. (Ed.). *On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: OTM 2003 Workshops*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003. p. 594–606. ISBN 978-3-540-39962-9.

JINHYUNG; HWANG, M.; JUNG, H.; SUNG, W. ilaw: Semantic web technology based intelligent legislation supporting system. *International Journal of Information Processing and Management*, v. 3, p. 45–49, 01 2012.

JO, D. W.; KIM, M. H. Web-based semantic web retrieval service for law ontology. In: *2013 IEEE 10th International Conference on High Performance Computing and Communications 2013 IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 666–673.

JORSHARI, F. Z.; TAWIL, R. H. A high-level scheme for an ontology-based compliance framework in software development. In: *International Conference on High Performance Computing and Communications, International Symposium on Cyberspace Safety and Security, and International Conference on Embedded Software and Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1479–1487.

JOSHI, K. P.; PEARCE, C. Automating cloud service level agreements using semantic technologies. In: *IC2E*. [S.l.]: IEEE Computer Society, 2015. p. 416–421.

JOUIS, C.; RAHMAN, M.; GANASCIA, J. G. A neo-topological approach to reasoning on ontologies with exceptions and comparison with defeasible description logics. In: *Proceedings of the Twenty-Sixth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*. Palo Alto, CA, USA: AAAI Press, 2013. p. 309–314.

KACI, S.; LABREUCHE, C. Valued preference-based instantiation of argumentation frameworks with varied strength defeats. *Int. J. Approx. Reasoning*, Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, v. 55, n. 9, p. 2004–2027, dez. 2014. ISSN 0888-613X. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijar.2013.12.001>.

KALIBATIENE, D.; VASILECAS, O. Perspectives in business informatics research: 10th international conference, bir 2011, riga, latvia, october 6-8, 2011. proceedings. In: _____. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. cap. Survey on Ontology Languages, p. 124–141. ISBN 978-3-642-24511-4. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24511-4_10.

KEHL, W. B.; HORTY, J. F.; BACON, C. R. T.; MITCHELL, D. S. An information retrieval language for legal studies. *Commun. ACM*, v. 4, n. 9, p. 380–389, 1961. Disponível em: <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/cacm/cacm4.html#KehlHBM61>.

KELSEN, H. *General Theory of Law and State*. 1. ed. Cambridge, UK: Harvard University Press, 1949. v. 1. ISBN 978-1-4128-0494-3.

KEPPENS, J. On extracting arguments from bayesian network representations of evidential reasoning. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (ICAIL '11), p. 141–150. ISBN 978-1-4503-0755-0. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2018358.2018380>.

KINGSTON, J.; SCHAFER, B.; VANDENBERGHE, W. Towards a financial fraud ontology: A legal modelling approach. *Artificial Intelligence and Law*, v. 12, n. 4, p. 419–446, Dec 2004. ISSN 1572-8382.

KINGSTON, J.; VANDENBERGHE, W. A comparison of a regulatory ontology with existing legal ontology frameworks. In: MEERSMAN, R.; TARI, Z. (Ed.). *On The Move*

to *Meaningful Internet Systems 2003: OTM 2003 Workshops*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003. p. 648–661. ISBN 978-3-540-39962-9.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. [S.l.], 2007.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. The value of mapping studies: A participant observer case study. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. Swinton, UK, UK: British Computer Society, 2010. (EASE'10), p. 25–33. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227057.2227061>.

KLEINIG, J. Criminal liability for failures to act. *Law and Contemporary Problems*, v. 49, p. 161–180, 1986.

KOEPSELL, D. R. An emerging ontology of jurisdiction in cyberspace. *Ethics and Information Technology*, v. 2, n. 2, p. 99–104, Jun 2000.

KOEPSELL, D. R. Linking the gene ontology with social ontology: A prolegomena to the ontology of personhood. In: *Formal Ontology in Information Systems, Proceedings of the Fourth International Conference, FOIS 2006, Baltimore, Maryland, USA, November 9-11, 2006*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 301–308.

KOROBKIN, R. B. A positive theory of legal negotiation. *Georgetown Law Journal*, v. 88, p. 1789–1831, 2000.

KRALINGEN, R. W. van; VISSER, P. R. S.; BENCH-CAPON, T. J. M.; HERIK, H. J. van den. A principled approach to developing legal knowledge systems. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, v. 51, n. 6, p. 1127–1154, 1999.

KRAUS, S.; LEHMANN, D.; MAGIDOR, M. Nonmonotonic reasoning, preferential models and cumulative logics. *Artificial Intelligence*, Elsevier Science Publishers Ltd., Essex, UK, v. 44, n. 1-2, p. 167–207, jul 1990. ISSN 0004-3702.

KRÖTZSCH, M.; SIMANCIK, F.; HORROCKS, I. A description logic primer. *CoRR*, abs/1201.4089, 2012. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1201.4089>.

KUREMATSU, M.; TADA, M.; YAMAGUCHI, T. Building up a legal ontology using a general ontology. In: *The 3rd World Congress on Expert Systems*. [S.l.: s.n.], 1998. p. 909–916.

KUREMATSU, M.; YAMAGUCHI, T. A legal ontology refinement support environment using a machine-readable dictionary. *Artificial Intelligence and Law*, v. 5, n. 1, p. 119–137, Mar 1997. ISSN 1572-8382.

LAARSCHOT, R. van; STEENBERGEN, W. V.; STUCKENSCHMIDT, H.; LODDER, A. R.; HARMELEN, F. van. The legal concepts and the layman's terms - bridging the gap through ontology-based reasoning about liability. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2005. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 134), p. 115–125.

LAGO, A. F. Foundational considerations for the development of the globalcrimeterm subontology: A research project based on fungramkb. *Onomázein*, v. 31, p. 127–144, 06 2015.

- LAME, G. Using nlp techniques to identify legal ontology components: Concepts and relations. In: _____. *Law and the Semantic Web: Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 169–184.
- LEE, S.; KIM, P.; SEO, D.; KIM, J.; LEE, J.; JUNG, H.; DIRSCHL, C. Multi-faceted navigation of legal documents. In: *2011 International Conference on Internet of Things and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 537–540.
- LEHMANN, J.; BREUKER, J.; BROUWER, B. Causation in ai and law. *Artificial Intelligence and Law*, v. 12, n. 4, p. 279–315, Dec 2004. ISSN 1572-8382.
- LENCI, A.; MONTEMAGNI, S.; PIRRELLI, V.; VENTURI, G. Nlp-based ontology learning from legal texts. A case study. In: *LOAIT*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2007. (CEUR Workshop Proceedings, v. 321), p. 113–129.
- LIEBWALD, D. Legal knowledge representation and modelling legal norms: The eu services directive. Huygens Editorial, v. 2, p. 29–36, 2009.
- LIMA, J. A. de O.; PALMIRANI, M.; VITALI, F. Moving in the time: An ontology for identifying legal resources. In: *Computable Models of the Law, Languages, Dialogues, Games, Ontologies*. [S.l.]: Springer, 2008, (Lecture Notes in Computer Science, v. 4884). p. 71–85.
- LINDAHL, L. Conflicts in systems of legal norms: a logical point of view. In: BROUWER, P.; HOL, A. S. T.; VELDEN, W. V. D.; WILD, A. D. (Ed.). *Coherence and conflict in law*. Deventer: Kluwer Law and Taxation Publishers, 1992. (Serie Rechtsfilosofie en rechtstheorie, v. 7), p. 39–64.
- LÓPEZ, M. F. Overview of Methodologies for Building Ontologies. In: *Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem Solving Methods (KRR5) Stockholm, Sweden, August 2, 1999*. [S.l.: s.n.], 1999.
- LOUKACHEVITCH, N. V.; DOBROV, B. V. Large-scale linguistic ontology as a basis for text categorization of legislative documents. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2005. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 134), p. 109–110.
- LOVE, N.; GENESERETH, M. Computational law. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2005. (ICAIL '05), p. 205–209. ISBN 1-59593-081-7. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1165485.1165517>.
- LOVRENCIC, S.; TOMAC, I. J. Managing understatements in legislation acts when developing legal ontologies. In: *2006 International Conference on Intelligent Engineering Systems*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 69–73. ISSN 1543-9259.
- LU, W.; IKEDA, M. A uniform conceptual model for knowledge management of international copyright law. *J. Information Science*, v. 34, n. 1, p. 93–109, 2008.
- LU, W.; XIONG, N.; PARK, D.-S. An ontological approach to support legal information modeling. *The Journal of Supercomputing*, v. 62, n. 1, p. 53–67, Oct 2012. ISSN 1573-0484.

- LUZ, N.; SILVA, N.; NOVAIS, P. A method for defining human-machine micro-task workflows for gathering legal information. In: CASANOVAS, P.; PAGALLO, U.; PALMIRANI, M.; SARTOR, G. (Ed.). *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 275–289. ISBN 978-3-662-45960-7.
- MACHADO, A. L.; OLIVEIRA, J. M. P. A legal ontology of relationships for civil law system. In: *Proceedings of the 1st Joint Workshop ONTO.COM / ODISE on Ontologies in Conceptual Modeling and Information Systems Engineering*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–11.
- MARKOVIĆ, M.; GOSTOJIĆ, S.; KONJOVIĆ, Z. Structural and semantic markup of complaints: Case study of serbian judiciary. In: *2014 IEEE 12th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 15–20. ISSN 1949-047X.
- MARMOR, A. The pure theory of law. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spring 2016. [S.l.]: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2016.
- MCCARTHY, J. Circumscription: a form of nonmonotonic reasoning. *Artificial Intelligence*, v. 13, p. 27–39, 1980.
- MCCARTY, L. T. Permissions and obligations. In: *Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence - Volume 1*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1983. (IJCAI'83), p. 287–294. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1623373.1623441>.
- MCCARTY, L. T. A language for legal discourse i. basic features. In: *Proceedings of the 2Nd International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 1989. (ICAIL '89), p. 180–189. ISBN 0-89791-322-1.
- MCCARTY, T. L. Reflections on TAXMAN: An experiment in artificial intelligence and legal reasoning. *Harvard Law Review*, v. 90, n. 5, p. 837–93, mar. 1977.
- MCCLURE, J. The legal-rdf ontology. A generic model for legal documents. In: *LOAIT*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2007. (CEUR Workshop Proceedings, v. 321), p. 25–42.
- MCGUINNESS, D. L.; FIKES, R.; HENDLER, J.; STEIN, L. A. Daml+oil: an ontology language for the semantic web. *IEEE Intelligent Systems*, v. 17, n. 5, p. 72–80, Sep 2002. ISSN 1541-1672.
- MELO FILHO, D.; FREITAS, F.; OTTEN, J. Raccoon: A connection reasoner for the description logic alc. In: EITER, T.; SANDS, D. (Ed.). *LPAR-21. 21st International Conference on Logic for Programming, Artificial Intelligence and Reasoning*. EasyChair, 2017. (EPiC Series in Computing, v. 46), p. 200–211. ISSN 2398-7340. Disponível em: <https://easychair.org/publications/paper/NXs2>.
- MEZGHANNI, I.; GARGOURI, F. A framework for the annotation of arabic legal documents. In: *27th International Business Information Management Association Conference*. [S.l.: s.n.], 2016. (IBIMA), p. 1716–1739.
- MEZGHANNI, I. B.; GARGOURI, F. Towards an arabic legal ontology based on documents properties extraction. In: *2015 IEEE/ACS 12th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8.
- MEZGHANNI, I. B.; GARGOURI, F. Crimar: A criminal arabic ontology for a benchmark based evaluation. *Procedia Computer Science*, v. 112, p. 653 – 662, 2017. ISSN 1877-0509.

- MEZGHANNI, I. B.; GARGOURI, F. Deriving ontological semantic relations between arabic compound nouns concepts. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, v. 29, n. 2, p. 212 – 228, 2017. ISSN 1319-1578.
- MILLER, S. J. *Introduction to Ontology Concepts and Terminology*. University of Wisconsin-Milwaukee, 2013.
- MIMOUNI, N. Modeling legal documents as typed linked data for relational querying. In: *DoCoPe@JURIX*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2013. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1105).
- MIRABETE, J. F.; FABBRINI, R. N. *Manual de Direito Penal - Parte Geral*. 30. ed. São Paulo, SP, Brazil: Editora Atlas SA, 2014. v. 1. ISBN 9788522487684.
- MITRE, H. A.; GONZÁLEZ-TABLAS, A. I.; RAMOS, B.; RIBAGORDA, A. A legal ontology to support privacy preservation in location-based services. In: MEERSMAN, R.; TARI, Z.; HERRERO, P. (Ed.). *On the Move to Meaningful Internet Systems 2006: OTM 2006 Workshops*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 1755–1764. ISBN 978-3-540-48276-5.
- MITTAL, S.; JOSHI, K. P.; PEARCE, C.; JOSHI, A. Automatic extraction of metrics from slas for cloud service management. In: *2016 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E)*. [S.l.]: IEEE, 2016. p. 139–142.
- MODGIL, S.; BENCH-CAPON, T. J. M. Metalevel argumentation. *Journal of Logic and Computation*, v. 21, n. 6, p. 959–1003, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/logcom/exq054>.
- MODGIL, S.; PRAKKEN, H. Revisiting preferences and argumentation. In: WALSH, T. (Ed.). *IJCAI*. IJCAI/AAAI, 2011. p. 1021–1026. ISBN 978-1-57735-516-8. Disponível em: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/ijcai/ijcai2011.html#ModgilP11>.
- MOMMERS, L. Application of a knowledge-based ontology of the legal domain in collaborative workspaces. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2003. (ICAIL '03), p. 70–76. ISBN 1-58113-747-8.
- MOODLEY, K.; MEYER, T.; SATTLER, U. Dip: A defeasible-inference platform for {OWL} ontologies. In: *International Workshop on Description Logics (DL 2014)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2014, (CEUR Workshop Proceedings, v. 1193). p. 671–683.
- MUSSER, J. *Web 2.0. Principles and Best Practices*. [S.l.]: O'Reilly Radar, 2007.
- NADAH, N.; ROSNAY, M. D. de; BACHIMONT, B. Licensing digital content with a generic ontology: Escaping from the jungle of rights expression languages. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 2007. (ICAIL '07), p. 65–69. ISBN 978-1-59593-680-6.
- NGUYEN, P. H. P.; KANEIWA, K.; CORBETT, D. R.; NGUYEN, M.-Q. An ontology formalization of relation type hierarchy in conceptual structure theory. In: WOBCKE, W.; ZHANG, M. (Ed.). *AI 2008: Advances in Artificial Intelligence*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 79–85.

NI, Z.; WANG, P.; PU, Y.-F. Challenges and related issues for building chinese legal ontology. In: *International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1260–1265.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. [S.l.], 2001. Disponível em: <http://www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html>.

NUTE, D. Defeasible logic. In: GABBAY, D. M.; HOGGER, C. J.; ROBINSON, J. A. (Ed.). *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming-Nonmonotonic Reasoning and Uncertain Reasoning*. Oxford, UK: Clarendon Press, 1994. v. 3, p. 353–395.

NUTE, D. Defeasible logic. In: _____. *Web Knowledge Management and Decision Support: 14th International Conference on Applications of Prolog, INAP 2001 Tokyo, Japan, October 20–22, 2001 Revised Papers*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003. p. 151–169. ISBN 978-3-540-36524-2. Disponível em: https://doi.org/10.1007/3-540-36524-9_13.

OBEID, N.; RAWASHDEH, E.; ALDUWEIB, E.; MOUBAIDDIN, A. On ontology-based diagnosis and defeasibility. In: *2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*. New York, NY, USA: IEEE, 2016. (CSCI '16), p. 57–62.

OSBORN, J.; STERLING, L. Justice: A judicial search tool using intelligent concept extraction. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 1999. (ICAIL '99), p. 173–181. ISBN 1-58113-165-8.

OSKAMP, A.; TRAGTER, M. Knowledge for automated legal problem solving: Theory versus practice. In: *ICAIL*. [S.l.]: ACM, 1997. p. 142–150.

PALMIRANI, M.; OGNIBENE, T.; CERVONE, L. Legal rules, text and ontologies over time. In: *RuleML (2)*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings, v. 874).

PANAGIOTOPOULOS, P.; GIONIS, G.; PSARRAS, J.; ASKOUNIS, D. Supporting public decision making in policy deliberations: an ontological approach. *Operational Research*, v. 11, n. 3, p. 281–298, Nov 2011. ISSN 1866-1505.

PAUWELYN, J. Resolving conflict in the applicable law. In: *Conflict of norms in public international law: how WTO law relates to other rules of international law*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003. p. 327–439.

PENG, L.; WIJESEKERA, D.; WINGFIELD, T. C.; MICHAEL, J. B. An ontology-based distributed whiteboard to determine legal responses to online cyber attacks. *Internet Research*, v. 16, n. 5, p. 475–490, 2006.

PERINAN-PASCUAL, C.; ARCAS-TUNEZ, F. Knowledge engineering in the legal domain: The construction of a fungramkb satellite ontology. In: *Signos*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 47, n. 84, p. 113–139. ISSN 0718-0934.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. Swinton, UK, UK: British Computer Society, 2008. (EASE'08), p. 68–77. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227123>.

- PETERSEN, S. V. K.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Inf. Softw. Technol.*, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA, v. 64, n. C, p. 1–18, ago. 2015. ISSN 0950-5849. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>.
- POLETAEVA, T.; GUIZZARDI, G.; ALMEIDA, J. P. A.; ABDULRAB, H. Revisiting the DEMO transaction pattern with the unified foundational ontology (UFO). In: *EEWC*. [S.l.: s.n.], 2017. (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 284), p. 181–195.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. 6. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2006. 720 p.
- PRIDDLE-HIGSON, A. Ontology evolution in legal reasoning: A study of ontology interpretation. In: *Proceedings of Symposium on Matching and Meaning*. London, England: SSAISB, 2009. p. 47–48.
- RAHMAN, M. Legal knowledge framework for identifying water, energy, food and climate nexus. In: *DoCoPe@JURIX*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2013. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1105).
- RAO, V. *O Direito e a Vida dos Direitos*. 7. ed. [S.l.]: Thomson Reuters - Revista dos Tribunais, 2013. ISBN 9788520348192.
- REALE, M. *Lições Preliminares de Direito*. 27. ed. [S.l.]: Saraiva, 2009. ISBN 9788502041264.
- REITER, R. On closed world data bases. In: _____. *Logic and Data Bases*. Boston, MA: Springer US, 1978. p. 55–76. ISBN 978-1-4684-3384-5. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4684-3384-5_3.
- REITER, R. A logic for default reasoning. *Artificial Intelligence*, v. 13, n. 1,2, p. 81–132, 1980.
- RISSLAND, E. L. Artificial intelligence and legal reasoning: A discussion of the field and gardner's book. *AI Magazine*, v. 9, n. 3, p. 45–55, 1988.
- RODRIGUES, C. M. d. O.; AZEVEDO, R. R.; FREITAS, F. L. G.; SILVA, E. P. da; BARROS, P. V. da S. An ontological approach for simulating legal action in the brazilian penal code. In: *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (SAC '15), p. 376–381. ISBN 978-1-4503-3196-8.
- RODRIGUES, C. M. d. O.; FREITAS, F. L. G. de; AZEVEDO, R. R. de. An improved logic-based implementation to ontology assessment. In: *2017 Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 408–413.
- RODRIGUES, C. M. d. O.; FREITAS, F. L. G. de; OLIVEIRA, I. J. d. S. An ontological approach to the three-phase method of imposing penalties in the brazilian criminal code. In: *2017 Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 414–419.
- RODRIGUES, C. M. de O.; FREITAS, F.; AZEVEDO, R. R. de. An ontology analysis implementation in constraint logic programming. In: *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, WI-IAT 2015, Singapore, December 6-9, 2015 - Volume I*. IEEE Computer Society, 2015. p. 317–320. ISBN 978-1-4673-9618-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/WI-IAT.2015.48>.

- RODRIGUES, C. M. de O.; FREITAS, F.; AZEVEDO, R. R. de. Um avaliador de ontologias baseado em programação lógica orientada por restrições. In: *4th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS) - XII Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional (ENIAC)*. [S.l.: s.n.], 2015.
- RODRIGUES, C. M. O.; FREITAS, F.; AZEVEDO, R. R. de. OCIP - an ontoclean evaluation system based on a constraint prolog extension language. In: FREITAS, F.; BAIÃO, F. A. (Ed.). *Proceedings of the Brazilian Seminar on Ontologies (ONTOBRAS 2015), São Paulo, Brazil, September 8-11, 2015*. CEUR-WS.org, 2015. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1442). Disponível em: http://ceur-ws.org/Vol-1442/paper_16.pdf.
- RODRIGUES, C. M. O. d.; FREITAS, F. L. G. d.; AZEVEDO, R. R. d. An ontology for property crime based on events from ufo-b foundational ontology. In: *2016 5th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*. [S.l.]: IEEE, 2016. p. 331–336.
- RODRÍGUEZ-DONCEL, V.; SANTOS, C.; CASANOVAS, P. A model of air transport passenger incidents and rights. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2014. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 271), p. 55–60.
- RODRÍGUEZ-DONCEL, V.; SANTOS, C.; CASANOVAS, P. Ontology-driven legal support-system in the air transport passenger domain. In: *SW4LAW+DC@JURIX*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2014. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1296).
- ROSNAY, M. Dulong de. An Action-Based Legal Model for Dynamic Digital Rights Expression. In: ENGERS, T. van (Ed.). [S.l.]: IOS Press, 2006. p. pp. 157–162.
- ROUSSEY, C.; PINET, F.; KANG, M. A.; CORCHO, O. An introduction to ontologies and ontology engineering. In: _____. *Ontologies in Urban Development Projects*. London: Springer London, 2011. p. 9–38. ISBN 978-0-85729-724-2. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-0-85729-724-2_2.
- RUBINO, R.; ROTOLO, A.; SARTOR, G. An owl ontology of fundamental legal concepts. In: *Annual Conference Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2006. p. 101–110.
- SAGRI, M. T.; TISCORNIA, D. Metadata for content description in legal information. In: *14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, 2003. Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 745–749. ISSN 1529-4188.
- SAGRI, M.-T.; TISCORNIA, D. Ontology-based models of legal knowledge. In: WANG, S.; TANAKA, K.; ZHOU, S.; LING, T.-W.; GUAN, J.; YANG, D.-q.; GRANDI, F.; MANGINA, E. E.; SONG, I.-Y.; MAYR, H. C. (Ed.). *Conceptual Modeling for Advanced Application Domains*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 577–588.
- SAIAS, J.; QUARESMA, P. A methodology to create legal ontologies in a logic programming information retrieval system. In: _____. *Law and the Semantic Web: Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 185–200.
- SALAM, A. Design and implementation of semantic decision support system for supplier performance contract monitoring and execution: Integrating description logics, semantic web rules and service-oriented computing in the context of the extended enterprise. In:

Reaching New Heights. 13th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2007, Keystone, Colorado, USA, August 9-12, 2007. [S.l.: s.n.], 2007. p. 293.

SARAVANAN, M.; RAVINDRAN, B.; RAMAN, S. Using legal ontology for query enhancement in generating a document summary. In: *JURIX*. [S.l.]: IOS Press, 2007. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, v. 165), p. 171–172.

SARAVANAN, M.; RAVINDRAN, B.; RAMAN, S. Improving legal information retrieval using an ontological framework. *Artificial Intelligence and Law*, v. 17, n. 2, p. 101–124, Jun 2009. ISSN 1572-8382.

SARTOR, G. A simple computational model for nonmonotonic and adversarial legal reasoning. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 1993. (ICAIL '93), p. 192–201. ISBN 0-89791-606-9. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/158976.159001>.

SCHARF, J. rowler - A hybrid rule engine for legal reasoning. In: *SW4LAW+DC@JURIX*. [S.l.]: CEUR-WS.org, 2014. (CEUR Workshop Proceedings, v. 1296).

SCHREIBER, G.; AKKERMANS, H.; ANJEWIERDEN, A.; HOOG, R. de; SHADBOLT, N.; VELDE, W. V. de; WIELINGA, B. J. *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. 2nd ed.. ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1999. ISBN 0-262-19300-0. Disponível em: http://books.google.com/books?id=HlXOW_1fsIEC&hl=de.

SCHWEIGHOFER, E. Indexing as an ontological support for legal reasoning. In: *Technologies for Supporting Reasoning Communities and Collaborative Decision Making: Cooperative Approaches*. [S.l.: s.n.], 2010. (IGI Global), p. 213–236.

SCHWEIGHOFER, E.; LIEBWALD, D. Advanced lexical ontologies and hybrid knowledge based systems: First steps to a dynamic legal electronic commentary. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 2, p. 103–115, Jun 2007. ISSN 1572-8382.

SHAHEED, J.; YIP, A.; CUNNINGHAM, J. A top-level language-biased legal ontology. In: *Workshop Proceedings, Legal Ontologies and Artificial Intelligence Techniques, International Association for Artificial Intelligence and Law*. [S.l.]: Wolf Legal Publishers, 2005. p. 13–24.

SHANKHDHAR, G. K.; DARBARI, M. Legal semantic web- a recommendation system. *International Journal of Applied Information Systems*, Foundation of Computer Science, New York, USA, v. 7, n. 3, p. 21–27, 06 2015.

SILVA, D.; SOUZA, R.; ALMEIDA, M. Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção. In: *Ciências da Informação (IBICT)*. Brasília: in press, 2008. v. 37, p. 60–75.

SILVA, E. P. *Conversão de Provas em Lógica de Descrições ALC Geradas pelo Método de Conexões para Sequentes*. Tese (Doutorado) — Federal University of Pernambuco, 2017.

SINGEL, R. *Are You Ready for Web 2.0?* 2005. <http://archive.wired.com/science/discoveries/news/2005/10/69114>. Accessed: 2015-09-15.

SINGH, M. P. An ontology for commitments in multiagent systems. *Artif. Intell. Law*, v. 7, n. 1, p. 97–113, 1999.

- SMITH, R. G. *Knowledge-Based Systems: Concepts, Techniques, Examples*. Lansdowne Park, Ottawa, ON: Canadian High Technology Show, 1985.
- SOARES, F. de M. Legística e desenvolvimento: A qualidade da lei no quadro da otimização de uma melhor legislação. In: *Revista da Faculdade de Direito - Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte - MG, Brasil: [s.n.], 2007. v. 50, p. 124–142.
- SON, N. T.; DUYEN, N. T. P.; QUOC, H. B.; NGUYEN, L. M. Recognizing logical parts in vietnamese legal texts using conditional random fields. In: *The 2015 IEEE RIVF International Conference on Computing Communication Technologies - Research, Innovation, and Vision for Future (RIVF)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–6.
- STABAUER, M.; QUIRCHMAYR, G.; HÖLLER, J. An integration of software engineering methods and semantic technologies for drafting and modeling statutes and legal rules. In: *ACSC*. [S.l.: Australian Computer Society, 2015. (CRPIT, v. 159), p. 9–15.
- STOLARSKI, P.; TOMASZEWSKI, T. Modeling and using polish legal knowledge - commercial companies code ontology. In: ABRAMOWICZ, W.; FENSEL, D. (Ed.). *Business Information Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 83–94. ISBN 978-3-540-79396-0.
- STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: Principles and methods. *Data Knowl. Eng.*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, v. 25, n. 1-2, p. 161–197, mar. 1998. ISSN 0169-023X. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-023X\(97\)00056-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-023X(97)00056-6).
- SZOKE, A.; FÖRHÉCZ, A.; KORÖSI, G.; STRAUSS, G. Versioned linking of semantic enrichment of legal documents - emerald: an implementation of knowledge-based services in a semantic web approach. *Artif. Intell. Law*, v. 21, n. 4, p. 485–519, 2013.
- TADURI, S.; LAU, G. T.; LAW, K. H.; KESAN, J. P. Retrieval of patent documents from heterogeneous sources using ontologies and similarity analysis. In: *2011 IEEE Fifth International Conference on Semantic Computing*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 538–545.
- TANG, Q.; WANG, Y.-l.; ZHANG, M.-l. Ontology-based approach for legal provision retrieval. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, v. 17, n. 2, p. 135–140, Apr 2012.
- TANTISRIPREECHA, T.; SOONTHORNPHISAJ, N. Query expansion algorithm for supreme court sentences retrieval using ontology. In: *Proceedings of the 48th Kasetsart Annual Conference*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 43–50.
- TANTISRIPREECHA, T.; SOONTHORNPHISAJ, N. A study of thai succession law ontology on supreme court sentences retrieval. In: *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*. [S.l.: s.n.], 2010. (IMECS, v. 1), p. 146–151.
- TANTISRIPREECHA, T.; SOONTHORNPHISAJ, N. Supreme court sentences retrieval using thai law ontology. In: _____. *Intelligent Control and Computer Engineering*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. p. 177–189. ISBN 978-94-007-0286-8.
- TISCOMIA, D. Ontology-driven access to legal information. In: *12th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. [S.l.: s.n.], 2001. p. 792–796.

- TISCORNIA, D. The lois project: Lexical ontologies for legal information sharing. In: *Proceedings of the V Legislative XML Workshop*. [S.l.]: European Press Academic Publishing, 2006. p. 189–204.
- UIJTENBROEK, E. M.; LODDER, A. R.; KLEIN, M. C. A.; WILDEBOER, G. R.; STEENBERGEN, W. V.; SIE, R. L. L.; HUYGEN, P. E. M.; HARMELEN, F. van. Retrieval of case law to provide layman with information about liability: Preliminary results of the best-project. In: CASANOVAS, P.; SARTOR, G.; CASELLAS, N.; RUBINO, R. (Ed.). *Computable Models of the Law*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 291–311. ISBN 978-3-540-85569-9.
- USCHOLD, M. Building ontologies: Towards a unified methodology. In: *In 16th Annual Conf. of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems*. [S.l.: s.n.], 1996. p. 16–18.
- USCHOLD, M.; KING, M. Towards a methodology for building ontologies. In: *In Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, held in conjunction with IJCAI-95*. [S.l.: s.n.], 1995.
- VALENTE, A.; BREUKER, J. Ontologies: the missing link between legal theory and ai law. In: *Legal knowledge based systems JURIX 94, The Relation with Legal Theory*. [S.l.: s.n.], 1994. p. 139–149.
- VALENTE, A.; BREUKER, J. ON-LINE: an architecture for modelling legal information. In: *ICAIL*. [S.l.]: ACM, 1995. p. 307–315.
- VALENTE, A.; BREUKER, J.; BROUWER, B. Legal modeling and automated reasoning with ON-LINE. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, v. 51, n. 6, p. 1079–1125, 1999.
- VEN, S. van de; HOEKSTRA, R.; BREUKER, J.; WORTEL, L.; ALI, A. E. Judging amy: Automated legal assessment using OWL 2. In: *Proceedings of the Fifth OWLED Workshop on OWL: Experiences and Directions, collocated with the 7th International Semantic Web Conference (ISWC-2008), Karlsruhe, Germany, October 26-27*. [S.l.: s.n.], 2008.
- VENTURI, G.; LENCI, A.; MONTEMAGNI, S.; VECCHI, E. M.; SAGRI, M. T.; TISCORNIA, D.; AGNOLONI, T. Towards a framenet resource for the legal domain. In: *III Workshop on Legal Ontologies and Artificial Intelligence Techniques*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 67–76.
- VINCZE, V.; SZARVAS, G.; CSIRIK, J. Why are wordnets important? In: *Proceedings of the 2Nd Conference on European Computing Conference*. Stevens Point, Wisconsin, USA: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2008. (ECC'08), p. 316–322. ISBN 978-960-474-002-4.
- VISSER, P.; BENCH-CAPON, T. On the reusability of ontologies in knowledge-system design. In: *Proceedings of 7th International Conference and Workshop on Database and Expert Systems Applications: DEXA 96*. [S.l.: s.n.], 1996. p. 256–261.
- VISSER, P.; BENCH-CAPON, T. A comparison of four legal ontologies. In: *Artificial Intelligence and Law*. [S.l.]: in press, 1998.
- VISSER, P.; BENCH-CAPON, T.; HERIK, J. V. D. A method for conceptualising legal domains-an example from the dutch unemployment benefits act. *Artificial Intelligence and Law*, Kluwer Academic, Amsterdam, The Netherlands, v. 5, n. 3, p. 207–242, 1997.

- VISSER, P. R. S.; KRALINGEN, R. W. van; BENCH-CAPON, T. J. M. A method for the development of legal knowledge systems. In: *ICAAIL*. [S.l.]: ACM, 1997. p. 151–160.
- VÖLKER, J.; LANGA, S. F.; SURE, Y. Supporting the construction of spanish legal ontologies with text2onto. In: CASANOVAS, P.; SARTOR, G.; CASELLAS, N.; RUBINO, R. (Ed.). *Computable Models of the Law*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 105–112. ISBN 978-3-540-85569-9.
- WELTY, C. A.; GUARINO, N. Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. *Data Knowledge Engineering*, v. 39, n. 1, p. 51–74, 2001. Disponível em: <http://citeseer.ist.psu.edu/article/welty01supporting.html>.
- WINKELS, R.; BOER, A.; HOEKSTRA, R. Clime: Lessons learned in legal information serving. In: *Proceedings of the 15th European Conference on Artificial Intelligence*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2002. (ECAI'02), p. 230–234. ISBN 978-1-58603-257-9.
- WINKELS, R.; HOEKSTRA, R.; HUPKES, E. Normative reasoning with geo information. In: *Proceedings of the 1st International Conference and Exhibition on Computing for Geospatial Research & Application*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (COM.Geo '10), p. 16:1–16:7. ISBN 978-1-4503-0031-5.
- WOHLIN, C.; RUNESON, P.; NETO, P. A. da M. S.; ENGSTROM, E.; MACHADO, I. do C.; ALMEIDA, E. S. de. On the reliability of mapping studies in software engineering. *Journal of Systems and Software*, v. 86, n. 10, p. 2594 – 2610, 2013. ISSN 0164-1212. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121213001234>.
- WU, J. Y.; XIE, C. Y. Research on ontology construction automatically in the law field. v. 303-306, p. 1585–1589, 02 2013.
- WU, W.; TAO, L.; HU, H.; DU, X. An automatic acquisition of domain knowledge from list-structured text in baidu encyclopedia. In: *2010 4th International Universal Communication Symposium*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 291–298.
- WYNER, A. An ontology in owl for legal case-based reasoning. *Artificial Intelligence and Law*, v. 16, n. 4, p. 361, Dec 2008.
- WYNER, A.; HOEKSTRA, R. A legal case owl ontology with an instantiation of popov v. hayashi. *Artificial Intelligence and Law*, v. 20, n. 1, p. 83–107, Mar 2012. ISSN 1572-8382.
- YOSHINO, H. The systematization of legal meta-inference. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. New York, NY, USA: ACM, 1995. (ICAAIL '95), p. 266–275. ISBN 0-89791-758-8. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/222092.222257>.
- ZAFFARONI, E. R.; PIERANGELI, J. H. *Manual do Direito Penal Brasileiro*. 11. ed. São Paulo - SP: Revista dos Tribunais, 2015. ISBN 9788520359976.
- ZARRI, G. P. Ontologies and reasoning techniques for (legal) intelligent information retrieval systems. *Artificial Intelligence and Law*, v. 15, n. 3, p. 251–279, Sep 2007. ISSN 1572-8382.

ZHANG, N.; PU, Y.-F.; WANG, P. F. An ontology-based approach for chinese legal information retrieval. In: *The 5th International Conference on Computer Engineering and Networks*. [S.l.: s.n.], 2015. (CENet, v. 259), p. 1–7.

APÊNDICE A – ARTEFATOS DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Estudos Incluídos

- **ACM:** (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011), (RODRIGUES et al., 2015), (HOEKS-TRA et al., 2009), (BARABUCCI et al., 2013), (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007), (MOMMERS, 2003), (CASELLAS et al., 2007), (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010), (ABRAHAM; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011), (BAUMANN; LOES, 2010);
- **IEEE:** (CORNOIU; VALEAN, 2015), (BREAUX; POWERS, 2009), (BRIGHI, 2004), (LEE et al., 2011), (TISCORNIA, 2001), (SAGRI; TISCORNIA, 2003), (MITTAL et al., 2016), (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016), (LOVRENCIC; TOMAC, 2006);
- **Science Direct:** (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999), (HAGE; VERHEIJ, 1999), (DELGADO, 2015), (KRALINGEN et al., 1999), (GHOSH et al., 2017);
- **WebOfScience:** (BRUCKSCHEN et al., 2010), (LAARSCHOT et al., 2005);
- **Springer:** (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003), (HU; WU; YANG, 2011), (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011), (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010), (CEVENINI et al., 2008), (LU; XIONG; PARK, 2012), (ADAMS, 2008), (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004), (ZARRI, 2007), (WYNER; HOEKSTRA, 2012), (DRUMOND; GIRARDI, 2008), (COSTILLA et al., 2005), (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997), (CORCHO et al., 2005), (TANTISRIPEECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011), (BUI; NGUYEN; HO, 2014), (MITRE et al., 2006), (BAGBY; MULLEN, 2007), (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008), (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006), (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009), (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004), (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017), (BARABUCCI et al., 2010);
- **Scopus:** (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003), (CECI; GANGEMI, 2016), (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a), (VEN et al., 2008), (BREUKER et al., 2002b), (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016), (LU; IKEDA, 2008), (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005), (MACHADO; OLIVEIRA, 2014), (MIMOUNI, 2013), (MCCLURE, 2007), (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015), (JINHYUNG et al., 2012), (CERNIAN et al., 2013), (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016), (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006), (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013), (AJANI et al., 2016), (BUEY et al., 2016), (CAPPELLI et al., 2007), (CASELLAS et al., 2010), (DELGADO et al., 2003), (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b), (TISCORNIA, 2006), (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012), (SALAM, 2007), (ZHANG; PU; WANG, 2015), (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014).

Estudos Excluídos

- **Critério de Exclusão 01:** (CASANOVAS et al., 2005a), (OSBORN; STERLING, 1999), (BOURCIER; ROSNAY; LEGRAND, 2005), (ASHLEY, 2009), (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRIGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006), (JORSHARI; TAWIL, 2015), (WU et al., 2010), (ARAUJO et al., 2013), (COSTA; NEVES, 2000), (SON et al., 2015), (TADURI et al., 2011), (JO; KIM, 2013), (ROSNAY, 2006), (AGNOLONI et al., 2007), (NI; WANG; PU, 2015), (WINKELS; BOER; HOEKSTRA, 2002), (HAGIWARA; TOJO, 2006), (LOUKACHEVITCH; DOBROV, 2005), (VINCZE; SZARVAS; CSIRIK, 2008), (SCHWEIGHOFER; LIEBWALD, 2007), (KOEPESELL, 2000), (HOEKSTRA; BREUKER, 2007), (BOELLA et al., 2016), (FRANCESCONI; PERUGINELLI, 2009), (TANG; WANG; ZHANG, 2012), (CECI, 2014), (UIJTENBROEK et al., 2008), (KINGSTON; SCHAEFER; VANDENBERGHE, 2004), (KINGSTON; VANDENBERGHE, 2003), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2016), (LUZ; SILVA; NOVAIS, 2014), (STABAUER; QUIRCHMAYR; HÖLLER, 2015), (PENG et al., 2006), (FÖRHHÉCZ; STRAUZ, 2011), (DISTINTO, 2012), (CECI, 2012), (HENDERSON; BENCH-CAPON, 2001), (LAGO, 2015),

- (GRAY; GRAY; ZELEZINKOW, 2009), (LIEBWALD, 2009), (GRACIA et al., 2007), (RAHMAN, 2013), (PALMIRANI; OGNIBENE; CERVONE, 2012), (KOEPSEL, 2006), (CECI; KHALIL; O'BRIEN, 2016), (VISSER; KRALINGEN; BENCH-CAPON, 1997), (LIMA; PALMIRANI; VITALI, 2008), (AJANI et al., 2010), (PRIDDLE-HIGSON, 2009), (SINGH, 1999), (AROSIO et al., 2013), (ANTONINI et al., 2013), (SCHARF, 2014), (HU et al., 2012), (BERTOLDI; CHISHMAN, 2011), (SZOKE et al., 2013), (DOGDU; KATIPOGLU; GUNEY, 2014).
- **Critério de Exclusão 02:** (CASANOVAS et al., 2005a), (OSBORN; STERLING, 1999), (ASHLEY, 2009), (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRIGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006), (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2010), (WU; XIE, 2013), (CAPUANO; SALERNO; MAIO, 2014), (WU et al., 2010), (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2015a), (ARAUJO et al., 2013), (SON et al., 2015), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2015), (AMATO et al., 2008), (AGNOLONI et al., 2007), (BENJAMINS et al., 2005), (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2007), (GETMAN; KARASIUK, 2014), (SAIAS; QUARESMA, 2005), (NGUYEN et al., 2008), (BOELLA et al., 2016), (DESPRES; SZULMAN, 2007), (TANG; WANG; ZHANG, 2012), (CECI, 2014), (UIJTENBROEK et al., 2008), (VÖLKER; LANGA; SURE, 2008), (LAME, 2005), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2016), (STABAUER; QUIRCHMAYR; HÖLLER, 2015), (GRACIA et al., 2007), (VISSER; KRALINGEN; BENCH-CAPON, 1997), (ARAUJO; RIGO; BARBOSA, 2017), (AROSIO et al., 2013), (ANTONINI et al., 2013), (GRAY, 2007), (FARKAS et al., 2004), (VENTURI et al., 2009), (SZOKE et al., 2013), (DOGDU; KATIPOGLU; GUNEY, 2014).
 - **Critério de Exclusão 03:** (CAPUANO et al., 2014), (BENCH-CAPON; VISSER, 1997a), (VISSER; BENCH-CAPON, 1996), (BENCH-CAPON; VISSER, 1997b), (MARKOVIĆ; GOSTOJIĆ; KONJOVIĆ, 2014), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2015), (AMATO et al., 2008), (KUREMATSU; TADA; YAMAGUCHI, 1998), (BENJAMINS et al., 2005), (SCHWEIGHOFER; LIEBWALD, 2007), (WYNER, 2008), (HUANG et al., 2008), (CASANOVAS et al., 2016), (CECI; GORDON, 2012), (FRANCESCONI et al., 2010), (OSKAMP; TRAGTER, 1997), (PALMIRANI; OGNIBENE; CERVONE, 2012), (VALENTE; BREUKER, 1995), (BREUKER et al., 2009), (DOGDU; KATIPOGLU; GUNEY, 2014).
 - **Critério de Exclusão 05:** (SCHWEIGHOFER, 2010).
 - **Critério de Exclusão 06:** (DHOUBI; GARGOURI, 2013), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2017a), (MEZGHANNI; GARGOURI, 2017b), (CASANOVAS et al., 2007), (PERINAN-PASCUAL; ARCAS-TUNEZ, 2014), (LENCI et al., 2007), (CAPUANO et al., 2015).
 - **Critério de Exclusão 08:** We list the duplicate studies followed by their included version: (HOEKSTRA; WINKELS; HUPKES, 2009) ~ (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010); (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2015a) ~ (RODRIGUES et al., 2015); (CORNOIU; VALEAN, 2013) ~ (CORNOIU; VALEAN, 2015); (TANTISRIPEECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2009), (TANTISRIPEECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2010) ~ (TANTISRIPEECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011); (BENJAMINS et al., 2004), (CASELLAS et al., 2005), (CASANOVAS et al., 2005b) ~ (CASELLAS et al., 2007); (AGNOLONI; BACCI; FRANCESCONI, 2008) ~ (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010); (CECI; PALMIRANI, 2012) ~ (CECI; GANGEMI, 2016); (SAGRI; TISCORNIA, 2004) ~ (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003); (VISSER; BENCH-CAPON; HERIK, 1997) ~ (KRALINGEN et al., 1999); (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014a) ~ (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b); (FREITAS; JR.; STUCKENSCHMIDT, 2010) ~ (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011); (CONDLIFFE; ABRAHAMS; ZELEZNIKOW, 2010) ~ (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011); (JOSHI; PEARCE, 2015) ~ (MITTAL et al., 2016); (BAGBY; MULLEN, 2005) ~ (BAGBY; MULLEN, 2007); (HOEKSTRA et al., 2007) ~ (HOEKSTRA et al., 2009); (GRIFFO, 2015) ~ (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016).

Strings de Busca

ACM: `acmdlTitle:(("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological"))) OR recordAbstract:(("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological"))) OR keywords.author.keyword:(("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law`

ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information",OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological")))

IEEE: Substring01: ("Document Title": "legal ontology"OR "Document Title": "legal ontologies"OR "Document Title": "law ontology"OR "Document Title": "law ontologies"OR "Document Title": "juridical ontology"OR "Document Title": "juridical ontologies"OR "Abstract": "legal ontology"OR "Abstract": "legal ontologies"OR "Abstract": "law ontology"OR "Abstract": "law ontologies"OR "Abstract": "juridical ontology"OR "Abstract": "juridical ontologies"OR "Author Keywords": "legal ontology"OR "Author Keywords": "legal ontologies"OR "Author Keywords": "law ontology"OR "Author Keywords": "law ontologies"OR "Author Keywords": "juridical ontology"OR "Author Keywords": "juridical ontologies") **Substring02:** ((("Document Title": "legal domain"OR "Document Title": "legal concept"OR "Document Title": "legal norm"OR "Document Title": "legal code"OR "Document Title": "legal knowledge"OR "Document Title": "legal information"OR "Document Title": "legal document"OR "Document Title": "legal text"OR "Document Title": "legal reasoning"OR ("Document Title": "AI"AND "Document Title": "law")) AND ("Document Title": "ontology"OR "Document Title": "ontologies"OR "Document Title": "ontological")) OR ((("Abstract": "legal domain"OR "Abstract": "legal concept"OR "Abstract": "legal norm"OR "Abstract": "legal code"OR "Abstract": "legal knowledge"OR "Abstract": "legal information"OR "Abstract": "legal document"OR "Abstract": "legal text"OR "Abstract": "legal reasoning"OR ("Abstract": "AI"AND "Abstract": "law")) AND ("Abstract": "ontology"OR "Abstract": "ontologies"OR "Abstract": "ontological")) OR ((("Author Keywords": "legal domain"OR "Author Keywords": "legal concept"OR "Author Keywords": "legal norm"OR "Author Keywords": "legal code"OR "Author Keywords": "legal knowledge"OR "Author Keywords": "legal information"OR "Author Keywords": "legal document"OR "Author Keywords": "legal text"OR "Author Keywords": "legal reasoning"OR ("Author Keywords": "AI"AND "Author Keywords": "law")) AND ("Author Keywords": "ontology"OR "Author Keywords": "ontologies"OR "Author Keywords": "ontological"))

SPRINGER: ("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological")))

SCOPUS: Substring01: TITLE-ABS-KEY ("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies") **Substring02:** TITLE-ABS-KEY ((("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological")))

Web Of Science: TS = ("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological")))

Engineering Village: for 1969-2018 ((("legal ontology"OR "legal ontologies"OR "law ontology"OR "law ontologies"OR "juridical ontology"OR "juridical ontologies"OR (("legal domain"OR "legal concept"OR "legal norm"OR "legal code"OR "legal knowledge"OR "legal information"OR "legal document"OR "legal text"OR "legal reasoning"OR ("AI"AND "law")) AND ("ontology"OR "ontologies"OR "ontological")))) WN KY)

Science Direct: TITLE-ABSTR-KEY("legal ontology"or "legal ontologies"or "law ontology"or "law ontologies"or "juridical ontology"or "juridical ontologies") or TITLE-ABSTR-KEY(((("legal domain"or "legal concept"or "legal norm"or "legal code"or "legal knowledge"or "legal information"or "legal document"or "legal text"or "legal reasoning"or ("AI"and "law")) AND ("ontology"or "ontologies"or "ontological")))

Classificação dos Estudos Primários

Estudos pela Abordagem de Construção

- Top-Down: (RODRIGUES et al., 2015) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (VEN et al., 2008) (CERNIAN et al., 2013) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (BREUKER et al., 2002b);
- Bottom-Up: (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (BRIGHI, 2004) (MITTAL et al., 2016) (BRUCKS; CHEN et al., 2010) (ADAMS, 2008) (COSTILLA et al., 2005) (BAGBY; MULLEN, 2007) (BARTOLINI,

(MUTHURI; SANTOS, 2017) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (SALAM, 2007) (AJANI et al., 2016) (MIMOUNI, 2013) (CAPPELLI et al., 2007) (CASELLAS et al., 2010);

- Hybrid: (CASELLAS et al., 2007) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (GHOSH et al., 2017) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (CECI GANGEMI, 2016) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (TISCORNIA, 2006);
- Middle-out: (HOEKSTRA et al., 2009) (BUI; NGUYEN; HO, 2014).

Estudos por País

- Alemanha: (BAUMANN; LOËS, 2010);
- Austrália: (ABRAHAMAS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011);
- Bélgica: (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003);
- Brasil: (RODRIGUES et al., 2015) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016);
- Canadá: (ADAMS, 2008);
- China: (LU; XIONG; PARK, 2012) (ZHANG; PU; WANG, 2015);
- Coreia: (LEE et al., 2011) (JINHYUNG et al., 2012);
- Croácia: (LOVRENCIC; TOMAC, 2006);
- Espanha: (CASELLAS et al., 2007) (DELGADO, 2015) (MITRE et al., 2006) (CORCHO et al., 2005) (COSTILLA et al., 2005) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (DELGADO et al., 2003) (CASELLAS et al., 2010) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (BUEY et al., 2016);
- Estados Unidos: (MITTAL et al., 2016) (BREAUX; POWERS, 2009) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (BAGBY; MULLEN, 2007) (SALAM, 2007) (MCCLURE, 2007);
- França: (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (GHOSH et al., 2017) (ZARRI, 2007) (MIMOUNI, 2013);
- Grécia: (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011);
- Holanda: (MOMMERS, 2003) (HOEKSTRA et al., 2009) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (KRALINGEN et al., 1999) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (LAARSCHOT et al., 2005) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (VEN et al., 2008) (BREUKER et al., 2002b);
- Japão: (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (LU; IKEDA, 2008);
- Índia: (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015);
- Itália: (BARABUCCI et al., 2013) (BRIGHI, 2004) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (TISCORNIA, 2001) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (CEVENINI et al., 2008) (BARABUCCI et al., 2010) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (CECI; GANGEMI, 2016) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (AJANI et al., 2016) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (CAPPELLI et al., 2007) (TISCORNIA, 2006);
- Luxemburgo: (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017);
- Polónia: (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008);
- Portugal: (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014);
- Reino Unido: (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005);

- Romênia: (CORNOIU; VALEAN, 2015) (CERNIAN et al., 2013);
- Sérvia: (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013);
- Taiwan: (HU; WU; YANG, 2011);
- Tailândia: (TANTISRIPREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012);
- Vietnã: (BUI; NGUYEN; HO, 2014).

Estudos por Formalismos:

- OWL-DL: (RODRIGUES et al., 2015) (BARABUCCI et al., 2013) (HOEKSTRA et al., 2009) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (BRIGHI, 2004) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (MITTAL et al., 2016) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (GHOSH et al., 2017) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (LAARSCHOT et al., 2005) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (MITRE et al., 2006) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (ADAMS, 2008) (LU; XIONG; PARK, 2012) (CORCHO et al., 2005) (CEVENINI et al., 2008) (COSTILLA et al., 2005) (BAGBY; MULLEN, 2007) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (STOLARSKI; TO; MASZEWSKI, 2008) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (LU; IKEDA, 2008) (RUBINO; RO; TOLO; SARTOR, 2006) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (SALAM, 2007) (JINHYUNG et al., 2012) (VEN et al., 2008) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (MIMOUNI, 2013) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (CASELLAS et al., 2010) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b);
- RDF: (BARABUCCI et al., 2013) (CASELLAS et al., 2007) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (BRIGHI, 2004) (MITTAL et al., 2016) (LEE et al., 2011) (CORCHO et al., 2005) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (MIMOUNI, 2013) (CERNIAN et al., 2013) (BREUKER et al., 2002b) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (MCCLURE, 2007);
- UML Notation: (BAUMANN; LOES, 2010) (BRIGHI, 2004) (BREAUX; POWERS, 2009) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (AJANI et al., 2016);
- First-Order Logic: (HAGE; VERHEIJ, 1999) (ZARRI, 2007) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003);
- DAML+OIL: (CORCHO et al., 2005) (DELGADO et al., 2003) (BREUKER et al., 2002b);
- OntoUML: (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016);
- Prolog Style Rules: (KRALINGEN et al., 1999) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005);
- XML: (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BARABUCCI et al., 2010);
- Rule Formalism: (HOEKSTRA et al., 2009);
- Protégé Axiom Language: (LOVRENCIC; TOMAC, 2006);
- COREL: (DELGADO, 2015);
- ORM: (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003);
- Proprietary Notation: (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004).

Estudos por Veículos de Publicação

- Livro: (CORCHO et al., 2005) (COSTILLA et al., 2005) (BARABUCCI et al., 2010) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003);

- Periódico: (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (KRALINGEN et al., 1999) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (ADAMS, 2008) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BAGBY; MULLEN, 2007) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (ZARRI, 2007) (LU; XIONG; PARK, 2012) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (TANTISRI-PREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (LU; IKEDA, 2008) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012) (CECI; GANGEMI, 2016) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (AJANI et al., 2016) (JINHYUNG et al., 2012) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (CERNIAN et al., 2013) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013);
- Conferência: (RODRIGUES et al., 2015) (MOMMERS, 2003) (BAUMANN; LOES, 2010) (BARABUCCI et al., 2013) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (HOEKSTRA et al., 2009) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (CASELLAS et al., 2007) (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (MITTAL et al., 2016) (BREAUX; POWERS, 2009) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (LEE et al., 2011) (DELGADO, 2015) (GHOSH et al., 2017) (LAARSCHOT et al., 2005) (CEVENINI et al., 2008) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (HU; WU; YANG, 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (SALAM, 2007) (DELGADO et al., 2003) (VEN et al., 2008) (MIMOUNI, 2013) (CASELLAS et al., 2010) (BREUKER et al., 2002b) (BUEY et al., 2016);
- Workshop: (BRIGHI, 2004) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (TISCOMIA, 2001) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (MITRE et al., 2006) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (CAPPELLI et al., 2007) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (MCCLURE, 2007) (TISCORNIA, 2006).

Estudos por Teoria Jurídica

- Kelsen: (RODRIGUES et al., 2015) (BAUMANN; LOES, 2010) (HOEKSTRA et al., 2009) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (CASELLAS et al., 2007) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (BREAUX; POWERS, 2009) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (TISCOMIA, 2001) (KRALINGEN et al., 1999) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (GHOSH et al., 2017) (MITRE et al., 2006) (ZARRI, 2007) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (CECI; GANGEMI, 2016) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (SALAM, 2007) (VEN et al., 2008) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (BREUKER et al., 2002b) (TISCORNIA, 2006);
- Hart: (RODRIGUES et al., 2015) (HOEKSTRA et al., 2009) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (BRIGHI, 2004) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (LEE et al., 2011) (TISCOMIA, 2001) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (COSTILLA et al., 2005) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (HU; WU; YANG, 2011) (TANTISRI-PREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (CECI; GANGEMI, 2016) (VEN et al., 2008) (MIMOUNI, 2013) (TISCORNIA, 2006);
- Hohfeldian: (BREAUX; POWERS, 2009) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (TISCOMIA, 2001) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (MITRE et al., 2006) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005) (CECI; GANGEMI, 2016) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (TISCORNIA, 2006);
- Negociação: (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (LAARSCHOT et al., 2005) (DELGADO et al., 2003);
- Intenção: (LU; XIONG; PARK, 2012) (LU; IKEDA, 2008);
- Alexy: (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016);

- Speech-Acts: (KRALINGEN et al., 1999);
- Indefinida: (MOMMERS, 2003) (BARABUCCI et al., 2013) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (MCCLURE, 2007) (MITTAL et al., 2016) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (DELGADO, 2015) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (ADAMS, 2008) (CORCHO et al., 2005) (CEVENINI et al., 2008) (BAGBY; MULLEN, 2007) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (BARABUCCI et al., 2010) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (AJANI et al., 2016) (JINHYUNG et al., 2012) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (CAPPELLI et al., 2007) (CERNIAN et al., 2013) (CASELLAS et al., 2010) (BUEY et al., 2016).

Estudos por Fontes de Anomalias

- Dinamicidade: (CORNOIU; VALEAN, 2015) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (CECI; GANGEMI, 2016) (CERNIAN et al., 2013);
- Volume de Dados: (MITTAL et al., 2016) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (TISCOMIA, 2001) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (TAN-TISIRIPREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (LU; IKEDA, 2008) (JINHYUNG et al., 2012) (VEN et al., 2008) (CERNIAN et al., 2013) (CASELLAS et al., 2010);
- Jargão Jurídico: (RODRIGUES et al., 2015) (MITTAL et al., 2016) (COSTILLA et al., 2005) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (AJANI et al., 2016);
- Heterogeneidade das Fontes: (RODRIGUES et al., 2015) (BARABUCCI et al., 2013) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (LAARSCHOT et al., 2005) (ADAMS, 2008) (COSTILLA et al., 2005) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (JINHYUNG et al., 2012) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (BUEY et al., 2016);
- Jurisdição Sobreposta (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (LU; XIONG; PARK, 2012) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (HU; WU; YANG, 2011) (AJANI et al., 2016).

Estudos por Propósito da Ontologia

- Organizar e Estruturar: (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (DELGADO, 2015) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (COSTILLA et al., 2005) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (BARABUCCI et al., 2010) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (AJANI et al., 2016) (JINHYUNG et al., 2012) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (TISCORNIA, 2006);
- Raciocinar e Resolver Problemas: (RODRIGUES et al., 2015) (BAUMANN; LOES, 2010) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (MITTAL et al., 2016) (BREAUX; POWERS, 2009) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (KRALINGEN et al., 1999) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (GHOSH et al., 2017) (LAARSCHOT et al., 2005) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (MITRE et al., 2006) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (CORCHO et al., 2005) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (BAGBY; MULLEN, 2007) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (ZARRI, 2007) (HU; WU; YANG, 2011) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005) (CECI; GANGEMI, 2016) (SALAM, 2007) (JINHYUNG et al., 2012) (VEN et al., 2008) (CASELLAS et al., 2010) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b);
- Indexação e Busca: (CASELLAS et al., 2007) (BRIGHI, 2004) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (TISCOMIA, 2001) (LAARSCHOT et al., 2005) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (CEVENINI et al., 2008) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (ZARRI, 2007) (TANTISIRIPREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012) (DELGADO et al., 2003) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (MIMOUNI, 2013) (CAPPELLI et al., 2007) (CERNIAN et al., 2013) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (BREUKER et al., 2002b) (BUEY et al., 2016) (TISCORNIA, 2006);

- Integração Semântica e Interoperabilidade: (BARABUCCI et al., 2013) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (LU; XIONG; PARK, 2012) (CEVENINI et al., 2008) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (HU; WU; YANG, 2011) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (LU; IKEDA, 2008) (DELGADO et al., 2003) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (MCCLURE, 2007);
- Entender o Domínio: (MOMMERS, 2003) (HOEKSTRA et al., 2009) (LEE et al., 2011) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (ADAMS, 2008) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a).

Estudos por Nível de Generalização

- Top: (BREAUX; POWERS, 2009) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (ZARRI, 2007) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005);
- Core: (MOMMERS, 2003) (BARABUCCI et al., 2013) (HOEKSTRA et al., 2009) (CASELLAS et al., 2007) (BRIGHI, 2004) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (LEE et al., 2011) (TISCOMIA, 2001) (KRALINGEN et al., 1999) (DELGADO, 2015) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (CORCHO et al., 2005) (COSTILLA et al., 2005) (BARABUCCI et al., 2010) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (TANTISRIPREECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (AJANI et al., 2016) (JINHYUNG et al., 2012) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (MI-MOUNI, 2013) (CERNIAN et al., 2013) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (BUEY et al., 2016) (MCCLURE, 2007);
- Domínio: (RODRIGUES et al., 2015) (BAUMANN; LOES, 2010) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (MITTAL et al., 2016) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (TISCOMIA, 2001) (KRALINGEN et al., 1999) (GHOSH et al., 2017) (BRUCKS; CHEN et al., 2010) (LAARSCHOT et al., 2005) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (MITRE et al., 2006) (ADAMS, 2008) (LU; XIONG; PARK, 2012) (CEVENINI et al., 2008) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BAGBY; MULLEN, 2007) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (HU; WU; YANG, 2011) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (LU; IKEDA, 2008) (CECI; GANGEMI, 2016) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012) (SALAM, 2007) (DELGADO et al., 2003) (VEN et al., 2008) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (CAPPELLI et al., 2007) (CASELLAS et al., 2010) (BREUKER et al., 2002b) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (TISCORNIA, 2006);
- Aplicação: (WYNER; HOEKSTRA, 2012).

Estudos por Subdomínio Jurídico

- Direito Penal: (RODRIGUES et al., 2015) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (GHOSH et al., 2017) (LAARSCHOT et al., 2005) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (BREUKER et al., 2002b);
- Direito Civil: (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011);
- Direito da Propriedade Intelectual: (BAUMANN; LOES, 2010) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (ADAMS, 2008) (LU; XIONG; PARK, 2012) (CEVENINI et al., 2008) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (LU; IKEDA, 2008) (DELGADO et al., 2003);
- Direito das Sucessões: (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012);
- Código de Trânsito: (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011);

- Direito Contratual: (MITTAL et al., 2016) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (SALAM, 2007) (VEN et al., 2008);
- Direito Tributário: (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009);
- Direito do Consumidor: (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010) (CECI; GANGEMI, 2016) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b) (TISCORNIA, 2006);
- Direito Municipal: (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010);
- Direito de Privacidade: (TISCOMIA, 2001) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (MITRE et al., 2006) (HU; WU; YANG, 2011) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (CAPPELLI et al., 2007) (CASELLAS et al., 2010);
- Direito do Trabalho: (KRALINGEN et al., 1999);
- Direito Comercial: (BAGBY; MULLEN, 2007) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008).

Estudos por Ferramentas de Edição

- Protégé: (ABRAHAMS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BAGBY; MULLEN, 2007) (ZARRI, 2007) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (RUBINO; ROTOLO; SARTOR, 2006) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (SALAM, 2007) (JINHYUNG et al., 2012) (VEN et al., 2008) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (BUEY et al., 2016);
- HOZO: (LU; XIONG; PARK, 2012) (LU; IKEDA, 2008);
- WebODE: (CORCHO et al., 2005) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006);
- OntoUML: (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016);
- OilEd ontology editor: (LAARSCHOT et al., 2005);
- Dogma Modeler: (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003).

Estudos por Metodologia ou Guias de Construção

- Especificação de Requisitos: (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (CASELLAS et al., 2010) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b);
- Methontology: (RODRIGUES et al., 2015) (CORCHO et al., 2005) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008);
- Ontology Development 101: (CEVENINI et al., 2008) (ZARRI, 2007) (CERNIAN et al., 2013);
- TERMINAE: (MITRE et al., 2006) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009);
- CommonKADS: (KRALINGEN et al., 1999) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999);
- Dogma: (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003);
- Diligent: (CASELLAS et al., 2007);
- COHERENT: (DELGADO, 2015);
- Guia de Hoekstra: (WYNER; HOEKSTRA, 2012);
- Guia de Valente/Breuker: (ADAMS, 2008);
- Guia de Horridge: (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014);

- Ontology Design Patterns/Neon Project: (BARABUCCI et al., 2010).

Estudos por Abordagem de Avaliação

- Especialistas Jurídicos: (CASELLAS et al., 2007) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (AGNOLONI; TISCORNIA, 2010);
- Data-Driven: (BAUMANN; LOES, 2010) (BRUCKSCHEN et al., 2010) (LAARSCHOT et al., 2005) (KUREMATSU; YAMAGUCHI, 1997) (BUEY et al., 2016);
- Gold-Standard: (BARABUCCI et al., 2013) (HOEKSTRA et al., 2009) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (TISCOMIA, 2001) (GHOSH et al., 2017) (WYNER; HOEKSTRA, 2012) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (BARTOLINI; MUTHURI; SANTOS, 2017) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (RUBINO; RO-TOLO; SARTOR, 2006) (BREUKER; HOEKSTRA, 2004a) (DELGADO et al., 2003) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (TISCORNIA, 2006);
- Case Study: (RODRIGUES et al., 2015) (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (BREAUX; POWERS, 2009) (KRALINGEN et al., 1999) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (HAGE; VERHEIJ, 1999) (BAGBY; MULLEN, 2007) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (BARABUCCI et al., 2010) (ZARRI, 2007) (JARRAR; VERLINDEN; MEERSMAN, 2003) (BUI; NGUYEN; HO, 2014) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014) (MACHADO; OLIVEIRA, 2014) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (SHAHEED; YIP; CUNNINGHAM, 2005) (LU; IKEDA, 2008) (CECI; GANGEMI, 2016) (SALAM, 2007) (AJANI et al., 2016) (DISTINTO; D'AQUIN; MOTTA, 2016) (CAPPELLI et al., 2007) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013) (RODRÍGUEZ-DONCEL; SANTOS; CASANOVAS, 2014b);
- Sem Avaliação: (MOMMERS, 2003) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (ABRAHAMAS; CONDLIFFE; ZELEZNIKOW, 2011) (BRIGHI, 2004) (MITTAL et al., 2016) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (LEE et al., 2011) (DELGADO, 2015) (MITRE et al., 2006) (DRUMOND; GIRARDI, 2008) (ADAMS, 2008) (LU; XIONG; PARK, 2012) (CORCHO et al., 2005) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (CEVENINI et al., 2008) (COSTILLA et al., 2005) (GÓMEZ-PÉREZ; ORTIZ-RODRÍGUEZ; VILLAZÓN-TERRAZAS, 2006) (HU; WU; YANG, 2011) (PANAGIOTOPOULOS et al., 2011) (TANTISRIPEECHA; SOONTHORNPHISAJ, 2011) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (BOONCHOM; SOONTHORNPHISAJ, 2012) (JINHYUNG et al., 2012) (VEN et al., 2008) (SHANKHDHAR; DARBARI, 2015) (MIMOUNI, 2013) (CERNIAN et al., 2013) (CASELLAS et al., 2010) (BREUKER et al., 2002b) (MCCLURE, 2007).

Estudos por Anomalias Sintáticas e Semânticas

- Modelagem Imprecisa: (MOMMERS, 2003) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (ANTUNES; CAETANO; BORBINHA, 2014);
- Incompletude: (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (AJANI et al., 2016);
- Inconsistência: (RODRIGUES et al., 2015) (BARABUCCI et al., 2013) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (CECI; GANGEMI, 2016) (AJANI et al., 2016);
- Referência Cruzada: (BREAUX; POWERS, 2009) (LEE et al., 2011) (VEN et al., 2008) (MIMOUNI, 2013);
- Sinônimos: (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (CASELLAS et al., 2007) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (CEVENINI et al., 2008) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (BREUKER et al., 2002b) (TISCORNIA, 2006);
- Discrepância: (RODRIGUES et al., 2015) (WINKELS; HOEKSTRA; HUPKES, 2010) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (STOLARSKI; TOMASZEWSKI, 2008) (BOELLA; LESMO; DAMIANO, 2004) (HU; WU; YANG, 2011) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (AJANI et al., 2016) (VEN et al., 2008) (GOSTOJIC; MILOSAVLJEVIC; KONJOVIC, 2013);

- Polisssemia: (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (SAGRI; TISCORNIA, 2003) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (GRIFFO; ALMEIDA; GUIZZARDI, 2016) (AJANI et al., 2016) (TISCORNIA, 2006);
- Open-Textured: (NADAH; ROSNAY; BACHIMONT, 2007) (VALENTE; BREUKER; BROUWER, 1999) (GHOSH et al., 2017) (BAGBY; MULLEN, 2007) (GANGEMI; SAGRI; TISCORNIA, 2003) (ZHANG; PU; WANG, 2015) (CECI; GANGEMI, 2016) (BREUKER et al., 2002b);
- Vagueza: (FREITAS; CANDEIAS JÚNIOR; STUCKENSCHMIDT, 2011) (RODRIGUES; FREITAS; AZEVEDO, 2016) (CORNOIU; VALEAN, 2015) (LOVRENCIC; TOMAC, 2006) (GHOSH et al., 2017) (LEHMANN; BREUKER; BROUWER, 2004) (SARAVANAN; RAVINDRAN; RAMAN, 2009) (AJANI et al., 2016) (BREUKER et al., 2002b).

APÊNDICE B – ARTEFATOS DA ONTOLOGIA JURÍDICA

Questões de Competência

Questões de Competência da Teoria do Crime

- QCs sobre classes/relações:
 - Quais tipos de agentes podem estar presentes em uma infração?
 - Quais tipos de objetos podem estar presentes em uma infração?
 - O que define os papéis dos agentes e objetos no domínio jurídico?
 - O que define os papéis dos agentes e objetos no domínio criminal?
 - Quais eventos jurídicos precisar existir para definir um crime?
 - Como os agentes ofensor e vítima estão relacionados?
 - Quantas partes têm uma norma criminal?
 - Em quais casos um agente não pode ser penalizado criminalmente?
 - Quais são os tipos de Normas?
 - Que tipos de situações qualificadas existem?
 - Quantos tipos principais de sanções existem na área criminal?
 - Quais são as principais doutrinas para resolver potenciais conflitos entre regras criminais?
 - O que identifica um crime Puro de omissão?
 - O que identifica um crime Impróprio de omissão?
 - O que identifica um crime Comissivo?
 - Quais circunstâncias adicionais podem interferir no cálculo da pena?
 - Quais relações pode existir entre as normas para resolver conflitos?
- Problemas de Decisão:
 - Um agente pode ser um criminoso e uma vítima do mesmo crime?
 - Algum ato legal tem uma intenção como causa?
 - Apenas uma pessoa física pode ser vítima em uma infração?
 - Uma situação pode ser permitida e proibida ao mesmo tempo?
- QCs sobre axiomas:
 - O que é uma norma jurídica?
 - O que é um agente imputável (penalmente capaz)?
 - O que é um evento jurídico?

Questões de Competência dos Crimes Contra a Vida

- QCs sobre classes/relações:
 - Quais são os Crimes contra a vida?
 - Qual objeto é violado em um crime contra vida?
 - Quais circunstâncias tornam um homicídio qualificado?

- Quais circunstâncias tornam um homicídio em um feminicídio?
- Quais as causas de um homicídio culposo?
- Quais circunstâncias genéricas são usadas para agravar um homicídio?
- Quais circunstâncias genéricas são usadas para amenizar um homicídio?
- Quais circunstâncias específicas podem aumentar/diminuir além dos limites das penas de um homicídio?
- Problemas de Decisão:
 - As penas de um homicídio doloso e culposo são as mesmas?
 - Todo homicídio é praticado com a intenção de matar?
 - Uma circunstância pode ser usada em difentes fases do cálculo da pena?
- QCs sobre axiomas:
 - O que é um ato típico de um homicídio?
 - O que é um Femicídio Qualificado?
- QCs sobre instâncias:
 - Quais os artigos que mapeiam os crimes contra vida?
 - Quais as penas mínima e máxima para o crimes contra a vida?

Questões de Competência dos Crimes Contra o Patrimônio

- QCs sobre classes/relações:
 - Quais são os Crimes contra o Patrimônio?
 - Quais objetos podem ser violados em um crime contra o patrimônio?
 - Qual a intenção por trás de um crime de Extorsão?
- Problemas de Decisão:
 - O crime de roubo é um evento complexo?
 - O crime de homicídio faz parte do crime de Latrocínio;
- QCs sobre axiomas:
 - O que é um Latrocínio?
 - O que é um crime de Dano?
- QCs sobre instâncias:
 - Quais os artigos que mapeiam os crimes contra o patrimônio?
 - Quais as penas mínima e máxima para o crimes contra o patrimônio?

Resultado Formulário Online

Este formulário visou coletar os principais termos e palavras comumente utilizados no Direito Penal. Foi solicitado à cada respondente informar os 30 termos/palavras que eles julgam mais importantes. Foram obtidas 10 respostas, no total. A transcrição foi feita exatamente conforme consta no formulário.

Respondente 01:

atenuantes, agravantes, sentença de pronúncia, revisão criminal, progressão da pena, concurso de crimes, concurso de pessoas, dosimetria da pena, fato típico, 10 - doloso, culposo, preterdoloso, antijurídico, sentença de pronúncia, progressão de regime prisional, teoria do crime, princípios, denúncia, inquérito policial, 20 - delação premiada, tribunal do júri, imputabilidade penal, punibilidade, pena, extinção da punibilidade, rol dos culpados, direitos humanos, exclusão da punibilidade, exclusão de ilicitude, prova.

Respondente 02:

1-Condução, 2-Infração, 3- Punição, 4- Criminoso, 5- Vítima, 6- Repressão, 7- Crime, 8-Insegurança, 9- Inferno, 10- Prisões, 11- Prisão para os pobres, 12- Liberdade para os ricos, 13- Medo, 14 - Ministério Público batalhador, 15 - Desejo de Liberdade, 16 - Não ressocialização, 17- Omissão do Estado, 18- Omissão da Sociedade, 19- Controle Social, 20- Corrupção, 21- Justiça com as próprias mãos, 22- Morte, 23- Falta de investimento em políticas públicas, 24 - Mídia que estimula o consumo, 25 - Polícia despreparada, 26 - Abuso de autoridade, 27- Falta de Humanidade, 28 - Menor de idade sem perspectiva, 29- Leis defasadas, 30 - Injustiça.

Respondente 03:

Ilícito, Pena, conduta antijurídica, Conduta do agente, resultado ilícito, Crime, Concurso de Pessoas, Concurso de Crimes, Sujeito Ativo, Sujeito Passivo, excludente de antijuridicidade e culpabilidade, Legítima defesa, Estado de necessidade, Legítima defesa putativa, intenção, culpa, dolo, nexos de causalidade, roubo, furto, homicídio, latrocínio, peculato, prevaricação.

Respondente 04:

Legalidade, corrupção, mazelas, pena, apenado, cumprimento, tráfico, crime organizado, garantia, penalidade, rebelião, justiça, garantia, prisão, habeas corpus, criminalidade, denuncia, sentença, direito penal do inimigo, garantismo, hediondo, preventiva, temporária, busca e apreensão, Pena, crime, tipicidade, antijuridicidade, culpabilidade, conduta.

Respondente 05:

ação, omissão, legalidade, medida de segurança, regimes penitenciários, elementar, condição, erro de tipo, erro de direito, coação moral, coação física, dolo, culpa, dolo eventual, culpa consciente, causa de aumento, qualificadora, concurso de pessoas, concurso material, concurso formal, crime continuado, patrimônio, integridade física, vida, justiça, dignidade sexual, fé pública.

Respondente 06:

1. FATO TÍPICO; 2. PRINCÍPIO DA LEGALIDADE; 3. HOMICÍDIO; 4. CRIMES CONTRA O PATRIMÔNIO; 4. REDUÇÃO DA MAIORIDADE PENAL; 5. HEDIONDO; 6. MANDADO; 7. PUNITIVISMO; 8. PENA 9. CARÁTER RETRIBUTIVO; 10. RESSOCIALIZAÇÃO; 11. CONCURSO DE AGENTES; 12. CULPABILIDADE; 13. DOLO; 14. CÁRCERE; 15. PRISÃO PREVENTIVA 16. DIREITO PENAL DO INIMIGO; 17. EXCLUDENTES DA ILICITUDE; 18. TRÂNSITO EM JULGADO; 19. RECURSO; 20. RECLUSÃO E DETENÇÃO; 21. FONTES; 22. EXERCÍCIO REGULAR DO DIREITO; 23. SISTEMA; 24. SEQUESTRO; 25. MOTIVO TORPE 25. MOEDA FALSA; 26. INFANTICÍDIO; 27. TRIBUNAL DO JÚRI; 28. LESÃO CORPORAL; 29. VIOLÊNCIA OU GRAVE AMEAÇA; 30. CORRUPÇÃO ATIVA.

Respondente 07:

dolo, culpa, crime, fato, típico, antijurídico, culpável, pena, liberdade, legislação, jurisprudência, imputabilidade, legítima defesa, estado de necessidade, putativo, vítima, negligência, imprudência, imperícia, preterdoloso, prescrição, decadência, homicídio, estelionato, estupro, continuado, ameaça, sequestro, partícipe e legalidade.

Respondente 08:

Penas, prisão, condenação, idade penal, estupro, agressão, medidas socio-educativas, roubo, peculato, extorsão, sequestro, furto, homicídio, latrocínio, dolo eventual, culpa consciente, violência doméstica, lesão corporal, estelionato, fraude processual, contrabando, tráfico de drogas, invasão de privacidade, aborto, descaminho, formação

de quadrilha.

Respondente 09:

1) ineficiência 2) prisão 3) superlotação 4) bandido 5) crime 6) para pobres 7) para negros 8) injusto 9) humilhação 10- desumano 11- corrupção 12-máfia 13- lei ineficaz 14 - moroso 15 - revoltante.

Respondente 10:

direito, legalidade, devido processo legal, responsabilização, impunidade, violência, ressocialização, sistema penitenciário falido, tortura, descaso, homicídio, latrocínio, estupro, corrupção, tráfico de drogas, linchamento, irresponsabilidade, agressividade, justiça popular, menoridade penal, acesso à justiça, defensoria pública, ministério público, juiz natural, morosidade processual, corte interamericana, direitos humanos, justiça restaurativa, cumprimento das penas.

Glossário de Termos das Ontologias Jurídicas

Apresentamos o glossário de termos utilizado nas Ontologias Jurídicas. Salientamos que as definições dos termos da UFO podem ser encontradas em <https://ontology.com.br/>. Utilizamos a seguinte notação para descrever os termos: Identificador – [Termo], [Sinônimo], [Tipo] – Descrição

- Ability– [Habilidade], [], [Conceito] – Propriedade intrínseca de uma pessoa hábil em fazer algo;
- AbleAgentParticipation– [Participação de Pessoa Hábil], [], [Conceito] – É o evento com a participação de uma pessoa hábil;
- AbleGuarantorParticipation– [Participação de Tutor], [], [Conceito] – É o evento com participação de um tutor;
- AblePerson– [Pessoa Hábil], [], [Conceito] – É a pessoa hábil em realizar algo;
- AbstractObject– [Objeto Abstrato], [], [Conceito] – É o bem protegido pela lei, de natureza abstrata (moral, espiritual);
- AbuseOfAuthority– [Abuso de Autoridade], [], [Conceito] – Tipo de circunstância agravante que envolve abuso de autoridade;
- AbuseOfPower– [Abuso de Poder], [], [Conceito] – Tipo de circunstância agravante que envolve abuso de poder;
- ActionContribution– [Realização de Ação], [], [Conceito] – Evento onde há o desempenho de algum agente para realizar uma ação;
- ActiveAgent– [Agente Ativo], [Ofensor], [Conceito] – Agente autor da ação criminosa;
- Adult– [Adulto], [Agente Maior de Idade], [Conceito] – Agente com idade superior a 18 anos;
- Agent– [Agente], [], [Conceito] – Entidade que possui capacidade de se referir às possíveis situações da realidade;
- AgentMisfortune– [Infortúnio do Agente], [], [Conceito] – Circunstância agravante que envolve uma desgraça particular da vítima;
- AgentOverSeventy– [Agente Maior de 70 anos], [], [Conceito] – Agente com idade superior a 70 anos;
- AgentOverSixty– [Agente Maior de 60 anos], [], [Conceito] – Agente com idade superior a 60 anos;
- AgentParticipation– [Participação do Agente], [], [Conceito] – Evento onde há a participação de algum agente;
- AgentUnderFourteen– [Agente Menor de 14 anos], [], [Conceito] – Agente com idade inferior a 14 anos;
- AgentUnderTwentyOne– [Agente Adulto menor de 21 anos], [], [Conceito] – Agente com idade inferior a 21 anos, porém maior que 18 anos;
- Aggravating– [Agravante], [], [Conceito] – Reúne todas as situações agravantes do código penal;

- **AggravatingFemicideMurderSituation**– [Situação do Femicídio Agravada],[],[Conceito] – Representa a situação tipificada como feminicídio, mas com agravantes;
- **AggravatingMurderSituation**– [Situação do Homicídio Agravada],[],[Conceito] – Representa a situação tipificada como homicídio, mas com agravantes;
- **Aggression**– [Agressão],[],[Conceito] – Ação de agredir alguém;
- **AggressionSituation**– [Situação de Agressão],[],[Conceito] – Representa a situação tipificada como agressão;
- **AllowedSituation**– [Situação Permitida],[],[Conceito] – Situação permitida por alguma norma não incriminadora;
- **allows**– [permite],[],[Relação] – Associa uma regra jurídica a uma situação permitida ou obrigatória;
- **AncientRule**– [Regra Antiga],[],[Conceito] – É a regra que assume um papel de normativa antiga em relação a alguma recente;
- **ArticleAggravatingMurder**– [Artigo do Homicídio com Agravante],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article61_Law2848_Year1940*};
- **ArticleDamage**– [Artigo do Crime de Dano],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article163_Law2848_Year1940*};
- **ArticleDecreaseSMurder**– [Artigo do Homicídio com Diminuição de Pena],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P1_Law2848_Year1940*};
- **ArticleExtortion**– [Artigo do Crime de Extorção],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article158_Law2848_Year1940*};
- **ArticleFelonyMurder**– [Artigo do Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P2_Law2848_Year1940*};
- **ArticleFemicideMurder**– [Artigo do Femicídio],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P2_I4_Law2848_Year1940*};
- **ArticleIncreaseFMurder**– [Artigo do Femicídio com Agravante],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P7_Law2848_Year1940*};
- **ArticleIncreaseSMurder**– [Artigo do Homicídio com Aumento de Pena],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P4_Law2848_Year1940*};
- **ArticleIncreaseSMurderMilitia**– [Artigo do Homicídio com Aumento de Pena com Ação de Miliciano],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P6_Law2848_Year1940*};
- **ArticleIncreaseUnMurder**– [Artigo do Homicídio Culposos com Aumento de Pena],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_P4_Law2848_Year1940*}, ou seja, o mesmo artigo do homicídio doloso com aumento de pena;
- **ArticleMitigatingMurder**– [Artigo do Homicídio com Atenuante],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article65_Law2848_Year1940*};
- **ArticleRobbery**– [Artigo do Roubo],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article157_Law2848_Year1940*};
- **ArticleRobberyAMurder**– [Artigo do Latrocínio],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article157_P3_Law2848_Year1940*};
- **ArticleSimpleMurder**– [Artigo do Homicídio Simples],[],[Conceito] – Representa a instância {*Article121_Law2848_Year1940*};

- **ArticleTheft**– [Artigo do Furto],[],[Conceito] – Representa a instância {Article155_Law2848_Year1940};
- **ArticleUnMurder**– [Artigo do Homicídio Culposo],[],[Conceito] – Representa a instância {Article121_P3_Law2848_Year1940};
- {Article61_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio com agravante (Artigo 61 da Lei 2848/1940);
- {Article65_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio com atenuante (Artigo 65 da Lei 2848/1940);
- {Article121_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio simples (Artigo 121 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P1_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio com diminuição de pena (Artigo 121 §1 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P2_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio qualificado (Artigo 121 §2 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P2_I4_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o feminicídio (Artigo 121 §2 Inciso 4 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P3_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio culposo (Artigo 121 §3 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P4_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio com aumento de pena (Artigo 121 §4 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P6_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o homicídio com aumento de pena, por ação ter sido realizada por miliciano (Artigo 121 §6 da Lei 2848/1940);
- {Article121_P7_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o feminicídio com aumento de pena (Artigo 121 §7 da Lei 2848/1940);
- {Article155_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o crime de furto (Artigo 155 da Lei 2848/1940);
- {Article157_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o crime de roubo (Artigo 157 da Lei 2848/1940);
- {Article157_P3_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o latrocínio (Artigo 157 §3 da Lei 2848/1940);
- {Article158_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o crime de extorção (Artigo 158 da Lei 2848/1940);
- {Article163_Law2848_Year1940} – [],[],[Instância] – É o artigo que prescreve o crime de dano (Artigo 163 da Lei 2848/1940);
- **associatedTo**– [associado à],[],[Relação] – Associa um objeto do crime a um agente passivo;
- **bears**– [suporta],[],[Relação] – Associa um agente a um tipo de propriedade intrínseca;
- **causedBy**– [causada por],[],[Relação] – Associa uma ação à intenção por trás da ação;
- **ChattelObject**– [Objeto Móvel],[],[Conceito] – Um tipo de objeto físico que possui a propriedade de ser móvel;
- **Circumstance**– [Circunstância],[],[Conceito] – Um tipo de situação específica;

- **ConflictSituation**– [Situação de Conflito],[],[Conceito] – Uma situação permitida e proibida por normas jurídica;
- **CPF**– [CPF],[Cadastro de Pessoa Física],[Conceito] – Registro portado por pessoas físicas;
- **CNPJ**– [CNPJ],[Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica],[Conceito] – Registro portado por pessoas jurídicas;
- **ComissiveCrime**– [Crime Comissivo],[],[Conceito] – Um crime onde há uma ação realizada pelo agente ativo;
- **Commitment**– [Compromisso],[],[Conceito] – Compromisso estabelecido por um agente;
- **ConcealingOtherCrime**– [Esconder outro crime],[],[Conceito] – Circunstância agravante, onde se tenta encobrir outro crime;
- **Crime**– [Crime],[Infração],[],[Conceito] – Evento típico, ilícito, e culpável.
- **CrimeAgent**– [Agente do Crime],[],[Conceito] – São os tipos de agentes envolvidos em um crime;
- **CrimeAuthor**– [Autor do Crime],[],[Conceito] – É o autor do crime, penalmente imputável;
- **CrimeObject**– [Objeto do Crime],[],[Conceito] – São os tipos de objetos envolvidos em um crime;
- **CrimeRelator**– [*Relator* do Crime],[],[Conceito] – É um tipo de *relator* que relaciona os agentes de um crime;
- **CriminalAct**– [Ação Criminosa],[],[Conceito] – É uma ação criminosa que leva a uma situação proibida;
- **CriminallyIncapable**– [Penalmente Incapaz],[Inimputável],[Conceito] – São os agentes que não podem ser penalmente responsabilizados, como o doente mental, ou o agente menor de idade;
- **CriminallyLiable**– [Penalmente capaz],[Imputável],[Conceito] – São os agentes que podem ser penalmente responsabilizados, como o mentalmente sadio, e o agente maior de idade;
- **CruelMeansEmployment**– [Emprego de meios cruéis],[],[Conceito] – Circunstância agravante, onde se emprega algum meio cruel;
- **CulpableEvent**– [Evento culpável],[],[Conceito] – É o evento realizado por um agente penalmente capaz;
- **Damage**– [Dano],[],[Conceito] – Crime de Dano;
- **DamageSituation**– [Situação de Dano],[],[Conceito] – é a situação tipificada como Crime de Dano;
- **DamageRepair**– [Reparo do Dano],[],[Conceito] – Circunstância atenuante, onde o agente busca reparar o dano causado;
- **Deceased**– [Morto],[],[Conceito] – Agente que se encontra morto;
- **DeathIntention**– [Intenção de Matar],[],[Instância] – Intenção que busca a morte de alguém;
- **DecreaseSMurderSituation**– [Situação de diminuição de pena do Homicídio],[],[Instância] – Situação tipificada como homicídio, mas com diminuição da pena;
- **DepriveLiberty**– [Privação de Liberdade],[],[Conceito] – Pena de suspensão de liberdade;
- **DisallowedSituation**– [Situação Proibida],[],[Conceito] – Situação proibida por alguma norma;
- **DecreaseByJudge**– [Redução de pena a critério do juiz],[],[Conceito] – Diminuição da pena com valor definido pelo juiz;
- **defines**– [define],[],[Relação] – Associação entre um objeto social e um agente ou objeto definido pelo primeiro;

¹ Na verdade, crime é um subtipo de infração, a qual também pode ser uma contravenção, diferenciando-se da primeira pelas penas impostas. Nesta tese, contudo, assumimos como sendo sinônimos.

- Desire– [Desejo],[],[Conceito] – Vontade de um agente em relação a um estado de coisas;
- disallows– [proíbe],[],[Relação] – Associação na qual uma regra proíbe uma situação;
- DomesticViolence– [Violência Doméstica],[],[Conceito] – Circunstância agravante de violência doméstica;
- DutyToAct– [Dever de agir],[],[Relação] – Compromisso do homem comum de agir em situações do dia-a-dia;
- EscapeFromCrimeScene– [Fuga do local do crime],[],[Conceito] – Circunstância agravante que expressa a fuga do agente agressor da cena do crime;
- Event– [Evento],[],[Conceito] – Entidade perdurante que ocorre em um intervalo de tempo;
- existencialDependenceOf– [dependência de],[],[Relação] – Associação que vincula um momento ao substancial do qual depende;
- Extortion– [Extorsão],[],[Conceito] – Crime de Extorsão onde um agente busca vantagem econômica indevida;
- FelonyMurder– [Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – Homicídio com penas mais severas;
- FelonyMurderSituation– [Situação do Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – Situação tipificada do Homicídio Qualificado;
- FelonyOmission– [Omissão Imprópria],[],[Conceito] – É o crime de omissão, onde o agente infrator assumiu um posição de tutor do bem jurídico protegido;
- Female– [Fêmea],[],[Conceito] – É o agente do sexo feminino;
- FemaleDiscrimination– [Discriminação da mulher],[],[Conceito] – Circunstância agravante que se revela na discriminação à condição da mulher;
- FemicideMurder– [Feminicídio],[],[Conceito] – É o crime contra a mulher por razões da condição do sexo feminino;
- FemicideMurderSituation– [Situação do Feminicídio],[],[Conceito] – É a Situação tipificada do Feminicídio;
- Fine– [Multa],[],[Conceito] – É a pena de multa;
- FrivolousReason– [Fútil],[Torpe],[Conceito] – Circunstância agravante onde o agente comete o crime por motivo fútil;
- GeneralRule– [Regra geral],[],[Conceito] – É a regra que assume um papel de normativa mais geral em relação a alguma outra;
- Guarantor– [Tutor],[],[Conceito] – Agente com o dever de proteger algo ou alguém;
- GuarantorAblePerson– [Tutor com Habilidade],[],[Conceito] – Agente tutor com habilidade em algo;
- Guaranteed– [Tutelado],[],[Conceito] – Agente ou algo protegido pelo tutor;
- Handicapped– [Deficiente],[],[Conceito] – Agente portador de deficiência;
- hasCircumstance– [tem circunstância],[],[Relação] – Associação que relaciona as circunstâncias que fazem parte de uma situação;
- hasCivilRepresentant– [tem representante civil],[],[Relação] – Associação que define a pessoa natural representante de uma pessoa jurídica;
- hasCriminalAct– [tem ação criminosa],[],[Relação] – Associação que relaciona a situação proibida com a ação criminosa que a produziu;

- **hasDisallowedSituation**– [tem situação proibida],[],[Relação] – Associação que relaciona a ação criminosa com a situação produzida;
- **hasEndurant**– [têm endurantes],[],[Relação] – Associação que relaciona os endurantes que fazem parte de uma situação;
- **hasPreSituation**– [têm pré situação],[],[Relação] – Associação que relaciona uma situação anterior a um evento que a modifica;
- **hasPosSituation**– [têm pós situação],[],[Relação] – Associação que relaciona um evento com sua situação resultante;
- **hasPunishment**– [têm pena],[],[Relação] – Associação que vincula uma regra jurídica à uma ação penal;
- **hasRegister**– [têm registro],[],[Relação] – Associação que vincula um agente a um documento de registro;
- **hasViolatedObject**– [têm objeto violado],[],[Relação] – Associação que relaciona o bem jurídico violado do agente passivo;
- **HeatOfTheMoment**– [Calor do momento],[Violenta emoção],[Conceito] – Circunstância atenuante quando o evento ocorreu em situação de violenta emoção;
- **IncreaseByJudge**– [Aumento de pena a critério do juiz],[],[Conceito] – Aumento da pena com valor definido pelo juiz;
- **IncreaseFMurderSituation**– [Situação de Aumento de Pena Do Femicídio],[],[Conceito] – Situação tipificada do feminicídio com aumento de pena;
- **IncreaseSMurderSituation**– [Situação de Aumento de Pena Do Homicídio],[],[Conceito] – Situação tipificada do homicídio com aumento de pena;
- **IncreaseSMurderSituationMilitia**– [Situação de Aumento de Pena Do Homicídio praticado por Miliciano],[],[Conceito] – Situação tipificada do homicídio com aumento de pena quando ação realizada por Miliciano;
- **IncreaseUnMurderSituation**– [Situação de Aumento de Pena Do Homicídio culposo],[],[Conceito] – Situação tipificada do homicídio culposo com aumento de pena;
- **Incriminating**– [Norma incriminadora],[],[Conceito] – É a norma jurídica incriminadora;
- **InferiorRule**– [Regra inferior],[],[Conceito] – É a regra que assume um papel de normativa inferior em relação a alguma outra;
- **inheritsIn**– [herda em],[],[Relação] – Associação que vincula um momento interno a um agente quem o assume;
- **injures**– [fere],[],[Relação] – Associação que materializa o vínculo entre o agente agressor com o agente vítima;
- **Intention**– [Intenção],[Compromisso interno],[Conceito] – É o estado de coisas desejado pelo qual o agente se compromete a alcançar;
- **InMurderSituation**– [Situação do Homicídio Doloso],[],[Conceito] – É a situação tipificada do homicídio doloso;
- **isAllowedBy**– [é permitido por],[],[Relação] – Associa uma situação (permitida ou obrigatória) à regra jurídica que a permite;
- **isAuthorOf**– [é autor de],[],[Relação] – Associação que relaciona um agente ativo à a ação realizada;
- **isDefinedBy**– [é definido por],[],[Relação] – Associa um endurante ao objeto social que o define;
- **isDisallowedBy**– [é proibido por],[],[Relação] – Associa uma situação proibida à regra jurídica que a proíbe;

- **isPartOf**– [é parte de],[],[Relação] – Associa uma situação às circunstâncias que possui;
- **isPosStateOf**– [é pós estado de],[],[Relação] – Associa uma situação com o evento que lhe deu origem;
- **isRecognizedBy**– [é reconhecido por],[],[Relação] – Associa um objeto social com o agente que o reconhece;
- **JuridicalPerson**– [Pessoa Jurídica],[],[Conceito] – É um agente institucional que possui um CNPJ;
- **JurisdictionalState**– [Estado Jurisdicional],[],[Conceito] – É a função que o Estado assume em aplicar a lei ao caso concreto;
- **LawfulEvent**– [Ato Lícito],[],[Conceito] – É o ato dito lícito;
- **LegalAct**– [Ação jurídica],[],[Conceito] – Reúne qualquer ação jurídica, realizada por um agente jurídico;
- **LegalAgent**– [Agente jurídico],[],[Conceito] – É todo tipo de agente envolvido no Direito, definido por alguma descrição normativa jurídica;
- **LegalCareRelator**– [Relator de Proteção],[],[Conceito] – Relator para mediar os agentes envolvidos em uma relação de proteção jurídica;
- **LegalEvent**– [Evento jurídico],[],[Conceito] – Todo evento que ocorre no âmbito do Direito;
- **LegalFelonyOmission**– [Tipicidade de uma omissão imprópria],[],[Conceito] – É um evento típico de uma omissão imprópria;
- **LegalObject**– [Objeto Jurídico],[],[Conceito] – Todo objeto referenciado no domínio do Direito;
- **LegalOmission**– [Omissão Jurídica],[],[Conceito] – É o evento típico de omissão;
- **LegalNorm**– [Norma Jurídica],[],[Conceito] – Normas que fazem parte das Leis Positivadas;
- **LegalNormativeDescription**– [Descrição Normativa Jurídica],[],[Conceito] – Objeto social que define os papéis e funções dos objetos e agentes no domínio jurídico;
- **LegalRelator**– [Relacionador Jurídico],[],[Conceito] – Todo e qualquer *relator* do Direito;
- **LegalRule**– [Regra Jurídica],[],[Conceito] – É a regra escrita, explícita nas legislações;
- **LexSuperiorRelator**– [Princípio de Superioridade],[],[Conceito] – *Relator* que associa as normas segundo o critério de superioridade;
- **LexSpecialisRelator**– [Princípio de Especialidade],[],[Conceito] – *Relator* que associa as normas segundo o critério de especialidade;
- **LexPosteriorRelator**– [Princípio de Cronologia],[],[Conceito] – *Relator* que associa as normas segundo o critério de cronologia;
- **Male**– [Masculino],[],[Conceito] – Agente do gênero masculino;
- **Man**– [Homem],[],[Conceito] – Pessoa Natural do gênero masculino;
- **MandatorySituation**– [Situação Obrigatória],[],[Conceito] – Situação qualificada por alguma norma como obrigatória;
- **match**– [casa-se],[],[Relação] – Associação entre o crime omissivo impróprio e o crime comissivo;
- **MentallyHealthy**– [Mentalmente Sadio],[],[Conceito] – É o agente sem problemas mentais;
- **MaterialObject**– [Objeto Material],[],[Conceito] – É o objeto de crime físico;
- **MentallySick**– [Mentalmente Doente],[],[Conceito] – É o agente com problemas mentais;

- **MilitiaMan**– [Miliciano],[],[Conceito] – Agente oficial (na ativa ou na reserva) que pratica extorsão ou homicídio com o intuito de obter vantagens econômicas;
- **Mitigating**– [Atenuante],[],[Conceito] – Toda Circunstância atenuante;
- **MitigatingMurderSituation**– [Situação de Homicídio com Atenuante],[],[Conceito] – É a situação tipificada de homicídio com atenuante;
- **Moral**– [Objeto Moral],[],[Conceito] – Todo objeto moral;
- **MoralReason**– [Razão Moral],[],[Conceito] – Circunstância atenuante que representa o crime praticado por alguma razão moral;
- **Murder**– [Matar],[],[Conceito] – É ação de matar;
- **MurderAggressionSituation**– [Situação de Agressão com Morte],[],[Conceito] – É a situação tipificada de agressão física com a consequente morte da vítima;
- **NaturalPerson**– [Pessoa Natural],[],[Conceito] – É o agente pessoa;
- **NoHarmReduction**– [Sem Redução do Risco],[],[Conceito] – Circunstância agravante em que não há redução do risco por parte do agente ativo;
- **NonIncriminating**– [Não incriminadora],[],[Conceito] – É a regra jurídica não incriminadora;
- **NormRelator**– [Relacionador de Normas],[],[Conceito] – *Relator* para associar as normas conflitantes;
- **NormativeDescription**– [Descrição Normativa],[],[Conceito] – Objeto social que define regras/normas reconhecidas por agentes sociais;
- **Obligation**– [Qualificação Obrigatória],[],[Conceito] – Relacionador entre um norma e uma situação que a norma obriga;
- **Officer**– [Agente Oficial],[],[Conceito] – Agente dos serviços armados;
- **Object**– [Objeto],[],[Conceito] – Endurantes que não realizam ações;
- **overrules**– [anula],[],[Relação] – Associação entre uma regra superior e uma inferior;
- **Parent**– [Pais],[],[Conceito] – Pais de um Agente;
- **participationOf**– [participação de],[],[Relação] – Associação que relaciona um agente ou objeto participantes de um evento;
- **PassiveAgent**– [Agente Passivo],[Vítima],[Conceito] – Agente que teve o objeto jurídico violado;
- **PassivePerson**– [Pessoa Passiva],[],[Conceito] – É a pessoa natural que é vítima da ação criminosa;
- **PassiveJuridicalPerson**– [Pessoa Jurídica Passiva],[],[Conceito] – É a pessoa jurídica que é vítima da ação criminosa;
- **PassiveSociety**– [Sociedade Vítima],[],[Conceito] – É a sociedade vítima da ação criminosa;
- **PenalCode**– [Código Penal],[],[Conceito] – Conjunto de normas positivadas que regulamentam os crimes e definem as punições correspondentes;
- **performanceOf**– [performanceOf],[],[Relação] – Associação que relaciona um agente com o evento que ele realizou;
- **Permission**– [Qualificação Permissiva],[],[Conceito] – Relacionador entre um norma e uma situação que a norma permite;
- **PhysicalAgent**– [Agente Físico],[],[Conceito] – Qualquer agente físico;

- **PhysicalBody**– [Corpo Físico],[],[Conceito] – É o corpo físico de uma pessoa natural;
- **PositiveLaw**– [Lei Positiva],[],[Conceito] – É a lei positivada pelo Estado;
- **PrecludeDefense**– [Defesa Reduzida],[],[Conceito] – Circunstância agravante da defesa reduzida do agente;
- **Pregnant**– [Grávida],[],[Conceito] – É a mulher que está grávida;
- **Principle**– [Princípio Jurídico],[],[Conceito] – Qualquer princípio do Direito;
- **Prohibition**– [Qualificação Proibitiva],[],[Conceito] – Relacionador entre um norma e uma situação que a norma proíbe;
- **protects**– [protege],[],[Relação] – Associação de proteção entre um tutor e o protegido;
- **Psychological**– [Psicológico],[],[Conceito] – Representa o psicológico de uma pessoa natural;
- **PunishmentAct**– [Ato de Punir],[],[Conceito] – É a ação de punir encontrada na regra jurídica;
- **PureOmissiveCrime**– [Crime Omissivo Puro],[],[Conceito] – Representa o crime omissivo puro;
- **Qualification**– [Qualificação],[],[Conceito] – Relacionador deontico entre as normas e as situações ;
- **QualifiedMurder**– [Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – É o crime de homicídio qualificado;
- **QualifiedSituation**– [Situação do Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – É a situação tipificada do homicídio qualificado;
- **RecentRule**– [Regra Recente],[],[Conceito] – É uma regra que atualiza uma outra mais antiga;
- **Recurrence**– [Recorrente],[],[Conceito] – Circunstância agravante representando a recorrência de um crime;
- **Relative**– [Parente],[],[Conceito] – Circunstância agravante representando o crime praticado contra algum familiar;
- **RelativePresence**– [Presença de Parente],[],[Conceito] – Circunstância agravante representando o crime praticado na presença de algum familiar;
- **ResistibleDuress**– [Coação Resistível],[],[Conceito] – Circunstância atenuante representando que o crime foi cometido sob coação a qual se podia resistir;
- **RestrictRight**– [Restrição de Direito],[],[Conceito] – Pena de Restrição de Direito;
- **Robbery**– [Roubo],[],[Conceito] – É o crime de roubo;
- **RobberyAndMurder**– [Latrocínio],[],[Conceito] – É o crime de latrocínio;
- **RobberyAMurderSituation**– [Situação de Latrocínio],[],[Conceito] – Situação tipificada do crime de latrocínio;
- **RobberySituation**– [Situação de Roubo],[],[Conceito] – Situação tipificada do crime de roubo;
- **SimpleMurder**– [Homicídio Simples],[],[Conceito] – É o crime de homicídio simples;
- **Situation**– [Situação],[],[Conceito] – Endurante que representa um estado de coisas;
- **SocialReason**– [Razão Social],[],[Conceito] – Circunstância atenuante que representa o crime praticado por alguma razão social;
- **specializes**– [especializa],[],[Relação] – Associação entre uma regra específica e uma mais geral;
- **SuperiorRule**– [Regra Superior],[],[Conceito] – É a regra que assume um papel de normativa superior em relação a alguma outra;

- **SpecificDutyToAct**– [Dever Específico de Agir],[],[Conceito] – Representa o dever cívico regular de proteção entre um tutor e o protegido;
- **SpecificRule**– [Regra Específica],[],[Conceito] – É a regra que assume um papel de normativa específica em relação a alguma outra;
- **Steal**– [Subtrair],[],[Conceito] – É a ação de subtrair;
- **StealSituation**– [Situação de Subtração],[],[Conceito] – É a situação tipificada da subtração de um item móvel;
- **State**– [Estado],[],[Conceito] – Agente-comunidade politicamente organizada, com funções legislativas, executivas, e judiciárias;
- **StealingIntention**– [Intenção de Subtrair],[],[Conceito] – Intenção que busca subtrair patrimônio alheio;
- **Theft**– [Furto],[],[Conceito] – É o crime de furto;
- **Turmoil**– [Tumulto],[],[Conceito] – Circunstância atenuante quando o crime é cometido sobre a influência de tumulto;
- **TypicalAggressionEvent**– [Ato Típico de Agressão],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de agressão;
- **TypicalAggressionExEvent**– [Ato Típico de Extorsão],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de extorsão;
- **TypicalDamageEvent**– [Ato Típico de Dano],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de dano;
- **TypicalEvent**– [Ato Típico],[],[Conceito] – Ato típico que leva a uma situação proibida;
- **TypicalFelonyMurderEvent**– [Ato Típico de Homicídio Qualificado],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de homicídio qualificado;
- **TypicalFemicideMurderEvent**– [Ato Típico de Feminicídio],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de feminicídio;
- **TypicalMurderAggressionEvent**– [Ato Típico de Agressão com Morte],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de agressão com morte da vítima;
- **TypicalMurderEvent**– [Ato Típico de Homicídio],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de homicídio;
- **TypicalRobberyEvent**– [Ato Típico de Roubo],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de roubo;
- **TypicalRobberyAMurderEvent**– [Ato Típico de Latrocínio],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de latrocínio;
- **TypicalStealEvent**– [Ato Típico de Subtração],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de subtração (furto);
- **TypicalUnMurderEvent**– [Ato Típico de Homicídio Culposo],[],[Conceito] – Ato típico que leva à situação de homicídio não intencional;
- **UnfamiliarityofLaw**– [Desconhecimento da Lei],[],[Conceito] – Circunstância atenuante quando o agressor desconhece a lei;
- **UnfulfilledDutyToAct**– [Dever de agir não cumprido],[],[Conceito] – Representa um dever de agir do cidadão comum não cumprido;
- **UnfulfilledSpecificDutyToAct**– [Dever de agir específico não cumprido],[],[Conceito] – Representa um dever de agir regular de proteção não cumprido;
- **UnitentionalMurder**– [Homicídio Culposo],[],[Conceito] – É o crime de homicídio não intencional;

- **UnMurderSituation**– [Situação do Homicídio Culposo],[],[Conceito] – É a situação tipificada do homicídio culposo;
- **UnlawfulAggressionEvent**– [Ato ilícito de Agressão],[],[Conceito] – Ato ilícito de agressão;
- **UnlawfulEvent**– [Ato ilícito], [], [Conceito] – Ato ilícito;
- **UnlawfulMurderEvent**– [Ato ilícito de Homicídio],[],[Conceito] – Ato ilícito de homicídio;
- **UnlawfulRobberyAMurderEvent**– [Ato ilícito de Latrocínio],[],[Conceito] – Ato ilícito de latrocínio;
- **UnlawfulRobberyEvent**– [Ato ilícito de Roubo],[],[Conceito] – Ato ilícito de roubo;
- **UnlawfulStealEvent**– [Ato ilícito de Subtração],[],[Conceito] – Ato ilícito de subtração;
- **updates**– [atualiza] – Associação entre uma regra recente e uma mais antiga;
- **violation**– [viola],[],[Relação] – Associação entre um evento ilícito e o objeto do crime violado;
- **VoluntaryConfession**– [Confissão Voluntária],[],[Conceito] – Circunstância Atenuante de Confissão Voluntária do Agente;
- **WithoutImmediateAid**– [Sem Socorro Imediato],[],[Conceito] – Circunstância Agravante quando não se presta imediato socorro à vítima;
- **Woman**– [Mulher],[],[Conceito] – Pessoa Natural do gênero feminino;

Para os demais conceitos herdados da UFO (não listados aqui), referenciar <https://ontology.com.br>.

Relações das Ontologias Jurídicas

A Tabela **II** ilustra as principais relações necessárias para as Ontologias Jurídicas do Código Penal.

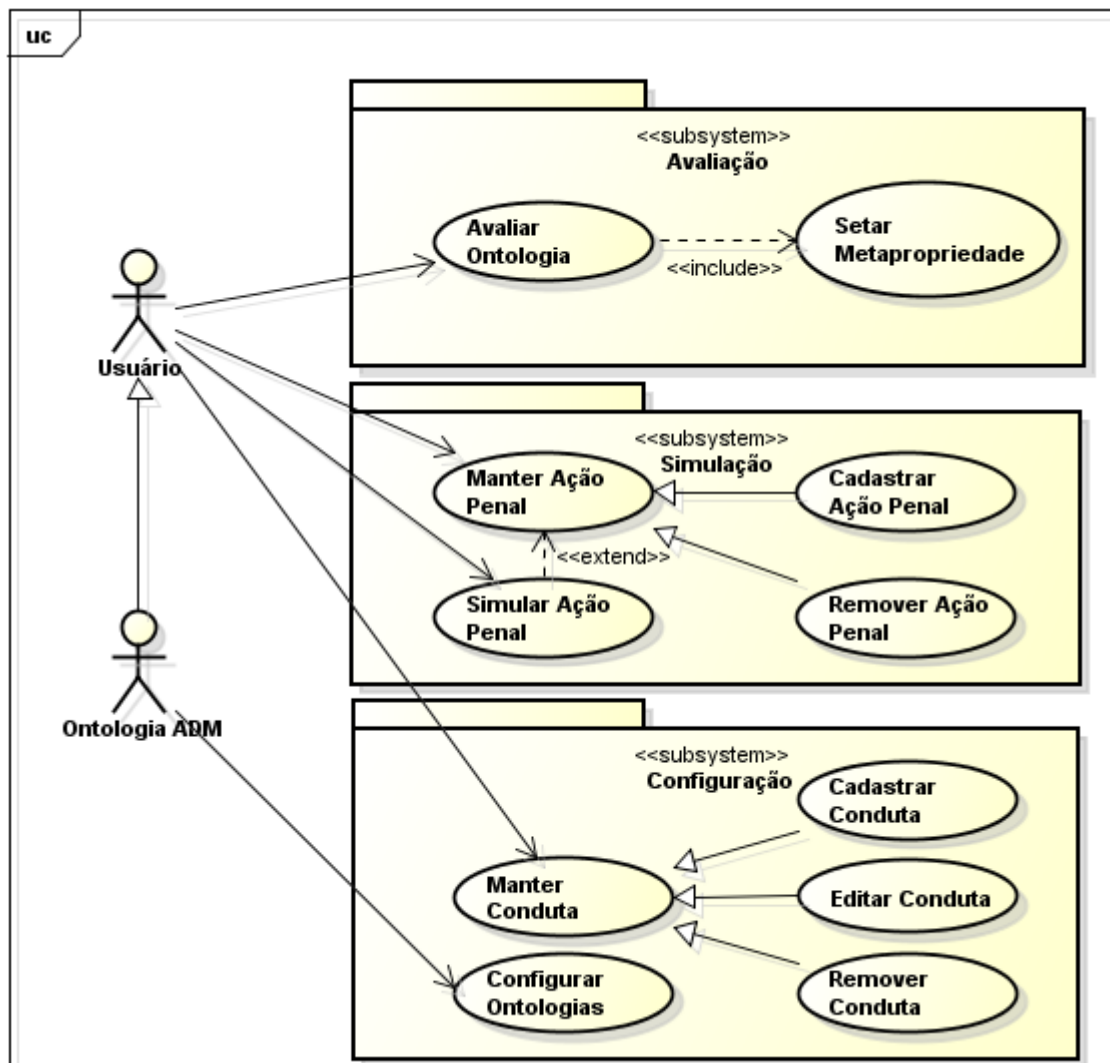
Tabela 11 – Relações *Ad hoc* binárias. Fonte:própria.

Relação	Domínio	Contra Domínio	Inversa
allows	LegalRule	QualifiedSituation	isAllowedBy
associatedTo	CrimeObject	PassiveAgent	hasViolatedObject
bears	Agent	IntrinsicMoment	
causedBy	Event	MentalMoment	
defines	LegalNormativeDescription	LegalAgent $\sqcup$ LegalObject	isDefinedBy
disallows	LegalRule	QualifiedSituation	isDisallowedBy
hasCircumstance	QualifiedSituation	Circumstance	isPartOf
hasCivilRepresentant	JuridicalPerson	NaturalPerson	
hasCriminalAct	Situation	CriminalAct	hasDisallowedSituation
hasDisallowedSituation	CriminalAct	DisallowedSituation	hasCriminalAct
hasEndurant	Situation	Endurant	
hasPosSituation	Event	Situation	isPosStateOf
hasPreSituation	Event	Situation	
hasPunishment	LegalRule	PunishmentAct	
hasViolatedObject	PassiveAgent	CrimeObject	associatedTo
inheresIn	IntentionalMoment	Agent	
injures	ActiveAgent	PassiveAgent	
isAllowedBy	QualifiedSituation	LegalRule	allows
isAuthorOf	ActiveAgent	LegalAct	performanceOf
isDefinedBy	LegalAgent $\sqcup$ LegalObject	LegalNormativeDescription	defines
isDisallowedBy	QualifiedSituation	LegalRule	disallows
isPartOf	Circumstance	QualifiedSituation	hasCircumstance
isPosStateOf	Situation	Event	hasPosState
isRecognizedBy	PositiveLaw	State	
match	FelonyOmission	ComissiveCrime	
overrules	SuperiorRule	InferiorRule	
participationOf	Event	Endurant	
performanceOf	Event	Agent	
protects	Guarantor	Guaranteed	
specializes	SpecificRule	GeneralRule	
updates	RecentRule	AncientRule	
violation	UnlawfulEvent	CrimeObject	

APÊNDICE C – DIAGRAMAS DO LEGIS

Diagramas UML

Figura 52 – Casos de Uso da LEGIS (Fonte:própria)



Regras OCIP

Regras Gerais

transitivityRule@ $\text{sub}(\text{CA}, \text{CB}), \text{sub}(\text{CB}, \text{CC}) \Rightarrow \text{sub}(\text{CA}, \text{CC})$.

sympaOcRule@ $\text{oc}(\text{Class}, \text{R}, \text{I}, \text{U}, \text{D}) \setminus \text{oc}(\text{Class}, \text{R}, \text{I}, \text{U}, \text{D}) \Leftrightarrow \text{true}$.

sympaSubRule@ $\text{sub}(\text{CA}, \text{CB}) \setminus \text{sub}(\text{CA}, \text{CB}) \Leftrightarrow \text{true}$.

Regras de Propagação

supplyPropagRule@ $\text{oc}(\text{Class}, _, \text{o}, _, _) \Rightarrow \text{oc}(\text{Class}, \text{r}, \text{i}, _, _)$.

rigidPropagRule@ $\text{oc}(\text{Class}, \text{ar}, _, _, _) \Rightarrow \text{oc}(\text{Class}, \text{nr}, _, _, _)$.

Regras Horizontais

$\text{rigidRule@ oc(Class,r,_,_,_), oc(Class,nr,_,_,_) \Rightarrow \text{rigidViolation(Class)}.$
 $\text{identityRule@ oc(Class,_,i,_,_), oc(Class,_,ni,_,_) \Rightarrow \text{identityViolation(Class)}.$
 $\text{unityRule@ oc(Class,_,_,u,_,_), oc(Class,_,_,nu,_,_) \Rightarrow \text{unityViolation(Class)}.$
 $\text{depedenceRule@ oc(Class,_,_,_,d), oc(Class,_,_,_,nd) \Rightarrow \text{dependentViolation(Class)}.$
 $\text{nonRigidICRule@ oc(Class,nr,_,_,_), oc(Class,_,o,_,_) \Rightarrow \text{incoherentViolation(Class)}.$
 $\text{antiRigidICRule@ oc(Class,ar,_,_,_), oc(Class,_,o,_,_) \Rightarrow \text{incoherentViolation(Class)}.$

Regras Verticais

$\text{antiRigidRule@ oc(ClassSuper,ar,_,_,_), oc(ClassSub,r,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{antiRigidViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$
 $\text{noRigidRule@ oc(ClassSuper,nr,_,_,_), oc(ClassSub,r,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{noRigidViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$
 $\text{noIdentityRule@ oc(ClassSuper,_,i,_,_), oc(ClassSub,_,ni,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{noIdentityViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$
 $\text{noUnityRule@ oc(ClassSuper,_,_,u,_,_), oc(ClassSub,_,_,nu,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{noUnityViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$
 $\text{antiUnityRule@ oc(ClassSuper,_,_,au,_,_), oc(ClassSub,_,_,u,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{antiUnityViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$
 $\text{nonDependentRule@ oc(ClassSuper,_,_,_,d), oc(ClassSub,_,_,_,nd), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow}$
 $\text{nonDependentViolation(ClassSuper,ClassSub)}.$

Regras para Conceitos não Rotulados

$\text{oc(ClassSuper,ar,_,_,_), oc(ClassSub,X,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{ar}.$
 $\text{oc(ClassSuper,r,_,_,_), oc(ClassSub,X,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{r} ; X=\text{nr} ;$
 $X=\text{ar}.$
 $\text{oc(ClassSuper,nr,_,_,_), oc(ClassSub,X,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{nr} ; X=\text{ar}.$
 $\text{oc(ClassSuper,X,_,_,_), oc(ClassSub,ar,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{ar} ; X=\text{nr} ;$
 $X=\text{r}.$
 $\text{oc(ClassSuper,X,_,_,_), oc(ClassSub,r,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{r}.$
 $\text{oc(ClassSuper,X,_,_,_), oc(ClassSub,nr,_,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{nr} ; X=\text{r}.$

 $\text{oc(ClassSuper,_,i,_,_), oc(ClassSub,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{i} ; X=\text{o}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,o,_,_), oc(ClassSub,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{o} ; X=\text{i}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,ni,_,_), oc(ClassSub,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{ni} ; X=\text{i} ;$
 $X=\text{o}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,X,_,_), oc(ClassSub,_,i,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{i} ; X=\text{o} ;$
 $X=\text{ni}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,X,_,_), oc(ClassSub,_,o,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{o} ; X=\text{i} ;$
 $X=\text{ni}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,X,_,_), oc(ClassSub,_,ni,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{ni}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,_,au,_,_), oc(ClassSub,_,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{au}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,_,u,_,_), oc(ClassSub,_,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{u}.$
 $\text{oc(ClassSuper,_,_,nu,_,_), oc(ClassSub,_,_,X,_,_), sub(ClassSuper,ClassSub) \Rightarrow \setminus +\text{ground}(X) \mid X=\text{nu} ; X=\text{au} ;$
 $X=\text{u}.$

$oc(ClassSuper, _, _, X, _)$, $oc(ClassSub, _, _, au, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=au ; X=u$.
 $oc(ClassSuper, _, _, X, _)$, $oc(ClassSub, _, _, u, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=u ; X=nu$.
 $oc(ClassSuper, _, _, X, _)$, $oc(ClassSub, _, _, nu, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=nu$.
 $oc(ClassSuper, _, _, _, d)$, $oc(ClassSub, _, _, _, X)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=d$.
 $oc(ClassSuper, _, _, _, nd)$, $oc(ClassSub, _, _, _, X)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=nd ; X=d$.
 $oc(ClassSuper, _, _, _, X)$, $oc(ClassSub, _, _, _, d)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=nd ; X=d$.
 $oc(ClassSuper, _, _, _, X)$, $oc(ClassSub, _, _, _, nd)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Rightarrow \backslash +ground(X) \mid X=nd$.

$antiRigidRule@ oc(ClassSuper, ar, _, _, _)$, $oc(ClassSub, r, _, _, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.
 $noRigidRule@ oc(ClassSuper, nr, _, _, _)$, $oc(ClassSub, r, _, _, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.
 $noldentityRule@ oc(ClassSuper, _, i, _, _)$, $oc(ClassSub, _, ni, _, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.
 $nonUnityRule@ oc(ClassSuper, _, _, u, _)$, $oc(ClassSub, _, _, nu, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.
 $antiUnityRule@ oc(ClassSuper, _, _, au, _)$, $oc(ClassSub, _, _, u, _)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.
 $nonDependentRule@ oc(ClassSuper, _, _, _, d)$, $oc(ClassSub, _, _, _, nd)$, $sub(ClassSuper, ClassSub) \Leftrightarrow fail$.

Avaliação da Escalabilidade do OCIP

Verificamos a escalabilidade do OCIP face às ontologias com centenas e, até mesmo, milhares de conceitos e relações de subsunção. Por conseguinte, adotamos o seguinte protocolo:

1. Seleccionamos ontologias arbitrárias da Literatura;
2. Codificamos um programa no padrão J2SE para extrair os conceitos e relações de herança a partir de arquivos owl;
3. Rotulamos aleatoriamente (e automaticamente) os conceitos sem nenhuma adequação semântica à realidade.

Optamos por essa configuração para testar a execução do OCIP, mesmo em condições adversas. Sugere-se que as propriedades aleatórias podem gerar mais inconsistências. A Tabela 12 resume os resultados encontrados.

Tabela 12 – Resultados dos Testes de Escalabilidade. Fonte:própria.

	Conceitos	Relações	Inferências	Compilação	Execução	Feedback
Animal	53	118	1,457,939	1.77	0.224	✓
Pizza	98	233	5,340,063	1.67	0.626	✓
Veículo	169	522	16,634,171	2.34	2.103	✓
Fotografia	185	369	17,567,661	2.11	2.157	✓
AnimalTree	930	3679	454,421,586	19.50	123.777	✓
Dogonto	947	3533	499,625,967	20.89	138.406	✓
EDAM	3240	11.842	5,917,816,234	261.61	6946.460	✓

É importante mencionar que a literatura não fornece testes de *benchmarking* para comparar abordagens de avaliação; apenas testes comparativos entre raciocinadores distintos e entre ontologias com tarefas de raciocínio similares estão disponíveis. Tudo isto apoia o fato de que a área de avaliação ontológica é ainda um campo aberto a inúmeras pesquisas. Os aqirvos utilizados para avaliação encontram-se em <https://github.com/cleytonrodrigues/Tese>.