



INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

Formalização de Ontologia de Referência para estruturação, interligação e validação de dados bibliográficos na Web Semântica

Helena Margarida Mendes Ferrão Simões Patrício

Doutoramento em Ciências e Tecnologias da Informação

Orientadores:

Doutor Pedro Nogueira Ramos, Professor Catedrático,  
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Doutora Maria Inês Cordeiro, Diretora-Geral  
Biblioteca Nacional de Portugal

Dezembro, 2023





TECNOLOGIAS  
E ARQUITETURA

---

Departamento de Ciências e Tecnologias de Informação

Formalização de Ontologia de Referência para estruturação, interligação e validação de dados bibliográficos na Web Semântica

Helena Margarida Mendes Ferrão Simões Patrício

Doutoramento em Ciências e Tecnologias da Informação

Júri:

Doutor Fernando Batista, Professor Associado, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Doutora Carla Alexandra Teixeira Lopes, Professora Auxiliar, Universidade do Porto

Doutor Joaquim Manuel Costa Ramos de Carvalho, Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra

Doutor Sérgio Miguel Carneiro Moro, Professor Catedrático, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Doutor Pedro de Paula Nogueira Ramos, Professor Catedrático, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Dezembro, 2023









*“There are two sorts of tools in the world: there are tools like a hammer or a screwdriver which can be used by one person; and there are tools like steamships which require the cooperative activity of a number of persons to use. Words have been thought of too much in the model of the first sort of tool.”*

*Hillary Putnam*

*À minha Avó Ofélia que me ensinou as primeiras letras,  
a construção do significado e o sentido do caminho.*



## **Agradecimento**

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio dos que comigo partilharam, desde a primeira hora (e nas muitas horas, dias, semanas e meses que se lhe seguiram), o entusiasmo, a apreensão, a alegria e o esforço que este trabalho envolveu: o meu companheiro de todos os caminhos, Luís Martins; os meus Pais e Irmão, barro de que sou feita; as amigas do coração que me aturam há quase 30 anos, Samix, Maria da Graça e Catarina.

Agradeço, também, às minhas colegas de trabalho, Ana Peres e Margarida Lopes, por terem “aguentado o barco” quando estive menos presente, clarividente e, tantas vezes, menos paciente.

Por último, um agradecimento especial aos meus Orientadores, Professor Doutor Pedro Ramos e Doutora Maria Inês Cordeiro, que me fizeram lançar mãos à obra e me motivaram a procurar sempre mais, pela confiança que sempre pude neles depositar, pela “visão de pássaro” nas correções de rota e pelo acompanhamento incansável do trabalho desenvolvido.



## Resumo

O presente trabalho analisa os problemas de inadequação das ontologias bibliográficas à Web Semântica, designadamente ao nível da subutilização de mecanismos de abstração semânticos e da insuficiente interligação entre ontologias, e investiga a possibilidade da sua resolução por uma Ontologia de Referência (OR) que permita integrar ontologias diferentes sem impor uma ontologia central comum e recorrendo a uma metodologia alternativa às técnicas de mapeamento por *crosswalk* e perfis de aplicação, por meio de mecanismos de abstração e inferência RDFS/OWL (*Resource Description Framework Schema/Web Ontology Language*), técnicas de interligação de ontologias por mediação e mecanismos de constrangimento e validação SHACL (*Shapes Constraint Language*). O exercício de criação e teste da OR recorre a uma seleção de heterogeneidades e similitudes, e de casos de descrição, das ontologias subjacentes a *Library Reference Model* (LRM), *Resource Description and Access* (RDA), e *Bibframe – BIBliographic FRAMEwork Initiative* (BF), visando a sua interligação ao nível das entidades bibliográficas nucleares *Obra*, *Expressão*, *Manifestação* e *Item*, das suas relações de vinculação primária e de algumas relações complementares, de que se destacam as relações todo-parte. A investigação concretiza positivamente a prova de conceito da OR: resolve as limitações de interoperabilidade de LRM, RDA e BF, com recurso a *reasoning* OWL, *queries* de Lógica Descritiva e validações SHACL. Com esta linguagem, prova-se ser possível “fechar” partes do mundo aberto da Web Semântica, aplicando restrições à OR, para assim impor constrangimentos e validar restrições no domínio bibliográfico, o que não seria exequível apenas com recurso a RDFS/OWL.

Palavras-chave: Web Semântica; Ontologias; Interoperabilidade Semântica; Domínio Bibliográfico.





## Abstract

This work analyses the problems of inadequacy of bibliographic ontologies for the Semantic Web, especially due to underuse of semantic abstraction mechanisms and insufficient interconnection between ontologies and investigates the possibility of their resolution through a Reference Ontology (RO). The RO is intended to allow integration of different ontologies without imposing a common central ontology, applying methods alternative to mapping techniques such as crosswalks and application profiles, by means of RDFS/OWL (*Resource Description Framework Schema/Web Ontology Language*) abstraction and inference mechanisms, techniques for interconnecting ontologies through mediation and constraints and validation mechanisms with SHACL (*Shapes Constraint Language*). The creation and testing of the OR used a selection of heterogeneities, similarities and description cases from the ontologies underlying the standards *Library Reference Model* (LRM), *Resource Description and Access* (RDA), and *Bibframe – BIBliographic FRAMEwork Initiative* (BF), aiming at their interconnection at the level of the core bibliographic entities *Work*, *Expression*, *Manifestation* and *Item*, their primary binding relationships and some complementary relationships, of which the whole-part relationships stand out. The research achieves OR's proof of concept: it resolves the interoperability limitations of LRM, RDA and BF, using OWL reasoning, Descriptive Logic queries and SHACL validations. With this language, it proves to be possible to “close” parts of the open world of the Semantic Web, by applying restrictions to impose constraints and validate restrictions in the bibliographic domain, which would not be feasible using RDFS/OWL alone.

Keywords: Semantic Web; Ontologies; Semantic Interoperability; Bibliographic Domain.



# Índice

<b>Introdução</b>	<b>1</b>
Campo de investigação	1
Objetivo e questões da investigação	2
Aspetos metodológicos	3
Estrutura do trabalho	4
<b>CAPÍTULO 1 - Normativos bibliográficos e Web Semântica</b>	<b>7</b>
1.1. Quadro normativo	7
1.2. Transformação tecnológica e normativos bibliográficos	12
<b>CAPÍTULO 2 - Limitações das ontologias bibliográficas</b>	<b>17</b>
2.1. Avaliação da qualidade dos dados na Web Semântica	17
2.2. Interoperabilidade técnica e sintática	18
2.3. Interoperabilidade semântica	19
<b>CAPÍTULO 3 - Técnicas de interoperabilidade</b>	<b>25</b>
3.1. Técnicas de transformação	25
3.2. Técnicas de mediação ou integração	28
<b>CAPÍTULO 4 - Objeto de investigação e metodologia geral</b>	<b>31</b>
4.1. Objeto de investigação	31
4.2. Diagrama de contexto	31
4.3. Metodologia geral do trabalho de modelação	37
<b>CAPÍTULO 5 - Modelo de Referência</b>	<b>41</b>
5.1. Estudo conceptual prévio	41
5.2. Casos de descrição bibliográfica	41
5.3. Caso Descrição 1.1 – Entidades bibliográficas nucleares	42
5.4. Casos Descrição 2 – Relações bibliográficas primárias	54
5.5. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI	54
5.6. Caso Descrição 2.2 – Disjunção de classes bibliográficas	68
5.7. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas	71
5.8. Caso Descrição 2.4 – Interseção de classes bibliográficas	74
5.9. Diagrama global de classes dos Casos Descrição 1 e 2	75
5.10. Casos Descrição 3 – Relações bibliográficas complementares	76
5.11. Caso Descrição 3.1 - Relação de descrição	77
5.12. Caso Descrição 3.2 – Relação de derivação	78

5.13. Caso Descrição 3.3 – Relação de equivalência	80
5.14. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte	81
5.15. Diagrama global de classes dos Casos Descrição 3	87
<b>CAPÍTULO 6 - Ontologia de Referência OWL</b>	89
6.1. Casos Descrição 1 - Entidades bibliográficas	90
6.2. Casos Descrição 2 – Relações primárias WEMI	94
6.3. Casos Descrição 3 – Relações complementares WEMI	105
<b>CAPÍTULO 7 - Restrições SHACL à Ontologia de Referência</b>	111
7.1. Caso Descrição 1.1 - Entidades bibliográficas nucleares WEMI	112
7.2. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI	112
7.3. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas	116
7.4. Caso Descrição 3.1 – Relação de descrição	117
7.5. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte	118
<b>CAPÍTULO 8 - Validação da Ontologia de Referência</b>	121
8.1. Caso Descrição 1.1 – Entidades bibliográficas nucleares WEMI	121
8.2. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI	131
8.3. Caso Descrição 2.2 – Disjunção de classes bibliográficas	139
8.4. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas	141
8.5. Caso Descrição 2.4 – Interseção de classes bibliográficas	143
8.6. Caso Descrição 3.1 – Relação de descrição	144
8.7. Caso Descrição 3.2 – Relação de derivação	145
8.8. Caso Descrição 3.3 – Relação de equivalência	147
8.9. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte	147
<b>Conclusões</b>	151
Síntese dos resultados alcançados	151
Resposta às questões de investigação	153
Identificação de novos problemas semânticos e criação de novas soluções	156
Aplicação prática e trabalho futuro	161
 Referências Bibliográficas	 163
 ANEXO A - Comparação mec. de abstração (E-R/UML/OWL) e T. dos Conjuntos	 177
ANEXO B - Library Reference Model (LRM) - representação UML	199
ANEXO C - Resource Description and Access (RDA) - representação UML	211
ANEXO D - BIBFRAME (BF) - representação UML	253

ANEXO E - Comparação geral dos normativos LRM, RDA e BF	259
ANEXO F - Exemplos práticos Lull para os casos de descrição	277
ANEXO G - Quadro resumo de similitudes e heterogeneidades LRM, RDA e BF	281
ANEXO H - Diagramas UML LRM, RDA, BF: Ex. heterogeneidades e similitudes	283
ANEXO I - Diagramas UML do Modelo de Referência	299
ANEXO J - Relações hierárquicas WEMI: enquadramento teórico e caracterização	305
ANEXO K - Metodologia de criação da Ontologia de Referência (OROWL)	319
ANEXO L - Impressões de ecrã do sw Protégé (OROWL)	323
ANEXO M - Declarações RDF da OROWL	333
ANEXO N - Metodologia de criação de restrições SHACL na OR (ORSHACL)	349
ANEXO O - SHACL: enquadramento teórico e conceitos fundamentais	351
ANEXO P - Impressões de ecrã do sw TopBraid Composer (ORSHACL)	357
ANEXO Q - Declarações RDF da ORSHACL	363
ANEXO R - Metodologia de validação da Ontologia de Referência	375
ANEXO S - Ontologias A-BOX exemplificativas	377
ANEXO T - Validação da OR por <i>reasoning</i> ou inferência OWL	417
ANEXO U - Validação da OR por restrições SHACL	439

## Lista de figuras

Figura Introdução.1 - Elementos principais de desenvolvimento do MR e OR	4
Figura 1.1 - Níveis e tipos de normativos bibliográficos	8
Figura 1.2 - Exemplificação dos diferentes tipos de normativos	11
Figura 1.3 - Cronologia da evolução tecnológica e dos normativos bibliográficos	12
Figura 2.1 - Dimensões de qualidade por nível de interoperabilidade	17
Figura 3.1 - Mapeamento ponto-a-ponto entre quatro esquemas de metadados	27
Figura 3.2 - Mapeamento com recurso a ontologia de integração	29
Figura 4.1 - Diagrama de contexto	31
Figura 5.1 - Diagrama de classes MR: entidades bibliográficas nucleares	45
Figura 5.2 - Diagrama de classes MR: gener. ent. nucleares LRM, RDA e BF	45
Figura 5.3 - Resolução de H01 no MR	47
Figura 5.4 - Inferência em H03	50
Figura 5.5 - Diagramas de UML MR, RDA e BF, exemplificativo de H03	52
Figura 5.6 - Implementação das propriedades da hierarquia WEMI no MR	58
Figura 5.7 - Hierarquia WEMI - Relação MR e Modelos Base	59
Figura 5.8 - Exemplificação da resolução H08_1 pelo MR	60

Figura 5.9 - Exemplificação da resolução H08_2 pelo MR	61
Figura 5.10 - Exemplo de compatibilidade da hierarquia MR e da disjunção LRM	70
Figura 5.11 - Exemplo de União de classes no MR	72
Figura 5.12 - Diagrama (incorreto) classes de união mr:WEMI	73
Figura 5.13 - Teoria dos Conjuntos: União de subclasses WEMI dos modelos-base	73
Figura 5.14 - Diagrama de classes - União de subclasses WEMI no MR	74
Figura 5.15 - Relação WEMI MR e WEMI modelos-base: Obra	75
Figura 5.16 - Diagrama de classes MR: gener. ent. nucleares LRM, RDA e BF	76
Figura 5.17 - Exemplo de S02 – Equivalência nas relações de assunto MR	78
Figura 5.18 - Resolução de H16 hierarquia de propriedades RDA/MR	80
Figura 5.19 - Representação da reprodução digital entre Manifestações no MR	81
Figura 5.20 - Modelo geral de agregações (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)	83
Figura 5.21 - Diagrama de objetos - Exemplo de agregação bibliográfica no MR	86
Figura 5.22 - Diagrama global de classes MR relativo ao CD3	87
Figura 6.1 - Modelação de S01 na OR	91
Figura 6.2 - Modelação de S01 na OR/OB	91
Figura 6.3 - Resolução de H02 na OR	92
Figura 6.4 - Resolução de H08_3 pela OR	95
Figura 6.5 - Hierarquia de propriedades para Valor Constante (VC)	96
Figura 6.6 - Cadeia de propriedades para Valor Constante (VC)	97
Figura 6.7 - Resolução do problema H08_1 pela OR	98
Figura 6.8 - Exemplificação de resolução do problema H08_4	101
Figura 6.9 - Resolução de H11 na OR	103
Figura 6.10 - Classe anónima de união	104
Figura 6.11 - Exemplificação de H20 no RDA	108
Figura 6.12 - Exemplificação de resolução de H20 pela OR	109
Figura 8.1 - Violação de disjunção WEMI LRM	127
Figura 8.2 - Mapeamento LRM-BF feito pela LoC (H04)	129
Figura 8.3 - Mapeamento LRM-BF feito pela OR (H04)	130
Figura 8.4 - Exemplificação de expansão do LRM em casos de disjunção WEMI	141
Figura Conclusões.1 – Ex. “supermecanismo” de hierarquia de classes (H08_1)	160

## Lista de quadros

Quadro 3.1 - Técnicas de interoperabilidade semântica	25
Quadro 3.2 - Vantagens e inconvenientes da transformação semântica	26
Quadro 3.3 - Técnicas de mediação semântica	28
Quadro 4.1 - Questões da investigação	31
Quadro 4.2 - Nível / função dos normativos selecionados – LRM, RDA e BF	32
Quadro 4.3 - Versões do LRM, BF e RDA considerados na investigação	34
Quadro 4.4 - Enquadramento MDA do trabalho de modelação	37
Quadro 5.1 - Níveis de abstração WEMI (S01)	42
Quadro 5.2 - Descrição e pertença WEMI	44
Quadro 5.3 - Polissemia de bf:Work (H02)	47
Quadro 5.4 - Sinonímia de Manifestação (H03)	48
Quadro 5.5 - Diferentes granularidades WEMI	52
Quadro 5.6 - Vinculações simultâneas (H09)	66
Quadro 5.7 - Comparação geral todo parte (H19) e agregação bibliográfica (H20)	84
Quadro 6.1 - Implementação dos mecanismos de herança prop./valores na OR	100
Quadro 7.1 - Shape SHACL H02	112
Quadro 7.2 - Shape SHACL H08_2-A	113
Quadro 7.3 - Shape SHACL H08_4	115
Quadro 7.4 - Shape SHACL H08_5	116
Quadro 7.5 - Shape SHACL H12_1	117
Quadro 7.6 - Shape SHACL H19_1	118
Quadro 7.7 - Shape SHACL H19_2	119
Quadro 8.1 - Representação de S01 pela OR	123
Quadro 8.2 - Comparação mapeamento LoC e OR ente Obra e Expressão (H04)	130
Quadro 8.3 – Comparação expansão LRM e OR na resolução da disjunção (H11)	141
Quadro Conclusões.1 - Resumo dos problemas e soluções MR/OR	152
Quadro Conclusões.2 - Resposta às questões da investigação	153
Quadro Conclusões.3 - Exemplificação de supermecanismos OR	160

## Siglas e abreviaturas

AAA	Anyone can say Anything about Any Topic
AACR	Anglo American Cataloguing Rules
BF	BIBFRAME
BIBFRAME	BIBliographic FRAMEwork Initiative
CD	Caso de descrição
DASH	Data Shapes Vocabulary
DC	Dublin Core
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
DL	Description Logic
E-R	Entidade-Relação
Ex.	Exemplo
FRBR	Functional Requirements for Bibliographic Records
FRBR-LRM	Functional Requirements for Bibliographic Records - Library Reference Model
H	Heterogeneidade
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IFLA	International Federation of Library Associations and Institutions
i.e.	Id est
ISBD	International Standard Bibliographic Description
ISO	International Organization for Standardization
LoC	Library of Congress
LOD	Linked Open Data
LOV	Linked Open Vocabularies
LRM	Library Reference Model
MARC	Machine Readable Cataloging
MB	Modelos-base
MDA	Model Driven Architecture
MODS	Metadata Object Description Schema
MR	Modelo de Referência
NISO	National Information Standards Organization
NUNA	Non-Unique Naming Assumption
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OB	Ontologias-base
OCH	Omissão do constructo de hierarquia
OMG	Object Management Group
OR	Ontologia de Referência
OWA	Open World Assumption
OWL	Web Ontology Language
RDA	Resource Description and Access
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
RPC	Regras Portuguesas de Catalogação
S	Similitude
SHACL	Shapes Constraint Language
SOA	Service Oriented Architecture
SKOS	Simple Knowledge Organization System
TBC-FE	TopBraid Composer – Free Edition
UML	Unified Modeling Language
URI	Uniform Resource Identifier
VC	Valor constante
V.	Ver
VIAF	Virtual International Authority File
W3C	World Wide Web Consortium
WEMI	Work, Expression, Manifestation, <i>Item</i>
XML	Extensible Markup Language



# Introdução

## Campo de investigação

O conceito de Web Semântica foi introduzido em 2001 por Tim Berners-Lee, como extensão da denominada Web tradicional, que evoluiria de uma rede de documentos ou conteúdos processáveis por pessoas para uma rede de dados codificados de modo que o seu significado pudesse ser processado de forma automática (Berners-Lee, et al., 2001). A vantagem da Web Semântica, enquanto Web de dados, consiste em permitir aceder, combinar e reutilizar dados de várias fontes simultaneamente, utilizando apenas a estrutura da Web e sem que tenha de haver um esquema de dados único, nem soluções de interoperabilidade ponto-a-ponto, i.e., independentemente dos sistemas de informação que, assim, mantêm a sua autonomia (Herman, 2012, *apud* Patrício, 2012).

A maior parte do conteúdo que atualmente integra a Web destina-se ainda a ser compreendido por pessoas e não a ser manipulado, quanto ao seu significado, por aplicações informáticas. Os computadores podem, quando muito, processar esses conteúdos para os exibir em páginas Web ou para processamentos de ordem sintática identificando, por exemplo, as ligações para outras páginas sem, contudo, conseguirem identificar, por exemplo, o autor da página (Berners-Lee, et al., 2001). Com efeito, para compreender a semântica ou significado dos elementos de dados são necessárias ontologias ou vocabulários que identifiquem e definam os conceitos que esses elementos representam, respetivas categorias, propriedades e relações.

No universo bibliográfico, essas ontologias estão consubstanciadas ou são subjacentes aos normativos para a descrição bibliográfica. Podem ser modelos conceptuais, como o *Library Reference Model* – LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), normas de descrição como o *Resource Description and Access* – RDA (RSC, 2021b), ou modelos de dados, como o *Bibframe - BIBliographic FRAMEwork Initiative* (LoC, 2016), para referir apenas, dos diferentes níveis de normativos bibliográficos, os mais relevantes já concebidos tendo em mente os desafios da Web Semântica.

Os princípios da Web Semântica e as novas estruturas de dados, criadas por especificações como o *Resource Description Framework* – RDF (Schreiber & Raimond, 2014), o *RDF Schema* – RDFS (Brickley & Guha, 2014) e a *Web Ontology Language* - OWL (Schneider, 2012), impulsionaram a necessidade de se adotarem para os normativos bibliográficos os princípios e técnicas de dados ligados abertos (Berners-Lee, 2006), isto é, dados estruturados livremente acessíveis capazes de serem lidos e compreendidos por máquina.

Nesse sentido, não só os normativos bibliográficos têm vindo a ser progressivamente representados em RDF e RDFS/OWL como as bibliotecas têm procurado transformar os seus dados bibliográficos para que os mesmos fiquem visíveis, relacionáveis e possam ser descobertos na Web, de

modo que possam ser acionáveis por máquina, manipulados e partilhados entre diferentes plataformas, bases de dados e formatos de codificação (Coyle, 2010; Willer & Dunsire, 2013; Hallo, et al., 2016; Sprochi, 2016).

Esta alteração significa uma verdadeira mudança de paradigma no campo dos normativos bibliográficos, embora ainda sem reflexos na grande maioria dos sistemas de informação das bibliotecas. Por um lado, os normativos de organização da informação observam um ritmo de alteração muito lento, sem que às alterações radicais que se registaram nos meios técnicos de produção e disseminação dos documentos corresponda, na mesma medida, a evolução dos meios intelectuais utilizados para a sua gestão (Bawden & Robinson, 2012). Por outro, como se evidencia na revisão da literatura quanto à adoção de mecanismos da Web Semântica no domínio bibliográfico (v. Capítulo 2), subsistem limitações de interoperabilidade das ontologias bibliográficas que radicam principalmente na subutilização de mecanismos de abstração semânticos e na insuficiente interligação entre ontologias.

## **Objetivo e questões da investigação**

Neste contexto, é objetivo do presente trabalho investigar a possibilidade de ultrapassar essas limitações através da criação de uma Ontologia de Referência (que passaremos a designar OR), que resolva os problemas de interoperabilidade detetados nas ontologias bibliográficas, através do recurso a conceptualizações de domínio mais precisas (Spyns, et al., 2002), da definição de axiomas e constrangimentos que possibilitem inferências (Dillon et al., 2008) e permitam raciocínios (*reasoning*) a partir da Lógica Descritiva (Parreiras, Staab & Winter, 2007). Visamos, por outro lado, investigar a hipótese de uma metodologia de interligação de ontologias distinta das técnicas usualmente aplicadas pelas ontologias bibliográficas, ou seja, diferente das técnicas de mapeamento por *crosswalk* e perfis de aplicação, que não só não são convergentes com os princípios da Web Semântica, como são, elas próprias, geradoras de problemas de interoperabilidade (v. Capítulo 3).

O objetivo desta investigação não é, assim, apenas identificar problemas de interoperabilidade entre ontologias bibliográficas, nem criar uma ontologia central única que substitua as ontologias existentes, mas sim selecionar um conjunto de limitações semânticas e procurar demonstrar que o recurso a mecanismos de abstração de linguagens de modelação da Web Semântica (como RDFS/OWL) permite resolvê-las, utilizando para o efeito uma ontologia de mediação que as relaciona.

Temos, ainda, por objetivo investigar a aplicação da *Shapes Constraint Language* – SHACL (Knublauch & Kontokostas, 2017) à definição e imposição de restrições às ontologias, pois esta linguagem permite ultrapassar problemas graves de interoperabilidade sintática que decorrem da incapacidade das linguagens de modelação da Web Semântica validarem e imporem constrangimentos de dados.

Nesse sentido, a presente investigação procura responder a três questões:

- i) Podem os mecanismos da Web Semântica apoiar a resolução dos problemas de interoperabilidade entre ontologias bibliográficas?
- ii) É possível, pela aplicação de técnicas de interoperabilidade por mediação, através de uma OR, resolver as insuficiências na interligação entre ontologias bibliográficas?
- iii) A utilização da linguagem SHACL numa ontologia de mediação permite impor constrangimentos e validar restrições no domínio bibliográfico?

## Aspetos metodológicos

Para guiar a construção da OR, torna-se necessário criar um Modelo de Referência (que passaremos a designar MR) que, enquanto abstração da realidade que traduz uma determinada conceptualização, suporte a comunicação, a aprendizagem e a análise dos aspetos relevantes do domínio que lhe é subjacente (Guizzardi, 2005). Com efeito, esse enquadramento conceptual é necessário por haver falta de consenso quanto a conceitos fundamentais do domínio bibliográfico e porque a aplicação conjunta de normativos bibliográficos de níveis distintos carece de clarificação.

A necessidade de um MR para o enquadramento dos diferentes níveis dos normativos bibliográficos tem sido sublinhada por diversos autores, como Murray (2008) e Sprochi (2016), sendo que os normativos que são objeto de análise nesta investigação se relacionam de forma muito próxima e dependem fortemente uns dos outros a nível de implementação (v. Capítulo 1).

Assim sendo, não poderíamos desenhar a OR sem ter um MR que a enquadre a um alto nível, quer porque as discrepâncias ontológicas entre esses normativos não nos permitiriam criar uma OR de mediação que contrariasse os modelos conceptuais a eles subjacentes; quer pelo facto de o modelo conceptual atual do domínio bibliográfico – o LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) – não ser extensível ao ponto de comportar as alterações que seriam necessárias. Acresce que este normativo não tinha, à data em que a investigação se iniciou, a mesma formalização que os outros normativos analisados<sup>1</sup>, pelo que se tornou necessário um modelo formalizado numa linguagem de modelação comum, a *Unified Modeling Language* - UML (OMG, 2010).

Para a elaboração do MR partiu-se da metodologia de arquitetura orientada por modelo (ou *Model Driven Architecture* - MDA), um método proposto pelo Object Management Group (OMG) que

---

<sup>1</sup> Com efeito, a formalização OWL do LRM ocorreu apenas em agosto de 2020 (v. informação sobre a ontologia LRMer – Library Reference Model Entity Relationship – disponível em <https://www.iflstandards.info/lrm>).

utiliza linguagens e técnicas de modelação e transformação de modelos em processos de desenvolvimento de *software* (OMG, 2014).

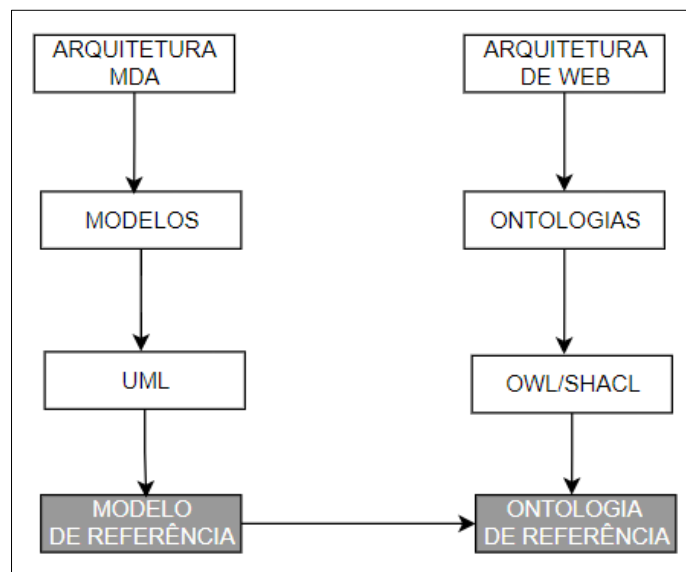


Figura Introdução.1 - Elementos principais de desenvolvimento do MR e OR

Por sua vez, a criação do MR não dispensa a criação da OR, que formaliza as conceptualizações do modelo numa linguagem da Web Semântica, a OWL. A representação OWL da OR é complementada com restrições formuladas em SHACL, linguagem que permite a imposição e a validação de constrangimentos na Web Semântica.

Para a prova de conceito da OR, não sendo viável o exercício de verificar se ela resolve os problemas de todas as ontologias bibliográficas e todas as heterogeneidades e sobreposições que possam ocorrer, optou-se por seleccionar os três principais normativos bibliográficos de nova geração, já mencionados, a saber: o modelo conceptual LRM - *Library Reference Model* (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), as normas de descrição RDA - *Resource Description and Access* (RSC, 2021b), e o modelo de dados BIBFRAME – *Bibliographic FRAMEwork Initiative* (LoC, 2016). Do mesmo modo, e para o mesmo exercício, foi seleccionado um conjunto limitado de heterogeneidades e similitudes exemplificativas dos problemas de interoperabilidade semântica identificados e reportados na literatura.

## Estrutura do trabalho

O presente trabalho organiza-se com uma sequência em que se podem reconhecer três partes principais a que correspondem as diferentes fases do processo de investigação. Dado o limite de extensão do texto da tese, os passos intermédios do trabalho desenvolvido são, muitas vezes, remetidos para Anexos, que vão assinalados no local apropriado de cada capítulo.

A primeira parte inicia o estudo com o enquadramento do campo temático (Capítulo 1) e a análise da área foco, em que se identificam os problemas que motivam a investigação (Capítulo 2):

- *Capítulo 1 – Normativos bibliográficos e Web Semântica*

Enquadramento geral do campo de investigação – caracterização do domínio bibliográfico em termos normativos e de relação com as componentes essenciais da Web Semântica.

- *Capítulo 2 – Limitações das ontologias bibliográficas*

Revisão da literatura sobre avaliação da qualidade das ontologias bibliográficas e inerentes problemas de interoperabilidade técnica, sintática e semântica.

Na segunda parte, são tratados os aspetos técnicos subjacentes aos problemas identificados (Capítulo 3), seguindo-se a identificação das questões a que a investigação pretende responder e a apresentação da metodologia e técnicas a aplicar (Capítulo 4).

- *Capítulo 3 – Técnicas de interoperabilidade*

Apresentação das principais técnicas de interoperabilidade de metadados, suas vantagens e inconvenientes para a resolução dos problemas referenciados no Capítulo 2.

- *Capítulo 4 – Questões da investigação e metodologia geral*

Formulação das questões de investigação, apresentação da conceção geral, normativos selecionados e da metodologia do trabalho de modelação na construção do MR e da OR.

Na terceira parte desenvolve-se o trabalho de elaboração do MR (Capítulo 5) e da OR (Capítulo 6), a partir de uma seleção de casos emanados das ontologias dos normativos bibliográficos escolhidos (que passamos a designar ontologias-base), com que se exemplificam as soluções da OR formulada em OWL. É demonstrada a aplicabilidade da SHACL para modelar restrições (Capítulo 7), e validadas as soluções aplicadas aos exemplos, pela OR em OWL combinada com SHACL (Capítulo 8).

- *Capítulo 5 – Modelo de Referência*

Identificação, e modelação em UML, das similitudes e heterogeneidades a utilizar para exemplificar os problemas de interoperabilidade e a respetiva resolução.

- *Capítulo 6 – Ontologia de Referência OWL*

Modelação do OR em OWL e demonstração da resolução dos exemplos de heterogeneidades e sobreposições entre as ontologias-base.

- *Capítulo 7 – Restrições SHACL à Ontologia de Referência*

Modelação em SHACL dos constrangimentos à OR e demonstração da resolução dos exemplos de problemas a este nível das ontologias-base.

- *Capítulo 8 – Validação da Ontologia de Referência*

Validação da resolução dos exemplos de heterogeneidades e similitudes, pela OR, com recurso ao *reasoning* OWL, a *queries* de Lógica Descritiva e a validação SHACL.

## **CONCLUSÕES**

O Capítulo final responde às questões da investigação com os resultados obtidos pela aplicação da OR e das restrições SHACL aos casos selecionados das ontologias bibliográficas, detalhando como permitem ultrapassar as limitações de interoperabilidade identificadas e constituir uma técnica, alternativa às metodologias que têm sido utilizadas, para as bibliotecas exporem e partilharem os seus conjuntos de dados na Web Semântica, tirando melhor partido dos seus mecanismos.

## **Normativos bibliográficos e Web Semântica**

A organização da informação bibliográfica consiste na descrição dos documentos que integram as coleções de uma biblioteca. Estas descrições consubstanciam-se, tradicionalmente, em registos bibliográficos que representam cada documento os quais, reunidos em catálogos, disponibilizam o acesso organizado e sistemático a conjuntos de documentos (Ortiz-Repiso Jiménez, 2002; Magán Wals, 2002). Embora este propósito fundamental se mantenha, os normativos subjacentes à organização da informação bibliográfica têm de adequar-se à evolução tecnológica: não é suficiente que as descrições bibliográficas estejam somente disponíveis na Web, antes se torna necessário que elas sejam parte constitutiva da Web, integrando o denominado “grafo global gigante” ou Web Semântica de modo a não só melhorar a sua descoberta por motores de pesquisa, mas também tornar essa informação mais acessível a outras comunidades profissionais fora das bibliotecas (Svensson, 2013) e disponível para processamento automatizado para outros fins, nomeadamente integração funcional e reutilização entre diferentes aplicações (Cordeiro, 2001).

Para analisar a forma como os normativos bibliográficos estão atualmente a ser utilizados na construção de descrições bibliográficas destinadas à Web Semântica, é necessário começar por descrever, ainda que sumariamente, a composição do quadro normativo atual, bem como o impacto da evolução tecnológica nos modelos, regras e formatos de dados bibliográficos.

### **1.1. Quadro normativo**

A descrição bibliográfica é simultaneamente uma operação, designada usualmente por catalogação, e o seu produto, o registo bibliográfico. O propósito da descrição bibliográfica é fornecer uma representação não ambígua do documento descrito, através de metadados que permitam a sua identificação e recuperação. Tradicionalmente, distingue-se entre descrição bibliográfica, ou catalogação descritiva dos aspetos formais de um documento, e descrição de conteúdo, que compreende operações como a classificação ou indexação por assuntos. São dois ramos da organização da informação com fundamentos teóricos, práticas e instrumentos de trabalho muito distintos. O presente trabalho concentra-se no ramo da descrição bibliográfica formal, já que é neste âmbito que se inscrevem os modelos de informação bibliográfica que são o principal objeto desta investigação.

Os registos e os catálogos são ferramentas para a organização da informação bibliográfica, devendo ser produzidos segundo princípios e normas próprios. A base normativa em que assentam as arquiteturas de informação e estruturas de dados bibliográficos podem analisar-se nos seguintes níveis (Cordeiro, 2001): i) nível ontológico das unidades de representação, em que se determinam os tipos e

entidades lógicas de informação; ii) nível conceptual das formas de representação, que correspondem aos modelos de organização dos elementos de informação – por exemplo ISBD e códigos de catalogação; e iii) nível dos formatos de representação dos elementos de dados, legíveis por computador – por exemplo, ISO 2709 e formatos MARC. Nos pontos que se seguem apresentaremos os principais normativos bibliográficos, contextualizadas nos níveis de análise acima referidos e aqui renomeados, respetivamente, com as seguintes designações: nível dos modelos conceptuais (1.1.1.); nível das regras de descrição (1.1.2.); nível das normas de codificação (1.1.3.).



Figura 1.1 - Níveis e tipos de normativos bibliográficos

### 1.1.1. Modelos conceptuais

Um modelo conceptual categoriza ou tipifica os elementos de uma linguagem e as relações entre essas categorias. Está, portanto, a um nível abstrato que não especifica elementos em concreto, mas antes as suas categorias e as relações entre essas categorias (Willer & Dunsire, 2013). Os modelos conceptuais não são acionáveis, i.e., não podem ser usados em bases de dados e programas, pois não especificam todos os atributos, valores e regras para a criação de dados (Coyle, 2015). No contexto da organização da informação bibliográfica, os modelos conceptuais são, assim, descrições abstratas do universo bibliográfico, compreendendo a análise dos seus objetos, a identificação das entidades tipo que o compõem e respetivas características (atributos) e o estabelecimento de relações entre essas entidades (Galvão & Cordeiro, 2010).

Criado em 1998 pela IFLA (International Federation of Library Associations and Institutions), o modelo FRBR - *Functional Requirements for Bibliographic Records* (IFLA, 1998) pode considerar-se o primeiro modelo conceptual explicitamente definido para dados bibliográficos. Trata-se de um modelo no sentido definido pelas técnicas de modelação entidade-relação (E-R) (Chen, 1976), i.e., serve para definir as entidades primárias e as relações do domínio de informação a um nível de abstração muito elevado, que permite a partilha do modelo pelas pessoas que vão desenhar uma base de dados e por utilizadores não técnicos dos dados. Em 2016, a IFLA colocou à discussão pública um novo modelo, o modelo FRBR-LRM - *Functional Requirements for Bibliographic Resources - Library Reference Model*, visando a consolidação editorial do modelo anterior, adequando-o à Web Semântica (Riva, 2016a).



Este novo modelo conceptual veio a ser aprovado em agosto 2017, dando lugar ao LRM - *Library Reference Model* (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017).

### **1.1.2. Regras de descrição bibliográfica**

Incluem-se neste nível de análise: i) as normas de conteúdo ou vocabulários que determinam os elementos que cada registo pode conter; ii) as normas de apresentação ou sintaxe, que estabelecem a ordem desses elementos; e iii) as normas pragmáticas, que definem a forma de distinguir os elementos pelas suas funções (Svenonius, 2000; Willer & Dunsire, 2013).

A ISBD - *International Standard Bibliographic Description* (IFLA, 2011), originalmente publicada pela IFLA em 1971, é simultaneamente um conjunto de regras de conteúdo, sintaxe e pragmáticas, pois define quer o conteúdo dos registos – os elementos de informação propriamente ditos – quer a sua estrutura e forma de apresentação, com uma sequência e pontuação que identificam os vários elementos, para que ao ser visualizados possam ser compreendidos independentemente da língua em que são expressos (Willer & Dunsire, 2013). A ISBD divide a descrição em várias áreas (designadas por zonas), cada uma formada por um ou vários elementos. Cada área está separada da seguinte por um ponto, um espaço e um traço ( . - ) e entre cada elemento há uma pontuação específica. A quase totalidade dos códigos de catalogação nacionais baseiam-se nas regras ISBD.

Para além da ISBD, existem os códigos ou regras de catalogação que podem ser internacionais, por exemplo, as AACR - *Anglo American Cataloguing Rules* (JSC AACR, 2004), uma norma cuja história tem mais de 150 anos (JSC RDA, 2009), e o código RDA - *Resource Description and Access* (RSC, 2021b), que as substituiu em 2010; ou ser códigos nacionais, aplicáveis num país, por exemplo, as *Regras Portuguesas de Catalogação* (Gusmão, Campos & Sottomayor, 2010). Os códigos de catalogação integram, normalmente, a ISBD, acrescentando critérios mais específicos, designadamente quanto a tipos específicos de materiais a descrever, definição de pontos de acesso e respetivo controlo de autoridade, ou determinadas práticas de tradição numa língua ou região. As regras de catalogação devem permanecer independentes dos formatos de registo de dados, mas devem estar alinhadas com os modelos conceptuais e com os princípios internacionalmente estabelecidos para a organização da informação bibliográfica (Galvão & Cordeiro, 2010).

### **1.1.3. Normas de codificação**

A informatização dos catálogos implicou a necessidade de uma estruturação prévia dos dados, de modo que as máquinas pudessem distinguir os diferentes registos e os elementos que compõem cada descrição bibliográfica. Para o efeito, os dados passaram a ser codificados segundo um esquema, ou formato, desenhado de forma que os sistemas informáticos pudessem reconhecer todos os elementos descritivos, tendo em conta as necessidades dos utilizadores, e realizar as operações de seleção,

ordenação, visualização, pesquisa, edição e análise estatística (Ortiz-Repiso Jiménez, 2002). Todos os formatos de descrição bibliográfica partilham os seguintes conceitos básicos (Ortiz-Repiso Jiménez, 2002): um registo ou grupo de elementos tratado como uma unidade pelo programa informático; existência de campos e subcampos, que são partes do registo e podem ter de ser acedidos individualmente; o formato propriamente dito, que é a estrutura do registo que o torna legível e manipulável por computador. As unidades de informação do registo ou os seus elementos são identificados por códigos, tornando-se compreensíveis para um computador (Monreal Vidal, 2002).

O formato MARC - *Machine Readable Cataloging*, estabelecido a partir dos anos 70, é um *standard* originalmente americano (ANSI/NISO Z39.2 – *Information Interchange Format*) adotado internacionalmente pela ISO (ISO 2709 – *Format for Information Exchange*; em Portugal NP ISO 2709 – *Formato para Permuta de Informação*) que define uma estrutura geral, isto é, um quadro de referência concebido especialmente para a comunicação entre sistemas de processamento de dados bibliográficos e não para uso como formato de processamento interno aos sistemas. Para a criação de registos bibliográficos existem implementações do formato MARC – por ex., MARC21 (LoC, 2023), UNIMARC (PUC, 2023) - cada uma definindo o seu próprio conjunto de “designadores de conteúdo” (etiquetas dos campos e identificadores de subcampos, entre outros aspetos), mas todas as implementações de MARC partilham a mesma estrutura especificada pela norma ISO 2709, o *standard* internacional para a partilha de informação em formato legível por máquina. Às implementações de MARC é usual dar a designação de “formatos” MARC.

Com o desenvolvimento da Web, os dados bibliográficos passaram a ser expressos ou codificados em XML, disponibilizados na rede pelo agente que os produz e que se destinam não apenas a ser “lidos”, mas também “compreendidos” por máquina (Cordeiro, 2001). No caso dos formatos MARC verificou-se o abandono progressivo da ISO 2709 para a comunicação e transporte de dados e a adoção crescente do XML, existindo atualmente especificações de MARC em XML, quer ao nível da norma ISO 2709 (ISO 25577 - *Information and Documentation. MarcXchange*) quer, em regra, para todos os formatos MARC (Willer & Dunsire, 2013). No contexto da Web, a expressão de dados em XML possibilita, ainda, o surgimento de outros esquemas de metadados bibliográficos diversos do MARC, como o Dublin Core (DCMI, 2020) e o MODS - *Metadata Object Description Schema* (LoC, 2022), capazes de ser utilizados por outras comunidades que não as bibliotecas.

O XML veio, assim, facilitar quer a utilização do formato MARC na Web, quer o mapeamento entre o formato tradicional das bibliotecas e outros esquemas de metadados de outras comunidades presentes na Web (Galvão & Cordeiro, 2010). Alguns autores consideram, contudo, que a representação dos formatos MARC em XML não configurou uma alteração radical da representação e utilização dos dados bibliográficos na Web, sendo sobretudo uma mera apresentação de dados bibliográficos textuais numa outra sintaxe (Coyle, 2010a). Efetivamente, as serializações XML de MARC

não implicaram nenhuma modificação dos dados propriamente ditos, que se limitaram a ser traduzidos para outra codificação de modo a poderem ser lidos por *software* de processamento XML, não se tendo aproveitado a oportunidade para ultrapassar muitas das limitações do formato MARC (Coyle, 2016). Foram estas limitações que motivaram o início de um processo de transição para um novo formato bibliográfico, que viria a culminar na criação, em 2011, pela Library of Congress, do BIBFRAME - *BIBliographic FRAMEwork Initiative* (LoC, 2016), uma estrutura de descrição bibliográfica mais flexível, extensível e adequada à Web Semântica (Sprochi, 2016; Zapounidou, 2020).

#### 1.1.4. Enquadramento geral dos normativos bibliográficos

Em síntese, os modelos conceptuais são modelos teóricos que representam o universo bibliográfico independentemente das regras de catalogação e das normas de codificação ou formatos de dados. Sendo gerais e abstratos, precisam ser interpretados tanto pelas regras de descrição, como pelos formatos de codificação (Galvão & Cordeiro, 2010). A figura abaixo procura sintetizar e exemplificar os diferentes níveis de normativos aplicáveis à descrição bibliográfica, por ordem decrescente de abstração.

NÍVEL	SEMÂNTICA	SINTAXE	EXEMPLOS
MODELOS CONCEPTUAIS	FRBR LRM	E-R UML	<pre> graph TD     WORK[WORK] -- "is realized through / realizes" --&gt; EXPRESSION[EXPRESSION]     EXPRESSION -- "is embodied in / embodies" --&gt; MANIFESTATION[MANIFESTATION]     MANIFESTATION -- "is exemplified in / exemplifies" --&gt; ITEM[ITEM] </pre>
NORMAS DE DESCRIÇÃO	ISBD AACR; RDA RPC	ISBD (. -)	D. Quixote de la Mancha / Miguel de Cervantes Saavedra ; versão de Aquilino Ribeiro ; il. Gustave Doré. - 1ª ed., reimp. - Lisboa : Bertrand, 2015. - 846, [2] p. : il. ; 24 cm. - (Obras de Aquilino Ribeiro). - Tit. orig.: Don Quijote de la Mancha. - ISBN 978-972-25-2236-6
NORMAS DE CODIFICAÇÃO	MARC DUBLIN CORE MODS BIBFRAME	ISO 2709 XML RDF	200 1 # \$a D. Quixote de la Mancha \$f Miguel de Cervantes Saavedra : 205 # # \$a 1ª ed. \$b reimp 210 # 9 \$a Lisboa \$c Bertrand \$d 2015 215 # # \$a 846, [2] p. \$c il. \$d 24 cm

Figura 1.2 – Exemplificação dos diferentes tipos de normativos que intervêm a nível conceptual, semântico e sintático

## 1.2. Transformação tecnológica e normativos bibliográficos

O impacto da tecnologia nos normativos bibliográficos pode analisar-se tanto ao nível da redefinição das filosofias subjacentes e dos conceitos fundamentais que informam os modelos de serviços bibliográficos (Cordeiro, 2005), como das denominadas “tecnologias bibliográficas”, entendidas enquanto resposta às alterações tecnológicas das formas de registar, formatar ou codificar a descrição bibliográfica (Svenonius, 2000). Para a compreensão da interação entre o contexto tecnológico e as normas bibliográficas, é importante ter em conta que muitas vezes as mesmas alterações tecnológicas afetam em momentos distintos e de forma assíncrona as normas conceptuais e as de registo da informação bibliográfica (Svenonius, 2000).

O desalinhamento entre a tecnologia bibliográfica e os modelos de informação que lhes deveriam estar subjacentes pode ter consequências graves como o desvirtuar de objetivos e conceitos fundamentais ou o facto de não se conseguir tirar o melhor partido de novos paradigmas na organização da informação. No caso da informatização, por exemplo, houve um impacto quase nulo nos paradigmas que enquadram a modelação conceptual da informação bibliográfica e as regras de descrição, tendo tido efeitos sobretudo ao nível dos formatos de codificação de dados (Svenonius, 2000), com a criação dos formatos MARC, que permaneceram assim alinhados com regras de descrição e modelos conceptuais anteriores à informatização.

Com efeito, até aos dias de hoje os formatos de codificação prevalentes, seja MARC ou outros esquemas de metadados como o Dublin Core ou o MODS, assentam na mimetização a ficha catalográfica em papel, implementando um modelo conceptual do século XIX, baseado no conceito de registo bibliográfico, como unidade de informação.

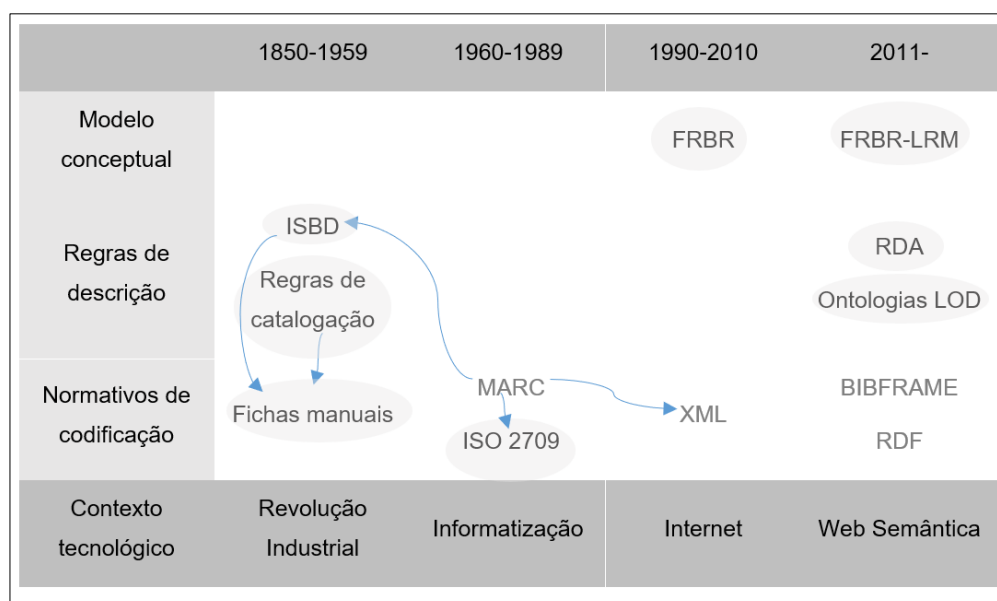


Figura 1.3 – Cronologia da evolução tecnológica e dos normativos bibliográficos

Apesar de já terem passado duas décadas e meia sobre a criação, em 1998, do primeiro modelo conceptual explícito para a informação bibliográfica – o modelo FRBR - não se regista ainda a correspondente evolução nem ao nível das regras de descrição, nem dos formatos de codificação prevalentes, já que o RDA e o BIBFRAME não têm ainda uma base alargada de implementação.

Nos pontos que se seguem, apresentam-se os principais conceitos da Web Semântica e das técnicas de dados abertos ligados (*Linked Open Data – LOD*), para enquadrar e analisar o estado da sua aplicação aos normativos de organização da informação bibliográfica apresentados no ponto 1.1.

### **1.2.1 Web Semântica, dados ligados e ontologias**

Na Web tradicional, cada ligação tem um contexto que as pessoas implicitamente utilizam e que lhes permite inferir sentido aos conteúdos. O mesmo não sucede com as máquinas, sendo por isso necessário adicionar às ligações dados semânticos legíveis por máquina que permitam raciocínios básicos. A Web Semântica é o conjunto de tecnologias que permite construir a Web de dados, com valor semântico, recorrendo às seguintes componentes tecnológicas essenciais: (i) grafos RDF, (ii) URI - *Uniform Resource Identifier* (Berners-Lee, Fielding & Masinter, 2005) e (iii) ontologias (Dillon, et al., 2008; Hebel, et al., 2009; Antoniou, et al., 2012).

(i) O primeiro aspeto a considerar na representação de dados processáveis por máquina é a forma como se expressa “o que está a ser dito”, devendo os dados estar disponíveis em formatos *standard* na Web (Herman & Beeman, 2012) através de triplos RDF, de modo que essas declarações possam ser consumidas por aplicações.

(ii) Não é, contudo, suficiente utilizar as linguagens semânticas como o RDF, o RDFS e a OWL para expressar dados na Web Semântica: cada elemento dos triplos RDF (os nós e a relação) deve ser identificado por um URI, o mecanismo Web utilizado para identificar itens individuais de dados e suas relações em conjuntos de dados. Com efeito, os dados têm de ser “visíveis”, devendo ser identificados de uma forma única e endereçável através de um URI, de forma que um programa informático possa usar esse elemento como uma ligação (Berners-Lee, 2006; Baker, et al., 2011; Hawtin, et al., 2011), pois um URI não é um mero valor textual, antes permite que o recurso seja acionável na Web. Por outro lado, os dados devem ligar-se a URIs de outros recursos e objetos com que estejam relacionados, devendo usar-se a estrutura da Web (protocolo HTTP) para seguir ou procurar esses recursos, através da desreferenciação dos respetivos URIs. Ou seja, os dados têm de ser “linkáveis”, conectando-se na Web a contextos mais amplos, em que poderão ser enriquecidos.

(iii) No contexto da Web Semântica e dos normativos W3C (*World Wide Web Consortium*), as ontologias são utilizadas para especificar vocabulários conceptuais para a partilha de informação entre sistemas, disponibilização de serviços de pesquisa, publicação de bases de conhecimento reutilizáveis e oferecer serviços que facilitem a interoperabilidade entre múltiplos e diversos sistemas (Gruber,

2009). As ontologias são a componente da Web Semântica mais importante para a nossa investigação. Com efeito, a correta interpretação dos dados ligados está dependente do acesso a ontologias que os descrevem, especificando a sua forma e semântica, de modo processável por máquina (Antoniou, et al., 2012). Esta é uma característica muito poderosa dos dados ligados, que se tornam autodescritivos, no sentido de que a partir de um URI se pode chegar à definição do que cada elemento de dados significa. As ontologias permitem, assim, a partilha e reutilização dos metadados como se fossem dados (Cordeiro, 2005).

Os dados estruturados de acordo com as regras da Web Semântica acima resumidas denominam-se dados abertos ligados (ou LOD - *Linked Open Data*), dados tecnicamente interoperáveis de modo a poderem ser livremente usados, reutilizados e redistribuídos (Herman & Beeman, 2012), com os quais a Web Semântica assegura “significado” através de conexões estandardizadas entre informação relacionada (Hebeler, et al., 2009).

### **1.2.2. Dados abertos ligados (LOD) no domínio bibliográfico**

A popularidade na aplicação de tecnologias da Web Semântica à gestão de metadados em larga escala e às questões da interoperabilidade também se verificou no domínio bibliográfico, logo desde o surgimento da Web Semântica, no ano 2000, e da “nuvem de dados abertos ligados” (McCrae, et al., 2007), em 2006 (Baker, Coyle & Petiya, 2014). Da análise da literatura (Hanneman & Kett, 2010; Willer & Dunsire, 2013; Hallo, et al., 2016; Gaitanou, et al., 2022) e dos questionários conduzidos pela OCLC, entre 2016 e 2018, a projetos de implementação de dados ligados (Smith-Yoshimura, 2018), podemos concluir que a aplicação da tecnologia de dados ligados pela comunidade das bibliotecas tem sido, ao longo da última década, maioritariamente motivada por razões que se prendem com a melhoria da visibilidade dos dados bibliográficos através da interligação com outras fontes de informação; a exposição de dados a audiências mais amplas e diferenciadas na Web; maior interoperabilidade com outros sistemas de informação e reutilização de dados, entre outros motivos.

Desde 2007 as bibliotecas têm vindo a contribuir para o grafo global dos LOD, tendo as primeiras iniciativas de transformação de dados bibliográficos em dados ligados sido levadas a cabo pela biblioteca nacional da Suécia (Kungliga Biblioteket), em 2007, com a disponibilização do catálogo coletivo LIBRIS como LOD (Dunsire, et al., 2012) e, em 2009, pela Library of Congress, com a publicação dos seus cabeçalhos de assunto (LCSH - *Library of Congress Subject Headings*) como vocabulário SKOS - *Simple Knowledge Organization System* (Miles & Bechhofer, 2009). Desde essas iniciativas pioneiras que os processos de transformação de dados bibliográficos em dados ligados se têm sucedido em crescendo e, neste momento, as principais bibliotecas nacionais (Biblioteca Nacional de España, British Library e Bibliothèque nationale de France, em 2011; Deutsche National Bibliothek, em 2016) disponibilizam já os dados dos seus catálogos como dados abertos ligados, i.e., compreensíveis ou

acionáveis por máquina, plenamente integrados no contexto geral da Web, podendo assim ser mais facilmente descobertos através dos motores de pesquisa, o meio preferencial de pesquisa para os utilizadores (Godby, Wang & Mixter, 2015).

Na revisão da literatura da última década sobre dados bibliográficos ligados, Gaitanou, et al. (2022) referem que as tecnologias de dados ligados se mantêm como foco de grande atenção no domínio bibliográfico, continuando a surgir implementações sobretudo nas bibliotecas nacionais europeias, nas bibliotecas académicas nos Estados Unidos da América, em redes e serviços cooperativos (como a Europeana e a Online Computer Library Center - OCLC) e em muitos projetos no domínio do património cultural bibliográfico.

A vitalidade das iniciativas de dados ligados no domínio bibliográfico tem, ainda, sido demonstrada nos questionários regulares da OCLC, tendo os resultados de 2018 referenciado um total de 104 projetos levados a cabo por 81 respondentes, 49 dos quais são redes de bibliotecas, bibliotecas nacionais, públicas e de investigação. Resultou do mesmo questionário que dos conjuntos de dados mais utilizados em 2018, se destacam com mais de 100.000 *requests* por dia: o thesaurus da American Numismatic Society, os dados da Bibliothèque nationale de France, da Europeana, da Library of Congress, o catálogo bibliográfico da OCLC e o VIAF – *Virtual International Authority File*; e, com mais de 50.000 *requests* diários, a British Library e a National Library of Finland (Smith-Yoshimura, 2018).

No que respeita às normas bibliográficas, o RDA, o BIBFRAME, a ISBD e o LRM têm igualmente vindo a ser publicados, ao longo da última década, como ontologias expressas em RDF/OWL, referindo o questionário da OCLC que o BIBFRAME foi, em 2018, a oitava ontologia mais utilizada (27% dos respondentes declararam usá-lo), sendo o RDA a ontologia mais citada nas respostas, seguida pelo FRBR, em quinto lugar, e pela ISBD, na oitava posição. Em três anos (de 2015 a 2018) a utilização do BIBFRAME duplicou (Smith-Yoshimura, 2018).

Apesar de nos últimos anos as iniciativas de dados ligados continuarem a crescer de forma encorajadora, apresentando cada vez mais maturidade, a maioria destes projetos mantêm uma natureza experimental e académica (Smith-Yoshimura, 2018), não tendo ainda reflexos na grande maioria dos sistemas de informação bibliográfica. No mesmo questionário da OCLC refere-se, nomeadamente, que a Biblioteca Pública de Oslo (Deichman Bjørvika) declarou ser a primeira e a única biblioteca que cataloga, em ambiente de produção, diretamente em dados ligados.

No mesmo sentido aponta a revisão da literatura feita por Gaitanou et al. (2022), referindo-se ao “forte contraste entre a Web e os principais catálogos das bibliotecas de instituições culturais que existem em silos, isolados do ecossistema mais amplo da Web”. Assim, diremos que permanece atual a apreciação de Karen Coyle (2010a) de que a integração de dados bibliográficos com outros sistemas na Web é, para a grande maioria das bibliotecas, apenas parcial, pois esses dados “estão na Web, mas

não são da Web”: são texto codificado mas não seguem os *standards* da Web Semântica, para poderem ser identificados e utilizados nesse contexto.

No que se refere aos normativos bibliográficos (RDA, LRM, BIBFRAME, etc.), parece-nos igualmente permanecer atual a afirmação de Coyle (2016) relativa à falta de maturidade dos dados bibliográficos como dados ligados, impeditiva de que os mesmos possam ser usados na definição de uma estratégia de dados ligados para a comunidade das bibliotecas, sobretudo no que se refere às ontologias bibliográficas. Com efeito, além da ligação entre os dados (LOD), as ontologias bibliográficas têm de garantir a ligação com outros os vocabulários de elementos ou ontologias, constituindo-se como vocabulários abertos ligados (LOV - *Linked Open Vocabularies*), i.e., vocabulários de alta qualidade que possam ser reutilizados para a descrição de dados ligados (Ullah, et al., 2018).

Apesar de ser consensual na literatura (Willer & Dunsire, 2013; Szeto, 2013; Sprochi, 2016) que os normativos bibliográficos LRM, RDA e BIBFRAME são convergentes com a Web Semântica e de os mesmos terem sido formalizados em ontologias OWL pelas próprias entidades que os desenvolveram, existem diversas críticas à interoperabilidade dessas ontologias, sendo este ainda “um assunto em aberto” que ultrapassa a mera conversão de conjuntos de dados bibliográficos para a Web Semântica, na medida em que incide sobre a criação de alinhamentos entre esses dados (Gaitanou, et al., 2022).

Permanecem, assim, atuais as declarações de autores como Godby, Wang & Mixter (2015) que reconhecem que apesar de haver uma massa crítica de dados bibliográficos disponibilizados como dados ligados, ainda não se verificou uma evolução consistente com essa massa crítica no que respeita aos normativos subjacentes. Por essa razão, é pertinente proceder, no próximo Capítulo, à análise da literatura em que são identificados os problemas de interoperabilidade das ontologias bibliográficas, através da avaliação da qualidade da respetiva transformação para a Web Semântica.



## Limitações das ontologias bibliográficas

Apresenta-se neste capítulo a análise da literatura sobre as insuficiências das ontologias bibliográficas, sob o ponto de vista das limitações a uma plena convergência das mesmas com os princípios e técnicas da Web Semântica, cuja resolução beneficiaria os sistemas de informação bibliográfica em termos de impacto dos dados abertos ligados.

### 2.1. Avaliação da qualidade dos dados na Web Semântica

Na análise da literatura sobre a avaliação de qualidade de ontologias bibliográficas, considerámos o trabalho de autores que adaptaram aos dados ligados critérios de qualidade de dados originalmente definidos para o mundo fechado das bases de dados, a saber, Hogan, et al. (2012); Zaveri, et al. (2012); Kontokostas, et al. (2014); Schmachtenberg, Bizer & Paulheim (2014), Farber, et al. (2016) e Dutta (2017). Tomou-se, ainda, em conta o trabalho de Poveda Villalón (2016), no âmbito da avaliação individual da qualidade de ontologias, adaptando-o à avaliação da interoperabilidade entre ontologias distintas.

As dimensões da qualidade dos dados utilizadas por estes autores foram, em Patrício, Cordeiro & Ramos (2020, 2021), enquadradas nos diferentes níveis em que a interoperabilidade se desenvolve, tendo-se sintetizado na figura abaixo as dimensões de avaliação de qualidade e critérios sugeridos pela literatura para cada nível. Com efeito, a interoperabilidade enquanto capacidade de dois ou mais sistemas partilharem informação, de modo a poderem utilizá-la, é a base em que assenta a avaliação da qualidade dos dados na Web Semântica.



Figura 2.1 - Dimensões de qualidade por nível de interoperabilidade (fonte: Patrício, Cordeiro & Ramos, 2020)

Do conjunto da bibliografia analisada resulta que, em regra, os conjuntos de dados bibliográficos apresentam conformidade com os princípios de dados ligados (interoperabilidade técnica) havendo, no entanto, um elevado nível de divergência nas implementações que pode impedir a interoperabilidade semântica e conduzir a problemas significativos quanto aos critérios da completude e consistência. Estas limitações são agravadas pelos problemas de qualidade sintática das linguagens atualmente utilizadas para o desenvolvimento de ontologias, que não permitem a deteção desses erros, nem podem ser utilizadas na validação da qualidade dos dados a esse nível.

A identificação dos problemas de interoperabilidade das ontologias bibliográficas que se apresenta em seguida resume a análise de literatura realizada em Patrício, Cordeiro & Ramos (2019, 2020 e 2021), acrescentando bibliografia adicional relevante não incluída nos artigos referidos.

## **2.2. Interoperabilidade técnica e sintática**

Embora a maioria dos autores considere que os conjuntos de dados bibliográficos estão, em geral, conformes com os princípios essenciais de dados ligados, Talleras (2018) chama a atenção para o facto de tal não se verificar no que respeita aos normativos bibliográficos, uma vez que os seus elementos não estão, em regra, descritos de forma processável por máquina, existindo problemas pontuais de interoperabilidade técnica, como limitações ao nível da desreferenciação, insuficiências na representação de dados em RDF, número reduzido de links externos e prevalência de ligação para dados de entidades congéneres (Papadakis, Kyprianos & Stefanidakis, 2015; Hogan, et al., 2012; Schmachtenberg, Bizer & Paulheim, 2014; Jett, et al., 2016; Talleras, 2018), conforme se apresentou em Patrício, Cordeiro & Ramos (2020, 2021).

Relativamente à interoperabilidade sintática, Hogan, et al. (2012), Farber, et al. (2016), Yee (2009) e Feeney, Brennan & Gleason (2018) apontam vários problemas de sintaxe ao RDFS/OWL, como a granularidade e atomicidade dos seus elementos, a necessidade de se evitar constructos mais complexos do RDF e problemas de incompatibilidade na respetiva utilização conjunta.

Ao nível da sintaxe, os problemas e incapacidades das linguagens da Web Semântica para a representação de dados bibliográficos consistem, sobretudo, na impossibilidade de validação de estruturas de dados e na inadequação do RDF, conforme se explica nos pontos seguintes.

### **2.2.1. Impossibilidade de validação de estruturas de dados**

O maior problema sintático consiste na “permissividade” das linguagens da Web Semântica, pois os constructos de restrição do RDFS/OWL apenas constroem a utilização de um elemento para efeitos de inferência de nova informação, não podendo ser usados para validação.

Por outro lado, a limitação da aplicação de determinada propriedade a uma entidade, que existe no FRBR-LRM enquanto constructo baseado no modelo E-R, não pode ser assegurada pelo RDFS/OWL,

que não limita a utilização de uma propriedade a determinada classe, pois mesmo que se utilizem restrições *range* e *domain*, esses constructos apenas permitem inferir nova informação, mas não validam a aplicação de determinada propriedade apenas às classes que são seu objeto (Baker, Coyle & Petiya, 2014). A mesma limitação surge no contexto da hierarquia, pois o RDF permite expressar transitividade de propriedades e classes, mas apenas para efeitos de inferência. A este propósito, Yee (2009) conclui que o RDF não resolve os problemas históricos de falta de transitividade dos modelos de dados bibliográficos, pois, por exemplo, permite ligar entidades FRBR WEMI (*Work, Expression, Manifestation, Item*) mas não de forma hierárquica. Constatamos, contudo, e ao contrário do que sustenta Yee, que o RDF permite expressar a transitividade da hierarquia entre classes e entre propriedades. As limitações do RDF relativamente à hierarquia surgem apenas quanto à herança de propriedades, não quanto à transitividade, como se demonstrará em 6.2.1.

### **2.2.2. Inadequação do RDF**

A Web Semântica recorre ao RDF no contexto das “representações do conhecimento” da inteligência artificial; no entanto, autores como Yee (2009) consideram este objetivo como divergente face à descrição bibliográfica, que pretende “representar informação” que descreva e indexe os recursos de modo a facilitar a sua recuperação. Baker, Coyle & Petiya (2014), chamam a atenção para o facto de as restrições RDF serem pouco adequadas à estrutura de grafos, tornando as ontologias bibliográficas menos reutilizáveis e mais isoladas. Yee (2009) coloca também a questão de saber se alguma vez a Internet será suficientemente rápida para agregar a informação equivalente a um recurso que se encontra dispersa em milhares de triplos RDF. Acresce a esta limitação o facto de no RDF as ligações serem unidireccionais, sendo necessário multiplicar ligações recíprocas (Yee, 2009). A OWL permite representar relações bidireccionais através de mecanismos de simetria, mas não se verifica que o recurso a estes mecanismos seja prática corrente na representação dos normativos bibliográficos como ontologias OWL, preferindo a grande maioria das ontologias bibliográficas recorrer à duplicação de propriedades (com inversão), conforme se constatará ao longo do Capítulo 6.

## **2.3. Interoperabilidade semântica**

A publicação de dados bibliográficos como dados ligados não se pode limitar ao cumprimento de requisitos de interoperabilidade técnica e sintática, antes terá de assentar na interoperabilidade semântica, que consiste na capacidade de dois ou mais sistemas trocarem e usarem ontologias, permitindo o acesso integrado aos dados (Hogan, et al., 2012; Dutta, 2017; Talleras, 2018). A qualidade das ontologias avalia-se pela forma como esses vocabulários de elementos de dados se interligam e mapeiam entre si, pelo modo como são reutilizados externamente, pelos padrões de modelação e pelo raciocínio permitido pela semântica que cada ontologia define (Hogan, et al., 2012).

Os pontos em que abaixo se desenvolvem os problemas de interoperabilidade semântica foram já apresentados em Patrício, Cordeiro & Ramos (2021), sendo agora enriquecidos com outros autores entretanto analisados.

### **2.3.1. Inadequação dos modelos conceptuais**

As insuficiências dos modelos conceptuais bibliográficos resultam quer de fragilidades do modelo FRBR, quer da inexistência de um modelo de referência que funcione como enquadramento conceptual para as ontologias bibliográficas.

No que respeita ao FRBR-LRM, em Patrício, Cordeiro & Ramos (2019 e 2020) foram resumidas as principais críticas a este modelo, que decorrem de os seus elementos terem sido derivados de normativos que assentam em paradigmas anteriores à Web Semântica (Murray, 2008; Willer & Dunsire, 2013). Estas limitações consistem essencialmente na incapacidade de o FRBR expressar hierarquia (Coyle, 2015; Zapounidou, Sfakakis & Papatheodorou, 2016); no facto de o FRBR não ser verdadeiramente um modelo multi-entidade, não sendo o mais adequado a uma perspetiva das entidades como pontos de vista, pois efetua uma demarcação rígida das entidades WEMI e especifica com pouca clareza as relações entre as mesmas (Murray & Tillet, 2011; Baker, Coyle & Petiya, 2014; Martin & Mundle, 2014); e na modelação E-R tanto do FRBR como do LRM, uma técnica própria do “mundo fechado” das bases de dados (Coyle, 2015), o que pode ter conduzido a que a publicação do modelo FRBR-LRM para a Web Semântica se tenha limitado a uma mera “transcrição sintática” e superficial para RDF (Willer & Dunsire, 2013; Baker, Coyle & Petiya, 2014).

A ausência de um enquadramento conceptual das ontologias bibliográficas manifesta-se na aplicação conjunta de normas com níveis de abstração e modelos conceptuais muito distintos, correndo as bibliotecas o risco de estar a abandonar “silos” de dados MARC e a adotar “silos” de dados ligados, por os modelos que estão a ser adotados poderem ser incompatíveis (Suominen & Hyvonen, 2017). Neste mesmo sentido, Svensson (2013) refere que o BIBFRAME poderia ter correspondido a uma solução próxima de um modelo conceptual comum, tendo, no entanto, evoluído para um formato de codificação, dada a necessidade de substituir o MARC21.

Em Patrício, Cordeiro & Ramos (2019, 2020, 2021) foi feita a revisão da literatura crítica da forma como os normativos bibliográficos foram publicados como dados ligados, que aponta para: o facto de tal publicação não assentar num modelo explícito baseado em entidades e relações, como é próprio da Web Semântica (Svensson, 2013; Willer & Dunsire, 2013); as limitações dos formatos MARC, enquanto ficheiros “planos” assentes em “dados textuais” (Voss, 2013); e a proliferação de ontologias desenvolvidas localmente por bibliotecas como “campos de teste” para a experimentação de modelos de transformação de dados (Godby, 2016).

Suominen & Hyvonen (2017) referem o problema da sobreposição de níveis de transformação dos normativos bibliográficos em dados ligados, existindo ontologias que se baseiam conceptualmente na “família MARC”, ou no “registo plano”, e normativos que se enquadram conceptualmente em modelos baseados em entidades, i.e., no modelo conceptual FRBR-LRM. Estes autores referem-se ainda a perfis de aplicação e conjuntos de dados de bibliotecas locais que misturam numa mesma ontologia elementos de normativos bibliográficos baseados em modelos conceptuais distintos. A existência de um modelo conceptual enquadrador evitaria a sobreposição incoerente ou potencialmente conflituante de elementos, garantindo um relacionamento consistente entre os diferentes tipos de ontologias bibliográficas.

### 2.3.2. Problemas nas estruturas de dados

Esta dimensão de análise da qualidade das ontologias refere-se à forma como os recursos são descritos, considerando a estrutura explícita dos dados e a inferência de informação a partir dessas declarações (Hogan, et al., 2012; Vrandečić, 2010). Para além das limitações apontadas na literatura e já mencionadas em Patrício, Cordeiro & Ramos (2021), é necessário acrescentar os problemas reportados por Zapounidou (2020) quanto a divergências entre o LRM e o BIBFRAME nas restrições de cardinalidade da relação entre *Obras* e *Manifestações*, a incompatibilidades entre o LRM/RDA e o BIBFRAME no que respeita à granularidade das classes bibliográficas nucleares, e a pouca clareza conceptual que advém da falta de relacionamento semântico entre termos polissémicos ou sinónimos de diferentes ontologias.

- **Subutilização de mecanismos semânticos**

A principal insuficiência apontada na literatura ao nível das estruturas de dados no domínio bibliográfico consiste na reduzida aplicação de mecanismos semânticos de descrição. Com efeito, as ontologias bibliográficas não estão a beneficiar plenamente da potencialidade dos dados ligados, pois não recorrem a mecanismos semânticos básicos como a classificação, a equivalência, a transitividade ou a hierarquia de classes e propriedades. Este facto impede, por exemplo, que a partir da hierarquia entre classes se possa inferir todas as instâncias de uma classe local como indivíduos de uma classe externa, obrigando à aplicação direta de classes externas ao nível das instâncias, em vez da sua reutilização ao nível dos vocabulários de elementos.

Por outro lado, o recurso a relações *ad hoc* em vez da utilização de mecanismos semânticos primitivos do RDF e OWL tem, como aponta Poveda Villalón (2016), consequências graves como a ausência de inferência, o isolamento dos elementos das ontologias e a falta de transitividade<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Denominam-se como “primitivos” os elementos ou relações cujos mecanismos de abstração estão definidos de forma inerente (“built-in”) à linguagem de modelação; por oposição a relações ou propriedades *ad hoc* (Poveda

- **Disjunção WEMI**

Entre os modelos LRM e RDA/BIBFRAME existe um problema de interoperabilidade semântica grave, ao nível da estrutura de relacionamento entre as classes bibliográficas nucleares WEMI que no LRM é definida como sendo uma relação disjunta, i.e., uma instância só pode pertencer a apenas uma classe WEMI, enquanto no RDA e no BIBFRAME um recurso pode ser uma instância de várias entidades WEMI em simultâneo. Os raciocinadores vão apontar erros e inconsistências no relacionamento do LRM com qualquer outro modelo na Web Aberta, pois a disjunção é uma regra lógica muito específica que não se adequa ao ambiente aberto da Web, já que a inconsistência dos dados os torna difíceis de processar, podendo mesmo levar a que qualquer operação sobre os mesmos seja precludida em ambiente aberto (Baker, Coyle & Petiya, 2014).

Por outro lado, a disjunção WEMI é uma restrição artificial que pode não ter correspondência com o universo do discurso (Voss, 2013) pois os recursos bibliográficos podem ser instâncias de mais do que uma classe WEMI (Baker, Coyle & Petiya, 2014). A disjunção corresponde a uma demarcação rígida de classes que põe em causa as características de “multi-entidade” do modelo conceptual bibliográfico, em que vários pontos de vista podem ser conciliados, nomeadamente no que respeita à variação cultural na conceptualização das WEMI (Murray & Tillett, 2011; Martin & Mundle, 2014).

Por último, a disjunção WEMI do LRM tem como consequência a ausência de transitividade própria da hierarquia, pelo que as relações primárias entre as entidades WEMI se tornam uma sequência ou cadeia de instâncias sem qualquer relação transitiva ou hierárquica (Zapounidou, Sfakakis & Papatheodorou, 2016), impedindo a partilha de propriedades e relações e a possibilidade de pertencer a mais do que uma classe WEMI (Coyle, 2015).

No ponto que se segue abordamos a questão da hierarquia WEMI de forma autónoma da disjunção, quer porque a segunda pode não ser a única causa da primeira, quer porque existem divergências na literatura quanto a esta questão que justificam um ponto distinto.

- **Hierarquia WEMI**

Conforme se referiu acima, a hierarquia WEMI não é possível no LRM porque as instâncias WEMI são definidas por este normativo como disjuntas, i.e., cada instância só pode pertencer a uma classe WEMI. Isto significa que não pode haver relações de subclasse entre as WEMI no LRM, pois nesse caso qualquer instância de uma subclasse WEMI seria instância das superclasses WEMI. Há autores para quem a omissão da hierarquia WEMI no LRM advém da impossibilidade sintática de representar a hierarquia na versão do E-R utilizada no modelo LRM. Já a omissão de representação da hierarquia

---

Villalón, 2016), cujas propriedades de transitividade, herança, equivalência, etc., não estão definidas na linguagem de modelação, podendo ser adicionadas posteriormente por cada modelo.

WEMI no RDA e no BIBFRAME não é uma questão sintática, pois estes normativos não foram formalizados em E-R. Apesar desse facto e de não imporem a disjunção WEMI, nenhum desses normativos define as relações primárias entre as WEMI como hierarquias.

Por outro lado, existem na literatura divergências de opinião não só quanto à natureza hierárquica das relações primárias WEMI, mas também sobre o próprio conceito de hierarquia e respetivas propriedades. Na linha dos autores que defendem a existência de uma hierarquia WEMI, salientam-se Svenonius (2000) e Renear & Choi (2006), para quem as instâncias de uma classe inferior WEMI são também instâncias da classe superior, herdando, por esse motivo, as suas propriedades. Estes autores defendem que, no caso do FRBR, a herança deve “limitar-se” às propriedades de classes WEMI explicitamente definidas como tal pelo FRBR ou derivadas de relações bibliográficas primárias ainda que não hierárquicas (propriedades relacionadas por “implicação”). Autores como Karen Coyle (2016), por outro lado, defendem não existir uma hierarquia de tipo taxonómico entre as WEMI, pois uma *Expressão* não é “um tipo de” *Obra*, por exemplo, mas que poderá haver entre essas classes uma herança de “relações”, i.e., a transitividade das relações primárias, não por haver hierarquia, mas por serem declaradas com transitivas.

### **2.3.3. Insuficiências na interligação de ontologias**

No setor das bibliotecas, a ausência de um enquadramento conceptual e metodologia comuns para a criação ou mapeamento de dados ligados tem conduzido - tanto ao nível dos normativos, como das iniciativas locais de transformação de dados - a um número excessivo de ontologias bibliográficas, cuja heterogeneidade, sobreposição e ausência de interligação tornam difícil a pesquisa, integração e reutilização de dados (Jain et al., 2010; Willer & Dunsire, 2013; Coyle, Silvello, & Tammara, 2014; Talleras, 2018). Como se apresentou em Patrício, Cordeiro & Ramos (2020, 2021), a proliferação de ontologias bibliográficas locais é bem evidenciada quer pelos resultados do inquérito da OCLC (Smith-Yoshimura, 2018), quer pela análise de Talleras (2018). Para além dos baixos níveis de reutilização de ontologias, a literatura aponta ainda outros dois problemas na reutilização de vocabulários externos: a má utilização de ontologias externas (nomeadamente, o “*cherry-picking*”, e a “*pilhagem*” de ontologias) e os mapeamentos ponto-a-ponto.

A metodologia “*cherry-picking*” (Godby, 2016), que consiste na utilização de elementos de vocabulários externos, misturados com classes e propriedades locais, tem sido seguida no desenvolvimento de ontologias bibliográficas. Não sendo em si mesma uma má prática, esta metodologia só é útil se incluir ligações para os elementos externos (Hogan, et al., 2012), o que não tem sido a prática nem ao nível dos normativos bibliográficos, nem quanto às iniciativas locais de dados bibliográficos ligados, conforme referido em Patrício, Cordeiro & Ramos (2019).

Pelo reduzido número de ligações para elementos externos, as ontologias bibliográficas não beneficiam da reutilização de vocabulários conhecidos, que suportem a interoperabilidade, aumentem a utilização de uma semântica comum e a usabilidade por terceiros. Outro problema consiste na utilização de elementos externos de forma direta, ao nível das instâncias de dados, ou seja, sem que haja um alinhamento explícito com outros vocabulários, por exemplo, através de declarações de equivalência (Jett et al., 2016). Por último, a consequência mais grave que decorre da falta de ligação entre ontologias é o risco de se tornarem “ontologias proprietárias”, não reutilizadas por nenhum outro vocabulário externo e sendo utilizadas apenas por um único conjunto de dados (Schmachtenberg, Bizer & Paulheim 2014).

A “pilhagem” de ontologias (“ontology hijacking”), consiste na inadequada utilização de elementos de ontologias externas (Hogan, et al., 2012; Talleras, 2018; Feeney, Brennan & Gleason, 2018), na inconsistência da combinação com elementos locais e na alteração explícita dessas ontologias. Em Patrício, Cordeiro & Ramos (2021) apresentámos os resultados das análises de qualidade a ontologias bibliográficas quanto a este aspeto efetuadas por Feeney, Brennan & Gleason (2018) e Kontokostas, et al. (2014).

Tal como se referiu em Patrício, Cordeiro & Ramos (2019, 2020 e 2021), os mapeamentos entre ontologias bibliográficas estão a ser efetuados como *crosswalks* ou mapeamentos esquema-a-esquema próprios do XML (por exemplo, mapeamentos dos normativos da IFLA, mapeamentos RDA/LRM e RDA/ISBD). Este tipo de relacionamento entre elementos de vocabulários diferentes assegura uma “interoperabilidade por mapeamento” que facilita a troca de dados entre esquemas diferentes, mas não resolve questões de compatibilidade semântica (Howarth, 2012). Efetivamente, este tipo de mapeamento resulta em relações 1:1, mas não assegura a interoperabilidade semântica em relações de correspondência multilateral (1:\* ou \*:1), em que múltiplas classes ou propriedades de uma ontologia correspondem a uma só classe ou propriedade de outra ontologia; nem em situações de falta de correspondência de uma classe ou propriedade dum modelo no outro (Howarth, 2012; Zapounidou, 2020).

Para ultrapassar as limitações dos mapeamentos ponto-a-ponto, precisamos considerar não apenas o recurso a mecanismos de ligação semântica entre os elementos, atributos, entidades e relações existentes nas diferentes ontologias (Doerr, Riva & Zumer, 2012), mas também a adoção de outras técnicas de integração que não se limitem à transformação entre ontologias do mesmo nível, mas que consistam na criação de uma ontologia de mediação que represente, a um nível de abstração superior, as conexões semânticas entre vocabulários.

No próximo capítulo apresentamos a revisão da literatura sobre estas duas técnicas de resolução de problemas de interoperabilidade entre ontologias: as técnicas de interoperabilidade por transformação e técnicas de integração de ontologias por mediação.



## Técnicas de interoperabilidade

Para resolver os problemas de interoperabilidade entre metadados bibliográficos identificados no Capítulo 2, que advêm de serem agregados de fontes com estruturas semanticamente heterogêneas, existem diferentes soluções que se analisam nos pontos seguintes e cujo enquadramento se resume no quadro abaixo:

Quadro 3.1 - Técnicas de interoperabilidade semântica

Método	Técnicas de interoperabilidade semântica
Transformação	<i>Standard</i> ou modelo único
	Perfis de aplicação
	<i>Crosswalks</i>
Mediação ou integração	Alinhamento
	Fusão

Os métodos de interoperabilidade semântica do tipo transformativo consistem num conjunto de regras que descrevem a conversão de um modelo de origem noutro modelo de destino, sem que haja criação de um modelo distinto dos modelos-base que se pretende tornar interoperáveis. As técnicas de transformação distinguem-se dos métodos de mediação, pois nestes últimos a reconciliação das diferenças entre os modelos heterogêneos dá origem a um novo modelo (Parreiras, Staab & Winter, 2007).

O mapeamento consiste na especificação declarativa de correspondências entre elementos de dois modelos (Parreiras, Staab & Winter, 2007), existindo tanto nos métodos de transformação, como na mediação, podendo ser uma fase prévia de um processo de transformação (como sucede nas *crosswalks*, por exemplo) e existindo em qualquer uma das técnicas de mediação.

### 3.1. Técnicas de transformação

Dos métodos do tipo transformativo mais comuns para a resolução dos problemas de interoperabilidade seleccionámos para análise as técnicas de transformação (i) por adoção de *standards* uniformes, (ii) os perfis de aplicação e (iii) os *crosswalks*, por serem três técnicas em que, no estudo de Haslhofer & Klas (2010), não foram detetados: conflitos ao nível dos constrangimentos, incompatibilidades no nível de abstração, problemas de correspondências multilaterais, discrepâncias no nível de metadados ou problemas na cobertura do domínio.

(i) A adoção de *standards* uniformes pressupõe que todos os sistemas de informação adotem um único modelo, comum a todos. Tradicionalmente foi o método mais utilizado nas bibliotecas (ex., MARC), sendo a solução conceptualmente mais simples (Chan & Zeng, 2006; Haslhofer & Klas, 2010).

(ii) Os perfis de aplicação consistem na combinação de elementos de esquemas de metadados diferentes, com vista à respetiva otimização para um determinado domínio de aplicação (Haslhofer & Klas, 2010) ou a satisfação de necessidades e requisitos locais, utilizando um conjunto de orientações e políticas de aplicação estabelecidas para esse grupo de utilizadores (Chan & Zeng, 2006). A utilização de perfis de aplicação assegura uma estrutura básica similar e elementos comuns, enquanto permite diferentes níveis de profundidade e detalhe, mas, em regra, não permite que sejam definidos novos elementos de esquemas inexistentes (Chan & Zeng, 2006).

(iii) Por último, os mapeamentos de esquemas de metadados ou *crosswalks* são representações formais de correspondências entre elementos de diferentes esquemas de metadados (Cordeiro, 2005). O mapeamento entre dois *standards* permite que as instâncias de um deles fiquem disponíveis para as comunidades que utilizem o outro esquema de metadados (St. Pierre & La Plant, 1999). Este método é também denominado mapeamento “one-to-one”, “elemento a elemento” ou “ponto-a-ponto”, pois os elementos, semântica e sintaxe de um esquema de metadados são mapeados para outro esquema (NISO, 2004 apud Chan & Zeng, 2006). Este mapeamento direto corresponde à técnica de interoperabilidade mais utilizada no domínio dos sistemas de informação (Chan & Zeng, 2006).

O Quadro 3.2 resume as principais vantagens e inconvenientes de cada técnica de transformação:

Quadro 3.2 - Vantagens e inconvenientes da transformação semântica

Técnicas de transformação	Vantagens	Inconvenientes
<i>Standards</i>	Não ocorre nenhum destes problemas (Haslhofer & Klas, 2010): conflitos ao nível dos constrangimentos, incompatibilidades no nível de abstração, problemas de correspondências multilaterais, discrepâncias no nível de metadados e problemas na cobertura do domínio.	Nem sempre é prática, sobretudo em ambientes heterogêneos, com esquemas muito específicos (Chan & Zeng, 2006).
	Solução conceptualmente simples (Chan e Zeng, 2006).	Técnica não adequada a ambientes abertos como a Web Semântica (Haslhofer & Klas, 2010).
Perfis de aplicação	Não ocorre nenhum destes problemas (Haslhofer & Klas, 2010): conflitos ao nível dos constrangimentos, incompatibilidades no nível de abstração, problemas de correspondências multilaterais, discrepâncias no nível de metadados e problemas na cobertura do domínio.	Em regra, não podem ser definidos novos elementos de esquemas inexistentes (Chan & Zeng, 2006).
	Semântica consensual.	Na Web Semântica não pode ser garantido consenso semântico não formalizado.
<i>Crosswalks</i>	Não ocorre nenhum destes problemas (Haslhofer & Klas, 2010): conflitos ao nível dos constrangimentos, incompatibilidades no nível de abstração, problemas de correspondências multilaterais, discrepâncias no nível de metadados e problemas na cobertura do domínio.	Técnica de mapeamento que não utiliza a infraestrutura da Web (Haslhofer & Klas, 2010).
	É a técnica mais forte pois consegue a vantagem enunciada acima, sem recorrer a nenhum modelo comum (Haslhofer & Klas, 2010).	Técnica desadequada na conversão de esquemas mais ricos para esquemas mais pobres (em mapeamentos absolutos) e de esquemas mais complexos para esquemas mais simples (em mapeamentos relativos). Não resolve a sobreposição de elementos, nem a falta de correspondência entre elementos (St. Pierre & La Plant, 1998; Chan & Zeng, 2006).

Conforme se resume no quadro acima, o recurso a *standards* ou modelos únicos é desadequado ao ambiente aberto da Web Semântica, pelo que não foi selecionado para a resolução dos problemas de interoperabilidade entre as ontologias bibliográficas. Com efeito, se na indústria a interoperabilidade é alcançada pela *standardização* de componentes físicos, no domínio da informação a interoperabilidade significa mediação de heterogeneidade, em vez de simples *standardização* (Cordeiro, 2005). As desvantagens dos perfis de aplicação acima enunciados também desaconselharam a sua adoção no âmbito deste trabalho, quer pela dificuldade em garantir consensos semânticos não formalizados no ambiente da Web aberta, quer porque em regra não é permitido definir novos elementos num perfil de aplicação. No que respeita aos *crosswalks* verificámos que, apesar de ser a técnica mais utilizada no âmbito do relacionamento entre ontologias, não só não se adequam à infraestrutura da Web, como apresentam as desvantagens próprias de um mapeamento elemento-a-elemento que estão na base de grande parte dos problemas de interoperabilidade das ontologias bibliográficas, conforme se mencionou no ponto 2.4.3. Para além destes inconvenientes, a nossa não opção pelo método de *crosswalk* assenta nos problemas de escalabilidade e na necessidade de escolher um método de tipo não transformativo, conforme se explicita nos pontos seguintes.

### 3.1.1. Problemas de escalabilidade dos métodos transformativos

Para além dos problemas gerais acima elencados para os mapeamentos entre esquemas de metadados, podemos considerar a pouca escalabilidade do *crosswalk*, como uma das características negativas desta técnica.

Na verdade, os mapeamentos entre esquemas de metadados do tipo “one-to-one” funcionam se os esquemas envolvidos forem em número reduzido, mas requerem grande esforço com múltiplos esquemas dado que os mapeamentos têm de ser feitos de forma recíproca (nos dois sentidos). Isto é, por cada ontologia que se queira mapear deverão ser adicionadas mais duas relações para cada ontologia já presente no mapa (Uschold e Gruninger, 1996; Chan & Zeng, 2006, Obstr, 2019). Por exemplo, para mapear 4 esquemas precisaríamos de 6 pares de mapeamentos, conforme se pode observar na figura seguinte. À medida que o número, a extensão e a complexidade dos esquemas de metadados cresce o *crosswalk* torna-se cada vez mais difícil.

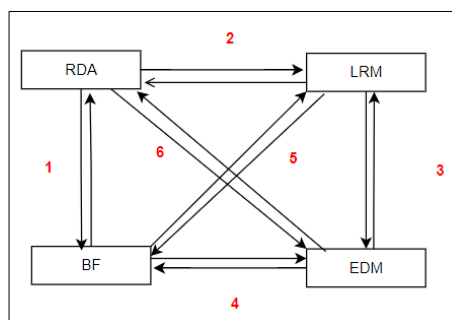


Figura 3.1 - Mapeamentos ponto-a-ponto entre quatro esquemas de metadados

Estes problemas de escalabilidade não se verificam nos métodos de mediação ou integração de ontologias (Obstr, 2019), em que se inscrevem as ontologias “inter-lingua” (Uschold e Gruninger, 1996) e “switching across” (Chan e Zen, 2006), que se analisam no ponto seguinte.

### 3.2. Técnicas de mediação ou integração

Conforme se referiu anteriormente, as técnicas de mediação distinguem-se das técnicas transformativas, por a reconciliação entre os modelos heterogéneos (também denominados modelos-base) dar origem a um novo modelo que faz a mediação entre os anteriores (Parreiras, Staab & Winter, 2007). Usaremos o termo “mediação” e “integração” como sinónimos neste tipo de técnicas.

Partindo do trabalho de Parreiras, Staab & Winter (2007), de Noy (2003), de Malik, Prakash & Rizvi (2010, 2011) e da análise da literatura sobre integração de ontologias feita por Keet (2004), enquadrámos as técnicas de interoperabilidade por mediação do seguinte modo:

Quadro 3. 3 - Técnicas de mediação semântica

Técnicas de mediação	Descrição	Sub-técnicas
Alinhamento	<p>As ontologias-base não são substituídas pela ontologia de integração (Obstr, 2019).</p> <p>Ontologia-ponte ou fusão incompleta: as ontologias-fonte não são substituídas, a ontologia de mediação é uma <i>view</i> que importa as ontologias originais (Malik, Prakash &amp; Rizvi, 2010).</p>	<p>Ontologia-mapa: a ontologia de mediação só tem regras de mapeamento entre as ontologias-base (Heflin &amp; Hendler, 2000, apud Keet, 2004).</p> <p>Alinhamento - preserva os modelos-fonte e produz um novo modelo, com axiomas adicionais que descrevem a relação entre os conceitos-fonte (Parreiras, Staab &amp; Winter, 2007).</p> <p>Ontologia de intersecção: a ontologia de mediação pode renomear os conceitos das ontologias-base (Heflin &amp; Hendler, 2000, apud Keet, 2004).</p> <p>Técnica de composição: combinação de elementos de diferentes modelos que se referem a conceitos que se sobrepõem. O resultado é um modelo diferente. O modelo de mediação e os modelos-base têm dimensões diferentes para os elementos que se sobrepõem. A composição distingue-se do mapeamento, pois na composição há um “<i>weaving</i>”, uma “tecelagem” entre esses elementos, de que resulta uma peça com diferentes “fios” (Parreiras, Staab &amp; Winter, 2007).</p>
Fusão ( <i>merge</i> )	<p>As ontologias-base são fundidas na ontologia de destino, não sendo mantidas como ontologias autónomas. Corresponde ao conceito de unificação de ontologias de Sowa (1997, apud Keet, 2004).</p> <p>Fusão ou criação de um novo modelo baseado nos conceitos dos modelos-fonte (Parreiras, Staab &amp; Winter, 2007).</p> <p>Fusão completa: as ontologias-fonte são unificadas numa nova ontologia, que as substitui (Malik &amp; Rizvi, 2011).</p>	

### 3.2.1. Resolução dos problemas de escalabilidade

As técnicas de mediação permitem resolver o problema da reduzida escalabilidade dos métodos de transformação analisados no ponto 3.1.1, nomeadamente através do recurso ao “*switching across*”, técnica em que há um esquema (novo ou já existente) que é utilizado como mecanismo de *switch* (troca), atuando como canal entre os diferentes esquemas (Chan & Zeng, 2006). Esta solução é também denominada “ontologia inter-lingua” (Uschold e Gruninger, 1996) ou “integração de ontologias” (Obstr, 2019). Neste tipo de solução em estrela, a ontologia de integração funciona como uma “língua franca” (Obstr, 2019), com as seguintes vantagens:

- Cada ontologia que se acrescenta adiciona apenas duas ligações ao total do mapa (a relação à ontologia de integração e a sua inversa), não sendo necessário mapear-se com todas as ontologias-base.
- As relações entre as ontologias-base não precisam ser expressamente declaradas, podem inferir-se das relações com a ontologia de integração.

Conforme se exemplifica na figura abaixo, o recurso a uma ontologia de integração permite que, em vez de mapear cada par de esquemas num grupo como acontece nos mapeamentos “ponto-a-ponto”, cada esquema seja mapeado apenas uma vez para o esquema *switch*. Em vez de termos 6 pares de ligações como no *crosswalk* da Figura 3.1, temos apenas 4 pares de relações (v. Figura 3.2).

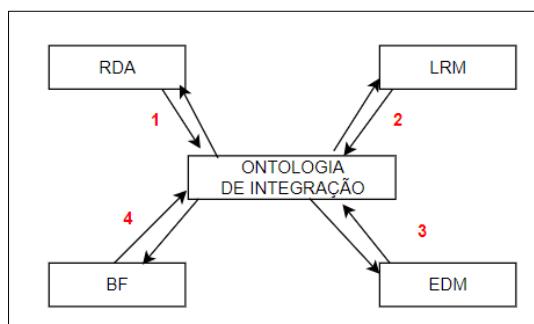


Figura 3.2 – Mapeamentos com recurso a ontologia de integração

Em vez de termos 6 pares de ligações como no *crosswalk* da Figura 3.1, temos apenas 4 pares de relações (v. Figura 3.2).

### 3.2.2. Técnica de interoperabilidade a adotar na OR

Analisando a revisão da literatura da última década sobre dados bibliográficos ligados feita por Gaitanou, et al. (2022) e considerando a nossa própria análise da bibliografia sobre o tema, constatamos que os métodos utilizados para a interoperabilidade entre modelos bibliográficos heterogéneos se inscrevem nas técnicas de interoperabilidade por transformação, predominando o mapeamento por *crosswalk* e por perfis de aplicação, com os inconvenientes já apontados.

Não tendo, assim, conhecimento de qualquer referência de aplicação, às ontologias bibliográficas, de técnicas de interoperabilidade por mediação e considerando que os mapeamentos ponto-a-ponto não só não resolvem os problemas de interoperabilidade, como apresentam sérias limitações à conjugação de várias ontologias, propusemo-nos investigar a hipótese de a integração por mediação ser uma solução para os problemas de interoperabilidade das ontologias bibliográficas apresentados no capítulo anterior.

Para a resolução dos problemas de interoperabilidade semântica entre as ontologias bibliográficas apresentados no Capítulo 2 terá de recorrer-se a métodos de mediação entre ontologias, nomeadamente às técnicas de alinhamento, por interseção/composição, dado serem as mais adequadas à Web Semântica, permitindo a integração semântica de conceitos e estruturas das ontologias-base, através da definição de novos elementos e inferência de nova informação. Neste sentido, é explorada a possibilidade de adotar um método de integração das ontologias bibliográficas que designamos “interligação semântica de mediação” e que combina as seguintes técnicas de mediação acima apresentadas: alinhamento, intersecção e composição.

Este método de integração de ontologias, aplicado a uma seleção de ontologias bibliográficas, será desenvolvido a partir do próximo capítulo, em que se apresentam as questões a que a investigação pretende responder e a metodologia geral de modelação adotada.

## Objeto de investigação e metodologia geral

Apresentamos neste capítulo as principais questões de investigação e a metodologia geral seguida no trabalho de modelação.

### 4.1. Objeto de investigação

As questões a que a presente investigação visa dar resposta surgem na sequência da revisão da literatura efetuada nos capítulos anteriores e apresentam-se no seguinte quadro:

Quadro 4.1 - Questões da investigação

Questões da investigação	Limitações das ontologias bibliográficas
<i>Questão 1</i> – Podem os mecanismos da Web Semântica apoiar a resolução dos problemas de interoperabilidade entre ontologias bibliográficas?	Problemas de estruturas de dados identificados em 2.3.2.
<i>Questão 2</i> – É possível, pela aplicação de técnicas de interoperabilidade por mediação, através de uma OR, resolver as insuficiências na interligação entre ontologias bibliográficas?	Problemas de má utilização de ontologias externas e que decorrem do mapeamento ponto-a-ponto identificados em 2.3.3. e 3.1.
<i>Questão 3</i> – A utilização da linguagem SHACL numa ontologia de mediação permite impor constrangimentos e validar restrições no domínio bibliográfico?	Problemas de restrição e validação de estruturas de dados (ponto 2.2.1.) e de má utilização de ontologias externas (v. ponto 2.3.3.)

### 4.2. Diagrama de contexto

O diagrama abaixo apresentado representa as componentes essenciais que contextualizam a presente investigação, criado a partir do Modelo de Referência SOA – *Service Oriented Architecture*, da OASIS (MacKenzie, et al., 2006).

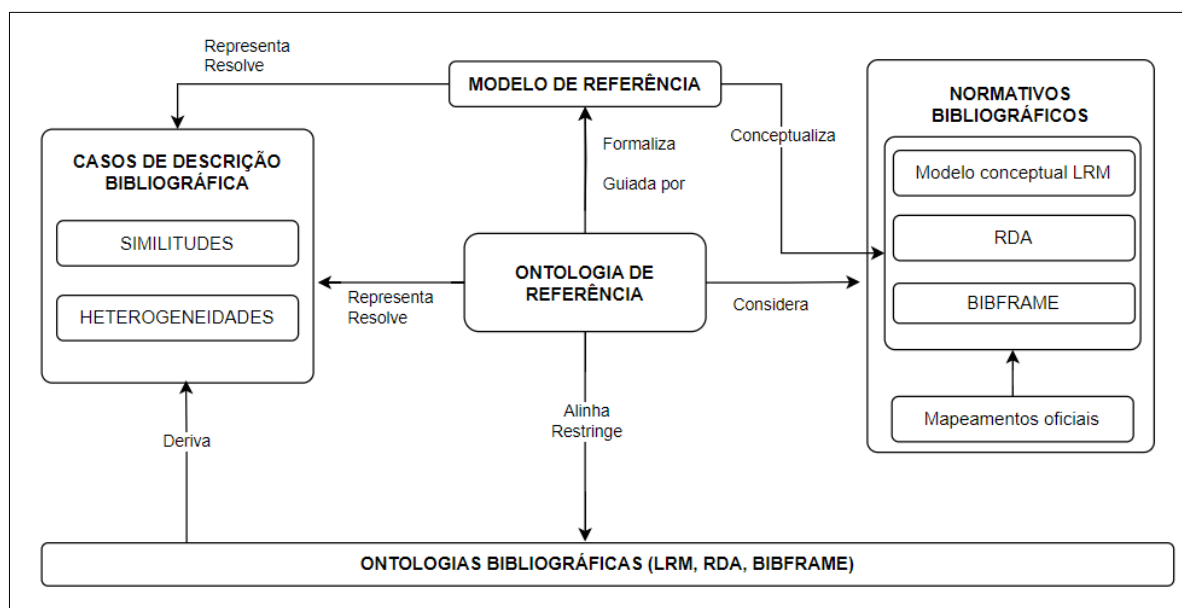


Figura 4.1 - Diagrama de contexto (inspirado em MacKenzie, et al., 2006)

#### 4.2.1. Normativos bibliográficos e mapeamentos considerados

Não sendo possível analisar comparativamente, nem alinhar e integrar todas as ontologias bibliográficas com problemas de interoperabilidade identificados na literatura, optámos por deixar de parte os perfis de aplicação e ontologias locais de bibliotecas individuais, focando-nos nos normativos bibliográficos, de que seleccionámos três ontologias: o modelo LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), o RDA (RSC, 2021b) e o BIBFRAME (LoC, 2016).

Estes três normativos foram escolhidos pela respetiva abrangência internacional, por serem *standards* “de facto” seguidos pela comunidade das bibliotecas e por corresponderem aos três níveis de descrição bibliográfica (Szeto, 2013), referenciados no Capítulo 1: modelo conceptual, regras de descrição e normas de codificação.

Quadro 4.2 - Nível / função dos normativos selecionados - LRM, RDA e BF

NÍVEL / FUNÇÃO	NORMATIVO
Modelos conceptuais	LRM - Library Reference Model
Regras de descrição	RDA – Resource Description & Access
Normas de codificação	BIBFRAME - Bibliographic Framework Initiative

Outra razão para a seleção destes normativos prende-se com o facto de todos terem sido desenvolvidos já no contexto da Web e dos dados abertos ligados (LOD), sendo considerados pela generalidade da literatura como conceptualmente adequados ao paradigma da Web Semântica, como se explica com mais detalhe abaixo na descrição de cada normativo.

- **Library Reference Model (LRM)**

O LRM visa constituir-se como um modelo consistente para o domínio bibliográfico (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), tendo sucedido ao modelo FRBR (IFLA, 1998), que foi o primeiro modelo sistemático do domínio bibliográfico, explicitando de forma estruturada os conceitos que o compõem e que, anteriormente, estavam apenas implícitos nos normativos bibliográficos (Galvão, 2014).

O modelo LRM foi aprovado pela IFLA em 2017, visando não apenas uma consolidação editorial dos modelos da família FRBR<sup>3</sup>, mas também a construção de um modelo único e coerente que possa ajudar a estruturar os dados bibliográficos com maior clareza, adequando-os à Web Semântica (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017). Já anteriormente, os modelos conceptuais FRBR, que o LRM substituiu, tinham sido considerados como os alicerces para a publicação de dados bibliográficos na Web Semântica (Willer & Dunsire, 2013).

Tanto o FRBR como o LRM foram desenvolvidos no contexto normativo internacional, consolidando matérias que desde há muitos anos eram objeto de teorização académica, revelando

---

<sup>3</sup> Inclui, para além do FRBR, os modelos *Functional Requirements for Authority Data* (FRAD), publicado em 2009, e *Functional Requirements for Subject Authority Data* (FRSAD), publicado em 2010.



grande consenso e validação profissional (Galvão, 2014). Por estes motivos, na construção do MR e da OR partiremos dos conceitos essenciais e das relações definidos no modelo LRM.

- **Resource Description & Access (RDA)**

O alinhamento das regras de descrição com o FRBR implicou uma revisão profunda das regras de catalogação, tendo-se iniciado, no início dos anos 2000, um processo de revisão das AACR. A partir de 2005, tornou-se claro que para a implementação do FRBR não era suficiente rever as regras anteriores, tendo-se optado pela elaboração de um novo código de catalogação, o RDA, que viria a ser oficialmente lançado em 2010, como *standard* internacional de descrição de recursos bibliográficos tanto no ambiente tradicional, como no âmbito da Web Semântica.

Com efeito, o RDA é considerado pela generalidade da bibliografia como sendo convergente com a Web Semântica, não apenas por ser compatível com o modelo conceptual FRBR-LRM, usado pelo RDA como enquadramento das regras de catalogação, mas também por estar expresso em RDF e se destinar ao ambiente digital e aos dados ligados (Szeto, 2013; Coyle, 2015; Sprochi, 2016; Oliver, 2021).

O RDA compreende um conjunto de elementos de dados, orientações e instruções, publicado no denominado *RDA Toolkit* (RSC, 2021b), que está disponível como ferramenta Web de forma articulada com o *RDA Registry* (RSC, 2021a), de modo a tornar mais fácil a sua utilização.

- **BIBliographic FRAMEwork Initiative (BIBFRAME)**

O BIBFRAME resulta de um trabalho de reflexão e discussão que levou à criação, em 2006, de um grupo de trabalho sobre o “futuro do controlo bibliográfico” e que viria, em 2008, a reconhecer a necessidade de substituição do formato MARC por um formato de metadados mais flexível e extensível (Zapounidou, 2020). Este processo foi liderado pela Library of Congress, que anuncia, em outubro de 2011, o projeto “Bibliographic Framework Transition Initiative” que esteve na base do BIBFRAME e que, no domínio bibliográfico, marca a transição da web tradicional para a Web Semântica no domínio bibliográfico (Guerrini & Possemato, 2016).

Em novembro 2012, é publicado o relatório que apresenta o BIBFRAME (Miller, et al., 2012) como iniciativa para redefinir a codificação de dados bibliográficos aplicando princípios e tecnologias de dados ligados, de modo a torná-los parte mais integrante da Web.

O quadro seguinte identifica as versões das ontologias/modelos LRM, RDA e BF consideradas neste trabalho:

Quadro 4. 3 - Versões do LRM, BF e RDA consideradas na investigação

Modelo	Versão	Data consulta	Agência de manutenção	Formalização
LRM	Dez. de 2017 <sup>4</sup>	Julho 2020	IFLA – International Federation of Library Associations and Institutions	Modelo entidade-relação (E-R) <sup>5</sup>
RDA	4.0.4, março 2021 <sup>6</sup>	Abril 2021	RSC - RDA Steering Committee (com alargada representação internacional)	OWL – Web Ontology Language <sup>7</sup>
BIBFRAME	2.0.1, maio 2016 <sup>8</sup>	Abril 2021	Library of Congress	OWL – Web Ontology Language

- **Mapeamentos “oficiais” considerados**

Para além dos modelos e ontologias LRM, RDA e BIBFRAME, considerámos os seguintes mapeamentos que denominámos como “oficiais”, por terem sido realizados pelas próprias entidades que os criaram e mantêm:

- Mapeamentos do RDA Registry (RSC, 2021a):

- Alinhamento entre elementos e entidades RDA/LRM <sup>9</sup>
- Mapeamentos entre classes e propriedades RDA/LRM <sup>10</sup>

- Mapeamentos da Library of Congress (LoC, 2014):

- Mapeamento entre as classes WEMI LRM/RDA e as classes nucleares BF <sup>11</sup>

- Expansões do LRM admitidas pela própria especificação textual do normativo (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) para a resolução pontual de problemas de interoperabilidade com outros modelos, como por exemplo, no caso da disjunção WEMI.

<sup>4</sup> [https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017\\_rev201712.pdf](https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017_rev201712.pdf).

<sup>5</sup> A versão do LRM em Modelo E-R apontada no Quadro 4.3. refere-se à considerada para o Modelo de Referência. Com efeito, a formalização OWL do LRM (*Library Reference Model Entity Relationship – LRMer* - <https://www.iflstandards.info/lrm/lrmer.html>) foi realizada pela IFLA em agosto de 2020, i.e., em momento posterior à criação do Modelo de Referência, não tendo por isso sido considerada no seu desenvolvimento no Capítulo 5, mas apenas no Capítulo 6, na criação da Ontologia de Referência. Para a Ontologia de Referência foi, assim, considerada a ontologia LRMer, na sua versão 8.5.4. (Agosto 2020).

<sup>6</sup> <http://www.rdaregistry.info/>

<sup>7</sup> A versão do RDA apontada no Quadro 4.3. refere-se à considerada para o Modelo de Referência. Para a criação da Ontologia de Referência foi considerada a Versão 5.09 (Novembro 2022) do RDA.

<sup>8</sup> <https://github.com/lcnetdev/BIBFRAME-ontology/blob/main/archive/BIBFRAME-2.0.1.rdf>

<sup>9</sup> <https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDAEntity2LRM.html>;

<https://www.rdaregistry.info/Aligns/alignRDA2LRM.html>

<sup>10</sup> <https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDAEntity2LRM.html> ;

<https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDA2LRM.html>

<sup>11</sup> <https://www.loc.gov/BIBFRAME/docs/BIBFRAME-profiles.html>

#### 4.2.2. Modelo e Ontologia de Referência

A necessidade de criar um Modelo de Referência distinto dos normativos bibliográficos LRM, RDA e BIBFRAME, e independente de qualquer perfil, adaptação ou extensão desses normativos, justifica-se por ser necessário um modelo que sirva de ponte entre os mesmos e por haver divergências conceituais que impediriam a extensão de qualquer um deles. Por outro lado, as expansões no LRM só podem ser feitas através da criação de subclasses ou atributos especializados, com respeito pelas relações estruturais entre as WEMI (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), condições que não poderíamos observar face aos problemas de interoperabilidade que visámos resolver. Assim, a simples expansão do LRM através de perfis de aplicação, por exemplo, não seria suficiente para alcançar os objetivos desta investigação.

Revelou-se, por outro lado, ser necessário criar o MR em UML, como enquadramento conceptual comum ao LRM, RDA e BIBFRAME, não só porque estes normativos bibliográficos foram, na sua origem, formalizados em linguagens de modelação diferentes (E-R, no caso do LRM; OWL nos casos RDA e BIBFRAME), mas também por a posterior tradução do LRM para OWL ter sido feita de forma puramente sintática, permanecendo o LRM e o RDA semanticamente ligados ao metamodelo E-R, conforme se referiu no Capítulo 2.

Os modelos de referência são *frameworks* conceptuais partilhadas, que decorrem da necessidade de lidar com a complexidade e heterogeneidade e de acordo com as quais se formalizam arquiteturas de informação (Cordeiro, 2005). Pretende-se que o MR funcione, assim, como enquadramento conceptual para a mediação entre os normativos-base, através da relação semântica ou categorização dos seus elementos para alcançar a respetiva interoperabilidade (Lee & Jacob, 2011), apresentando um conjunto mínimo de conceitos unificadores, axiomas e relações para o mesmo domínio (MacKenzie, et al., 2006).

Para a demonstração da resolução dos problemas de interoperabilidade entre os normativos bibliográficos não era, contudo, suficiente a criação do MR. Tornava-se necessária a criação de uma ontologia pois os modelos não visam, à partida, ser partilhados por diferentes aplicações, nem ser utilizados para diferentes funções, sendo esse um requisito fundamental para a interoperabilidade na Web Semântica. Ao contrário dos modelos, as ontologias adequam-se especialmente ao ambiente dos dados ligados, assegurando quer a partilha da modelação, quer a reutilização de vocabulários e relações por elas formalmente especificadas (Spyns, Meersman & Jarrar, 2002).

Assim, adicionalmente ao MR, visou-se a criação de uma ontologia, que denominámos Ontologia de Referência (OR), como mecanismo para apoiar a geração de consensos e conceptualizações comuns, desempenhando um papel importante na deteção de inconsistências entre ontologias, na

criação de soluções para esses problemas e evidênciação de problemas de interoperabilidade que não seriam detetados de outra forma (Guizzardi, 2007).

#### **4.2.3. Casos de descrição bibliográfica**

A extensão e a complexidade dos modelos bibliográficos inerentes aos normativos considerados impossibilitam a criação de um MR e de uma OR que tenha por objeto esses normativos na sua integralidade. Assim, o objetivo é investigar uma solução de representação de similitudes e de resolução de problemas de heterogeneidade entre os vários modelos, como prova de conceito que poderá abrir caminho a soluções mais completas

Por estes motivos, entendemos ser suficiente considerar uma seleção de aspetos específicos da descrição bibliográfica – que denominamos Casos de Descrição (CD) - que permitam exemplificar a comparação dos modelos e a resolução dos problemas de interoperabilidade através do MR. A seleção dos Casos de Descrição foi feita tendo em conta as principais classes do domínio bibliográfico (classes WEMI), as principais relações entre as mesmas (relações bibliográficas primárias) e os exemplos mais frequentes e semanticamente mais ricos das relações bibliográficas complementares (relações de equivalência e todo-parte). As instâncias utilizadas na exemplificação da modelação dos CD correspondem ao conjunto de obras de Raimundo Lúlio<sup>12</sup> (1232-1316), descrito no ANEXO F.

Os CD, as “similitudes” e as “heterogeneidades” dos modelos-base, foram identificadas e exemplificadas no Capítulo 5 no âmbito da criação do MR, sendo, contudo, transversais a todo o trabalho de modelação e de validação dos capítulos subsequentes, nomeadamente nos Capítulos 6 e 7, em que se desenvolve a OR.

---

<sup>12</sup> Escolhemos o caso deste autor por ter sido o primeiro pensador a propor, em pleno século XIII, um método de redução de conceitos a primitivas, através de um sistema de discos em papel. Esses discos eram “máquinas de papel” com objetivos similares aos da Inteligência Artificial (Sowa, 1984) e integram os livros que descrevem o método luliano. O método e o conjunto de obras que o descreve denomina-se por *Ars Magna*, parecendo-nos particularmente adequado à exemplificação do MR e da OR, tanto pela temática, como pela tipologia de obras.

### 4.3. Metodologia geral do trabalho de modelação

Consistindo o trabalho de investigação na modelação do MR e da OR, as fases e a metodologia de trabalho enquadram-se na arquitetura de modelação descrita pelo MDA - *Model Driven Architecture* (OMG, 2014).

Quadro 4. 4 - Enquadramento MDA do trabalho de modelação

MDA (Model Driven Architecture)		Linguagens e modelos			Fases do trabalho de modelação
M2	Metamodelo  ↓  define	E-R  ↓	OWL  ↓	UML  ↓	<b>FASE I – CONSTRUÇÃO DO MR</b>  <b>I.1- Estudo conceptual prévio:</b>  a) Comparação das linguagens de modelação - <b>Anexo A</b> b) Representação dos modelos-base em UML - <b>Anexos B, C e D</b>  c) Comparação geral dos modelos-base – <b>Anexo E</b>  <b>I.2 - Criação do MR - Capítulo 5</b>  <b>FASE II – CRIAÇÃO DA OR</b> - Capítulos 6 e 7  <b>FASE III – VALIDAÇÃO DA OR</b> - Validação da OR - <b>Capítulo 8</b> - Povoamento das OB com exemplos – <b>Anexo S</b>
	M1  ↓  povoado por	FRBR	BIBFRAME (BF)	MR	
LRM		RDA			
		LRM			
		OR			
M0	Instâncias		A-Boxes Bib1 (LRM), Bib2 (BF) e Bib3 (RDA)		

Como se pode observar no Quadro 4.4, pertencem ao nível M1 quer a criação do Modelo de Referência (MR) e da Ontologia de Referência (OR), quer os normativos bibliográficos LRM, RDA e BIBFRAME que o MR e a OR visam alinhar. No nível M2 estão, por outro lado, as linguagens de modelação E-R, UML e OWL, que definem quer os modelos-base a alinhar, quer o MR e a OR que os alinham.

Apresentamos, em seguida, a metodologia geral seguida em cada uma das fases do trabalho de modelação identificadas acima. Por razões de economia de espaço e de continuidade de leitura, os métodos e ferramentas específicos de cada fase são desenvolvidos nos Anexos que vão indicados em cada ponto.

#### 4.3.1. Fase I – Construção do Modelo de Referência

A construção do MR considera e integra o modelo conceptual LRM e os modelos RDA e BIBFRAME (de ora em diante também designado BF), constituindo-se como um enquadramento conceptual comum

dos elementos e relações dos normativos bibliográficos considerados. A metodologia seguida nesta primeira fase consiste num estudo conceptual prévio (Fase I.1), com base no qual se modela em UML o modelo teórico de referência (Fase I.2).

### **Fase I.1 – Estudo conceptual prévio**

#### *a) Comparação das linguagens de modelação*

Para a comparação dos principais constructos utilizados pelas linguagens de modelação M2 (E-R, OWL, UML) que estão subjacentes aos modelos-base e que são utilizadas na construção do MR e da OR, recorreu-se ao método de análise empírica, através do estudo das especificações normativas das linguagens de modelação e da análise da bibliografia associada, para a compreensão dos conceitos fundamentais dos metamodelos e respetiva comparação. Os resultados da análise comparativa das linguagens de modelação são apresentados no ANEXO A.

#### *b) Representação UML dos modelos-base LRM, RDA e BF*

Para a análise e melhor compreensão dos modelos-base LRM, RDA e BF, procedeu-se à respetiva representação num metamodelo comum, a UML. A metodologia seguida nesta fase do trabalho consistiu na análise empírica das especificações normativas LRM, RDA e BF; no estudo das respetivas formalizações em OWL e na leitura da bibliografia de suporte. A representação UML do LRM consta no ANEXO B, do RDA no ANEXO C e do BF no ANEXO D.

#### *c) Análise comparativa geral dos modelos-base LRM, RDA e BF*

A comparação geral dos modelos-base LRM, RDA e BF teve como objetivo a verificação dos problemas de interoperabilidade identificados na revisão da literatura e a identificação de novas discrepâncias e sobreposições. A metodologia seguida nesta fase do trabalho consistiu na análise comparativa das normas e mapeamentos oficiais referenciados em 4.2.1. A comparação geral desses três normativos é apresentada no ANEXO E.

### **Fase I.2 – Criação do Modelo de Referência**

O Modelo de Referência foi representado em UML e para a sua criação procedeu-se a dois tipos de operações: a harmonização e o alinhamento dos modelos-base.

Para a harmonização dos modelos-base, adotou-se a seguinte metodologia, baseada em Teorey, et al. (2011):

- a) Identificação dos conceitos equivalentes ou similares nos diferentes modelos. Estas sobreposições foram identificadas como “Similitudes”.
- b) Conformação ou resolução de problemas entre os modelos, para que possam ser integrados. Estas discrepâncias foram denominadas “Heterogeneidades”.

Para o alinhamento dos modelos-base no MR, efetuou-se a “reestruturação” ou integração dos modelos-base, com recurso aos mecanismos de abstração UML que permitiram assegurar que os conceitos dos modelos-base permanecem semanticamente intactos; criar novas entidades e relações que resolvem os conflitos entre os modelos-base; evitar a redundância de atributos e relações; obter mais granularidade ou semântica mais específica e inferir novos dados (Riva, 2016).

Os resultados desta fase do trabalho constam do Capítulo 5, consistindo na:

- Exemplificação das similitudes/discrepâncias dos modelos-base com recurso a diagramas de objetos UML, gerados a partir dos diagramas de classes de cada modelo-base;
- Modelação das soluções do MR para o alinhamento dos modelos-base através de diagramas de classes UML do MR e da respetiva exemplificação de resolução, através de diagramas de objetos.

#### **4.3.2. Fase II – Criação da Ontologia de Referência**

A construção da OR é guiada pelo MR criado na etapa anterior de trabalho e considera os normativos bibliográficos que visa alinhar e constranger de modo a garantir a resolução dos problemas de interoperabilidade das ontologias bibliográficas em que os mesmos estão formalizados. A metodologia de trabalho aplicada a esta fase da investigação tem um carácter empírico, correspondendo à criação de uma ontologia que será usada como prova de conceito e instrumento de validação.

Conforme se conclui no Capítulo 3, para a integração das ontologias bibliográficas na OR, não se recorre a técnicas de interoperabilidade de tipo transformativo (modelos únicos ou *standards*, perfis de aplicação e *crosswalks*), tendo-se antes optado por metodologias de mediação.

Para além das metodologias de mediação serem mais adequadas à Web Semântica do que os métodos de transformação, optámos por esta metodologia por permitir a integração semântica entre os conceitos e relações das ontologias-base, definir novos elementos e inferir nova informação. As técnicas de mediação permitem, por outro lado, resolver o problema da reduzida escalabilidade dos métodos de transformação, nomeadamente através do recurso ao método de “integração de ontologias” ou solução em estrela, em que a ontologia de integração funciona como uma “língua franca” (v. ponto 3.2.), que permite que, em vez de mapear cada par de esquemas num grupo como acontece nos mapeamentos “ponto-a-ponto”, cada esquema seja mapeado apenas uma vez para a ontologia de integração (v. explicação da escalabilidade em 3.2.1.).

Para o desenvolvimento da OR, recorreu-se às seguintes técnicas próprias dos métodos de mediação entre ontologias (v. ponto 3.2.):

- Alinhamento – as ontologias-fonte são preservadas, sendo produzida uma nova ontologia com elementos adicionais que mapeiam os conceitos das ontologias-base;

- Interseção – os conceitos das ontologias-base podem ser renomeados;
- Composição – criação de elementos e relações que se sobrepõem aos conceitos e estrutura das ontologias-base, ultrapassando o mero mapeamento entre os mesmos.

A metodologia específica e as ferramentas utilizadas na criação da OR em OWL estão explicadas no ANEXO K. O método específico e as ferramentas utilizadas para a especificação das restrições SHACL que foram impostas à OR constam do ANEXO N.

#### 4.3.3. Fase III – Validação da OR

A última fase do trabalho consiste na validação da OR, para verificar se a mesma resolve os problemas de interoperabilidade entre os normativos bibliográficos, respondendo às questões da investigação (v. ponto 4.1).

Como metodologia de validação recorreu-se ao *reasoning* sobre a OR, uma vez que os mecanismos de *reasoning* das linguagens da Web Semântica RDFS/OWL permitem inferir novas relações entre recursos e nova informação para além da que é declarada expressamente (Mitchell, 2013), tendo também sido realizadas *queries* na OR. Em ambos os casos recorreu-se ao HerMIT Reasoner<sup>13</sup> (Glimm, et al., 2014). Para validar as restrições SHACL, foram utilizados o validador SHACL do *software* Top-Braid Composer<sup>14</sup>.

A metodologia específica que se seguiu nesta fase do trabalho está explicada no ANEXO R. Para poder fazer inferências, questionar a OR e validar as restrições SHACL foi necessário criar instâncias de exemplo, pelo que se povoaram com indivíduos as ontologias LRM, BF e RDA, mantendo essas ontologias A-Box separadas da OR. A metodologia para a criação das A-Box exemplificativas encontra-se no ANEXO S.

<sup>13</sup> <http://www.hermit-reasoner.com/>.

<sup>14</sup> [http://www.topquadrant.com/products/TB\\_free\\_download.html](http://www.topquadrant.com/products/TB_free_download.html).



## Modelo de Referência

Um modelo de referência corresponde ao nível mais alto de abstração na modelação de dados e visa propiciar um enquadramento conceptual capaz de assegurar implementações consistentes e sem ambiguidade, servindo ao mesmo tempo para relacionar diferentes implementações, pois define uma semântica comum (MacKenzie, et al., 2006). Assim sendo, para melhorar a consistência de alguns aspetos dos normativos bibliográficos LRM, RDA e BF e a qualidade dos seus inter-relacionamentos, de modo a dar resposta aos problemas identificados na revisão de literatura, propomos a criação de um Modelo de Referência (MR) que possa funcionar como estrutura de enquadramento conceptual de alto nível para a informação bibliográfica.

Apresentamos neste capítulo a harmonização e o alinhamento dos normativos bibliográficos LRM, RDA e BF que são objeto do MR considerando um conjunto exemplificativo de casos de descrição bibliográfica em que se demonstram as heterogeneidades e sobreposições desses normativos. Antes de avançar para esses pontos, referiremos o estudo conceptual prévio a essa modelação que foi a base para a construção do MR.

### 5.1. Estudo conceptual prévio

Pelas razões aduzidas no ponto 4.3.1, a primeira fase do trabalho de criação do MR consistiu num estudo conceptual em que se procedeu à:

- Comparação das linguagens de modelação subjacentes aos normativos bibliográficos que são objeto do MR (o modelo E-R, a UML e a OWL) e Teoria dos Conjuntos (v. ANEXO A);
- Representação em UML dos modelos-base LRM, RDA e BF (v. ANEXOS B, C e D);
- Análise comparativa geral dos normativos LRM, RDA e BF (v. ANEXO E).

Por razões de economia de espaço, não foi possível integrar os resultados deste estudo no corpo do trabalho, tendo sido necessário integrá-los nos Anexos.

### 5.2. Casos de descrição bibliográfica

Não sendo exequível considerar todos os aspetos dos normativos bibliográficos, nem analisar todos os problemas que podem ser suscitados pelo respetivo relacionamento, foram selecionados os Casos de Descrição (CD) mais comuns no domínio bibliográfico, para a demonstração de um conjunto exemplificativos de “similitudes” e “heterogeneidades” entre os modelos-base e, bem assim, das soluções do MR e da OR para esses problemas. Estes CD referem-se às classes bibliográficas nucleares (CD1), às relações de vinculação ou primárias entre as mesmas (CD2) e a uma seleção de relações

bibliográficas complementares (CD3), entre as quais se destacam as relações de equivalência e as relações todo-parte.

Para maior facilidade de referência, as “similitudes” e “heterogeneidades” são identificadas por um ID específico precedido de “S” para as similitudes, e de “H” para as heterogeneidades (por exemplo, S01, H01). O quadro resumo de similitudes e heterogeneidades, por CD, é dado no ANEXO G. Para a exemplificação dos CD foi criado um conjunto de casos reais de obras e documentos bibliográficos que são descritos no ANEXO F.

### 5.3. Caso Descrição 1.1 – Entidades bibliográficas nucleares

O primeiro Caso de Descrição (CD) refere-se às entidades bibliográficas nucleares, que usualmente se denominam classes WEMI (*Work, Expression, Manifestation, Item*). Os modelos-base são similares quanto aos níveis de materialidade das WEMI (S01), conforme se explica no ponto E2 do ANEXO E.

#### 5.3.1. S01 – Níveis de materialidade WEMI

Os modelos LRM, RDA e BF enquadram as classes bibliográficas nucleares em 3 níveis de materialidade quanto aos objetos representados: classes que representam objetos conceptuais (Nível 1), classes que representam de objetos físicos (Nível 3) e classes que representam objetos mistos (Nível 2).

Trata-se de um aspeto comum aos três modelos, pese embora o modelo LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) pareça, numa primeira análise, agrupar as entidades nucleares em apenas dois níveis, ao considerar lrm:Work e lrm:Expression como entidades imateriais; e lrm:Manifestation e lrm:Item como entidades materiais. Analisando com mais detalhe o conceito de lrm:Manifestation conclui-se, contudo, que se trata de uma classe com instâncias simultaneamente materiais e conceptuais, já que representa todos os objetos físicos que partilham as mesmas características intelectuais e físicas (por exemplo, a segunda edição de uma obra tem 360 páginas e um prefácio). Consideramos, assim, que existem no LRM três níveis de materialidade dos objetos representados pelas WEMI, à semelhança do que sucede no RDA.

Quadro 5.1 - Níveis de abstração WEMI (S01)

Níveis de materialidade		LRM	RDA	BIBFRAME
<b>N1</b>	Entidades conceptuais (entidades abstratas) – representam conceitos, sem existência material	lrm:E2Work lrm:E3Expression	rda:C10001Work rda:C10006Expression	bf:Work
<b>N2</b>	Entidades conceptuais e físicas – representam atributos conceptuais e relativos ao formato físico dos objetos	lrm:E4Manifestation	rda:C10007Manifestation	bf:Instance
<b>N3</b>	Entidades físicas (entidades concretas) – representam atributos físicos dos objetos	lrm:E5Item	rda:C10003Item	bf:Item

Similarmente, no modelo BF as entidades bibliográficas nucleares podem ser agrupadas nos mesmos três níveis de materialidade pois, como explicamos no ANEXO E, fizemos corresponder a classe *bf:Instance* a *lrm/rda:Manifestation*.

Conforme se explica em CD2.1. (v. ponto 5.5), a formalização das relações primárias entre as WEMI do MR como hierarquias implicará a redução destes três níveis para apenas dois: o nível puramente conceptual (*Obra* e *Expressão*) e o nível misto (*Manifestação* e *Item*), pois o *Item* herdará as propriedades abstratas da *Manifestação* e das restantes superclasses. Este aspeto não é, contudo, consensual para os três normativos em análise e, por isso, não é representado para já em S01, sendo antes abordado a propósito das heterogeneidades H08.

### Exemplificação da similitude S01 nos modelos-base

A similitude S01 dos modelos LRM, RDA e BF está exemplificada nas Figuras H1 a H3 do ANEXO H, demonstrativas dos seguintes níveis de materialidade crescente nos três modelos-base:

- Nível relativo a objetos puramente conceptuais (N1):
  - *Obra* (conteúdo intelectual) – por exemplo, a *Obra “ID 3 – Compendium Artis Demonstrativa (CAD)”* corresponde ao conteúdo intelectual criado por Raimundo Lúlio, em Paris, em 1289.
  - *Expressão* (realização da *Obra* através de palavras escritas, por exemplo) - a *Expressão “ID 10 – CAD – Texto em latim”* corresponde à realização intelectual da *Obra* ID3, através de palavras escritas em latim, por exemplo.
- Nível que adiciona características físicas ao objeto conceptual (N2):
  - *Manifestação* (materialização num texto manuscrito) – por exemplo, “*ID 14 – CAD – Manuscrito de Alcobaça*” e “*ID 15 – CAD – Manuscrito de Paris*”, que correspondem a duas materializações físicas da *Expressão* “ID10”. Cada *Manifestação* representa todos os objetos físicos com as mesmas características ou formato físico.<sup>15</sup>
- Nível relativo a objetos concretos (N3):
  - *Item* (exemplares) – por exemplo, “*ID 18 – CAD – Códice BNP com cota ALC. 203*” e “*ID 19 – CAD – Códice BNF com cota LAT. 16112*” – os códices existentes nas bibliotecas nacionais de Portugal (BNP) e de França (BNF) são unidades individuais de uma *Manifestação*, correspondem ao objeto físico, ao exemplar contido na coleção dessas bibliotecas.

A representação destas instâncias nos diagramas de objetos LRM e RDA (v. Figuras H1 e H2 do ANEXO H) é absolutamente idêntica, variando apenas quanto à denominação das classes. Na

---

<sup>15</sup> No caso de documentos manuscritos, consideramos que cada um é uma *Manifestação* distinta, pois em regra cada cópia tem características (por ex., supressões, comentários, erros) e forma próprias (paginação, letra, etc.).

modelação dos mesmos exemplos em BF (v. Figura H3 no ANEXO H), as instâncias que são expressões da obra são representadas por “bf:Text”, uma subclasse de “bf:Work”, pois ao contrário do que sucede no LRM/RDA, não existe a classe *Expressão* no BF.

### Representação da similitude S01 no MR

Relativamente à representação das entidades bibliográficas nucleares no MR, propomos a sua formalização através das seguintes classes que traduzem os aspetos consensuais na definição das entidades bibliográficas nucleares (S01), pelos modelos LRM, RDA e BF:

- mr:Obra – classe que representa uma criação intelectual. É uma classe sem materialidade, representando apenas ideias, i.e., as suas instâncias são objetos puramente conceptuais, sem quaisquer características físicas. Ex: Ideias
- mr:Expressao – classe que representa indivíduos que correspondem à realização da *Obra*, através de palavras, sons, etc., mas que não inclui características físicas da mesma. Corresponde aos signos ou à forma (escrita, áudio, etc.) com que a *Obra* se realiza. Ex: Texto em latim.
- mr:Manifestacao – classe que representa a materialização física (conteúdo e formato físico) de uma *Expressão*. Classe relativa não apenas ao conteúdo intelectual, mas também a alguns atributos relativos à forma física. Corresponde à materialização de conteúdo com as mesmas características intelectuais e físicas. Ex: 2ª edição, cópia manuscrita
- mr:Item – classe que representa os recursos de informação concretos e, por isso, apenas tem atributos relativos à forma física. Ex: exemplar físico ou cópia digital

O Quadro 5.2 resume as descrições de classe e as respetivas condições de pertença definidas para as classes bibliográficas nucleares no MR:

Quadro 5.2 - Descrição e pertença WEMI

Classe MR	Descrição da classe	Condições de pertença
<b>mr:Obra</b>	Criação intelectual.	Indivíduos com o mesmo conteúdo.
<b>mr:Expressao</b>	Realização da <i>Obra</i> através de determinada forma (escrita, musical plástica).	Indivíduos com a mesma forma de realização e conteúdo.
<b>mr:Manifestacao</b>	Materialização física (conteúdo e formato físico) de uma <i>Expressão</i> .	Indivíduos com mesma materialização, forma de realização e conteúdo.
<b>mr:Item</b>	Unidade individual de uma manifestação, representando os objetos físicos individuais.	Indivíduos com os mesmos atributos físicos, a mesma materialização, forma de realização e conteúdo.

Para a representação das características intelectuais e físicas dos objetos descritos, são criadas no MR duas classes, mr:ConteudoAbstrato (N1) e mr:ConteudoConcreto (N3), que têm como subclasses

as entidades bibliográficas nucleares do Modelo de Referência. O nível misto (N2) é representado pela poli-hierarquia da classe `mr:Manifestacao`, que é simultaneamente subclasse de `mr:ConteudoAbstrato` (N1) e `mr:ConteudoConcreto` (N3). As entidades bibliográficas do MR e respectivas superclasses permitem representar os três níveis de materialidade comuns aos modelos LRM, RDA e BF, e representam-se em UML da seguinte forma:

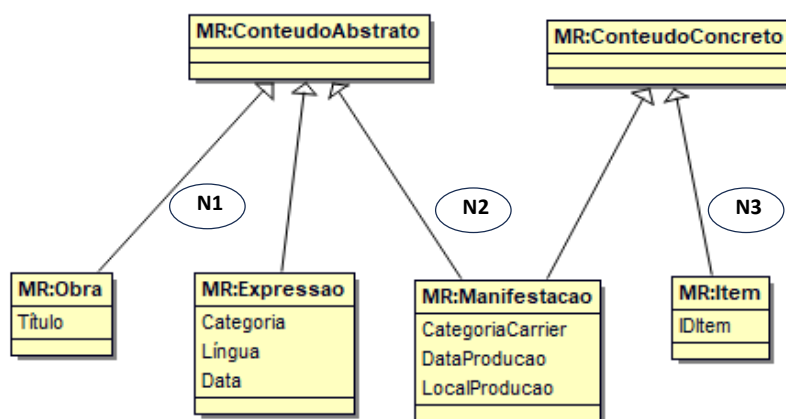


Figura 5.1 - Diagrama de classes MR: entidades bibliográficas nucleares

Para tornar explícito o enquadramento das classes bibliográficas nucleares do LRM, RDA e BF nestes níveis de materialidade, estabelecem-se no MR relações de generalização entre as entidades bibliográficas nucleares do MR e as entidades nucleares dos modelos-base, conforme pode observar-se na Figura 5.2.

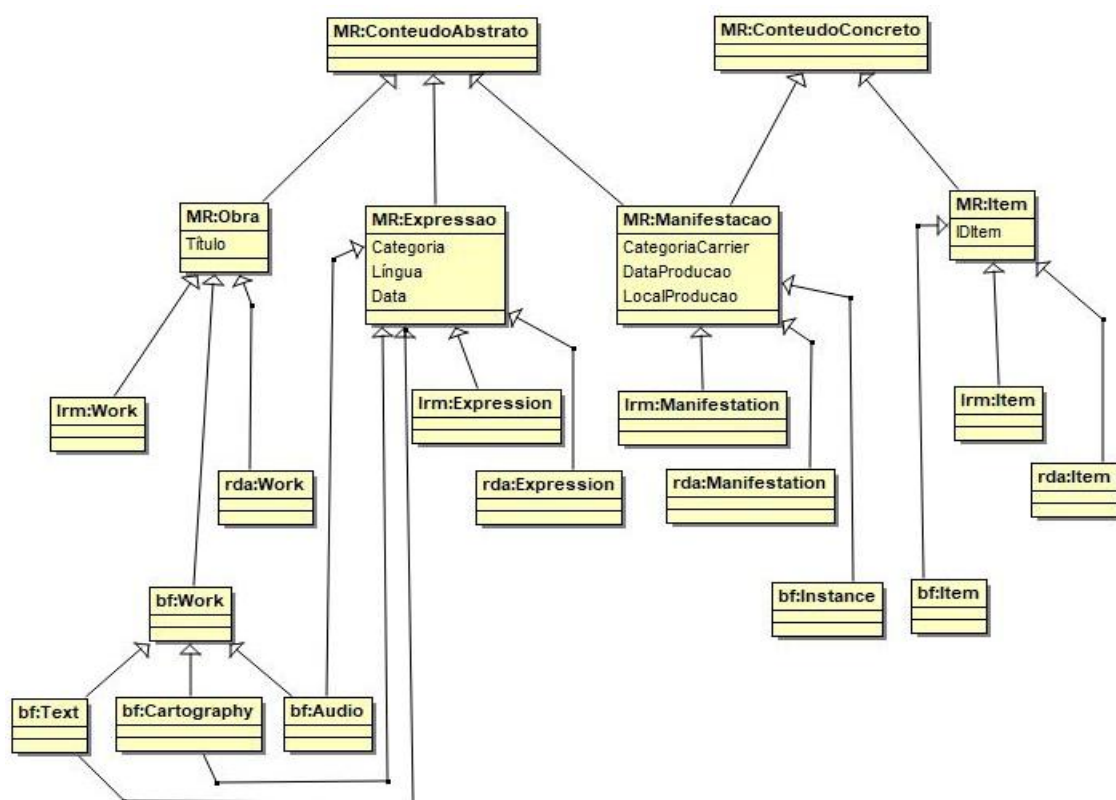


Figura 5.2 - Diagrama de classes MR: relações de generalização com entidades nucleares LRM, RDA e BF

Para assegurar que `rda:Work`, `lrm:Work` e `bf:Work` estão relacionados com `mr:ConteudoAbstrato`, a relação entre `mr:Obra` e `mr:ConteudoAbstrato` tem de ser transitiva. Esta transitividade é assegurada pela relação de generalização e não por relações de equivalência, ao contrário do que preconiza Poveda Villalón (2016) para a representação de sinónímias. Não se recorreu a esse mecanismo pois a equivalência levaria a que as instâncias de um dos modelos-base (do BF, por exemplo) fossem considerados não apenas como instâncias das classes equivalentes do MR, mas também das classes equivalentes de todos os outros modelos-base (do LRM, por exemplo), o que poderia levar a incorreções (por exemplo, no caso da disjunção WEMI do LRM). Com a generalização não corremos esse risco, pois as instâncias das subclasses de cada modelo-base são apenas instâncias da superclasse correspondente no MR, não se comunicando aos outros modelos-base.

### 5.3.2. H01 – Confusão conceptual relativa a *Item* e *Work* (LRM, RDA)

A falta de clareza conceptual na definição de entidades bibliográficas nucleares pelos modelos-base deriva da confusão entre o conceito de classe e instância. Com efeito, o LRM e o RDA definem *Work* como sendo uma “entidade abstrata” e *Item* como “entidade concreta”; no entanto, a materialidade diz respeito às características dos objetos ou instâncias que as entidades representam e não às classes em si mesmas. Tanto *Work* como *Item* são classes, abstrações que representam objetos com determinadas características comuns, pelo que têm em si mesmas uma natureza intelectual ou abstrata. Há, assim, uma confusão conceptual, tendo o LRM e o RDA caracterizado a classe, em vez do tipo de objetos que são suas instâncias. Outra imprecisão conceptual ocorre na definição de “*Item*” pelo RDA, que se refere a esta entidade como “instância de uma *Manifestação*”, empregando, na definição da classe `rda:Item`, um termo usualmente utilizado para referir os objetos ou indivíduos (instâncias) representados por uma classe. A confusão é ainda maior porque a classe definida (*Item*) não coincide com a classe a que pertenceriam as instâncias (*Manifestação*). Por último, o LRM e o RDA caracterizam *Work* como “entidade abstrata”, querendo significar que as suas instâncias são conceptuais, não são físicas; no entanto em RDFS/OWL o conceito de classe abstrata não tem esse significado, correspondendo antes a uma classe sem instâncias.

### Resolução da heterogeneidade H01 no MR

Os problemas de confusão entre classes e instâncias são resolvidos pela criação no MR das superclasses `mr:ConteudoAbstrato` e `mr:ConteudoConcreto` e pela relação de generalização entre essas classes e as entidades WEMI dos modelos-base (v. Figura 5.2). Desta forma, fica formalmente definido que todas as entidades bibliográficas são classes (abstratas) e não instâncias (concretas), podendo os seus objetos ou instâncias ter natureza ou atributos concretos (físicos) ou abstratos (conceptuais). Fica, também, claro que o grau de “abstração” das classes WEMI se refere à natureza dos indivíduos representados e não às classes propriamente ditas. Ao definirmos, por exemplo, que

rda:Item é subclasse de mr:Item e que mr:Item é, por sua vez, subclasse de mr:ConteudoConcreto, podemos inferir que rda:Item é uma subclasse de mr:ConteudoConcreto (v. Figura 5.3).

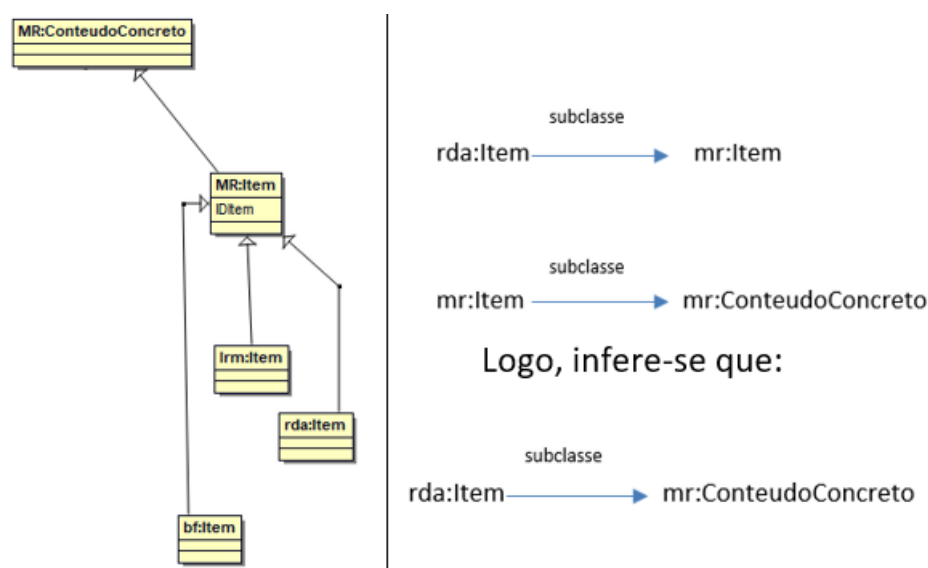


Figura 5.3 - Resolução de H01 no MR

Resulta assim claro, por exemplo, que o código de Alcobaça (rda:ID18) é uma instância de rda:Item e que esta classe, que tem conteúdo concreto por ser subclasse de mr:ConteudoConcreto, tem em si mesma natureza conceptual, não se confundindo com o objeto representado que é sua instância e que tem características físicas.

### 5.3.3. H02 – Polissemia de bf:Work | H03 – Sinonímia de manifestação (LRM, RDA)

No plano terminológico, existem os seguintes problemas de polissemia e sinonímia:

- **H02 – Polissemia de bf:Work**

Considerando que a classe bf:Work corresponde à essência conceptual do recurso descrito e que tanto as classes lrm/rda:Work, como lrm/rda:Expression se referem a objetos de natureza conceptual, é correto considerar que esses dois conceitos de LRM e RDA (*Work* e *Expression*) correspondem ao termo bf:Work, estando assim perante um caso de polissemia da classe bf:Work.

Quadro 5.3 - Polissemia de bf:Work (H02)

	LRM	RDA	BIBFRAME
<b>Work</b>	E2 Work	C10001 Work	bf:Work
<b>Expression</b>	E3 Expression	C10006 Expression	

Apesar de fazermos corresponder ao conceito de *Expressão* as subclasses de bf:Work (como por exemplo, bf:Text, bf:Audio) (v. ponto E2.3 do ANEXO E), não existe no BF uma classe que represente a *Expressão* enquanto entidade geral, sendo as subclasses de bf:Work tipos ou formas específicas de *Expressão*. O problema consiste em não haver no BF uma só classe com o sentido geral de *Expressão*, estando esse conceito fragmentado pelas múltiplas entidades de bf:Work, cada uma delas

representando tipos mais específicos de *Expressão*. Por outro lado, como refere Zapounidou (2020), bf:Work representa tanto o conteúdo (*Obra*) como os signos (*Expressão*), pelo que não é possível representar uma obra sem realização conhecida.

Conforme se apresenta no ponto E2.3 do ANEXO E, o mapeamento oficial entre o BF e o FRBR-LRM realizado pela Library of Congress (LoC, 2014) faz corresponder o conceito de *Obra* e *Expressão* do modelo LRM à classe bf:Work, situação que, embora não ocorra no nosso MR porque efetuámos um mapeamento diferente do oficial, equivale ao problema acima descrito de não haver classe representativa de *Expressão* no BF, sendo as suas instâncias representadas por bf:Work. O principal problema que decorre desta omissão consiste em, caso haja mais do que uma *Expressão* para determinada *Obra*, se perder a informação de as instâncias de bf:Work, para onde foram mapeadas as *Expressões*, terem uma mesma *Obra* como “progenitor” (Zapounidou, 2020).

- **H03 – Sinonímia de *Manifestação***

A classe LRM e RDA *Manifestation* corresponde à classe bf:Instance. Trata-se de termos diferentes para designar o mesmo conceito, pelo que estamos perante um caso de sinonímia: diferentes modelos utilizam termos diferentes com o mesmo sentido (Poveda Villalón, 2016).

Quadro 5. 4 - Sinonímia de *Manifestação* (H03)

	LRM	RDA	BIBFRAME
Manifestation	E4 Manifestation	C10007 Manifestation	bf:Instance

### Exemplificação dos problemas H02 e H03 nos modelos-base

Para a exemplificação dos problemas causados por H02 recorremos ao exemplo H2 (v. ANEXO H), que envolve a instância de *Obra* ID5 (“*Ars Generalis Ultima – AGU*”) e os indivíduos de *Expressão* ID12 (texto AGU em latim) e ID24 (texto AGU em francês). No BF, as *Expressões* ID12 e ID24 seriam modeladas como instâncias de bf:Text, uma subclasse de bf:Work, nada indicando que se trata de um conceito correspondente a *Expressão*, definido como classe autónoma de *Obra*. A instância ID5 seria instanciada na superclasse bf:Work. No LRM e no RDA, ID5 seria uma instância das classes lrm:E2 e rda:C10001 (*Obra*) e as *Expressões* ID12 e ID24 seriam clara e distintamente identificadas como instâncias de *Expressão* (lrm:E3, rda:C10006).

No exemplo considerado, ambas as *Expressões* são formas textuais da *Obra*, sendo, portanto, representadas na mesma subclasse bf:Text. Se fossem, contudo, *Expressões* de formatos diferentes (por exemplo, um livro em formato textual e uma gravação áudio) teríamos de utilizar duas subclasses BF distintas (bf:Audio e bf:Text) e mapear ambas para as classes *Expressão* do RDA e do LRM ou interrogar ambas as classes para recuperar a informação sobre todas as instâncias de *Expressão* da *Obra* ID5. Acresce que pode haver um tipo de *Expressão* que não pertença a nenhuma das subclasses de bf:Work (ou se desconheçam características que permitam enquadrá-lo em alguma subclasse), caso



em que no BF não teríamos modo de representar essas expressões, sendo as mesmas representadas pela classe geral bf:Work (v. exemplo na Figura H5 do ANEXO H). Este último problema corresponde ao apontado por Zapounidou (2020) relativamente à omissão de referência a uma obra como “progenitor comum”, e é analisado com mais detalhe em H04. Por último, uma instância pode, ainda, pertencer a mais do que uma das subclasses (por exemplo audiolivro), sendo esse problema analisado em H13.

No que respeita à sinonímia de *Manifestação* no LRM e RDA (H03), se não fosse declarada a equivalência entre as classes sinónimas teria de se replicar a declaração das instâncias nas diferentes classes sinónimas, seguida da formalização da equivalência entre as instâncias. No exemplo, se a *Manifestação* “ID14” apenas tivesse sido declarada em lrm:E4, não poderíamos, sem equivalência entre as classes, inferi-la como instância da classe sinónima rda:C10007. Sem equivalência de classes teríamos de criar uma instância “ID14” tanto em lrm:E4, como em rda:C10007 e, depois, declará-las como instâncias equivalentes.

#### **Resolução do problema H02 e H03 no MR**

A heterogeneidade H02 resolve-se, segundo Poveda Villalón (2016), pela atribuição de uma classe distinta a cada conceito, relacionando-as por hierarquia. Assim, a polissemia da classe bf:Work é resolvida pelo MR, fazendo corresponder o conceito de *Obra* à superclasse bf:Work, através da generalização entre mr:Obra e bf:Work; e o conceito de *Expressão* às subclasses de bf:Work, através da generalização entre mr:Expressao e bf:Audio, bf:Cartography e bf:Text<sup>16</sup> (v. ponto E2.3 do ANEXO E). Ou seja, pela generalização entre mr:Obra e bf:Work (marcada a vermelho na Figura I1 do ANEXO I), a classe bf:Work tem apenas o sentido de *Obra*. Por outro lado, pela generalização entre mr:Expressao e as subclasses de bf:Work, essas subclasses (bf:Text, bf:Audio, etc.) passam a ser *Expressões* no MR (marcadas a verde na Figura I1 do ANEXO I).

A classe mr:Expressao passa a representar os aspetos comuns a todas as formas de *Expressão* representadas pelas subclasses de bf:Work, passando a existir um conceito geral de *Expressão*, podendo as expressões que não pertençam a nenhuma dessas subclasses no BF ser representadas como instâncias diretas de mr:Expressao. Sucede que as subclasses de bf:Work também são *Obra*, porque herdam essa pertença de bf:Work (v. Figura 5.2), podendo, por isso, pensar-se que a polissemia só seria resolvida pelo MR ao nível da superclasse bf:Work e não das instâncias das suas subclasses, que são simultaneamente *Obra* e *Expressão*. Esse entendimento não está, quanto a nós, correto pois não se trata aqui de polissemia das subclasses de bf:Work mas de inferência derivada da hierarquia de

---

<sup>16</sup> A título exemplificativo, apenas se consideraram três das subclasses de bf:Work.

classes que determina a pertença das instâncias das subclasses às classes superiores; ou seja, as subclasses de bf:Work não são instâncias diretas de mr:Obra, são instâncias inferidas.

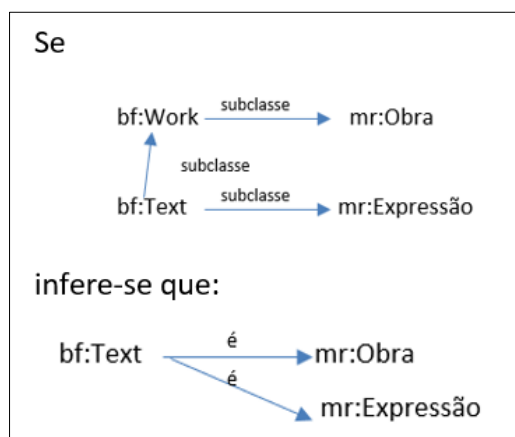


Figura 5.4 - Inferência em H03

Qualquer que seja o modelo-base em que as instâncias sejam representadas, o MR permite considerá-las indubitavelmente como *Obras* ou *Expressões*, não por mecanismos de equivalência entre a representação dessas instâncias nos vários modelos-base, mas porque os mecanismos de generalização aplicados ao nível das classes permitem definir claramente que:

- ID5 é uma *Obra*, por ser instância de lrm/rda:Work ou bf:Work e essas classes serem subclasses de mr:Obra;
- ID12 e ID24 são *Expressões*, por serem instâncias de lrm/rda:Expression ou bf:Text e essas classes serem subclasses de mr:Expressao.

As instâncias de *Expressão* ficam, assim, claramente distinguidas das instâncias de *Obra*, considerando o problema H02 resolvido. Também não se recorreu, neste caso, a mecanismos de equivalência entre classes porque nesse caso as instâncias inferidas como pertencendo às classes equivalentes do MR passariam a pertencer às classes equivalentes de qualquer um dos modelos-base, o que não se pretende que suceda pois nas classes MR devem estar representadas as características comuns das subclasses dos modelos-base, havendo especificidades das subclasses desses modelos que não permitem considerar como suas instâncias inferidas as instâncias das superclasses.

A polissemia da classe bf:Work levanta, por outro lado, problemas ao nível dos respetivos atributos que não podem aplicar-se a todos os conceitos que a compõem. Tal é o caso do atributo *Língua*, que sendo próprio da *Expressão* pode, no BF, ser aplicado na classe bf:Work tanto a *Expressões* como a *Obras*, uma vez que neste modelo não existe classe correspondente a *Expressão*. Com efeito, e ao contrário do que sucede no LRM e no RDA, no BF o atributo de *Língua* de uma obra não se refere à “*Expressão* mais representativa” da mesma. No BF esse atributo não tem restrições de domínio que o cinjam à *Expressão* ou às subclasses de bf:Work (que entendemos corresponderem a *Expressão*), pode referir-se, portanto, tanto à *Obra* (ID5-AGU) como à *Expressão* (ID12-AGU em latim). Por esse

motivo, na nossa representação em BF de instâncias de *Obras* (bf:Work) não se usam atributos de Língua/Data (v. Figura H4 no ANEXO H), pois essas características são próprias da *Expressão* e não da *Obra* em si mesma. No RDA, esses atributos “dateOfRepresentativeExpression” (rda:P10398) e “languageOfRepresentativeExpression” (rda:P10353) aplicam-se à obra ID5, mas referem-se à sua “expressão mais representativa”, que no exemplo é ID12, a expressão autêntica da *Obra* manuscrita entre 1305 e 1308, em latim (v. Figura H4 no ANEXO H).

Por outro lado, existe no BF uma relação de generalização entre a *Obra* representada pela classe bf:Work (no exemplo, a instância “ID5-AGU”) e as *Expressões* representadas pelas subclasses de bf:Work (no exemplo, “ID12-AGU em latim” e “ID24-AGU em francês”), pelo que não podemos utilizar o atributo Língua na representação da classe ID5 (*Obra*), pois não é comum a todas as *Expressões* e portanto seria erradamente herdado pelas instâncias das subclasses de bf:Text (*Expressões*). É por esse motivo que no MR se tem de aplicar uma restrição de domínio ao atributo bf:language, de modo a que não se possa aplicar a bf:Work (*Obra*) mas apenas às suas subclasses (*Expressões*). Seguimos, assim, a indicação de Poveda Villalón (2016) quanto à necessidade de aplicar restrições *domain/range* às propriedades “realocadas” às classes criadas para cada sentido do conceito polissêmico.

Para a resolução do problema de sinonímia do conceito de *Manifestação* (H03), seguimos também Poveda Villalón (2016), que indica que a sinonímia entre classes se resolve com relações de equivalência entre as classes sinónimas, pois os conceitos estão duplicados. Nestes casos, ao contrário do que se fez em H02, não deve recorrer-se à generalização, pois os conceitos não são mais específicos ou gerais, são antes equivalentes. No MR a sinonímia é resolvida pela definição de relações de equivalência entre os sinónimos bf:Instance, lrm:Manifestation e rda:Manifestation (C10007) (v. Figura I2 do ANEXO I). Como na UML não existe constructo específico para a relação de equivalência, recorre-se a um estereótipo UML com valor de «equivalente» e a uma relação com cardinalidade 0:1 em ambas as classes, dado que não é obrigatória a existência de instâncias equivalentes nos modelos-base e apenas pode haver uma ocorrência equivalente em cada classe<sup>17</sup>.

Se considerarmos como exemplo a representação em RDA e BF da instância ID7 (a impressão do texto em latim feita em Lyon em 1517), vemos que se trata de uma *Manifestação* e, portanto, é uma instância da classe rda:Manifestation e de bf:Printed, que é uma subclasse de bf:Instance. Como rda:Manifestation e bf:Instance são equivalentes, ambas as classes são *Manifestações*, ficando resolvido o problema de sinonímia (v. diagramas UML na Figura 5.5).

---

<sup>17</sup> Os estereótipos UML especificam informação adicional, sentidos refinados ou propósitos sobre a relação a que se aplicam, sendo graficamente representados como etiquetas, i.e., como valores entre “<<...>>”.



Figura 5.5 - Diagramas UML de classes MR, RDA e BF exemplificativo da resolução de H03

A utilização no MR do mecanismo de equivalência entre classes para resolver a sinonímia de classes *bf:Instance* e *rda:Manifestation* difere do estabelecimento de relações de equivalência entre instâncias. Com efeito, não pretendemos dizer que todas as representações das instâncias “ID7” nos modelos-base são equivalentes, mas sim que todas essas instâncias são *Manifestações* (H03).

### 5.3.5. H04 – Menor granularidade WEMI (LRM, RDA)

O LRM e o RDA têm mais granularidade do que o BF na representação das entidades nucleares, pois definem quatro classes nucleares (*Work*, *Expression*, *Manifestation* e *Item*), enquanto o BF define apenas três classes bibliográficas principais (*Work*, *Instance* e *Item*). A menor granularidade do BF manifesta-se na inexistência da entidade “*Expressão*” como classe autónoma de *bf:Work*. Com efeito, o modelo BIBFRAME não define explicitamente nenhuma classe correspondente a LRM e RDA *Expression* e determina, no mapeamento oficial entre o BF e o LRM (LoC, 2014), que as classes *Expression* do LRM e do RDA correspondem a *bf:Work*. Pelas razões aduzidas no ponto E2.3 do ANEXO E, consideramos, no entanto, que a classe LRM e RDA *Expression* corresponde às subclasses de *bf:Work*, uma vez que estas últimas representam a realização da *Obra* através de palavras (*bf:Text*), sons (*bf:Audio*), etc.

Quadro 5 5 - Diferentes granularidades WEMI

	LRM	RDA	BIBFRAME
<b>Work</b>	E2 Work	C10001 Work	bf:Work
<b>Expression</b>	E3 Expression	C10006 Expression	<u>Subclasses de bf:Work:</u> bf:Text, bf:Carthography, bf:Audio, bf:MovingImage, etc.
<b>Manifestation</b>	E4 Manifestation	C10007 Manifestation	bf:Instance
<b>Item</b>	E5 Item	C10003 Item	bf:Item

Se, contudo, não for possível representar uma instância de *Expressão* como uma das subclasses de *bf:Work* por não se tratar de nenhuma das categorias por elas representadas, temos apenas três níveis de granularidade no BF (*Work*, *Instance* e *Item*), subsistindo em tal caso a heterogeneidade deste

modelo face aos restantes quanto aos níveis de granularidade. Sempre que não houver uma subclasse bf:Work que represente uma *Expressão* ou se siga o mapeamento oficial da Library of Congress (LoC, 2014) das instâncias de *Expressão* de outros modelos-base para bf:Work, a ausência de representação de *Expressão* no BF tem as seguintes consequências:

- Erro na representação de *Expressões* como *Obras*;
- Impossibilidade de fazer corresponder diferentes *Expressões* a uma mesma *Obra*, dado ser necessário representar cada *Expressão* como uma *Obra* distinta (Zapounidou, 2020).

#### **Exemplificação do problema H04 nos modelos-base**

No BF, caso não existisse subclasse bf:Text, a *Expressão* ID12 (texto em latim) teria de ser representada como uma instância de bf:Work. Se houvesse mais uma *Expressão* da mesma obra, distinta da primeira por ser escrita em francês, no exemplo ID24, teríamos de criar uma segunda instância de bf:Work (v. Figura H5 no ANEXO H). Diferentemente, numa representação do mesmo exemplo em LRM e RDA, as instâncias que são *Expressões* em latim (ID12) e francês (ID24) da mesma *Obra*, são representadas como duas instâncias de lrm/rda:Expression, havendo uma instância da classe *Obra*, que representa os aspetos comuns de ambas as *Expressões* (v. Figura H6 no ANEXO H).

Ou seja, se não existir subclasse de bf:Work que represente determinada *Expressão* e houver mais do que uma *Expressão* para determinada *Obra*, é necessário criar na modelação BF uma instância de bf:Work distinta para cada *Expressão* (v. Figura H5 no ANEXO H), ao contrário do que sucede no LRM e no RDA, em que as diferentes *Expressões* são associadas a uma mesma *Obra*. Este problema não ocorre caso exista uma subclasse de bf:Work que corresponda à *Expressão* pois, nesse caso, cada *Expressão* seria uma instância de bf:Text, tendo a obra ID5 como progenitor comum (v. Figura H7 do ANEXO H).

#### **Resolução do problema H04 no MR**

A omissão do conceito de *Expressão* no BF só é problemática se não houver uma subclasse de bf:Work que a possa representar, já que essas subclasses correspondem ao conceito de *Expressão*. Nesses casos, é necessário recorrer diretamente à classe mr:Expression para representar as *Expressões* que não tenham subclasses de bf:Work adequadas no BF. Com efeito, através do MR (v. Figura I3 do ANEXO I) conseguimos resolver o problema acima exemplificado, representando os 3 níveis de granularidade WEMI através da representação de uma só *Obra* (“ID5-AGU”) para ambas as *Expressões* (“ID12 – AGU em latim” e “ID16 – AGU em francês”), enquanto se mantém a especificidade de haver *Expressões* categorizadas como texto.

Com a representação de maior granularidade (v. Figura I3 do ANEXO I ) ganhamos:

- *Expressões* “ID12- AGU em latim” e “ID24 – AGU em francês” representadas corretamente como *Expressões* (mr:Expressao) e não como *Obras*;

- *Expressões* “ID12- AGU em latim” e “ID24 – AGU em francês” relacionadas entre si através de uma só *Obra*: “ID5 – AGU”.

Ou seja, quando existem omissões nos modelos-base, tem de ser criado o elemento correspondente no MR e neste tem de ser feita a respetiva instanciação direta.

## 5.4. Casos Descrição 2 – Relações bibliográficas primárias

As relações bibliográficas primárias correspondem às associações definidas no FRBR-LRM como “relações de vinculação” entre os três pares de entidades WEMI: realização (associação *Obra-Expressão*), materialização (associação *Expressão-Manifestação*) e exemplificação (associação *Manifestação-Item*). Estas relações denominam-se “primárias” por serem estruturais, são a “cola” que mantém o grupo de entidades bibliográficas nucleares unido (Coyle, 2016) e constituem a denominada “cadeia WEMI”, tendo a sua representação em UML e comparação em LRM, RDA e BF sido efetuadas no ponto E.3 do ANEXO E.

A principal questão relativa às relações primárias consiste em caracterizar semanticamente essas relações, nomeadamente quanto à existência de relação hierárquica entre as entidades bibliográficas nucleares e, caso se conclua pela caracterização como relação de tipo hierárquico, investigar sobre as respetivas propriedades (CD2.1) e sobre a articulação dessa hierarquia tanto com a disjunção WEMI (CD2.2) do modelo-base LRM como com as operações de união e interseção de classes bibliográficas (CD2.3 e 2.4) que seja necessário representar.

## 5.5. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI

Na análise da literatura foram detetadas limitações sintáticas nas linguagens de modelação dos normativos bibliográficos LRM, RDA e BF quanto à expressão da hierarquia, que no MR são resolvidas pela utilização de generalizações UML e, na OR, pelo recurso aos mecanismos de hierarquia da OWL, complementados com outros axiomas e com restrições SHACL. Para além das limitações sintáticas, verifica-se, contudo, que a opção dos modelos-base pelo não recurso à hierarquia é inconsistente com a natureza dos conceitos WEMI, que são definidos por esses mesmos normativos como categorias conceptuais e funcionais em inter-relação hierárquica.

No ponto J3 do ANEXO J desenvolvem-se os argumentos que, em nosso entender, sustentam a existência de uma hierarquia WEMI e em 5.5.1. procuramos demonstrar que a não representação de uma hierarquia nas relações de vinculação WEMI é uma incongruência semântica dos normativos LRM, RDA e BF. Nos pontos 5.5.2. e 5.5.3. procedemos à caracterização da hierarquia WEMI com as propriedades que decorrem da aplicação das teorias de Knox (1998), Wierzbicka (1984, 1996) e Pirotte et al. (1994), apresentadas nos pontos J1 do ANEXO J. Só depois desse breve enquadramento, analisamos (v. pontos 5.5.4. e seguintes) os problemas de interoperabilidade causados pela omissão

do constructo da hierarquia e pela formalização da cadeia WEMI como uma sequência de associações *ad hoc* não transitivas nos modelos-base:

- Ausência de inferência de pertença às classes superiores (H08\_1);
- Ausência de herança de propriedades e valores (H08\_2);
- Ausência de transitividade na relação de vinculação entre os indivíduos (H08\_3);
- Heterogeneidades nas restrições de cardinalidade (H08\_4);
- Ausência de outras propriedades lógicas (H08\_5).

#### 5.5.1. Omissão do constructo de hierarquia (OCH) nos modelos-base

Apesar de a natureza hierárquica das relações primárias WEMI decorrer da própria definição das classes bibliográficas nucleares feita pelo LRM, este modelo não formaliza a relação entre essas entidades como uma hierarquia, representando-as antes como uma cadeia ou sequência de relações binárias, não herdando as classes inferiores as propriedades das classes superiores. Em nosso entender, e como sustentamos no ponto J3 do ANEXO J, está subjacente ao LRM a definição de uma hierarquia WEMI de inclusão conceptual; no entanto, dado que a sintaxe E-R utilizada pelo LRM não permite a representação da hierarquia, este modelo formaliza essas relações como simples associações.

A generalidade dos autores (Peponakis, 2012; Coyle, 2016, por exemplo) atribuem esta omissão à incapacidade sintática do modelo E-R para expressar hierarquia na representação das relações primárias WEMI no LRM. Entendemos, contudo, que esta limitação sintática não deve inibir a representação hierárquica das relações primárias WEMI no MR, uma vez que é o próprio normativo LRM que, em nossa opinião, define uma relação de inclusão conceptual entre as classes bibliográficas nucleares. Com efeito, o LRM define a *Obra* como “conteúdo comum” às diversas *Expressões*, pelo que podemos afirmar que a *Obra* está contida nas *Expressões*, o que prefigura uma relação de tipo hierárquico em que o geral está contido no especial. O LRM determina, ainda, que a *Expressão* é materializada pelas suas *Manifestações* e que a *Manifestação* representa todos os *Itens* com características comuns (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), por isso podemos afirmar que os conceitos ou classes gerais *Expressão* e *Manifestação* estão contidas nas classes mais específicas *Manifestação* e *Item*, porque são por elas materializadas, havendo assim uma relação hierárquica ou de inclusão conceptual entre as mesmas. Apesar de o RDA e o BF não terem sido formalizados em E-R, não estando, portanto, sujeitos às limitações de intransitividade sintática, verifica-se que estes normativos também não formalizam a cadeia WEMI como uma hierarquia, mimetizando a representação das cadeias WEMI como mera sequência de associações simples, não hierárquicas e sem transitividade *ad hoc*.

Em nossa opinião, contudo, tanto no LRM, como no RDA e no BF a natureza das relações primárias é semanticamente hierárquica, pois nos três normativos decorre do próprio conceito de cada classe a

inclusão da classe inferior, com que partilha o seu significado, o que evidencia uma relação hierárquica de inclusão, em que os conceitos mais específicos (classes WEMI inferiores) incluem os conceitos mais gerais (classe superiores). Os argumentos que sustentam a ideia de haver uma verdadeira hierarquia subjacente à cadeia WEMI em LRM, RDA e BF, não obstante estes normativos não a representarem formalmente como tal, são detalhados no ponto J3 do ANEXO J.

#### **5.5.2. Propriedades da hierarquia entre classes WEMI**

As propriedades da hierarquia entre classes bibliográficas nucleares que consideraremos na criação do MR e da OR decorrem da aplicação do enquadramento teórico da hierarquia WEMI que apresentamos em J1 e nos pontos ii da secção J3.1. do ANEXO J, e que são as seguintes:

- a) *Inferência de classificação na superclasse* - A instância da classe inferior infere-se como instância indireta da classe superior. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na resolução da heterogeneidade H08\_1.
- b) *Transitividade da relação de pertença* - A classificação inferida na alínea anterior é transitiva, i.e., a instância da subclasse infere-se como instância indireta de todas as superclasses da cadeia hierárquica. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na resolução da heterogeneidade H08\_1.
- c) *Herança de propriedades* - A subclasse herda as propriedades da superclasse. Esta propriedade decorre da hierarquia de derivação (Knox, 1998) e é aplicada na resolução da heterogeneidade H08\_2.

Todas as propriedades acima elencadas são inerentemente garantidas, no MR, pelo mecanismo de generalização UML, conforme se demonstrará nos pontos 5.5.4 e seguintes deste capítulo.

#### **5.5.3. Propriedades das relações hierárquicas entre indivíduos WEMI**

Na sequência da caracterização da hierarquia WEMI realizada nos pontos iii do J3.1 do ANEXO J, na criação do MR e da OR considerámos as seguintes propriedades das relações hierárquicas das classes WEMI, quando analisadas na perspetiva dos seus indivíduos ou objetos:

- a) *Transitividade da vinculação entre indivíduos* - Nas cadeias de relações hierárquicas infere-se que a instância da classe inferior se relaciona hierarquicamente com todos os objetos das relações subsequentes. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na resolução da heterogeneidade H08\_3.
- b) *Herança de propriedades/valores entre indivíduos* - Infere-se que são aplicáveis à instância da classe inferior os atributos/propriedades e respetivos valores da instância da classe superior. Esta propriedade decorre da hierarquia de derivação (Knox, 1998) e é aplicada na resolução dos problemas H008\_2.



- c) *Obrigatoriedade de existência de instância de classe superior* - Cardinalidade mínima de 1 instância na superclasse. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na resolução dos problemas H008\_4.
- d) *Assimetria* - A instância da classe inferior não pode inverter a posição hierárquica com a instância da classe superior com que está relacionada por generalização. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada no MR e na OR em H08\_5.
- e) *Não reflexão* - As relações hierárquicas entre instâncias WEMI não podem ter o mesmo indivíduo como sujeito e objeto, nem podem ocorrer entre indivíduos da mesma classe. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na modelação do MR e da OR em H08\_5.
- f) *Dependência de relação de hierarquia entre classes distintas* - A instância que é sujeito da relação hierárquica tem de pertencer a classe relacionada por generalização com a classe a que pertence o objeto da relação. A classe e a subclasse são distintas. Esta propriedade decorre da hierarquia de inclusão (Knox, 1998) e é aplicada na modelação do MR e da OR.

Para a implementação no MR das características das relações hierárquicas acima referenciadas, utilizou-se o constructo UML de generalização pois, por força da generalização entre as classes, é estabelecido entre os objetos um vínculo direcionado com um *role* “parent” associado à instância da superclasse (OMG, 2014a), que garantem as já mencionadas propriedades das relações hierárquicas entre instâncias WEMI:

- a) *Transitividade da vinculação entre indivíduos* - Inferência a partir da conjugação da generalização entre classes e do *role* “parent” nos objetos (assinalada a vermelho na imagem abaixo);
- b) *Herança de propriedades/valores entre indivíduos* - A primitiva generalização garante a herança das propriedades da classe pelo indivíduo. Usualmente as propriedades da superclasse são instanciadas pelo indivíduo da subclasse, sendo a superclasse abstrata (i.e., sem instâncias diretas). Se houver, contudo, instâncias diretas na classe superior, para se inferir que as suas propriedades e valores se aplicam à instância da classe inferior, pode recorrer-se ao *role* “parent”, atribuindo-lhe esse sentido. Decorre do mecanismo de generalização (assinalada a verde na imagem abaixo);
- c) *Obrigatoriedade de existência de instância na classe superior* - Decorre do mecanismo de generalização (assinalada a verde na imagem abaixo);
- d) *Assimetria* - Garantida pelo link ou vínculo direcionado que aponta para a superclasse (assinalado a azul na imagem), que deriva do sentido representado na generalização;
- e) *Não reflexão*; f) *Dependência de relação de hierarquia entre classes distintas* - Decorrem da conjugação do mecanismo de generalização e sua instanciação (assinalada a roxo na imagem abaixo), que assegura que o vínculo ocorre entre instâncias de classes diferentes.

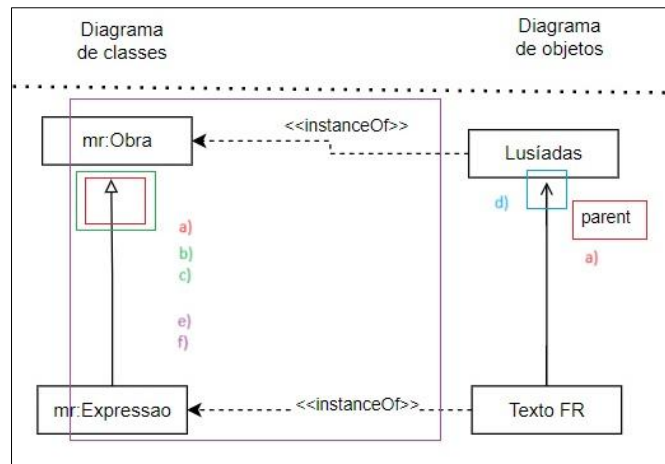


Figura 5.6 - Implementação das propriedades da hierarquia WEMI no MR

#### 5.5.4. H08\_1 – OCH: ausência de inferência de pertença

Em LRM, RDA e BF, a opção pela não representação da cadeia WEMI como uma hierarquia não levanta, em si mesma, problemas de interoperabilidade entre os modelos-base que são, neste aspeto, convergentes. Esta omissão do constructo de hierarquia (OCH) na representação das relações primárias suscita, não obstante, problemas de incongruência semântica nos modelos-base pois, conforme demonstrámos nos pontos anteriores, a natureza dessas relações é hierárquica e decorre das próprias definições das classes WEMI e das suas relações de vinculação feitas pelos três normativos bibliográficos.

A primeira consequência desta OCH consiste na ausência de inferência de classificação da instância de uma classe inferior na classe superior (H08\_1). Com efeito, as cadeias WEMI em LRM, RDA e BF não expressam hierarquia, sendo uma simples sequência de associações *ad hoc* sem transitividade, que não expressam relações de inclusão das classes inferiores nas superiores. Assim, cada entidade nuclear relaciona-se com a classe que lhe é imediatamente superior ou inferior, não sendo possível inferir que a mesma relação se aplica aos níveis superiores acima àquele com que se relaciona expressa e diretamente.

#### Exemplificação do problema H08\_1 nos modelos-base

Tanto o LRM como o RDA e o BF não expressam a cadeia WEMI como uma hierarquia, optando antes pela formalização de relações binárias entre os pares de classes bibliográficas nucleares: *Obra-Expressão*, *Expressão-Manifestação* e *Manifestação-Item*, nos casos LRM e RDA; e *Work-Instance* e *Instance-Item*, no caso do BF. Como as relações binárias de vinculação não são transitivas em nenhum dos modelos-base, existe um problema de segmentação da cadeia WEMI, que não é uma cadeia contínua formalmente representada. No RDA não existe associação expressa de vinculação entre *Obra* e *Item*. No LRM não existe associação de qualquer classe superior com as classes não imediatamente inferiores, i.e., não há vinculação entre *Manifestação* e *Obra*, nem entre *Item* e *Expressão* ou entre

*Item* e *Obra*. No BF não existe relação entre *Item* e *Obra*. Assim sendo, uma instância de uma das classes inferiores (por exemplo, o *Item* “ID22–BNP RES-1062”, da Figura H8 do ANEXO H) não se infere como sendo instância indireta da classe superior com que está diretamente e expressamente relacionada (no mesmo exemplo, a *Manifestação* “ID7 – ISP impresso em Lyon 1517”), nem se infere como instância das restantes classes superiores da cadeia WEMI (a *Expressão* “ID12—AGU – Texto em latim” e a *Obra* “ID 5 – AGU”, v. Figura H8 do ANEXO H). Não são, assim, asseguradas pelos modelos-base as propriedades a) e b) referenciadas no ponto 5.5.2. para a hierarquia de classes WEMI.

### Resolução do problema H08\_1 no MR

A representação da cadeia WEMI como uma hierarquia é formalizada no MR através de três generalizações UML entre os dois pares das quatro classes bibliográficas nucleares, como se apresenta na Figura 5.7<sup>18</sup>: mr:Obra-mr:Expressao; mr:Expressao-mr:Manifestacao; mr:Manifestacao-mr:Item.

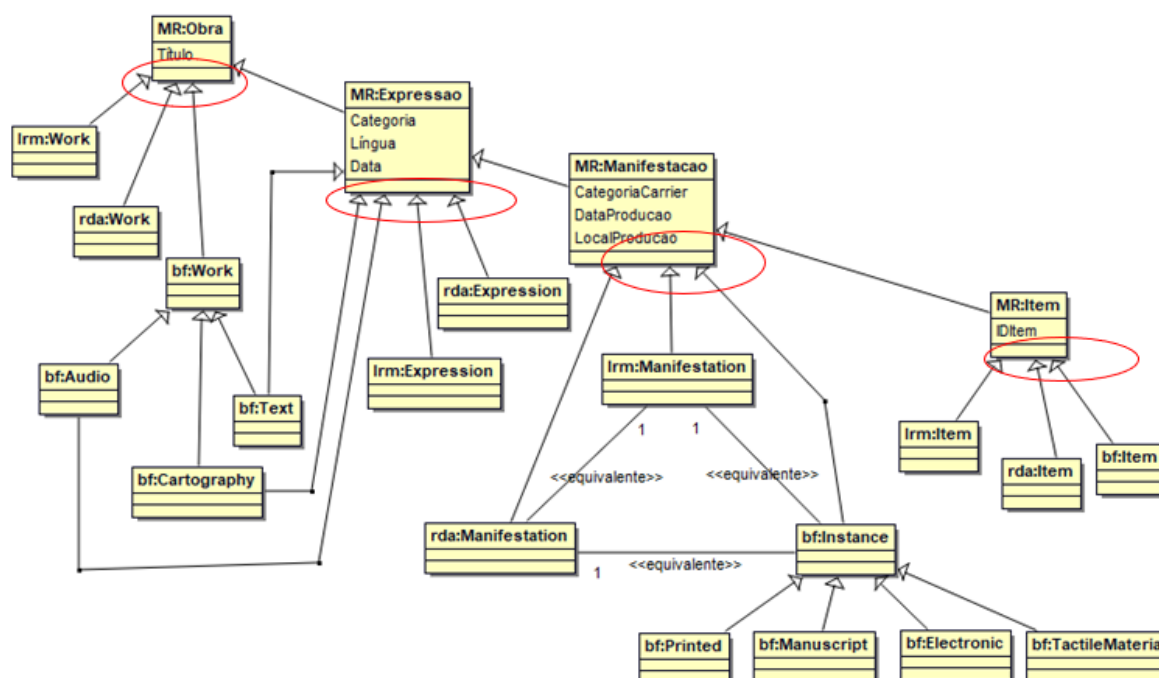


Figura 5.7 - Hierarquia WEMI - Relação MR e Modelos-Base

Cada classe bibliográfica nuclear está ligada à imediatamente superior por uma relação de generalização. A classe de topo ou raiz é mr:Obra e a classe mais específica ou folha é mr:Item, pelo que são respetivamente apenas superclasse e subclasse. As classes intermédias mr:Expressao e

<sup>18</sup> Como as relações com mr:ConteudoAbstracto e MR:ConteudoConcreto são herdadas pelas classes inferiores, deixa de ser necessária a generalização entre mr:Expressao e mr:ConteudoAbstracto, entre mr:Manifestacao e mr:ConteudoAbstracto e entre mr:Item e mr:ConteudoConcreto, pelo que com a representação da hierarquia WEMI se anularam essas três generalizações, mantendo-se apenas as generalizações entre mr:obra e mr:ConteudoAbstracto e entre mr:Manifestacao e mr:ConteudoConcreto.

mr:Manifestacao são simultaneamente subclasses das classes superiores e superclasses das classes inferiores.

Embora as relações hierárquicas ocorram entre pares de classes bibliográficas, a transitividade da hierarquia determina a inferência da relação de pertença ao longo da cadeia WEMI, ou seja, a relação de pertença entre os pares de classes inferiores é herdada pela classe imediatamente superior, sendo as instâncias das classes inferiores inferidas como instâncias de todas as classes superiores da cadeia de generalizações. Uma instância de *Item*, por exemplo, infere-se que pertence não apenas à superclasse com que diretamente se relaciona, *Manifestação*, mas também às superclasses seguintes da cadeia: *Expressão* e *Obra*.

Existe no MR um segundo conjunto de relações hierárquicas, estabelecido entre as classes WEMI dos modelos-base LRM, RDA e BF e as classes WEMI do MR (v. generalizações assinaladas com círculo na Figura 5.7). Esta segunda hierarquia assegura a resolução da falta de representação de hierarquia entre WEMI nos modelos-base, conforme se exemplifica em seguida. Pela relação de generalização entre as classes WEMI dos modelos-base e as classes WEMI do MR, as primeiras passam a integrar a hierarquia WEMI do MR, herdando as propriedades das superclasses e passando as suas instâncias a ser instâncias das superclasses WEMI do MR. No exemplo abaixo (v. Figura 5.8), podemos verificar que é por força da generalização entre rda:Item e mr:Item, que a instância de “ID26” de rda:Item passa a integrar a hierarquia WEMI do MR. Com efeito, pela generalização que existe entre rda:Item e mr:Item, a instância ID26 é também instância inferida de mr:Item (v. relações a azul na Figura 5.8, com inferência a tracejado). Como mr:Item é subclasse de mr:Manifestacao, ID-26 será também instância de mr:Manifestacao (v. relações a verde na imagem, com inferência a tracejado) e assim sucessivamente, até ser instância de mr:Obra. O mesmo sucede com a instância rda:Manifestacao ID25 (relações a vermelho na imagem abaixo, com a respetiva inferência a tracejado).

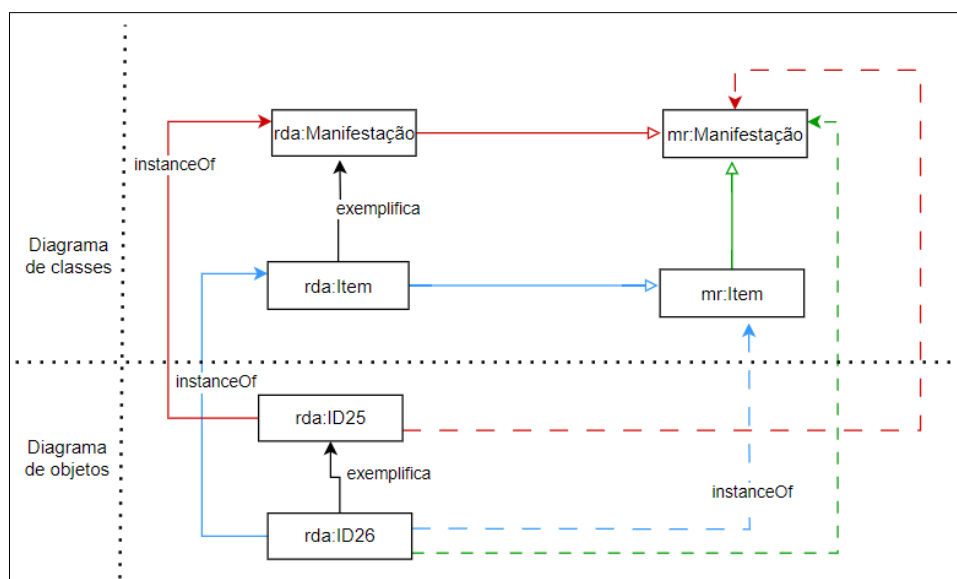


Figura 5.8 - Exemplificação da resolução H08\_1 pelo MR

### 5.5.5. H08\_2 – OCH: ausência de herança de propriedades e valores

A representação da cadeia WEMI nos modelos-base como uma série de associações simples não assegura a herança de propriedades da classe superior pela classe inferior (v. propriedade da hierarquia de classes descrita na alínea c) do ponto 5.5.2.), nem a inferência da aplicação das propriedades/valores das instâncias da classe superior às instâncias das classes inferiores a elas vinculadas (v. propriedade da hierarquia entre indivíduos descrita na alínea b) do ponto 5.5.3.). Com efeito, nos modelos-base as classes de nível inferior têm uma simples associação *ad hoc* com a classe imediatamente acima e, por isso, não estão relacionadas por extensão com a classe de topo, nem herdam as propriedades dos níveis superiores.

#### Exemplificação do problema H08\_2 nos modelos-base

Não havendo hierarquia em LRM, RDA e BF, as classes inferiores da cadeia WEMI não herdam as propriedades das classes superiores. Por exemplo, a instância da *Expressão* “ID12—AGU – Texto em latim” não herda em nenhum dos modelos-base, o atributo *Título* da *Obra* “ID5-AGU”. A única forma que poderíamos ter de saber que a *Expressão* “ID12” realiza textualmente em latim uma obra com o título “Ars Generalis Ultima - AGU”, seria pela realização de interrogações à relação entre as instâncias da *Expressão-Obra*. Todavia, os dados obtidos pela *query* não caracterizariam a própria *Expressão* ID12, mas a *Obra* ID5 com que está relacionada, i.e., não se poderiam inferir como sendo propriedades/valores seus.

#### Resolução do problema H08\_2 no MR

A modelação do MR em UML assegura o mecanismo da vinculação WEMI entre indivíduos com todas as propriedades que descrevemos acima no ponto 5.5.3., pois a generalização das classes e o vínculo correspondente nos objetos, representados na Figura 5.9, garantem a herança de propriedades da classe superior pela classe inferior e suas instâncias.

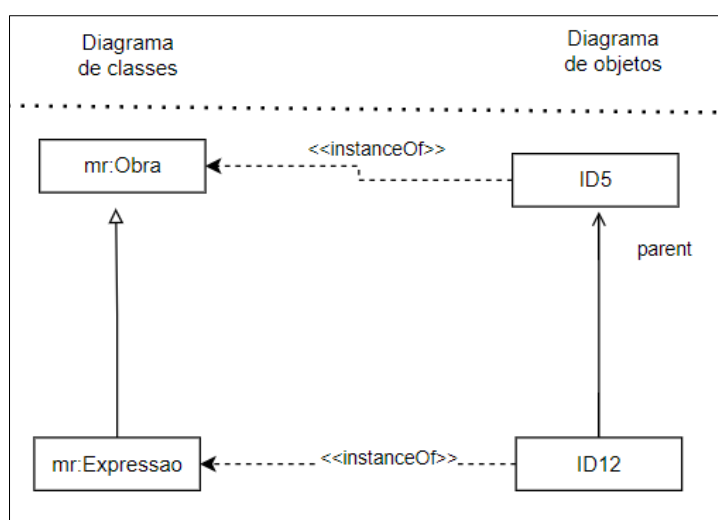


Figura 5.9 - Exemplificação da resolução H08\_2 pelo MR

De facto, tal como se observa na Figura 5.9, a formalização do MR em UML torna possível instanciar separadamente na superclasse e na subclasse, relacionando-as por vinculação WEMI através de um (*link*) vínculo direcionado com *role* “parent” na instância da superclasse, que mais do que um nome significativo para o leitor humano significa que essa instância tem um papel (*role*) específico (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 2000) face à instância da subclasse, por força do mecanismo da generalização. Esse *role* consiste em as propriedades e os valores que ID5 tem enquanto instância da superclasse também se aplicarem a ID12, a instância da subclasse com ela relacionada.

#### 5.5.6. H08\_3 – OCH: ausência de transitividade nas relações de vinculação entre indivíduos

Não havendo nos modelos-base transitividade nas relações de vinculação entre os indivíduos das classes WEMI, não é possível inferir que as instâncias das classes inferiores estão também vinculadas às instâncias das classes superiores subsequentes na cadeia WEMI, com que não estão diretamente relacionadas. Como cada classe WEMI em LRM, RDA e BF apenas se relaciona com a classe imediatamente inferior ou superior e essa relação não é hierárquica, nem tem transitividade *ad hoc*, não é possível inferir relações com níveis superiores acima daquele com que a classe está expressamente associada. Assim sendo, nunca será possível relacionar instâncias de *Item* e *Expressão* (no LRM e no RDA); *Item* e *Obra* (no LRM, RDA e BF); e *Manifestação* e *Obra* (no LRM).

Não sendo, assim, transitivas as relações binárias de vinculação dos modelos-base, existe um problema de segmentação da cadeia WEMI, que não é uma cadeia contínua formalmente representada, uma vez que:

- No RDA não existe associação expressa de vinculação entre *Obra* e *Item*;
- No LRM não existe associação de qualquer classe superior com as classes não imediatamente inferiores, i.e., não há vinculação entre *Manifestação* e *Obra*, nem entre *Item* e *Expressão* ou entre *Item* e *Obra*;
- No BF não há relação entre *Item* e *Obra*.

Como nenhum dos modelos-base formaliza a transitividade nas relações de vinculação entre os indivíduos WEMI, a representação da propriedade da hierarquia WEMI descrita na alínea a) do ponto 5.5.3. fica omissa nos normativos LRM, BF e RDA,

#### Exemplificação do problema H08\_3 nos modelos-base

Nos diagramas de objetos constantes da Figura H8 do ANEXO H exemplifica-se a impossibilidade de o LRM e o RDA relacionarem o *Item* “ID22– BNP RES-1062” quer com a *Expressão* “ID12-AGU – Texto em latim”, quer com a *Obra* “ID5-AGU”. Com efeito, o *Item* ID22 relaciona-se apenas com a *Manifestação* “ID7 – ISP impresso em Lyon em 1517”, de que é um exemplar. Esta *Manifestação* materializa a *Expressão* “ID12 – AGU – Texto em latim”, que por sua vez é uma realização da *Obra* “ID5 – AGU”. Porém, como essas relações não são formalizadas no LRM e no RDA como generalizações, mas sim

como simples associações sem carácter transitivo, a vinculação da *Manifestação* à *Expressão* e da *Expressão* à *Obra*, não é herdada pelo *Item*. Desta forma, no LRM e no RDA o exemplar da BNP “ID22-BNP RES-1062” perde a relação de inclusão com as instâncias das classes superiores não imediatas, que também exemplifica: a *Expressão* “ID12-AGU-Texto em latim” e a *Obra* “ID5-AGU”.

### **Resolução do problema H08\_3 no MR**

Pela relação de generalização entre as classes WEMI dos modelos-base e as classes WEMI do MR, as primeiras passam a integrar a hierarquia WEMI do MR, herdando as propriedades das superclasses e passando as suas instâncias a ser instâncias das superclasses, pois herdam as relações primárias hierárquicas entre as WEMI do MR. Ou seja, as relações primárias não hierárquicas dos modelos-base “ganham” a natureza de relações hierárquicas através do MR.

Por exemplo, é por força da generalização entre bf:Item e mr:Item, que as instâncias de bf:Item passam a integrar a hierarquia WEMI do MR, ficando hierarquicamente relacionadas com as instâncias das classes WEMI do MR. A instância ID20 de bf:Item, pela generalização definida entre bf:Item e mr:Item (v. círculo A na Figura I4 do ANEXO I), herda as relações com as instâncias das classes superiores do MR (ID16, ID12 e ID5), passando assim a ficar hierarquicamente relacionada com a instâncias das classes mr:Manifestacao, mr:Expressao e mr:Obra (v. círculos B na Figura I4 do ANEXO I).

A solução encontrada implica a instanciação direta das classes WEMI do MR, que são depois hierarquicamente relacionadas com as instâncias dos modelos-base. A resolução ideal deste problema passaria, todavia, por não ser necessário instanciar diretamente o MR, mas tal só seria viável considerando as propriedades de vinculação dos modelos-base como subpropriedades da relação de vinculação do MR, o que não é possível por a relação de vinculação na UML ser uma generalização. O recurso à hierarquia entre as propriedades só poderá ser implementado na OR em que, em vez da generalização UML, teremos a propriedade orowl:vinculadaPor, evitando-se, assim, a instanciação direta da OR na relação hierárquica entre indivíduos.

### **5.5.7. H08\_4 – OCH: restrições de cardinalidade heterogéneas**

Tal como se apresenta no ponto J3.1 do ANEXO J, o modelo LRM estabelece restrições de cardinalidade “1:1” nas relações de vinculação entre os pares *Expressão/Obra* – obrigando a que exista sempre uma instância de *Obra* para cada *Expressão* – e *Item/Manifestação* – estabelecendo também a cardinalidade obrigatória para a classe superior *Manifestação*. A cardinalidade máxima de “1” nessas classes impede que possa haver mais do que uma *Obra* associada a cada *Expressão* ou mais do que uma *Manifestação* associada a cada *Item*. Ao contrário do que sucede no LRM, nos modelos RDA e BF não são definidas cardinalidades nas relações primárias WEMI, pelo que para cada instância de

*Expressão* não é obrigatória a vinculação a pelo menos uma *Obra* e para cada instância de *Item* não tem de existir pelo menos uma *Manifestação*.

Quanto à cardinalidade máxima nessas relações, também não existe no RDA e no BF, pelo que, ao contrário do LRM, cada instância de *Expressão* pode relacionar-se com um número ilimitado de *Obras* e cada *Item* pode ter um número ilimitado de *Manifestações*. Para além desta discrepância entre o LRM e o BF e RDA, nenhum dos modelos-base implementa a obrigatoriedade de existência de instância na classe superior nas relações de vinculação entre *Manifestação* e *Expressão*. Parece-nos que o motivo dessa não obrigatoriedade assenta na mesma razão pela qual o FRBR (IFLA, 2008) admite a relação entre *Obra* e *Manifestação* na eventualidade de se desconhecer a existência de uma *Expressão*. Nestes casos, contudo, devemos recorrer a um objeto anónimo, pois a relação de hierarquia de inclusão obriga à existência da instância mais geral, sempre que exista uma instância específica.

Nenhum dos normativos bibliográficos analisados satisfaz, assim, o requisito da hierarquia entre indivíduos WEMI que consta da alínea c) do ponto 5.5.3. e que consiste na obrigatoriedade de existência de instância na classe superior, sempre que exista um indivíduo numa classe a ela vinculada.

#### **Exemplificação do problema H08\_4 nos modelos-base**

Conforme se referiu no ponto anterior, só existem restrições de cardinalidade das associações WEMI no LRM, não existindo esse tipo de restrição nem no BF, nem no RDA, pelo que poderá haver problemas de interoperabilidade entre estes normativos, quanto à cardinalidade da cadeia WEMI. Assim, o *Item* “ID26-LGEDA – BNF R. 42376” poderia, por exemplo, existir no RDA e no BF sem que existisse a *rda:Manifestation* e *bf:Instance* “ID25 – LGEDA – Impresso em Paris, 1634”. Em ambos os casos, o *Item* ficaria sem qualquer relação com a *Obra* “ID5 – AGU” ou com a *Expressão* “ID24 – AGU – Texto em francês” (v. Figura H8 no ANEXO H).

No que respeita à cardinalidade máxima em *Obra*, as consequências da heterogeneidade H08\_4 serão exemplificadas a propósito da agregação bibliográfica (CD3.4), uma vez que no LRM só pode haver uma *Obra* para cada *Expressão*, o que significa que no caso das obras agregadas terá de se criar 1 instância “*Obra agregada*” para cada *Expressão*. Quanto à cardinalidade máxima de “1” na classe *lrm:E4 (Manifestação)*, este modelo torna obrigatório que cada *Item* apenas exemplifique uma *Manifestação*, sendo inválida qualquer declaração contrária. Já no BF e no RDA, um *Item* poderá relacionar-se com mais do que uma *Manifestação*, o que é semanticamente incorreto.

Uma outra consequência desta discrepância seria, por exemplo, a impossibilidade de uma *Expressão* LRM estar associada a mais do que uma *Obra*, obrigando à criação de uma obra agregada se estivessemos perante instâncias LRM, enquanto no RDA e no BF uma *Expressão* poderia realizar mais do que uma *Obra* sem necessidade de criar uma terceira obra representativa da agregação (v. CD3.4).



#### **Resolução do problema H08\_4 no MR**

No MR tanto as relações entre as WEMI do MR como entre estas e as WEMI dos modelos-base são generalizações, pelo que as instâncias de cada subclasse são, por força da generalização, instâncias da respetiva superclasse, o que justifica a afirmação de que na UML a cardinalidade da superclasse equivale a “1:1”. Cada instância da subclasse infere-se como sendo instância da superclasse, pelo que a cardinalidade é sempre de “1:1” na superclasse, ficando desta forma resolvido o problema das divergências dos modelos-base face às restrições de cardinalidade.

O MR é similar ao LRM na obrigatoriedade de existência de *Obra* e *Manifestação*, sempre que existam respetivamente instâncias de *Expressão* e *Item*. Estas restrições são herdadas pelas classes nucleares dos modelos BF e RDA, por força da generalização entre as classes WEMI do MR e dos modelos-base, assim se resolvendo a heterogeneidade dos modelos BF e RDA face ao LRM. O MR vai, contudo, mais além do que o LRM quanto às cardinalidades definidas para o par *Expressão/Manifestação*, implementando também nesse caso a obrigatoriedade da existência de instância na classe *Expressão*, ainda que possa ser um objeto anónimo, caso não se tenha qualquer informação sobre a mesma.

#### **5.5.8. H08\_5 – OCH: ausência de outras propriedades lógicas**

Nenhuma das propriedades de vinculação dos modelos-base tem as características de assimetria e irreflexibilidade, que foram apontadas como propriedades das hierarquias entre indivíduos WEMI nas alíneas d) e e) do ponto 5.5.3. Com efeito, apesar de as propriedades de vinculação em LRM, RDA e BF terem as respetivas WEMI como *range* e *domain*, essas restrições OWL não impedem a sua aplicação reflexa ou simétrica, já que não são impostas pela OWL como constrangimento.

#### **Exemplificação do problema H08\_5**

A falta de assimetria e de não reflexão nas propriedades de vinculação pode levar a modelações incorretas no BF, no LRM e no RDA. Uma instância de *Manifestação* (bf:Instance) poderia, por exemplo, ficar erradamente vinculada a uma instância de *Item* (bf:Item), por aplicação simétrica da propriedade bf:ItemOf. Ou, também erradamente, a instância de bf:Item ficar vinculada a si mesma ou outra instância da mesma classe, pela aplicação recursiva de bf:ItemOf.

#### **Resolução do problema H08\_5 no MR**

No MR a assimetria e a irreflexibilidade estão asseguradas pelo recurso ao mecanismo de generalização. No primeiro caso porque as generalizações entre os pares de WEMI do MR asseguram que o vínculo (*link*) direcionado que delas decorre (para relacionar as instâncias das subclasses com as instâncias das superclasses) não pode ser invertido. No segundo caso, a não reflexão é assegurada porque as generalizações entre os pares WEMI são feitas entre classes diferentes.

### 5.5.9. H09 – Vinculações simultâneas (RDA)

Ao contrário do que sucede no BF e no LRM, em que cada entidade só se relaciona com a classe imediatamente seguinte, no RDA é estabelecida uma relação de vinculação de *Obra* com *Manifestação* (v. relação P10072 no Quadro 5.6), uma classe não imediatamente inferior.

Desta forma, no RDA a classe *Manifestação* está simultaneamente vinculada a *Expressão* e a *Obra*. O LRM admite o estabelecimento de relação diretamente entre *Obra* e *Manifestação*, nos casos em que a *Expressão* é desconhecida (IFLA, 2008), mas esta relação não se encontra formalizada no modelo E-R LRM. Talvez por este motivo a cardinalidade do par *Expressão-Manifestação* seja a única cardinalidade WEMI que não expressa a cardinalidade de obrigatoriedade na classe superior, mas sim “0:\*”, permitindo-se, assim, que possa haver uma *Manifestação* sem que exista uma *Expressão*.

O LRM refere, ainda, que a apresentação segmentada de relações da cadeia WEMI no modelo E-R, não impede que as mesmas operem “de forma lógica como uma cadeia contínua” (IFLA, 2008), de modo que, quando uma *Manifestação* se relaciona com uma *Expressão*, por exemplo, a *Manifestação* esteja também logicamente vinculada a uma *Obra*, através da *Expressão*. Esta possibilidade não está, contudo, formalizada no modelo E-R LRM, constando apenas da explicação textual da norma.

Quadro 5 6 - Vinculações simultâneas (H09)

RELAÇÕES WEMI		LRM	RDA	BIBFRAME
Work	Manifestation			
LRM RDA BF	LRM RDA Instance (BF)	Se uma <i>Expressão</i> for desconhecida, uma <i>Obra</i> pode relacionar-se diretamente com uma <i>Manifestação</i> (IFLA, 2008).  Cadeia WEMI como cadeia contínua (IFLA, 2008).	P10072 – hasManifestationOfWork  Relaciona uma obra com uma manifestação que é a sua materialização física (RSC, 2021b).	Há uma relação entre <i>Work</i> e <i>Instance</i> (entidade correspondente à <i>Manifestação</i> LRM e RDA), mas como não existe <i>Expressão</i> , esta é uma relação consecutiva.

Existe, assim, um problema de heterogeneidade do RDA face a LRM e BF, pois no RDA é formalmente permitida a relação direta de uma *Obra* com uma *Manifestação*, que pode ficar assim simultaneamente vinculada a *Obra* e *Expressão*. Esta relação entre *Obra* e *Manifestação* só é admitida no LRM nos casos em que a *Expressão* é desconhecida, mas mesmo nessas circunstâncias o LRM não formaliza essa relação.

#### Exemplificação do problema H09 nos modelos-base

No exemplo RDA constante da Figura H9 do ANEXO H, a *Manifestação* “ID25-LGEDA – Impressão em Paris, 1634” pode estar simultaneamente vinculada à *Expressão* “ID24 – LDEDA – Texto em francês”, pela propriedade “hasExpressionManifested”; e à *Obra* ID5 através da propriedade “hasWorkManifested”. No LRM, pelo contrário, a *Manifestação* ID25 só pode estar vinculada à

*Expressão* ID24, não tendo qualquer tipo de relação com a *Obra* ID5. Apesar de nem no LRM, nem no RDA, a *Manifestação* ID25 estar hierarquicamente relacionada com a *Obra* ID5, nem herdar as suas propriedades (H08), no RDA a *Manifestação* ID25 está, ainda assim, associada por relação *ad hoc* à *Obra* “ID5”, o que não sucede no LRM, gerando problemas de interoperabilidade (H09).

Se considerarmos que no BF as subclasses de bf:Work correspondem à entidade *Expressão*, concluímos que, à semelhança do que sucede no RDA, no BF é assegurada a relação de bf:Instance (*Manifestação*) com *Obra*. Com efeito, no mesmo exemplo (v. Figura H9 do ANEXO H) vemos que a *Manifestação* ID25 está relacionada tanto com a *Expressão* ID24 (bf:Text), pela associação bf:instanceOf (herdada de bf:Work por bf:Text), como com a *Obra* ID5, pois, pelo mecanismo da generalização, as instâncias de bf:Text são também instâncias de bf:Work.

### **Resolução do problema H09 no MR**

A hierarquia entre os modelos-base e a hierarquia WEMI do MR assegura, também, a resolução das heterogeneidades entre o RDA e o LRM face à possibilidade de vinculação simultânea de rda:Manifestation. O exemplo constante da Figura I5 do ANEXO I mostra como, através da hierarquia estabelecida no MR, uma instância de lrm:Manifestation (por exemplo, ID25) passa a poder estar hierarquicamente associada a instâncias de *Obra* (por exemplo, ID5).

### **5.5.10. H10 – Subclasses de bf:Work**

Ao contrário do que sucede no LRM e no RDA, existe no BF uma relação de generalização entre as subclasses de bf:Work (que correspondem ao conceito de *Expressão*) e a superclasse bf:Work (que corresponde ao conceito de *Obra*). Quer isto dizer que as instâncias das subclasses de bf:Work são instâncias de *Expressão* e, pela generalização, também de *Obra*; ao passo que as instâncias de *Expressão* LRM e RDA não são instâncias de *Obra* nos respectivos modelos-base.

### **Exemplificação do problema H10 nos Modelos-Base**

Conforme se referiu anteriormente, as subclasses de bf:Work correspondem conceptualmente às classes lrm:Expression e rda:Expression. Sucedem, porém, que, por força da generalização estabelecida no BF, as instâncias dessas subclasses são também instâncias da superclasse bf:Work, que corresponde conceptualmente às classes lrm:Work e rda:Work. Ou seja, no BF a classe bf:Work tanto pode ter o sentido de *Obra* (se considerarmos apenas a superclasse), como ter o sentido de *Expressão* (se considerarmos o sentido de subclasse).

A discrepância entre a polissemia do conceito de *Obra* no BF e a clara distinção entre *Obra* e *Expressão* no LRM e no RDA (já parcialmente abordada como heterogeneidade H02) gera problemas ao nível das instâncias das subclasses de bf:Work que podem ser consideradas não só como *Obra*, mas também como *Expressão*, enquanto no LRM e no RDA são apenas *Expressão*, conforme se exemplifica

na Figura H10 no ANEXO H com as Expressões ID12 e ID24. Estas correspondem à versão Latina e Francesa da obra “ID5 – AGU”, sendo instâncias da classe *Expressão* no RDA e no LRM, mas sendo no BF tanto instâncias da subclasse *bf:Text* (correspondente a *Expressão* no RDA e no LRM), como da superclasse *bf:Work* (correspondente a *Obra* no RDA e no LRM). Ou seja, ID12 e ID14 teriam no LRM e RDA, enquanto *Expressões*, um sentido mais restrito do que no BF, em que tanto podem ser Expressões como Obras.

#### **Resolução do problema H10 no MR**

A hierarquia entre as classes representativas de *Expressão* nos modelos-base e em *mr:Expressao* garantem que as instâncias de *Expressão* LRM e RDA são também instâncias de *mr:Expressao*, ou seja, ID12 e ID24 serão instâncias de *mr:Expressao* seja qual for o modelo-base em que sejam formalizadas, ficando assim assegurada a respetiva interoperabilidade.

### **5.6. Caso Descrição 2.2 – Disjunção de classes bibliográficas**

A disjunção de classes significa que cada instância só pode pertencer a uma classe, a conjunção significa que uma instância pode pertencer a mais do que uma classe. O modelo E-R estabelece que toda as classes não relacionadas por hierarquia são necessariamente disjuntas, só existindo conjunção na hierarquia, pois as instâncias das subclasses são também instâncias das superclasses. Sendo o modelo LRM formalizado em E-R e não estando as classes LRM WEMI hierarquicamente relacionadas, estas classes são necessariamente disjuntas, i.e., no LRM uma instância não pode pertencer a mais do que uma das classes bibliográficas nucleares.

Alguns autores (Coyle, 2015; Zapounidou, Sfakakis & Papatheodorou, 2016) colocam a questão na ordem inversa, afirmando que a impossibilidade da hierarquia deriva da disjunção. Com efeito, a hierarquia não é possível entre classes WEMI disjuntas, pois se cada instância só pode pertencer a uma classe, então não pode haver relação de subclasses, pois a instância da subclasse também é instância da superclasse.

#### **5.6.1. H11 – Disjunção WEMI (LRM)**

Não sendo a cadeia WEMI uma hierarquia, as classes bibliográficas nucleares são, no LRM, disjuntas, pelo que cada instância WEMI só pode pertencer a uma das classes WEMI. Esta demarcação rígida de classes ocorre apenas no LRM, ao contrário do que sucede no RDA e no BF que não formalizam a disjunção entre as classes WEMI. Este facto gera problemas de interoperabilidade entre estes normativos e desconformidade com o domínio ou universo de discurso, uma vez que na vida real os recursos podem ser instâncias de mais do que uma classe WEMI (Baker, Coyle & Petiya, 2014).

Conforme se refere no ponto E3.1 do ANEXO E, o próprio modelo LRM admite que possa haver uma expansão ao modelo em que se crie uma terceira entidade ligada às classes que se pretenda

considerar como conjuntas. Essa terceira entidade teria propriedades de ligação às entidades WEMI que se pretende fundir. Esta possibilidade vem reforçar a necessidade de resolver o problema da heterogeneidade entre a disjunção WEMI do LRM e os outros modelos, por via da representação de múltiplos pontos de vista, uma vez que é o próprio LRM que refere que a solução de expansão visa conciliar “visões contraditórias”.

### **Exemplificação do problema H11 nos modelos-base**

A Figura H11 do ANEXO H exemplifica o problema de interoperabilidade causado pela disjunção WEMI do LRM, recorrendo a exemplos de instanciação das classes *Obra* e *Expressão* em LRM e em BIBFRAME. Vemos no exemplo que, definindo o LRM as classes *lrm:Expression* e *lrm:Work* como classes disjuntas, a *Expressão* ID12 nunca poderia ser também instância da classe *Obra*, relacionando-se com a obra ID5 por uma simples associação binária *ad hoc* de realização. No mesmo exemplo, observamos que no BF existe pelo contrário uma hierarquia entre *Obras* e *Expressões*, pelo que a *Expressão* ID12 é uma instância de *bf:Text*, que é uma subclasse de *bf:Work*; e que, por esse motivo, é também instância inferida de *bf:Work*. Assim, no BF “ID12 – AGU em latim” é instância tanto de *bf:Text* (*Expressão*) como de *bf:Work* (*Obra*), não havendo, portanto, disjunção entre *Expressão* e *Obra*. Pelo contrário, no LRM “ID12-AGU” é instância apenas de *lrm:Expression*, classe disjunta de *lrm:Work*. Como consequência desta heterogeneidade entre os dois modelos, um raciocinador, ao aplicar as regras de disjunção LRM, assinalaria como erro a existência de uma instância BF, no exemplo ID12, que fosse simultaneamente *Obra* e *Expressão*.

### **Resolução do problema H11 no MR**

De acordo com Poveda Villalón (2016), se uma instância puder pertencer a mais do que uma classe, essas classes não devem ser definidas como classes disjuntas. Assim, a hierarquia WEMI que defendemos no CD2.1. é inconsistente com a disjunção WEMI definida pelo LRM. A solução para a disjunção WEMI não pode, contudo, consistir na aplicação da simples conjunção “e” – que na Teoria dos Conjuntos corresponde a uma intersecção de conjuntos – pois as classes interseccionadas podem ter instâncias que não são instâncias da outra classe, ao passo que na hierarquia WEMI todas as instâncias da subclasse são instâncias da superclasse, ou seja, a subclasse não tem instâncias fora da intersecção, está na sua totalidade incluída na superclasse.

Tão pouco seria possível recorrer a uma disjunção não exclusiva (disjunção com “ou” não exclusivo, i.e. “e/ou”) – que corresponde na Teoria dos Conjuntos a uma operação de união dos conjuntos, podendo uma instância pertencer a qualquer uma das classes unidas ou a todas as classes unidas – pois nesse caso as instâncias da superclasse também poderiam ser instâncias da subclasse, o que é inválido na hierarquia.

Na hierarquia WEMI não se aplica, portanto, nenhuma das operações entre conjuntos (disjunção, intersecção ou união); o que temos é uma relação de inclusão em que todas as instâncias da subclasse são também instâncias da superclasse (a instância de *Expressão* é instância de *Obra*), mas não o contrário (a instância de *Obra* não é instância de *Expressão*). Assim sendo, a classe mais geral contém todas as classes específicas, pelo que estas últimas não podem ser disjuntas já que as instâncias das classes específicas são, também, instâncias das classes gerais; e que os objetos das classe-mãe podem substituir qualquer objeto das classes-filhas. No caso das classes bibliográficas nucleares, isto significa que *Expressão*, *Manifestação* e *Item* são subconjuntos ou subclasses não disjuntas.

As vantagens de uma hierarquia de inclusão, sem disjunção, são as seguintes:

- A *Obra* pode ter propriedades comuns a todos os seus subconjuntos – ex. Título, Autor;
- As instâncias dos níveis inferiores estão explicitamente relacionadas com as superclasses, porque na realidade não pode haver uma *Expressão* ou *Manifestação* sem que haja uma *Obra*, por exemplo. Os níveis inferiores realizam os superiores, pelo que basta existir uma instância de nível inferior para que os superiores também existam;
- Pode haver instâncias de *Obra* que não pertençam a nenhum dos seus subconjuntos – multiplicidade de pontos de vista.

Apesar de LRM não prever formalmente uma hierarquia e determinar a disjunção WEMI, o MR não contraria o LRM ao estabelecer uma hierarquia não disjunta, por duas ordens de razões:

(i) *Essas instâncias pertencem a mais do que uma classe WEMI do MR, não do modelo-base.*

Ou seja, as classes WEMI do LRM continuam a ter apenas instâncias disjuntas. Com efeito, é a hierarquia de inclusão entre as WEMI do MR que determina que as instâncias das suas subclasses sejam também membros das superclasses, pelo que é necessariamente disjunta (v. conjuntos a vermelho na Figura 5.10). Trata-se, contudo de uma hierarquia em dois níveis, um primeiro relativo à inclusão conceptual dos conceitos WEMI do MR (conjuntos vermelhos na Figura 5.10) e um segundo nível em que a hierarquia mr:WEMI se relaciona com as classes WEMI dos modelos-base (conjuntos azuis no exemplo). Neste segundo nível, cada classe mr:WEMI inclui também as classes WEMI correspondentes dos modelo-base, mas esses conjuntos dos modelos-base permanecem disjuntos.

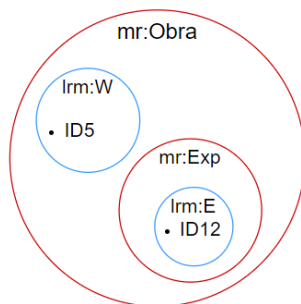


Figura 5.10 - Exemplo de compatibilidade da hierarquia MR com a disjunção LRM

É com estes dois níveis de hierarquia que o MR resolve o problema de representar uma hierarquia de inclusão entre as WEMI do MR sem violar a disjunção das WEMI do LRM (v. na Figura 5.10, em que “ID12” é no MR simultaneamente *Expressão* e *Obra*, mas no LRM é apenas *Expressão*).

(ii) Decorre dos conceitos WEMI do LRM que as instâncias das classes inferiores sejam também instâncias das classes superiores:

- Uma *Manifestação* é também uma *Expressão* e uma *Obra*, porque as materializa;
- Uma *Expressão* é também uma *Obra*, porque a realiza;
- Um *Item* é também *Expressão*, *Manifestação* e *Obra*, porque as exemplifica.

Renear & Choi (2006) defendem a disjunção apenas da classe *Item* relativamente a *Obra*, *Expressão* e *Manifestação*. Segundo eles, *Item* não pode ser subclasse de *Obra*, *Expressão* e *Manifestação*, por estas classes terem natureza abstrata e o *Item* ser concreto. Consideramos que a ideia de o *Item* ter natureza concreta deriva da dicotomia entre “dados bibliográficos” (atributos intelectuais, próprios da *Obra*, *Expressão* e *Manifestação*) e “dados de existência” (atributos físicos do *Item*). Contudo a natureza de *Item* não é em si mesma concreta, visto ser uma classe e, portanto, um conceito abstrato. A diferença do *Item* em relação às outras classes nucleares é que as instâncias de *Item* são objetos concretos (exemplares), com características físicas que são atributos específicos de *Item*, como tamanho, peso, etc.

Entendemos, por isso, que o *Item* não tem natureza distinta das WEMI, podendo herdar as suas características abstratas, a que junta as suas características físicas específicas. Nada obstando, assim, a que *Item* seja subclasse de *Obra*, *Expressão* e *Manifestação*, optamos pela não disjunção de *Item*. O *Item* está, assim, incluído na hierarquia WEMI que se representa como uma sequência de três generalizações, nas quais a subclasse da primeira generalização é superclasse da segunda generalização e assim sucessivamente.

Fica, deste modo, resolvido tanto o problema da demarcação rígida de classes que decorre da disjunção WEMI do LRM, como o problema da interoperabilidade desta norma com o RDA e o BF que não formalizam a disjunção de classes.

## **5.7. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas**

### **5.7.1. H12 – União de classes WEMI dos modelos-base**

No “CD2.2 – Disjunção WEMI” verificámos que a definição de dois níveis de hierarquia no MR (entre as classes WEMI do MR (representadas a vermelho na Figura 5.11) e entre estas e as WEMI dos modelos-base (representadas a preto na Figura 5.11) resolveu o problema de harmonização entre a demarcação rígida de classes bibliográficas nucleares definida pelo LRM (H11) e a hierarquia entre

essas classes, garantindo que uma instância dum modelo-base pode continuar a ser disjunta nesse modelo-base e ser conjunta no MR.

A questão da união e interseção de conjuntos não se coloca ao nível das classes WEMI do MR, pois nelas nunca há mais do que um subconjunto MR para cada superconjunto MR (v. conjuntos a vermelho na Figura 5.11), mas sim ao nível da hierarquia entre as WEMI da OR e as WEMI dos modelos-base, pois nesse caso temos mais do que um modelo-base como subconjunto de cada superconjunto (v. conjuntos a preto na Figura 5.11).

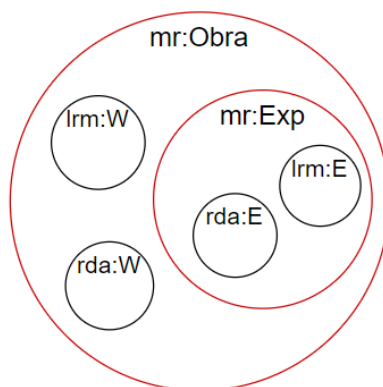


Figura 5.11 - Exemplo de União de classes no MR

Esta proliferação de subconjuntos é inevitável na Web Aberta, mas reforça a necessidade de evitar problemas como os que podem surgir no âmbito da aplicação de restrições *domain/range* a múltiplas classes em simultâneo, pois nesse caso o sujeito o objeto da propriedade que é alvo da restrição teria de pertencer a todas as classes do grupo em simultâneo. Nessas circunstâncias teríamos de fazer uma “disjunção não exclusiva” (“e/ou”) ou união entre as múltiplas classes de determinado *range* ou *domain*. Com efeito, o que se pretende é que as várias classes unidas possam ser referenciadas como um grupo (por exemplo: grupo *Obra*) a que as instâncias WEMI possam pertencer, sem ser necessário discriminar a classe unida (*lrm:Work* ou *rda:Work*) a que pertençam. Estas restrições não violariam, assim, os modelos-base pois não são aplicadas diretamente às suas classes mas sim ao conjunto que elas formam, e aplicar-se-iam a todas as classes que, de futuro, se pudessem juntar ao grupo.

Na união que se estabelece entre as classes WEMI dos modelos-base, a classe representativa da união não pode, contudo, ser representada pela classe *mr:Obra*, *mr:Manifestacao* ou *mr:Item*. Com efeito, se as WEMI do MR representassem as classes de união das WEMI dos modelos-base, não poderiam existir instâncias WEMI do MR que não existissem também em pelo menos uma das subclasses WEMI dos modelos-base, pois a representação da união em UML seria feita através de uma restrição {complete} nas generalizações entre cada classe *mr:WEMI* e as subclasses WEMI dos modelos-base (v. Figura 5.12).



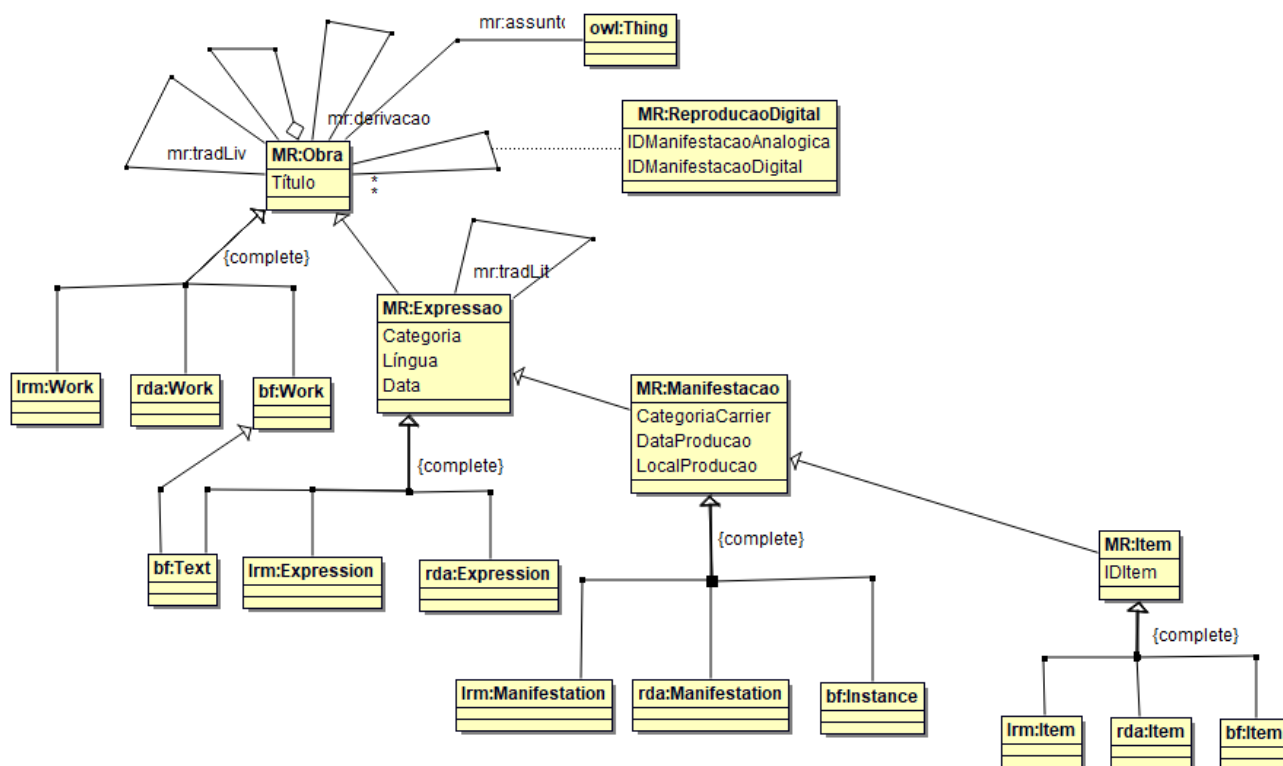


Figura 5.12 - Diagrama em que (incorretamente) as classes de união seriam as mr:WEMI

A união entre as subclasses WEMI dos modelos-base, representada pela restrição {complete}, implicaria que não pudesse haver instâncias das superclasses mr:WEMI que não fossem instância de um dos modelos-base, o que geraria problemas no caso de quisermos usar o MR para modelar instâncias diretamente (por exemplo, instância “.y” na Figura 5.13 relativa à Teoria dos Conjuntos) e não apenas para fazer mapeamentos entre os modelos-base.

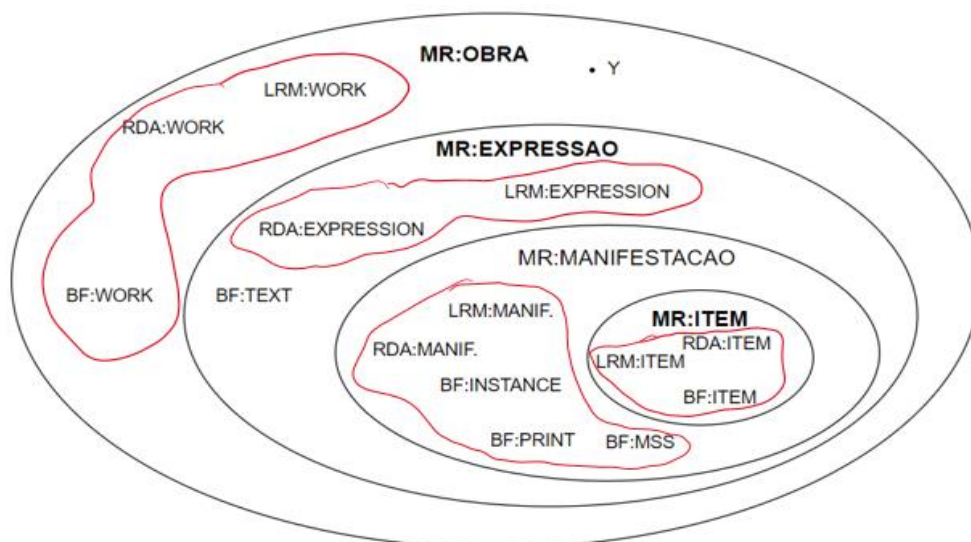


Figura 5.13 - Teoria dos Conjuntos: União de subclasses WEMI dos modelos-base

Assim sendo, teremos de criar uma classe anónima para representar a classe de união, ligada por generalização com restrição {complete} às classes unidas, que correspondem às WEMI dos modelos-base (v. generalização assinalada a vermelho na Figura 5.13)<sup>19</sup>.

Sendo as classes WEMI do MR equivalentes às classes anónimas de união (assinalado a azul na Figura 5.14), pode continuar a haver instâncias das WEMI MR que não sejam instâncias de nenhuma das classes unidas (i.e., das WEMI dos modelos-base), pois a restrição {complete} não se aplica às WEMI do MR, mas apenas às classes anónimas de união.

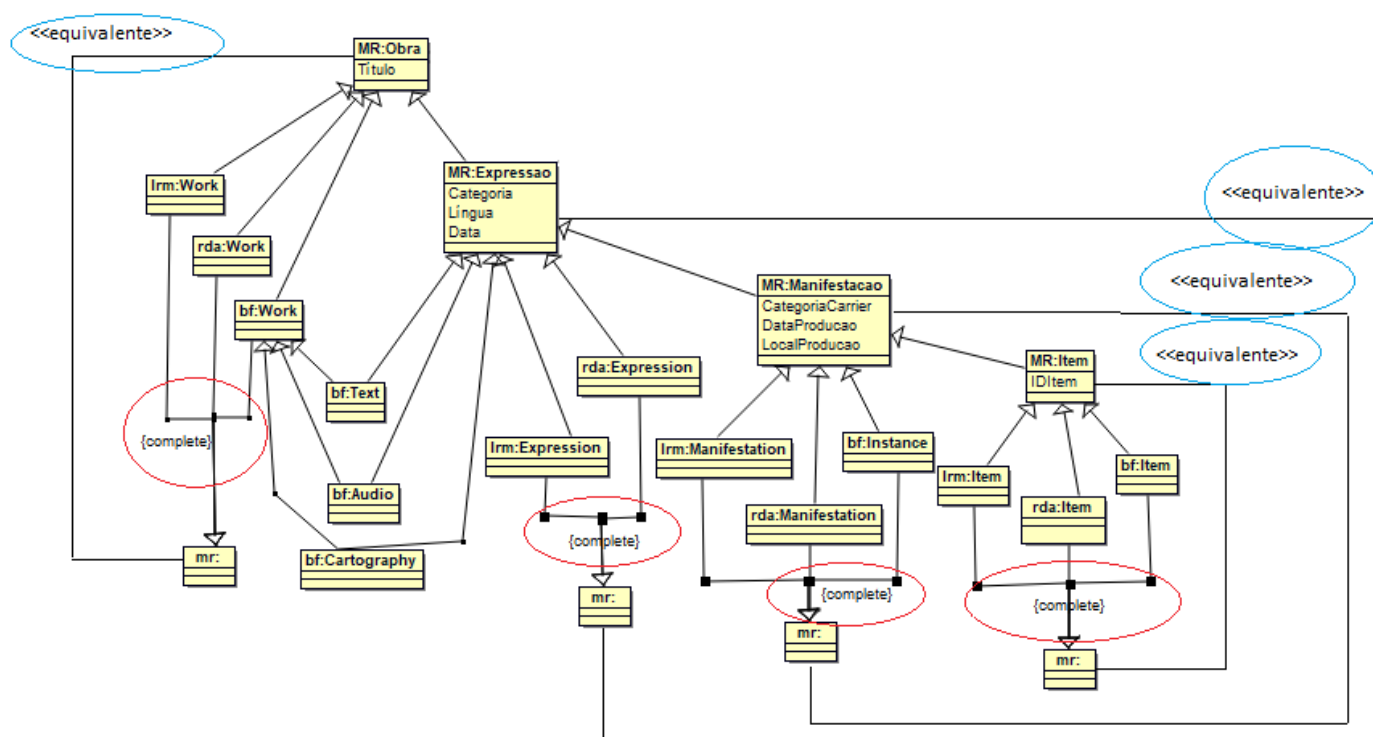


Figura 5.14 - Diagrama de classes - União de subclasses WEMI no MR

## 5.8. Caso Descrição 2.4 – Interseção de classes bibliográficas

### 5.8.1. H13 – Interseção de subclasses BF

As operações de disjunção, conjunção ou união podem ainda ser analisadas quando existem relações de generalização dos modelos-base, em que haja mais do que uma subclasse para cada superclasse. Por exemplo, na Figura 5.15 a instância “a” representa um audiolivro, que pertence simultaneamente às subclasses bf:Text “e” bf:Audio.

<sup>19</sup> Não se aplicou a união às classes bf:Text, bf:Cartography e bf:Audio, por estas serem específicas do Irm:Expression e rda:Expression. Com efeito, todas as instâncias destas classes BF podem ser instâncias de Irm ou rda:Expression, mas o contrário não é verdadeiro.

### Resolução do problema H13 no MR

Uma vez que uma instância pode pertencer a mais do que uma das subclasses de bf:Work, estas devem ser representadas como intersecções; por exemplo, pode ser um áudio-livro, pertencendo, por isso, portanto à intersecção das subclasses bf:Text e bf:Audio. Na UML a intersecção de subclasses é feita com a restrição {overlapping}, mas como esta restrição de subclasse está definida por defeito na UML (desde a versão 2.5), não é necessário representá-la no diagrama de classes. Na UML a instância “a” pertenceria a uma terceira classe (por exemplo mr:Audiolivro) que é a generalização de bf:Text e bf:Audio.

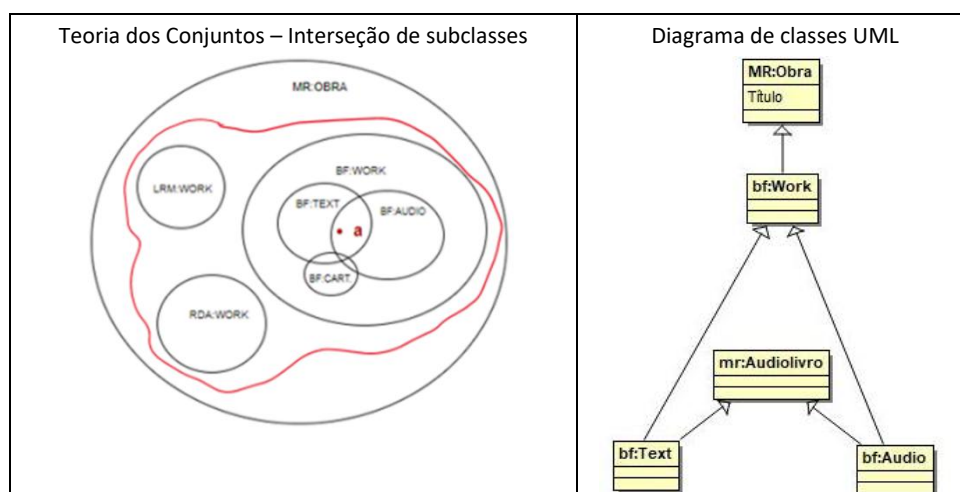


Figura 5.15 - Relação WEMI MR e WEMI modelos-base: Obra

A intersecção é a solução sempre que houver relações de subclasses “overlapping” nos modelos-base, sendo criada uma classe representativa da intersecção cujas instâncias pertencem simultaneamente a todas as classes interseccionadas (conjunção “e”). A solução do MR traduz-se, assim, na inclusão em classes mais amplas que combatem a demarcação rígida de classes, mantendo e respeitando, contudo, essa demarcação nos modelos-base.

## 5.9. Diagrama global de classes dos Casos Descrição 1 e 2

O diagrama de classes que se apresenta na Figura 5.16 representa uma visão global dos aspetos mais relevantes do MR relativamente aos CD1 e 2.

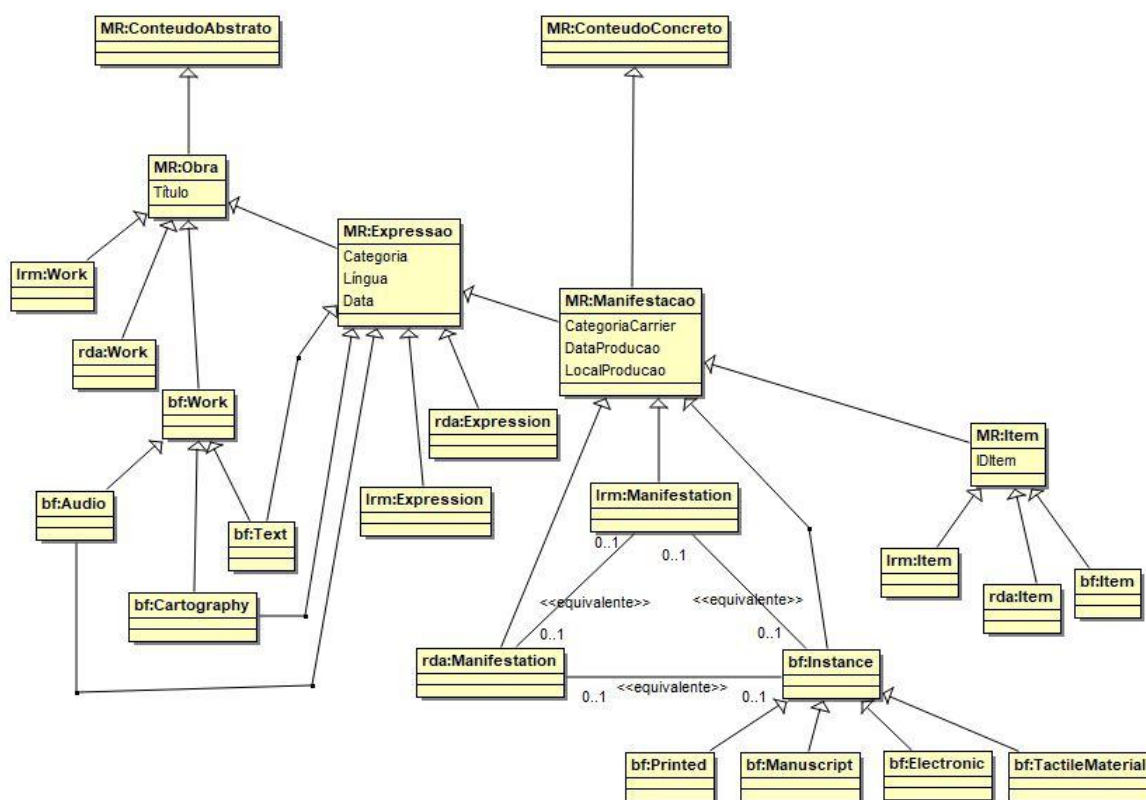


Figura 5.16 - Diagrama de classes MR: relações de generalização com entidades nucleares de LRM, RDA e BF

### 5.10. Casos Descrição 3 – Relações bibliográficas complementares

O terceiro Caso de Descrição refere-se às relações bibliográficas entre WEMI que têm carácter complementar, i.e., que não respeitam às relações primárias analisadas em CD2.1., sendo usualmente denominadas “famílias bibliográficas”. Ao contrário das relações primárias que são verticais e ocorrem dentro de uma mesma “árvore” que tem uma única *Obra* como “progenitor” de topo, as relações complementares são relações horizontais, i.e., estabelecem-se entre obras diferentes correspondendo não a árvores mas a grafos, i.e., ligações entre nós de árvores diferentes, em que cada nó se pode conectar com um número ilimitado de outros nós. A tipologia de relações complementares é a seguinte:

- Relações de descrição, derivação e equivalência – dizem respeito ao conteúdo das entidades bibliográficas;
- Relações todo-parte, agregação, acompanhamento e sequência – referem-se à estrutura das entidades.

Não sendo possível abordar aqui todas estas relações, seleccionaram-se os seguintes subcasos de descrição: CD3.1 – Relação de descrição (S02 – Relações similares de assunto); CD3.2 – Relação de derivação (H16 – Proliferação de relações de derivação); CD3.3 – Relação de equivalência (S04 – Relações similares de reprodução digital); CD3.4 – Relação todo-parte (H19 – Omissão do constructo

todo-parte; H20 – Manifestações de agregação). Para cada Caso de Descrição parte-se da comparação teórica dos modelos efetuada no ponto E4 do ANEXO E para, com recurso a casos práticos, exemplificar as semelhanças e divergências dos modelos e apresentar as soluções do MR na representação das sobreposições e na resolução das heterogeneidades dos modelos-base.

## 5.11. Caso Descrição 3.1 - Relação de descrição

### 5.11.1 S02 – Relações similares de assunto

Resulta da comparação dos modelos-base quanto às relações descritivas (v. ponto E4.2 do ANEXO E) que tanto o LRM como o RDA e o BF têm uma propriedade de descrição geral (*rda:hasSubject*, *lrm:hasASubject* e *bf:references*), que aqui denominaremos propriedades gerais de assunto.

O LRM e o RDA definem o mesmo sujeito e objeto para as propriedades gerais de assunto, restringindo o respetivo *domain* à classe *Obra* e o *range* à classe de topo da ontologia *rda:C10013* (classe *RDAEntity*) e *lrm:E1* (classe *Res*), pois o assunto de uma entidade bibliográfica nuclear pode pertencer a qualquer outra entidade. O BF não define restrições de *domain/range* para *bf:references*, podendo, por isso, ter como sujeito qualquer entidade da ontologia, apesar de referir em nota que esta propriedade é aplicável às entidades bibliográficas nucleares.

#### Exemplificação da similitude S02 nos modelos-base

Na exemplificação das propriedades de assunto, utilizaremos como exemplo a relação (descrita no ponto H6 do ANEXO H), entre as *Obras* “ID2-Ars Demonstrativa (AD)” – texto em catalão, manuscrito em Montpellier, em 1283, e “ID3-Compendium Artis Demonstrativa (CAD)” – manuscrito de 1289, que explica a obra “ID2-Ars Demonstrativa” (texto em latim, produzido em Paris). A modelação deste exemplo em LRM, RDA e BF é similar, conforme se pode observar nos diagramas de objetos constantes da Figura H17 no ANEXO H.

#### Representação da similitude S02 no MR

No MR representamos as propriedades gerais de assunto comuns aos três modelos-base através da propriedade *mr:assunto*, com *domain* *mr:Obra* e sem *range*. A similitude será representada no MR por uma relação de equivalência entre *rda:hasSubject*, *lrm:hasASubject* e *bf:references* e a propriedade *mr:assunto*. Optámos pela relação de equivalência entre propriedades e não pela hierarquia de propriedades, pois o que se pretende é que as mesmas se possam usar indistintamente, o que não é possível numa relação de hierarquia. Através da relação de equivalência podemos usar indistintamente *rda:hasSubject*, *lrm:hasASubject*, *bf:references* e *mr:assunto*, pelo que basta aplicar qualquer uma delas, para se poder inferir a aplicação das equivalentes.

Como a UML não tem mecanismo de abstração específico para a equivalência de propriedades (Kiko & Atkinson, 2005), recorreremos à relação de dependência (linhas tracejadas no diagrama de classes da Figura 5.17) entre as propriedades equivalentes e a estereótipos de «equivalente».<sup>20</sup>

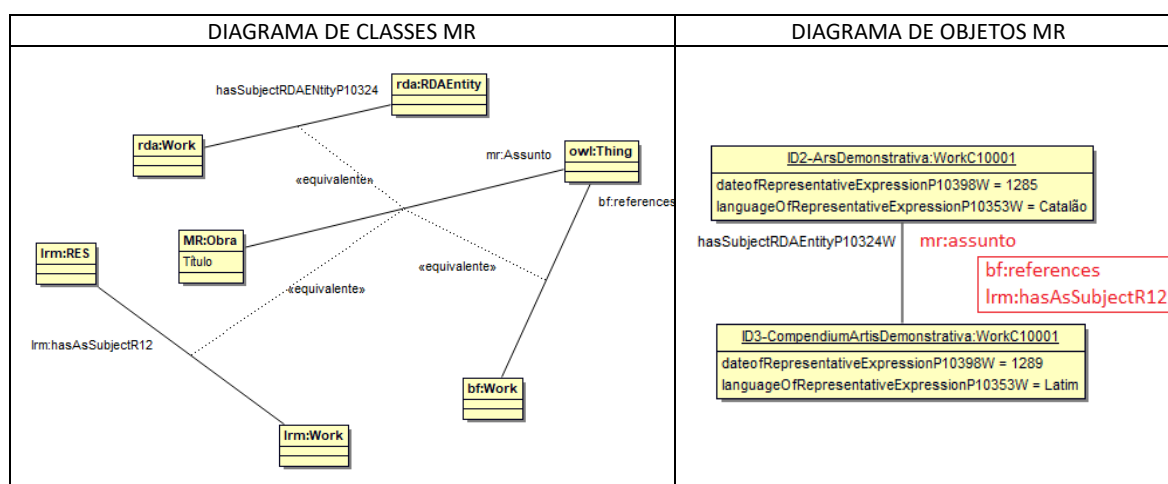


Figura 5.17 - Exemplo de S02 – Equivalência nas relações de assunto MR

Ao contrário do que sucede nos mapeamentos ponto a ponto entre os modelos-base, em que as equivalências têm de ser feitas entre todas as propriedades similares de cada modelo, no MR bastou relacionar cada propriedade equivalente de um dos modelos-base com a propriedade do MR, para se conseguir a equivalência entre todas as propriedades dos modelos-base. Pelo mecanismo da equivalência, apenas se teria de declarar a relação que tem como predicado a propriedade `rda:hasSubjectRDAEntity`, para que se pudesse inferir a aplicação da propriedade equivalente do MR e dos restantes modelos-base (a vermelho na Figura 5.17). Esta consequência da inferência é assegurada pelo mecanismo de equivalência OWL; tal não é possível na UML por não ter este mecanismo de abstração (estamos a usar um estereótipo UML), por isso só será plenamente possível representar esta similitude na OR.

## 5.12. Caso Descrição 3.2 – Relação de derivação

### 5.12.1. H16 – Proliferação de relações de derivação

No RDA existe um nível de maior granularidade nas relações de derivação, quando comparado com o LRM e o BF, pois para além da relação geral de transformação, que é similar nos três modelos, o RDA define dezenas de relações de derivação, que podem ser agrupadas nas seguintes tipologias:

<sup>20</sup> Na representação dos exemplos do MR recorreremos a relações de dependência entre os objetos e as classes que instanciam, com o estereótipo `<<instanceOf>>`, que especifica que o objeto é instância da classe com que está relacionado. Uma relação de dependência UML é representada graficamente por uma linha tracejada, especificando uma relação conceptual entre dois elementos, sendo um componente ou dependente do outro, de modo que qualquer alteração a este último afeta o primeiro.

adaptação, derivação (baseado em), tradução livre, ampliação/redução, versão, comemoração/inspiração. A cada categoria correspondem uma ou mais propriedades RDA, especializadas em subpropriedades que em alguns casos podem ser dezenas (v. ponto C2.2.2 do ANEXO C). O nível de detalhe das relações de derivação no RDA causa problemas tanto ao nível da aplicação do RDA como do respetivo mapeamento para outros modelos-base, como o BF e o LRM, que não têm uma malha tão fina de relações.

Demonstramos abaixo alguns dos problemas que se podem colocar na modelação RDA, nomeadamente quanto à dificuldade de manter a coerência na aplicação das relações, ao risco de redundância e à ambiguidade na escolha das relações a aplicar. Os modelos devem sempre ser mais simples do que a realidade que representam, não podendo representar todas as variantes dessa realidade, sob pena de se perder o efeito agregador da representação e ficarmos com um modelo quase tão pulverizado como a realidade que o mesmo representa.

A solução que apresentamos respeita a granularidade do RDA. No entanto, mapeia as propriedades excessivamente específicas para propriedades mais gerais no MR, que se declaram equivalentes às propriedades gerais do LRM e BF. Resolve-se, assim, o problema da atomização das relações de derivação, sem se perder a especificidade das mesmas que o RDA preconiza.

#### **Exemplificação do problema H16 nos modelos-base**

Para exemplificar os problemas que decorrem da excessiva especialização das relações de derivação no RDA, recorreremos à relação entre a *Obra* “ID6-Ars Brevis”, escrita em 1308 por Raimundo Lúlio, e a *Obra* “ID8-Scala Guidoniana”, uma instalação sonora de 2018, patente numa exposição sobre a obra de Raimundo Lúlio, que reproduz excertos da *Obra* ID6, transformando as respetivas palavras em melodias (v. Figura H18 no ANEXO H).

No exemplo é possível verificar que a relação de derivação pode assumir pelo menos cinco propriedades diferentes no RDA. A mesma relação seria representada nos outros modelos por apenas uma propriedade geral: `bf:hasDerivative` e `lrm:isATransformationOfR22`.

#### **Resolução do problema H16 no MR**

Para a resolução deste problema, criamos no modelo de referência uma propriedade (`mr:derivação`) mais geral do que as propriedades específicas do RDA, que passam a ser suas subpropriedades. Por outro lado, estabelece-se uma relação de equivalência entre as propriedades gerais dos modelos-base – `rda:P10337 (isTransformationOf)`, `lrm:R22 (isTransformationOf)` e `bf:hasDerivative` – e a propriedade `mr:derivação` (v. Figuras I6 e I7 do ANEXO I).

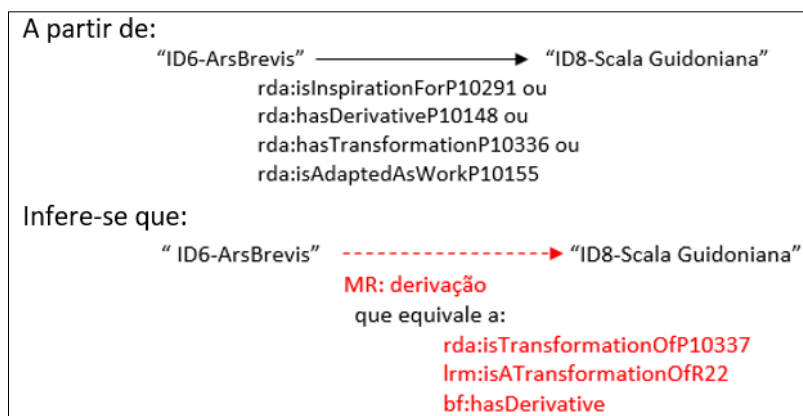


Figura 5.18 - Resolução de H016 hierarquia de propriedades RDA/MR

Como se pode observar na Figura acima, a aplicação das propriedades específicas do RDA pode ser substituída pela aplicação da superpropriedade mr:derivação (a vermelho na Figura). Vemos ainda que, em vez da propriedade mr:derivação, se podem aplicar por equivalência as propriedades gerais de derivação dos modelos-base, rda:isTransformationOf, bf:hasDerivative e lrm:isATransformationOfR22. Mantém-se, assim, o sentido geral de derivação nos modelos-base, sem prejudicar a granularidade da relação no RDA.

### 5.13. Caso Descrição 3.3 – Relação de equivalência

Tal como se referiu na comparação geral dos normativos (v. ponto E4.3 do ANEXO E) consideraremos neste trabalho apenas as relações de equivalência relativas à reprodução digital, cuja representação nos modelos LRM, RDA e BF apresenta similitudes na relação de equivalência entre a *Manifestação* digital e a *Manifestação* analógica (S04).

#### 5.13.1. S04 – Relações similares de reprodução digital

As relações bibliográficas de reprodução digital são representadas, ao nível da *Manifestação*, de forma similar no LRM, no RDA e no BF, conforme se analisou na comparação dos modelos e se exemplifica em seguida. É opinião comum que a relação de reprodução digital ocorre entre Manifestações, porque apesar de as reproduções serem feitas a partir de um *Item*, esse *Item* é o resultado de uma *Manifestação* analógica. O resultado da reprodução dá origem a uma nova *Manifestação* (a *Manifestação* digital), mesmo que seja idêntica à *Manifestação* analógica original (Zapounidou, 2020).

#### Exemplificação da similitude S04 nos modelos-base

No exemplo das relações de reprodução digital consideramos as seguintes obras de Llull (v. exemplo H3 no ANEXO H):

- “ID14 - Compendium Artis Demonstrativa – Manuscrito de Alcobaça” – *Manifestação* analógica correspondente à cópia manuscrita em Alcobaça, entre 1426 e 1475;



- “ID27 – Digitalização do Manuscrito de Alcobaça” – *Manifestação* digital que resulta da reprodução digital, efetuada em 2017, do código manuscrito em Alcobaça (ID-14).

A representação da relação entre ID14 e ID27 nos modelos-base está representada no Figura H13 no ANEXO H, podendo observar-se a similitude dos 3 modelos-base.

### Representação da similitude S04 no MR

Na representação da associação entre a *Manifestação* analógica e a *Manifestação* digital recorreremos ao mecanismo de classe associativa UML, pois é necessário caracterizar a relação de cada par de instâncias através de atributos (por exemplo, data de digitalização) e associações desse grupo de instâncias com outras classes.

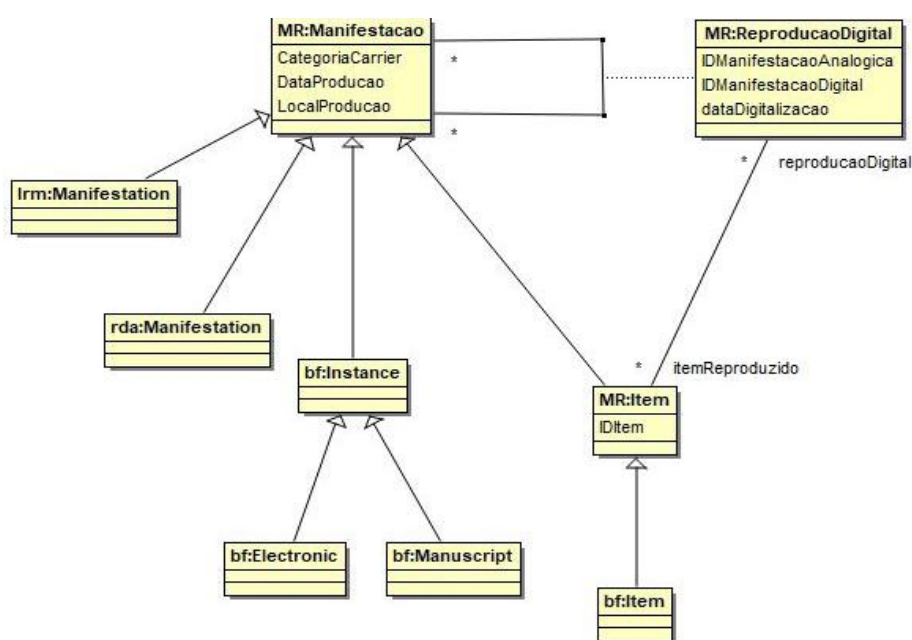


Figura 5.19 - Representação da reprodução digital entre Manifestações no MR

A relação de classe associativa “Reprodução Digital” é herdada pelas classes dos modelos-base que representam a *Manifestação*.

## 5.14. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte

Conforme analisado no ponto E4.5 do ANEXO E, as relações todo-parte foram representadas em UML como agregações, tanto no modelo LRM como no RDA. No BF considerou-se não haver elementos na norma que permitissem concluir nesse sentido, pelo que se representou a propriedade bf:hasPart como uma simples associação.

### 5.14.1. H19 – Omissão do constructo todo-parte

O primeiro aspeto da heterogeneidade H19 consiste em não resultar claro do normativo BF que a relação bf:hasPart seja uma agregação UML, ao contrário do que sucede no RDA e no LRM; e no facto

de o RDA e o LRM não formalizarem essa relação com primitivas todo-parte. Um outro problema consiste no facto de o LRM não dispor de relação todo-parte ao nível do *Item*.

### **Exemplificação do problema H19 nos modelos-base**

Tomando como exemplo a *Manifestação da Obra* “Contemplación en Dios”, de Ramon Llull, publicada em espanhol, pela Editorial Palas Atenea, entre 2018 e 2020, em três volumes, teríamos a representação em LRM e BF (não se exemplifica em RDA por ser similar ao LRM) que consta da Figura H15 no ANEXO H.

As relações “parte de” não foram, contudo, formalmente expressas por nenhum dos modelos-base como agregações UML, e deste modo, sendo simples associações *ad hoc*, não asseguram as seguintes propriedades das agregações UML:

- a) *Transitividade* – como consequência da falta de transitividade nas relações de “parte” no LRM, RDA e BF, uma subparte do “Vol. 1” (por exemplo, Tomo I do 1º volume), não se inferiria como “parte de” “Libro Contemplación”.
- b) *Irreflexibilidade* – decorre da ausência de restrição de não reflexão, que no LRM, BF e RDA o “Vol. 1” poderia ser parte de si mesmo.
- c) *Assimetria* – a omissão da restrição de assimetria no LRM, BF e RDA tem como consequência a incoerente possibilidade de o todo “Libro Contemplación” poder ser parte do “Vol.1”.

### **Resolução do problema H19 no MR**

Os problemas que decorrem de H19 resolvem-se através da representação de uma agregação UML da classe mr:Obra consigo mesma, pois essa relação é uma primitiva UML de todo-parte e é herdada pelas restantes classes bibliográficas nucleares do MR, incluindo mr:Item, que por sua vez é superclasse de lrm:Item.

A representação da relação todo-parte como uma agregação UML da classe mr:Obra consigo mesma assegura a semântica todo-parte e não uma simples associação como sucede no LRM, no RDA e no BF, garantindo as propriedades a) a d) enunciadas no ponto anterior. Esta agregação UML é herdada pelas subclasses de mr:Obra, podendo, por isso, aplicar-se a mr:Expressao e mr:Manifestacao. Como lrm:E4 (*Manifestação*) é subclasse de mr:Manifestacao, a sua instância “LibroContemplación” poderia relacionar-se com a instância “Vol.1” de lrm:E4, através da agregação UML mr:parteDe (v. Exemplo H4 no ANEXO H). Assim se assegura que o “Vol.1” não seria parte de si mesmo (irreflexibilidade), que “LibroContemplación” não seria parte do “Vol.1” e que “Tomo I” se infere como parte de “LibroContemplación” (transitividade) (como se pode observar na Figura I10 do ANEXO I).

#### 5.14.2. H20 – Manifestações de agregação (LRM, RDA)

O LRM e o RDA preveem a representação de Manifestações que materializam não apenas uma, mas múltiplas expressões e obras e que denominam “*Aggregate Manifestation*”, que traduzimos por “*Manifestações de Agregação*”.

Para a representação de “*Manifestações de Agregação*” ambos os modelos conceptualizam duas cadeias de relação paralelas: a cadeia das relações de materialização WEMI em que se representam as *Obras* e *Expressões Agregadas* (à esquerda na Figura 5.20); e uma cadeia de agregação em que se representam as *Obras* e *Expressões Agregadoras* (à direita na Figura 5.20). Ambas as cadeias partilham a mesma “*Manifestação de Agregação*” (v. ponto E4.5 do ANEXO E).

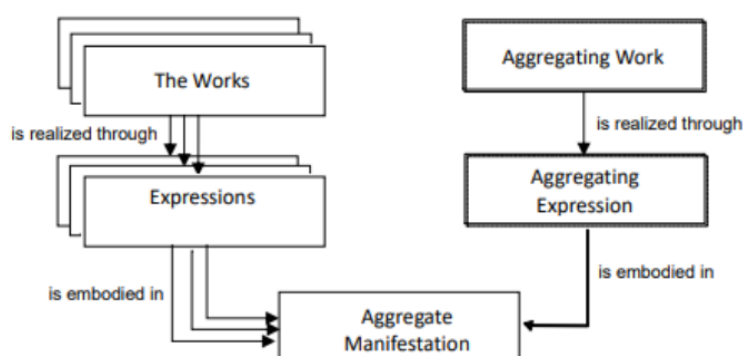


Figura 5.20 – Modelo geral de agregações (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)

O facto de, no modelo LRM, uma *Manifestação* poder estar relacionada com mais do que uma *Expressão* terá determinado a ausência de restrição de cardinalidade 1:1 em *lrmer:E3 (Expressão)* na sua relação com *lrmer:E4 (Manifestação)* (v. ponto H08\_4). O modelo de agregação definido pelo LRM e pelo RDA não tem, contudo, representação formal nesses modelos. Com efeito, apesar de explicarem conceptual e graficamente o modelo como sendo composto por duas cadeias distintas, o LRM e o RDA apenas representam formalmente a relação entre as *Expressões Agregadas* e as *Expressões Agregadoras* (*lrmer:wasAggregatedByR25*, *rda:isAggregatedByP20320*).

Por outro lado, tanto o RDA como o LRM definem claramente essas relações de agregação entre Expressões como não sendo relações todo-parte (v. pontos B3.6 e C2.2.3 dos ANEXOS B e C), pelo que na modelação UML das mesmas não recorreremos aos mecanismos de agregação UML, antes as representando como simples associações. No que respeita ao BF, este modelo não prevê este tipo de relação, apenas especificando uma relação geral de todo-parte *bf:hasPart*, conforme se apresentou no ponto anterior (H19).

O problema consiste em não se recorrer a mecanismos de abstração de relação todo-parte para representar uma relação que semanticamente é de todo-parte e em que:

- O “todo” consiste na:
  - *Obra Agregadora*, que corresponde ao plano de selecionar uma ou mais expressões de uma ou mais obras e de as materializar numa única manifestação (RSC, 2021b);
  - *Expressão Agregadora*, que realiza o plano da obra agregadora quanto ao à seleção e organização de expressões (RSC, 2021b);
  - *Manifestação de Agregação*.
- A “parte” consiste na(s):
  - *Obra(s) Agregada(s)*;
  - *Expressão(ões) Agregada(s)*.

A agregação bibliográfica é, no nosso entendimento, uma relação todo-parte, porque o todo e as partes estão relacionadas por uma semântica de “tem um”, “é componente de” ou “consiste em”. Por este motivo representamos a agregação bibliográfica como agregação UML.

Para Oliver (2021) a agregação no LRM e no RDA distingue-se da relação todo-parte por as partes poderem ser publicadas de forma autónoma em relação ao todo, mas parece-nos que tal ponto de vista não pode ser acolhido, na medida em que a publicação autónoma das partes não impede a relação todo-parte: efetivamente, na agregação UML a parte existe independentemente do todo.

O que distingue o que denominamos “agregação bibliográfica” (H20) da relação geral todo-parte (H19), parece ser o conjunto de características que referimos no Quadro 5.7:

Quadro 5.7- Comparação relação todo-parte (H19) e agregação bibliográfica (H20)

H19 – Relação todo-parte geral	H20 – Agregação bibliográfica
Pode ocorrer só entre <i>Manifestações</i> (ex: o todo é a edição da obra em 3 volumes e as partes são os volumes) ou só entre <i>Itens</i> (ex: a parte é um fragmento de um exemplar)	Ocorre sempre entre <i>Obras</i> distintas: a agregadora e as agregadas.
Não existe uma “ <i>Obra Agregadora</i> ” pensada de raiz como tal (por exemplo, uma <i>Obra</i> em volumes de uma manifestação x, mas não de uma manifestação y).	A <i>Obra Agregadora</i> foi pensada de raiz para agregar as <i>Obras</i> pré-existentes (ex: trilogias, sagas, obras em volumes com autonomia intelectual, compilações temáticas, etc)
A “agregação” ou “todo” pré-existe às partes, ocorre antes das partes serem consideradas de forma autónoma (ex: capítulo de um livro editado posteriormente em separata). A parte surge de uma “desagregação” (física, como no caso do fragmento, ou conceptual, como no caso da separata)	As entidades agregadas (ou partes) já existiam (de forma autónoma) antes da agregação ocorrer, i.e., o todo ou <i>Obra Agregadora</i> é posterior às agregadas.

Pelas razões expostas, a agregação bibliográfica deve ser tratada como um caso especial de agregação, em que temos de ter forçosamente dois tipos de cadeia WEMI paralelas: a cadeia da *Obra Agregadora* e a(s) cadeia(s) da(s) *Obra(s) Agregada(s)*.

#### Exemplificação do problema H20 nos modelos-base

Na exemplificação do problema H20 recorreremos às obras de Raimundo Lúlio referenciadas no ponto H5 do ANEXO H. A representação deste exemplo seguindo o modelo RDA, constante da Figura H16 do

mesmo ANEXO, demonstra que só é possível representar formalmente a relação entre *Expressões Agregadas* e *Expressão Agregadora* e que essa relação não recorre aos mecanismos de agregação UML, pelo que não é formalizada como relação todo-parte, pois os normativos LRM e RDA não o admitem conceptualmente.

No modelo RDA não se representa, também, a relação entre *Obras Agregadas* e *Obra Agregadora*, o mesmo acontecendo no LRM. A representação de *Obra Agregadora* (“ID28-AGU.AB” no diagrama de objetos, Figura H16 do ANEXO H) e de *Expressão Agregadora* (“ID30-AGU.AB”, Figura H16 do ANEXO H) não têm formalização como classes específicas no RDA e no LRM, sendo, portanto, representadas como instâncias das classes *rda-lrm:Work* e *rda-lrm:Expression*.

Da Figura H16 (v. ANEXO H), resulta claro que no RDA e no LRM não há nenhuma relação entre as *Obras Agregadas* (ID5-AGU e ID6-AB) e a *Obra Agregadora* (ID28-AGU.AB) e que a relação entre as *Expressões Agregadas* (ID12-AGU e ID11-AB) e a *Expressão Agregadora* (ID30-AGU.AB) são duas associações simples, não agregações UML. A representação LRM é similar à representação do RDA, pelo que seria inútil apresentá-la aqui.

O problema da não representação de uma verdadeira relação todo-parte no LRM e no RDA é que a *Manifestação* ID16-AGU.AB não é representada como materialização de um “todo” (ID28-AGU.AB e ID30-AGU.AB) constituído pelas “partes” (ID5-AGU/ID6-AB e ID12-AGU/ID11-AB). Outra consequência é a intransitividade de eventuais subpartes.

### **Resolução do problema H20 pelo MR**

O RDA e o LRM não expressam nenhuma relação entre as *Obras Agregadas* e a *Obra Agregadora*, sendo este problema solucionado no MR através da relação de agregação UML da classe *mr:Obra* (v. Figura I9 do ANEXO I), sendo essa relação herdada pela classe *mr:Expressao*.

O RDA e o LRM declaram expressamente que as *Expressões Agregadas* não são partes das *Expressões Agregadoras*; por esse motivo, a não representação dessas relações como agregações UML está formalmente de acordo com esses modelos-base, mas semanticamente incorreta, conforme se explicou acima, pelo que consideramos correto serem representadas no MR como agregações UML.

Ao contrário da representação RDA e do LRM, na solução do MR a *Manifestação* que representa a agregação (por exemplo, ID16-AGU.AB na Figura 5.21) é distinta das Manifestações que representam as partes (ID7-LS e ID29-AB, no exemplo da Figura 5.21). Com efeito, no MR têm de existir *Manifestações* distintas para cada uma das *Expressões Agregadas* e para a *Expressão Agregadora*, pois a generalização UML entre *mr:Expressao* e *mr:Manifestacao* só permite que cada *Manifestação* se relacione com uma *Expressão*.

A modelação do MR também difere da representação do RDA e do LRM porque no nosso exemplo modelámos *Manifestações* autónomas das partes (no exemplo, ID29 e ID7, na Figura 5.21), que não são partilhadas com as entidades agregadoras, pois materializam apenas partes e não o todo.

Quer isto dizer que Peponakis (2012) tem razão ao referir que as *Manifestações* das partes não podem materializar o todo, mas tal não permite concluir que o FRBR não deveria representar o todo, i.e., a *Expressão Agregadora* ou a *Obra Agregadora* (ID27 ou ID28 na Figura 5.21) como entidades independentes. Com efeito, não pode existir uma relação de hierarquia (MR), nem de materialização (RDA e LRM) entre as *Manifestações* das partes (ID29, por exemplo, na Figura 5.21) e as entidades agregadoras (a *Expressão Agregadora* ID27, por exemplo, na Figura 5.21), mas isso não invalida que a *Expressão Agregadora* e a *Obra Agregadora* possam existir. Com efeito, desde que estas entidades não sejam relacionadas por associações de materialização ou hierarquia com as manifestações de partes publicadas autonomamente (no exemplo, ID29 e ID7, Figura 5.21), não se incorre no erro reportado por Peponakis (2012). Ou seja, o erro não está na modelação conceptual (diagramas de classes) da agregação no RDA e no LRM, o erro pode ocorrer numa representação errada das instâncias (diagramas de objetos). Pensamos que esta confusão resultará da omissão, na modelação gráfica do RDA e do LRM, da representação das *Manifestações* das partes publicadas autonomamente.

Da mesma forma, pensamos carecer de razão Oliver (2021), ao afirmar que a agregação no RDA e no LRM não tem natureza todo-parte por as partes poderem ser publicadas de forma independente em relação ao todo, pois as *Manifestações* dessas partes são independentes da *Manifestação* que representa o todo, mas as *Obras* e *Expressões* das partes têm uma relação “todo-parte” com a *Expressão* e *Obra* que representa o todo.

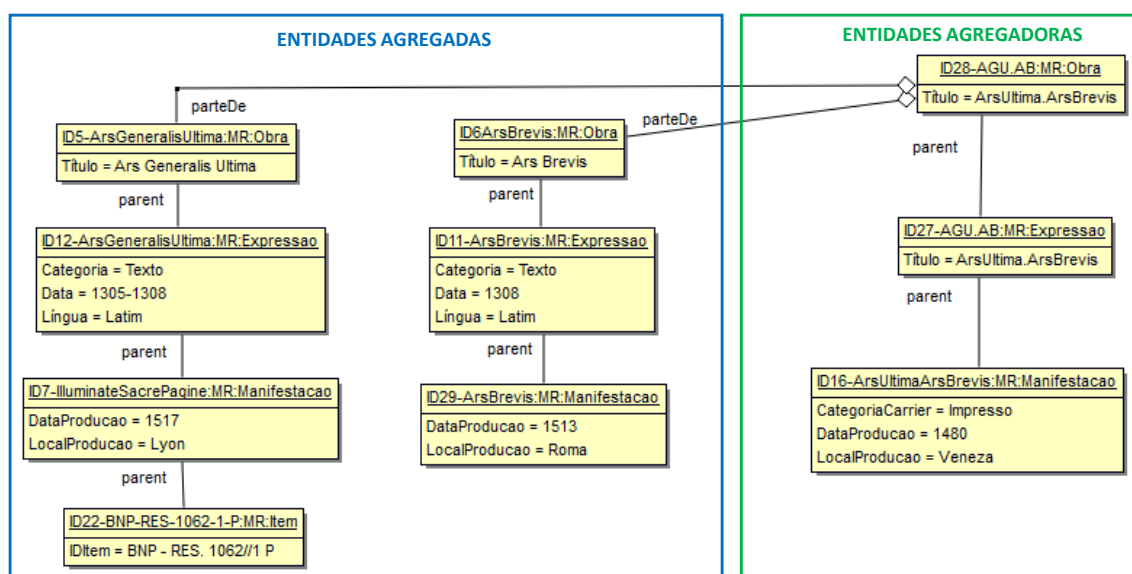


Figura 5.21 - Diagrama de objetos - Exemplo de agregação bibliográfica no MR

Em conclusão, pensamos que é a ausência da representação das *Manifestações* das partes autónomas nos modelos RDA e LRM que induz ambos os autores em erro. Assim, entre agregados e







## Ontologia de Referência OWL

Conforme se apresentou nos capítulos anteriores, muitos dos problemas de interoperabilidade entre o LRM, o RDA e o BF decorrem de sobreposições e discrepâncias no relacionamento entre as respectivas ontologias, aqui designadas ontologias-base, ou OB. A interoperação entre ontologias exige que essas diferenças sejam “reconciliadas” em processos de mediação de ontologias. A mediação de ontologias pode ocorrer por alinhamento, também denominado fusão incompleta, ou por fusão completa (*merge*). No alinhamento, as ontologias relacionadas não são substituídas pela ontologia de mediação, também denominada “ontologia-ponte” ou “vista” (Bruijn, Ehrig & Feier, 2006), que se caracteriza pela importação das ontologias-base e pela especificação das correspondências entre os seus conceitos e relações como “axiomas- ponte”. No segundo caso, a fusão ou união das ontologias-base dá origem a uma nova ontologia, que as substitui (v. Capítulo 3).

É no contexto da mediação entre ontologias por alinhamento que se inscreve a criação da Ontologia de Referência (OR). Como veremos ao longo deste capítulo, a resolução dos problemas de interoperabilidade entre as OB será feita com recurso ao método de fusão incompleta, funcionando a OR como ontologia-ponte que importa as ontologias dos normativos LRM, RDA e BF, sem as substituir e especificando axiomas ou constructos OWL que permitem resolver as suas discrepâncias e sobreposições.

Os processos de relacionamento entre as OB na ontologia-ponte OR são apresentados por Caso de Descrição (CD) nos pontos seguintes, partindo das similitudes e heterogeneidades identificadas no Capítulo 5 (v. quadro resumo de similitudes e heterogeneidades no ANEXO G).

No ANEXO A explicamos os mecanismos de abstração e os conceitos fundamentais de inferência das linguagens de modelação RDFS/OWL que utilizamos na criação da OR ao longo deste capítulo. A explicação da metodologia seguida e das ferramentas de *software* utilizadas na construção da OR constam do ANEXO K.

Denominaremos a OR formalizada em OWL como OROWL. Por razões de simplicidade de leitura, no texto deste trabalho utilizaremos o *namespace* abreviado “orowl”, em vez de “orowl\_validação”<sup>21</sup>. Os ficheiros da OROWL são integralmente disponibilizados em formato RDF/XML no site <https://libraryreferenceontology.com/>, sendo parcialmente reproduzidos no ANEXO M.

---

<sup>21</sup> O *namespace* orowl\_validacao corresponde ao nome da ontologia que foi utilizada na validação. Nos exemplos e imagens gráficas dos Anexos L e T, como nos ficheiros RDF/XML do ANEXO M figurará o *namespace* “orowl\_validacao”; enquanto nos Capítulos do trabalho utilizaremos a versão abreviada “orowl”.

## 6.1. Casos Descrição 1 - Entidades bibliográficas

### 6.1.1. Caso Descrição 1.1 – Entidades bibliográficas nucleares WEMI

O alinhamento entre as OB que se efetua neste ponto recorre aos constructos OWL de hierarquia entre classes (`rdfs:subClassOf`), correspondendo às generalizações UML do MR propostas no ponto 5.3.1. para a representação das sobreposições e discrepâncias do CD1.1. Tal como sucedeu no MR, estas generalizações ocorrem entre as OB e a OR, pois pretendemos construir uma ontologia-ponte que não substitua nem modifique as ontologias de origem. Por essa mesma razão não se recorreu, para o CD1.1, a constructos OWL de equivalência (`owl:equivalentClass`) entre as classes da OR e as classes das OB uma vez que essa abstração opera em ambas as direções, i.e., as instâncias das classes da OR seriam também instâncias das classes das OB equivalentes, o que poderia constituir uma violação destas últimas.

A hierarquia de classes, pelo contrário, permite representar na superclasse OR os aspetos comuns a todas as subclasses das OB, inferindo-se a pertença das instâncias das OB às superclasses, sem que essas instâncias inferidas passem a ser instâncias das subclasses das restantes OB. Pela hierarquia, a instância de uma classe de qualquer OB, por exemplo uma instância da subclasse *Expressão* de LRM, infere-se como sendo instância da superclasse `orowl:Expressao`, mas não se pode inferir como instância de nenhuma das subclasses de `orowl:Expressao` das outras OB. Se recorrêssemos à equivalência, pelo contrário, a instância da classe *Expressão* LRM seria também instância de qualquer uma das classes OB representativas de *Expressão*, por serem equivalentes a `orowl:Expressao`, o que poderia configurar uma má aplicação das OB.

#### S01 – Níveis de materialidade WEMI | H01 – Confusão conceptual relativa a *Item* e *Work*

A representação dos aspetos consensuais das OB relativos aos níveis de materialidade (S01) efetua-se na OR através das superclasses `orowl:ConteudoAbstrato` e `orowl:ConteudoConcreto`, para enquadrar os três níveis de materialidade das WEMI: *Obra* e *Expressão* no nível de materialidade abstrata (subclassas de `orowl:Conteudo Abstrato`), *Manifestação* no nível misto (subclasse tanto de `orowl:ConteudoConcreto` como de `orowl:ConteudoAbstrato`) e *Item* no nível concreto (subclasse de `orowl:ConteudoConcreto`).

Para além da criação destas duas classes de enquadramento, foi necessário representar dois tipos de hierarquia, com recurso a `rdfs:subClassOf`:

- Hierarquia entre as superclasses `orowl:ConteudoAbstrato` e `orowl:ConteudoConcreto` e as subclassas WEMI da OR (`orowl:Obra`, `orowl:Expressao`, `orowl:Manifestacao` e `orowl:Item`);<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Na versão definitiva da OROWL (*namespace* `orowl-validacao`) eliminaram-se as generalizações entre `orowl:Expressao/orowl:Manifestacao` e `orowl:ConteudoAbstrato`, pois essas relações passam a ser herdadas de



Figura 6.1 - Modelação de S01 na OR

- Hierarquia entre as WEMI das OB e as WEMI da OR, de modo a que as classes nucleares das OB herdem o enquadramento das WEMI da OR nas superclasses orowl:ConteudoAbstrato e orowl:ConteudoConcreto (v. ANEXO M, linhas 822 a 902).

Desta forma, qualquer instância das classes *Expressão* de LRM, RDA e BF, por exemplo, será inferida como instância tanto da superclasse direta orowl:Expressao como da superclasse desta última, orowl:ConteudoAbstrato, pelo que ficará claro que essas instâncias pertencem ao nível de entidades com características abstratas ou conceptuais.

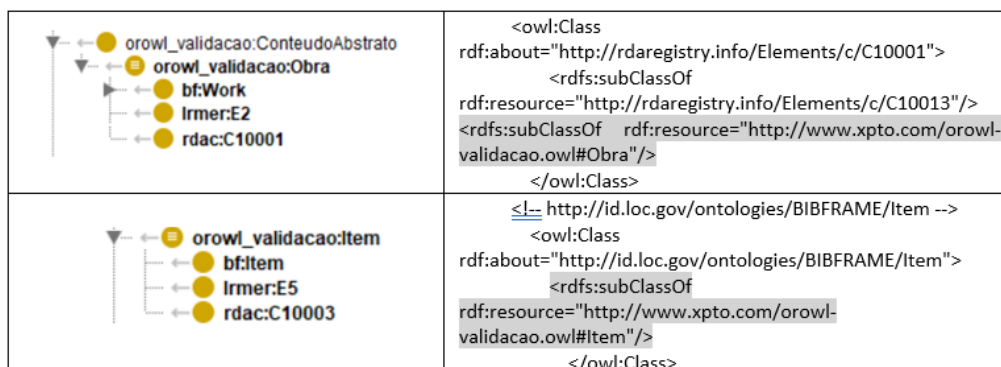


Figura 6.2 - Modelação de S01 na OR/OB

Através destes dois tipos de hierarquia, fica representada a similitude (S01) entre as OB quanto aos três níveis de materialidade das WEMI, uma vez que qualquer instância das WEMI OB fica enquadrada no Nível 1 (orowl:ConteudoAbstrato), Nível 2 (orowl:ConteudoAbstrato e orowl:ConteudoConcreto) ou Nível 3 (orowl:ConteudoConcreto), por inferência da pertença a essas superclasses.

### H01 – Confusão conceptual

Pelas hierarquias da OR apresentadas em S01, a classe *Item* do RDA e do LRM é subclasse de orowl:ConteudoConcreto, ficando assim clarificado que são os objetos da classe *Item*, os exemplares, que têm características físicas e não a classe em si mesma. De igual forma se evitam as discrepâncias terminológicas na denominação, pelo LRM e pelo RDA, da classe *Obra* como entidade abstrata, pois

---

orowl:Obra a partir do CD2.1. Pelo mesmo motivo se eliminou também a generalização entre orowl:Item e orowl:ConteudoConcreto, pois essa relação será herdade de orowl:Manifestacao em CD2.1. Assim sendo, o *namespace* utilizado na figura não corresponde à versão definitiva da OR, “orowl-validacao”.

uma classe abstrata em OWL significa que a classe não pode ter instâncias diretas, só inferidas. Este não é, contudo, o sentido que o LRM e o RDA quiseram atribuir a *Obra*. Com a expressão “entidade abstrata” o LRM e o RDA pretendem, com efeito, significar que a classe *Obra* se refere a objetos com características abstratas ou conceptuais, o que fica claro na OR ao considerarmos essa classe como subclasse de *orowl:ConteudoAbstrato*.

## H02 – Polissemia de bf:Work

Conforme afirmámos em 5.3.3., propomos que o problema da polissemia de *bf:Work* – que pode corresponder tanto aos conceitos LRM e RDA de *Obra* como de *Expressão* – se resolva fazendo corresponder a superclasse *bf:Work* a *orowl:Obra* e as subclasses de *bf:Work* (*bf:Text*, *bf:Audio* e *bf:Cartography*<sup>23</sup>) a *orowl:Expressao* (v. linhas 521, 533 e 569 do ANEXO M). Esta correspondência é feita através do constructo de hierarquia de classes (*rdfs:subClassOf*) e não de mecanismos de equivalência, pelos motivos já referidos no início da seção 6.1.1.

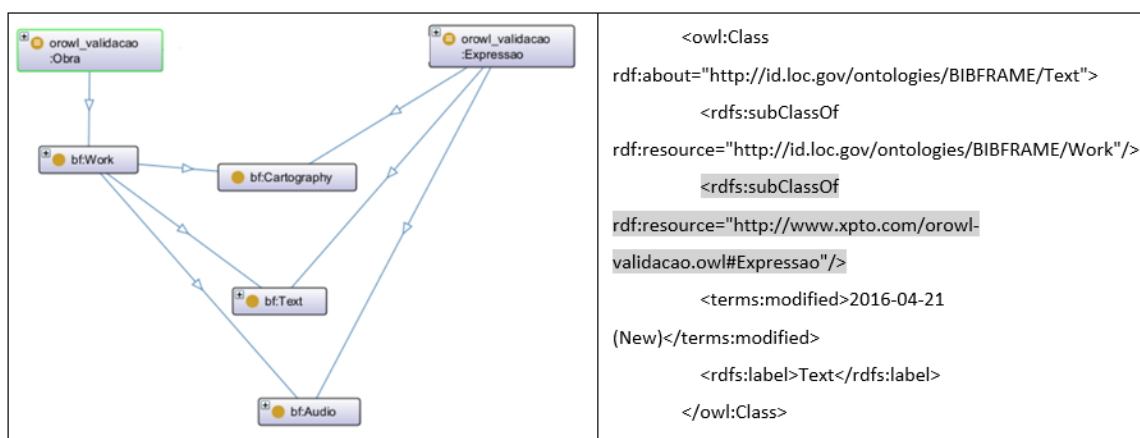


Figura 6.3 - Resolução de H02 na OR

Para evitar que a propriedade *bf:language* possa ser erradamente aplicada a instâncias de *bf:Work*, definiram-se as subclasses *bf:Text*, *bf:Audio* ou *bf:Cartography* como restrições de domínio da propriedade *bf:language* (H02) (v. linhas 68 e seguintes do ANEXO M).

Esta restrição de domínio foi definida com recurso a uma “expressão de classe” com operador “or”, formalizado com a propriedade *owl:unionOf*. Com efeito, se repetíssemos a propriedade *rdfs:domain*, o raciocinador aplicaria a conjunção “e”, i.e., as instâncias objeto de *bf:language* teriam de pertencer simultaneamente às classes *bf:Text*, *bf:Audio* e *bf:Cartography* (v. Figura L1, no ANEXO L), o que seria incorreto.

## H03 – Sinonímia de Manifestação (RDA, LRM)

Apesar de no MR se ter representado a sinonímia entre os conceitos de *Manifestação* de todos os modelos-base (*bf:Instance*, *lrnr:E4* e *rda:C1007*) não se poderá proceder do mesmo modo na OR,

<sup>23</sup> Apenas se consideraram, a título exemplificativo, três das subclasses de *bf:Work*.

tendo de se excluir a classe *Irmer:E4 (Manifestação)* da relação de equivalência, para evitar a violação da disjunção WEMI definida pelo LRM.

Com efeito, se declarássemos a equivalência entre *Irmer:E4* e as classes representativas do conceito de *Manifestação* no RDA e no BF, a OR seria declarada inconsistente pelo raciocinador. Conforme se explica mais detalhadamente no ponto 6.2, esta inconsistência resulta da conjunção de dois mecanismos: i) a união das classes representativas do conceito *Manifestação* nas três OB (H12); ii) a declaração da equivalência entre a *Manifestação* LRM (*Irmer:E4*) e as classes de *Manifestação* das outras OB. Face a esta situação, preferimos manter tanto o mecanismo i), como o ii), retirando a classe *Irmer:E4* da equivalência entre manifestações da OB. Ficou, assim, declarada a equivalência apenas entre as classes *rdac:C1007* e *bf:Instance*, de modo a ser possível inferir que qualquer instância da classe *bf:Instance* é também instância de *rdac:C1007* e vice-versa. Para o efeito utilizou-se o constructo *owl:equivalentClass* (v. linha 545 do ANEXO M) para relacionar *bf:Instance* e *rda:C1007*, tendo a relação inversa sido automaticamente inferida pelo raciocinador (v. Figura L2 no ANEXO L). Fica assim representada a sinonímia entre as classes de *Manifestação* do RDA (*rda:C1007*) e do BF (*bf:Instance*), ficando no entanto por resolver a representação da sinonímia entre estas e a classe correspondente no LRM (*Irmer:E4*).

Não se optou por representar estas relações de equivalência como uma união, porque nesse caso não se conseguiriam recuperar todas as instâncias de *Manifestação* a partir das classes BF e RDA, uma vez que teríamos de criar uma classe anónima representativa dessa união e essa classe teria de ser declarada como equivalente a *orowl:Manifestacao*. A união, ao contrário da equivalência, não permite que as instâncias de uma classe sejam inferidas como instâncias da classe-união equivalente, permitindo antes considerar que determinada instância pertence a pelo menos uma das classes unidas, sendo porém esse um efeito que, neste caso, ficaria aquém do pretendido.

Por outro lado, não se considerou a hipótese de declarar *orowl:Manifestacao* como equivalente às classes *rda:C1007* e *bf:Instance*, pelos motivos que se explicitaram em 6.1.1.

#### **H04 – Menor granularidade WEMI (RDA, LRM)**

Conforme sustentado na seção 5.3.5, a falta de granularidade do BF na representação da classe *Expressão* resolve-se pela utilização das subclasses de *bf:Work* para representar instâncias de Expressões ou, caso não existam subclasses apropriadas, pela instanciação direta na superclasse *orowl:Expressao*. Conforme se verá no ponto H11, foi por causa destas necessidades pontuais de instanciação direta na OR que optámos por configurar a união deixando de fora as classes da OR.

A título meramente exemplificativo, imaginemos que desconhecemos a forma das expressões “ID12-A-AGU” e “ID24-A-AGU”. Sabemos apenas que essas instâncias realizam de forma distinta a obra “ID5-AGU”, sem, contudo, termos conhecimento dos signos (texto, imagem, som) a que recorreram.

Neste caso, não conseguiríamos representar essas duas *Expressões* através de nenhuma das subclasses de `bf:Work` representativas do conceito de *Expressão*, pelo que as instâncias “ID12-A” e “ID24-A” teriam de ser representadas como indivíduos de `orowl:Expressao`.

## 6.2. Casos Descrição 2 – Relações primárias WEMI

### 6.2.1. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI

Conforme consta do ponto 5.5.1, existe em nosso entender uma hierarquia de classes entre as WEMI, de que deriva a hierarquia entre indivíduos que são instâncias dos pares WEMI e que estão vinculados por relações primárias de materialização. As propriedades da hierarquia WEMI ao nível das classes e dos indivíduos foram apresentadas no ponto 5.5.2 e 5.5.3., procedendo-se nos pontos seguintes à sua implementação em OWL.

#### Hierarquia de classes WEMI

As propriedades de inferência de classificação na superclasse e de transitividade da relação de pertença (ponto 5.5.2. alíneas a) e b)) são asseguradas na OR pela formalização de relações hierárquicas entre os pares de classes WEMI, através do axioma-ponte `rdfs:subClassOf`, que garante a hierarquia de inclusão pois permite inferir a pertença das instâncias das subclasses tanto à superclasse direta, como às restantes superclasses da cadeia (v. ponto H08\_1, abaixo).

No que respeita à herança de propriedades (ponto 5.5.2 alínea c)) não existem na OWL constructos que permitam assegurar essa característica na hierarquia de classes WEMI, pois o constructo `owl:subClassOf` apenas determina a pertença de instâncias aos conjuntos das superclasses, não a herança das suas propriedades. Daí que para este efeito tenhamos de recorrer ao elemento `dash:closedByType` da SHACL (v. SHAPE H08\_2-A, no Capítulo 7).

#### Hierarquia de indivíduos WEMI

No que se refere às relações de vinculação entre as instâncias das classes WEMI, a sua implementação em OWL não pode ser assegurada pela propriedade `rdfs:subClassOf`, que apenas determina a pertença das instâncias das subclasses aos conjuntos das superclasses mas não as relaciona com instâncias dessas superclasses.

Por este motivo, para representar a relação de vinculação ou inclusão conceptual que liga uma instância da subclasse a uma instância da superclasse foi necessário criar na OR a propriedade `orowl:vinculadaPor`, tendo-se criado também a propriedade inversa “`orowl:vincula`” (v. linhas 465 e seguintes do ANEXO M). As propriedades de vinculação (“`orowl:vinculadaPor`” e a sua inversa “`orowl:vincula`”) relacionam os pares WEMI `orowl:Obra` e `orowl:Expressao`; `orowl:Expressao` e `orowl:Manifestacao`; `orowl:Manifestacao` e `orowl:Item`.

A relação “orowl:vinculadaPor” é a base para a representação da hierarquia entre indivíduos WEMI; no entanto, para satisfazer os requisitos deste tipo de hierarquia elencados no ponto 5.5.3., teremos de a complementar com outros mecanismos semânticos que assegurem essas características:

*a) Transitividade da vinculação entre indivíduos*

Pretende-se garantir a inferência de relação hierárquica do indivíduo da classe inferior (que denominamos subinstâncias) com todos os indivíduos da cadeia hierárquica WEMI que são instâncias de classes superiores (denominadas superinstâncias), para além da sua superclasse direta. A implementação desta característica decorre da conjugação do mecanismo `rdfs:subPropertyOf` (a1)), com o axioma `owl:TransitiveProperty` (a2)):

a1) Definimos, primeiro, que as propriedades das OB que representam as relações primárias entre instâncias WEMI como subpropriedades de `orowl:vinculadaPor`. A partir desta hierarquia, pode inferir-se a aplicação da superpropriedade aos mesmos pares de instâncias relacionados pelas subpropriedades (v. caixa azul na imagem abaixo);

a2) Definimos, em segundo lugar, que a propriedade “`orowl:vinculadaPor`” é transitiva. Como, pela hierarquia de propriedades definida em a1), se pode inferir que todos os pares de instâncias da cadeia WEMI relacionados pelas OB estão também relacionados pela mesma “`orowl:vinculadaPor`”, qualquer sujeito da cadeia (v. por exemplo, o *Item* ID20, na Figura 6.4) se infere, também, como estando relacionado com qualquer outra instância das classes superiores (ex: ID12 ou ID5), para além daquela a que está diretamente vinculado (na Figura 6.4, ID16) (v. caixa a vermelho na imagem abaixo).

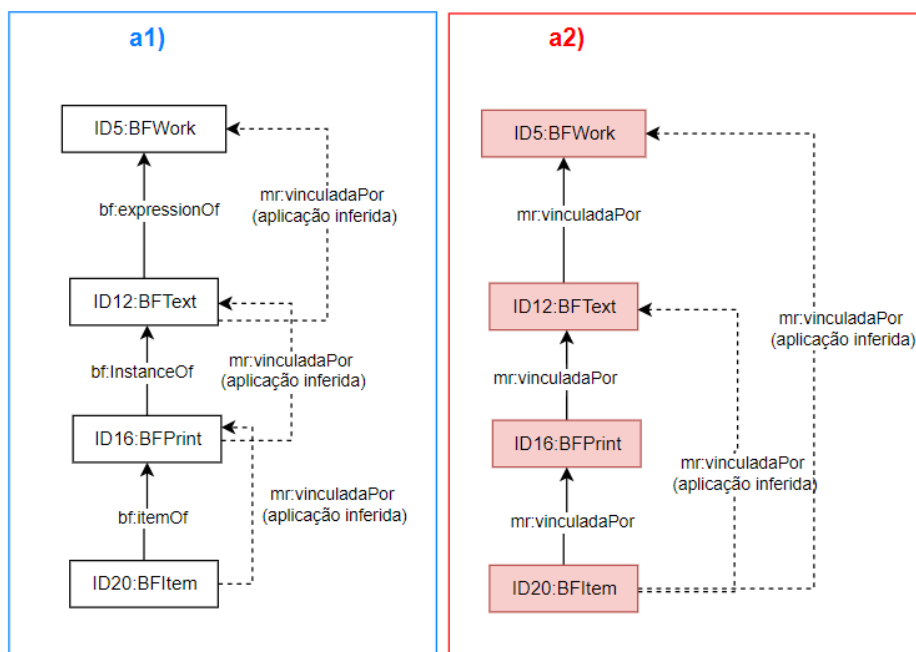


Figura 6.4 - Resolução de H08\_3 pela OR

A conjugação destes dois mecanismos é aplicada na resolução das discrepâncias H08\_3, conforme se explica mais adiante.

*b) Herança de propriedades/valores entre indivíduos*

No que respeita à herança de propriedades e valores da superinstância pela subinstância, o axioma `rdfs:subClassOf` não propicia a herança de propriedades e não existem outros axiomas na OWL para formalizar a herança de propriedades, e muito menos de valores.

Face a esta limitação sintática e inspirados pela teoria da materialização e pelos “valores constantes” de Pirotte, et al. (1994) (v. ponto J1.3. do ANEXO J), criámos um mecanismo que a adapta à hierarquia entre indivíduos WEMI, garantindo a herança de valores das instâncias superiores pelas instâncias inferiores. Esta adaptação foi necessária porque na sua versão original este mecanismo ocorre entre classes e metaclasses e, no nosso caso, pretendemos aplicá-la a hierarquias entre indivíduos, conforme se explica em J3.1. do ANEXO J. Pretendeu-se, assim, criar na OR “valores constantes” que pudessem ser inferidos a partir das propriedades/valores das instâncias de classes superiores para as instâncias das subclasses com que estejam hierarquicamente relacionadas.

Para esse efeito, foi criada uma propriedade da subinstância (por exemplo, “`orowl:vc-Língua-Inferida`”, na Figura 6.5) cujo valor inferido será o “valor constante”. Essa propriedade (no exemplo, `orowl:vc-Língua-Inferida`) é declarada superpropriedade de uma cadeia de propriedades (v. na figura 6.5 a cadeia de duas propriedades ligadas por “o”: “`orowl:vinculadaPor o bf:language`”). Na cadeia de propriedades inclui-se sempre a propriedade `orowl:vinculadaPor` (para identificar a superinstância a que a subinstância está vinculada) e a propriedade da superinstância (no exemplo, `bf:language`) cujo valor pretendemos que seja inferido como valor de `orowl:vc-Língua-Inferida`.

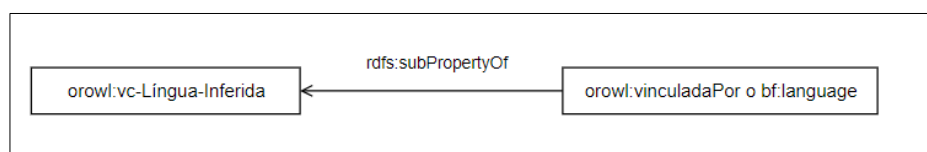


Figura 6.5 - Hierarquia e cadeia de propriedades para apurar VC (Valor Constante)

Assegura-se, assim, na OR a herança de valores através da conjugação de dois mecanismos que representam o “valor constante” como superpropriedade de uma cadeia de propriedades:

- Hierarquia de propriedades (`rdfs:subPropertyOf`):  
Criação de uma propriedade (por exemplo, “`orowl:vc-Língua-Inferida`” na imagem acima), cujo valor inferido será o “valor constante” (vc) inferido como sendo aplicável à instância da classe inferior.



- Axioma de cadeia de propriedades (owl:propertyChain):

Definição da propriedade orowl:vc-Língua-Inferida como superpropriedade de uma cadeia de propriedades que inclui orowl:vinculadaPor e a propriedade (bf:language, no exemplo da Figura 6.5) da instância da classe superior cujo valor queremos inferir para a subinstância.

No exemplo da Figura 6.6 vemos que o raciocinador vai inferir que a propriedade de orowl:vc-Língua-Inferida é o valor “FR”.

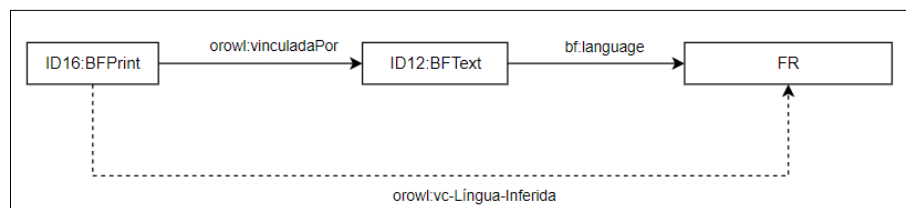


Figura 6.6 - Cadeia de propriedades para VC (Valor Constante)

Vemos neste exemplo, que é alcançado o efeito pretendido de a instância da classe inferior (no exemplo da Figura 6.6, a instância ID16 da *Manifestação* bf:Print) herdar os valores das propriedades da superinstância com que está relacionada, pois a cadeia de propriedades inclui a propriedade “orowl:vinculadaPor” que identifica a instância da classe superior a que está hierarquicamente vinculada (no exemplo, a instância ID12 da *Expressão* bf:Text) e cuja propriedade/valor queremos inferir como sendo aplicável. Ou seja, apesar de a língua francesa ser uma propriedade/valor da *Expressão* ID12, correspondente à versão textual em francês da *Obra* “Ars Ultima”, é evidente que as suas Manifestações (no exemplo, ID16 a edição de 1480 impressa em Veneza) se devem também inferir como sendo escritas em francês.

A aplicação conjunta destes dois mecanismos de hierarquia e de cadeia de propriedades vai permitir a resolução das discrepâncias H08\_2, conforme se verá mais à frente.

#### c) Obrigatoriedade de existência de instância na classe superior

Deve aplicar-se a orowl:vinculadaPor a restrição de obrigatoriedade (cardinalidade mínima de 1) relativamente às instâncias da superclasse que sejam seu objeto. Esta característica da relação de vinculação será abordada em H08\_4. As restrições de cardinalidade OWL não podem, contudo, ser impostas por essa linguagem, pelo que se recorre aqui ao elemento SHACL sh:minCount (v. Shape H08\_4, no Capítulo 7).

#### d) e e) Assimetria e não reflexão

Nos casos em que a aplicação da propriedade orowl:vinculadaPor é inferida (por ser superpropriedade das propriedades das OB que representam as relações primárias entre as WEMI), não é necessário assegurar nenhuma destas características pois são asseguradas pelas OB.

Para os casos em que a propriedade `orowl:vinculadaPor` pudesse ser aplicada diretamente, teria de recorrer-se à OWL para especificar que a propriedade não é simétrica (`owl:AsymmetricProperty`) e não é reflexa (`owl:irreflexiveProperty`). Não é, contudo, possível especificar em OWL a assimetria e a irreflexibilidade de uma propriedade transitiva, pois a Lógica Descritiva impõe que apenas as propriedades simples (i.e., não transitivas) possam ter essas restrições (Motik, Patel-Schneider & Parsia, 2012). Sendo a propriedade `orowl:vinculadaPor` transitiva, temos, assim, de recorrer à SHACL para conseguir caracterizá-la como assimétrica e não reflexa. No caso da assimetria, não tivemos forma de construir uma Shape SHACL, por ausência de constructo `Dash`; mas, no caso da não reflexibilidade, recorreremos ao elemento `dash:nonRecursive` (v. Shape H08\_5 no Capítulo 7).

Para impor a restrição de a propriedade `orowl:vinculadaPor` só poder utilizada com determinadas classes, teve de recorrer-se à SHACL e ao elemento do vocabulário DASH `dash:hasValueWithClass` (v. Shape H08\_3, no Capítulo 7).

### H08\_1 – OCH: ausência de inferência de pertença

O problema da falta de representação de relações hierárquicas entre as entidades bibliográficas, resolve-se na OR com a criação de 3 relações hierárquicas consecutivas entre os seguintes pares de entidades WEMI da OR, utilizando a propriedade `rdfs:subClassOf` (v. círculos verdes na Figura 6.7):

- `orowl:Obra/orowl:Expressao`;
- `orowl:Expressao/orowl:Manifestacao`;
- `orowl:Manifestacao/orowl:Item`.

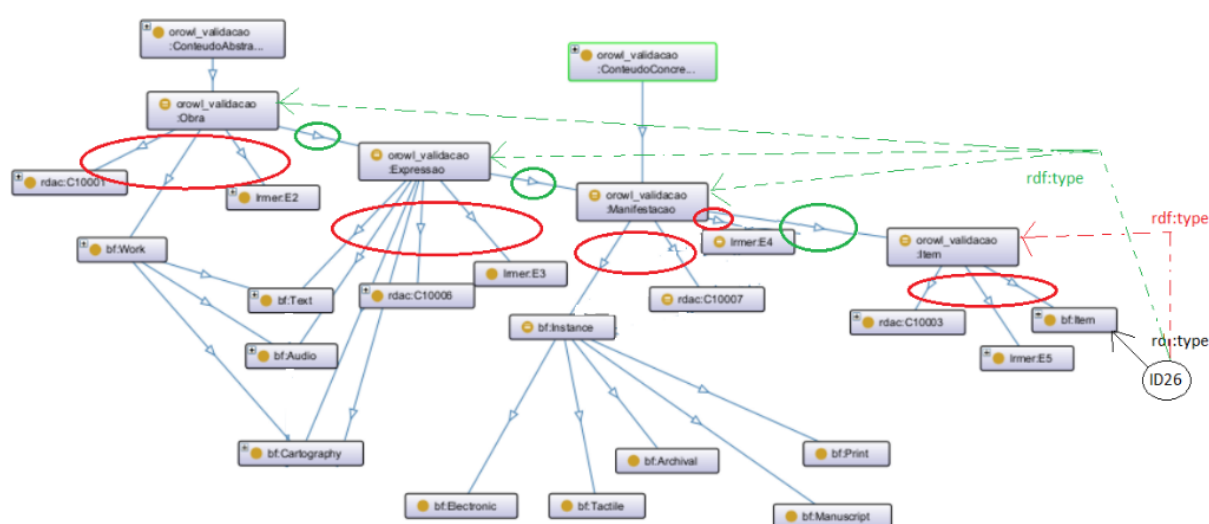


Figura 6.7 - Resolução do problema H08\_1 pela OR

A partir das relações hierárquicas entre as WEMI das ontologias-base e as WEMI da OR (assinaladas com círculos vermelhos na Figura 6.7), infere-se que as instâncias das entidades bibliográficas nucleares das OB são também instâncias tanto da classe superior OR com que estão

explicitamente relacionadas por hierarquia, como das superclasses OR WEMI superiores (v. círculos verdes na Figura 6.7). Infere-se (linha tracejada a vermelho na Figura 6.7) que a instância ID26 de *bf:Item* é instância de *orowl:Item*, como consequência da relação hierárquica entre *bf:Item* e *orowl:Item*, e que a mesma instância é também instância das classes *orowl:Manifestação*, *orowl:Expressao* e *orowl:Obra* (inferências a tracejado verde), por força das relações hierárquicas (assinaladas com círculos verdes) entre as WEMI da OR.

## **H08\_2 – OCH: Herança de propriedades e valores**

No âmbito da hierarquia de classes, a OWL não consegue formalizar a herança de propriedades das classes superiores pelas classes inferiores, pois, no âmbito da Teoria dos Conjuntos, o axioma *rdfs:subClassOf* apenas permite inferir a pertença das instâncias da subclasse à superclasse mas não a herança das propriedades das superclasses, como sucede nas linguagens orientada a objetos (Allemang & Hendler, 2011).

Para assegurar a herança de propriedades entre classes, tem de se recorrer à SHACL. Embora tal não fosse necessário para a OR, pois recorreremos a outros mecanismos para garantir a herança de valores (v. acima alínea b)), procedemos à criação dessa restrição, no Capítulo 7 (v. SHAPE H08\_2-A), apenas para demonstrar essa possibilidade.

Já no que respeita à hierarquia entre indivíduos, é necessário assegurar que o par propriedade/valor da instância da superclasse se aplica, por inferência, à instância da subclasse. Conforme se explicou na secção 5.5.4., e acima na alínea b), construímos um mecanismo análogo ao “valor constante” da materialização de Pirotte, et al. (1994), procedendo-se do seguinte modo:

- Criação de cadeias de propriedades entre *orowl:vinculadaPor* e as propriedades de vinculação das OB;
- Criação de superpropriedades das cadeias formalizadas no ponto anterior, que vão permitir inferir os “valores constantes”, i.e., os valores das propriedades das superinstâncias que serão herdados pelas subinstâncias.

As superpropriedades de cadeias de propriedades foram criadas na OR a título exemplificativo, com recurso às propriedades *bf:language*, *bf:translationOf*, *bf:provisionActivity* e *orowl:temTítulo*. Escolheram-se apenas propriedades de BF e não das outras OB, porque o raciocinador HerMiT apenas se aplica a “object properties” e o BF é a OB com mais propriedades deste tipo. O recurso à propriedade de título da OR justifica-se por nenhuma das OB ter propriedades de título do tipo “object properties”, já que no LRM e no RDA são propriedades do tipo “annotation” e no BF a propriedade *bf:mainTitle* é uma “data property”.

Quadro 6.1- Implementação dos mecanismos de herança de propriedades e valores na OR

SUPERPROPRIEDADE (b))	DOMAIN DA SUPERPROPRIEDADE	CADEIA DE PROPRIEDADES (a))
orowl:vc-Titulo-Inferido-Obra (Valor constante de Título inferido de <i>Obra</i> )	orowl:Expressao	orowl:vinculadaPor o orowl:temTitulo
orowl:vc-Lingua-Inferido-Exp orowl:vc-Traducao-Inferido-Exp (valores constantes inferidos de <i>Expressao</i> )	orowl:Manifestacao	orowl:vinculadaPor o (bf:language or bf:translationOf)
orowl:vc-Local-Data-Inferido-Manif (valor constante inferido de <i>Manifestacao</i> )	orowl:Item	orowl:vinculadaPor o bf:provisionActivity

Estas declarações constam das linhas 425 e seguintes do ANEXO M e os ecrãs do interface Protégé em que foram criadas encontram-se reproduzidos no Figura L3 do ANEXO L.

### H08\_3 – OCH: Ausência de transitividade na vinculação entre indivíduos

Para assegurar a transitividade das relações hierárquicas entre instâncias, definimos a propriedade orowl:vinculadaPor como sendo transitiva (v. primeira linha a sombreado no Figura L4 do ANEXO L) e, em seguida, declarámos uma hierarquia entre as propriedades de vinculação das OB e a superpropriedade orowl:vinculadaPor (v. linhas 465 e seguintes do ANEXO M). Desta forma se resolve o problema das quebras nas cadeias WEMI das OB, garantindo que se aplica a superpropriedade transitiva orowl:vinculadaPor a todos os pares WEMI relacionados por propriedades de relação primária ou vinculação nas OB, de modo que qualquer sujeito de orowl:vinculadaPor se infere como estando vinculado a todas as instâncias das classes superiores que sejam objeto de orowl:vinculadaPor.

Para declarar que a propriedade orowl:vinculadaPor só pode ter como sujeito (restrição *domain*) instâncias de classes que possam ser subclasses na hierarquia WEMI (*Item*, *Manifestação* ou *Expressão*) e ter como objeto (restrição *range*) instâncias de classes que possam ser superclasses na hierarquia WEMI (*Obra*, *Manifestação* e *Expressão*), não se pode recorrer à OWL, pois esta linguagem não implementa estes contrangimentos como restrições, iria usá-los para fazer inferências, pelo que estas duas restrições *domain/range* terão de ser formalizadas como uma *shape* SHACL (v. no Capítulo 7 as SHAPE H08\_3).

Na eventualidade de uma utilização direta, i.e., não inferida, da propriedade orowl:vinculadaPor seria necessário especificar que o par de classes a que correspondem as instâncias por ela relacionadas têm de estar relacionadas por rdfs:subClassOf, desempenhando a classe a que o sujeito pertence (rdfs:domain) o papel de subclasse e a classe a que pertence o objeto (rdfs:range) o papel de superclasse. Estas restrições não puderam, contudo, ser expressas em OWL, sendo por isso formalizadas em SHACL (v. SHAPES H08\_3, no Capítulo 7).

#### H08\_4 – OCH: Restrições de cardinalidade heterogêneas

Na perspectiva da hierarquia de classes, não tem sentido colocar a questão da cardinalidade 1:1 nas classes WEMI superiores, pois qualquer instância de uma subclasse se infere como instância da classe superior.

A utilização do mecanismo de hierarquia OWL na relação entre as classes WEMI da OR (a vermelho na Figura 6.8) e entre estas e as WEMI das OB (a azul na Figura 6.8), corresponde à cardinalidade 1:1 que as OB estabelecem para as classes superiores WEMI nas relações de simples associação ou vinculação entre os pares de WEMI, uma vez que a instância de uma subclasse é sempre inferida como uma e apenas uma instância da classe superior (v. inferências a tracejado na Figura 6.8).

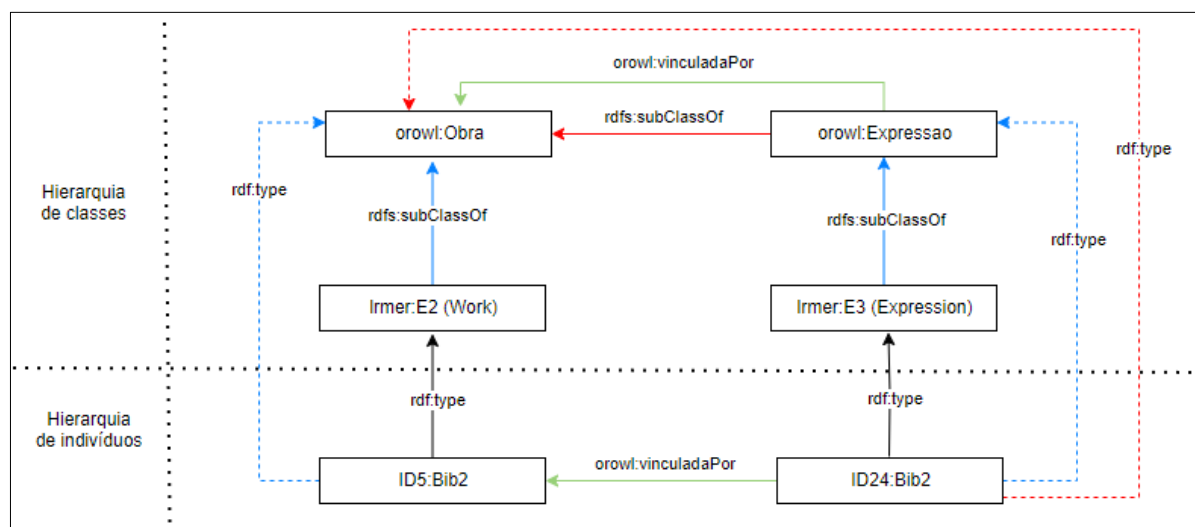


Figura 6.8 - Exemplificação de resolução do problema H08\_4

Contudo, a cardinalidade é uma questão com sentido no âmbito da hierarquia entre indivíduos no contexto das relações de vinculação entre as instâncias WEMI definidas nas ontologias-base como simples associações. No âmbito das relações hierárquicas entre indivíduos, recorreremos à associação `orowl:vinculadaPor` (a verde na Figura 6.8) que deve ter cardinalidade 1:1 nas classes objeto (classes superiores), simulando a semântica “é-um” da generalização UML, que se traduz precisamente na cardinalidade 1:1 das superclasses.

Se a cardinalidade mínima da classe superior obriga a que por cada instância da classe sujeito (classe inferior) haja obrigatoriamente uma instância da classe objeto (classe superior), a cardinalidade máxima impõe que para cada sujeito haja apenas um objeto. Ou seja, na associação “`orowl:vinculadaPor`” teremos de implementar uma cardinalidade mínima de 1 na classe objeto (*range*) da declaração. Como se viu acima, a cardinalidade máxima de 1 das superclasses é inerente à generalização UML e expressa uma hierarquia do tipo “árvore”, em que um filho ou folha só pode ter um pai. Fora dessa árvore, porém, o filho pode ter outros pais (de outras árvores) (poli-hierarquia) e, nesses casos, temos um grafo com várias árvores e não apenas uma árvore. Na OWL, contudo, não se

consegue implementar a hierarquia entre instâncias, pelo que temos de emular esse mecanismo definindo, para além da transitividade da relação “orowl:vinculadaPor” (v. linha 474 no ANEXO M), a cardinalidade máxima de 1 na classe objeto (*range*) da declaração. A linguagem OWL não permite, contudo, implementar a cardinalidade como restrição, tendo-se por isso de recorrer à SHACL. Com efeito, a cardinalidade OWL apenas vai permitir inferir dados novos, em vez de validar a informação. Assim, se uma *Expressão* estivesse, por exemplo, associada a mais do que uma *Obra*, o raciocinador inferiria que essas obras seriam as mesmas, podendo essa inferência estar errada, por não se tratar da mesma obra, por exemplo, ou por ser necessário criar uma obra agregada. Para assegurar a cardinalidade como restrição, precisamos de recorrer à SHACL (v. ponto 7.2.3), abdicando de a formalizar na OWL, dado poder ocasionar inferências erradas.

#### **H08\_5 – Ausência de outras propriedades lógicas**

A representação da não reflexibilidade e assimetria da propriedade orowl:vinculadaPor não é possível em OWL, porque essa propriedade é transitiva (Motik, Patel-Shneider & Parsia, 2012). Conseguimos contornar essa impossibilidade pela construção de uma *shape* que garanta a não recursibilidade de orowl:vinculadaPor, através do elemento dash:nonRecursive (v. Shape H08\_5, no Capítulo 7). A inexistência de um constructo Dash para a assimetria impede-nos de proceder da mesma forma, ficando assim por resolver o problema de impor a assimetria de uma propriedade transitiva.

#### **H09 – Vinculações simultâneas (RDA) | H10 – Subclasses de bf:work**

Os mecanismos OWL que resolvem as heterogeneidades relativas à omissão do constructo de hierarquia (H08) também resolvem os problemas decorrentes de H09 e H10. No primeiro caso, porque a vinculação de uma *Manifestação* simultaneamente a uma *Obra* e a uma *Expressão* deixa de ser uma possibilidade exclusiva do RDA e passa a ser também assegurada para as instâncias de *Manifestação* de LRM e BF, que se podem inferir como instâncias de orowl:Expressao e de orowl:Obra, pelas cadeias hierárquicas WEMI da OR estabelecidas em H008\_1 entre:

- as classes representativas de *Manifestação* nas OB e orowl:Manifestacao;
- orowl:Manifestacao e orowl:Expressao;
- orowl:Expressao e orowl:Obra.

Relativamente à hierarquia entre indivíduos, a transitividade na vinculação de instâncias de Irmer:E4 (*Manifestação*) simultaneamente com instâncias de *Expressão* e *Obra* é assegurada pelo mecanismo descrito em H008\_3 que conjuga a utilização de orowl:vinculadaPor como superpropriedade de Irmer:R3i (relação “embodies”, entre *Manifestação* e Expressao LRM) e Irmer:R2i (relação “realizes” entre *Expressão* e *Obra* LRM) e a transitividade de orowl:vinculadaPor.

Quanto à discrepância H10 entre o BF (que formaliza uma relação hierárquica entre bf:Work e as suas subclasses relativas à realização da *Obra*, por ex., bf:Audio, bf:Text e bf:Cartography) e as OB RDA e LRM (que não estabelecem hierarquia entre *Obras* e *Expressões*) é resolvida pelo mecanismo descrito em H08\_1, que assegura que nas três OB uma instância de *Expressão* seja também uma instância de *Obra*.

### 6.2.2. Caso Descrição 2.2 – Disjunção de classes bibliográficas

Nenhuma das OB formaliza relações de hierarquia entre as classes bibliográficas nucleares, mas só o LRM formaliza, em OWL, uma disjunção entre as classes WEMI, impedindo assim que uma instância possa ser simultaneamente *Obra*, *Expressão*, *Manifestação* e *Item*.

Para além deste entendimento estar, como mostrámos no ponto 5.6, desconforme com a própria natureza semântica das WEMI naquele normativo, a formalização da disjunção impede formalmente a hierarquia WEMI no LRM, tornando difícil a interoperabilidade do LRM com o BF e o RDA. Isto porque, apesar destes últimos normativos não terem formalizado hierarquias entre as WEMI, nada obsta a que os objetos possam ser neles instanciados em várias WEMI em simultâneo pois não têm restrições de disjunção formalizadas.

Por outro lado, no que respeita às classes *Obra* e *Expressão*, o BF prevê uma hierarquia entre as classes representativas de *Expressão* (bf:Text, bf:Audio, ect) e a superclasse representativa de *Obra* (bf:Work), afastando-se, assim, da disjunção WEMI formalizada pelo LRM.

### H11 – Disjunção WEMI (LRM)

A OR resolve o problema da impossibilidade de representar a pertença de uma instância a mais do que uma classe bibliográfica nuclear, sem, contudo, violar a disjunção entre as WEMI estabelecida pelo LRM, definindo um duplo nível de hierarquia:

- Nível OB/OR: hierarquia entre cada classe WEMI das ontologias-base e a superclasse correspondente na OR (v. exemplo A na Figura 6.9);
- Nível OR: hierarquia entre pares de WEMI na OR (v. exemplo B na Figura 6.9).

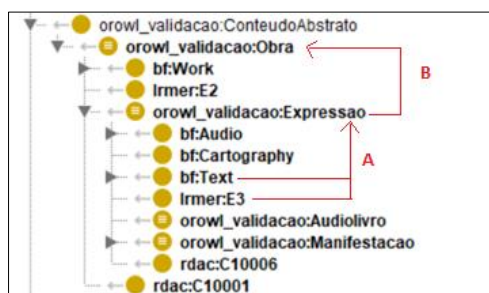


Figura 6.9 - Resolução de H11 na OR

Pelo Nível OB/OR (assinalado com A no exemplo da Figura 6.9), a relação hierárquica entre orowl:Expressao e lrm:E3, a instância bib2:ID12 diretamente classificada em lrm:E3 (*Expressão*) é

inferida como instância de `orowl:Expressao`. Pela relação hierárquica entre `orowl:Expressao` e `orowl:Obra` (hierarquia de Nível OR, assinalada com B na Figura 6.9), infere-se que a instância da *Expressão* LRM `bib2:ID12`, sendo instância inferida de `orowl:Expressao`, é também instância de `orowl:Obra`. A OR assegura, assim, que uma instância de *Expressão* LRM possa ser simultaneamente *Expressão* e *Obra*, sem violar a disjunção entre WEMI do LRM, pois essa simultaneidade é inferida na OR, ou seja, apenas nas classes `orowl:Expressao` e `orowl:Obra`, mas não nas classes WEMI LRM formalmente declaradas como disjuntas.

### 6.2.3. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas

As questões relativas às operações entre conjuntos colocam-se na relação hierárquica entre as classes nucleares da OR e as respetivas subclasses WEMI das OB, pois neste caso temos mais do que uma subclasse em cada superclasse.

#### H12 – União de classes WEMI das OB

Conforme se verificou relativamente ao MR no ponto 5.7.1, cada classe WEMI da OR representa uma classe-união e as classes WEMI das ontologias-base são as classes-unidas. Há entre as classes WEMI das OB uma relação de união, para assegurar que as instâncias de cada entidade bibliográfica nuclear pertençam a pelo menos uma (ou a mais do que uma) das classes representativas das mesmas. A união, ou disjunção inclusiva “e/ou”, é realizada entre as subclasses WEMI das OB e as respetivas superclasses `orowl:Obra`, `orowl:Expressao`, `orowl:Manifestacao` e `orowl:Item`. Para evitar que as restantes subclasses das OR WEMI (`orowl:Obra`, `orowl:Expressao`, `orowl:Manifestacao` e `orowl:Item`) sejam erradamente parte da união, é necessário criar uma classe-união anónima e declará-la como equivalente às WEMI da OR. Essa classe anónima é, depois, relacionada com classes-unidas através da propriedade `owl:unionOf` (v. Figura 6.10).

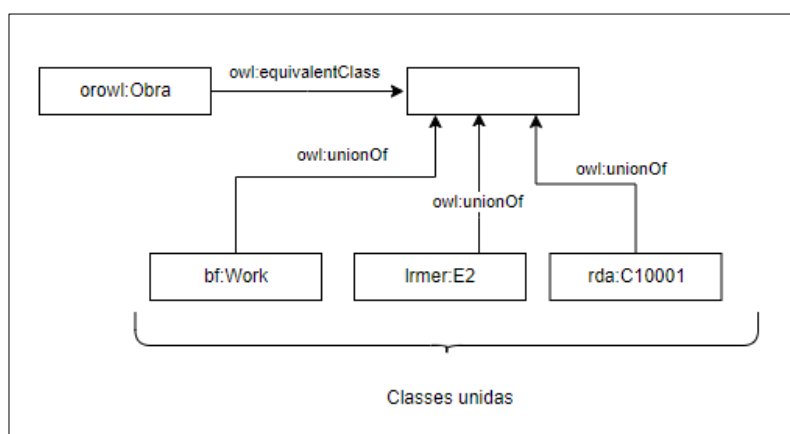


Figura 6.10 - Classe anónima de união

No exemplo constante da Figura L9 do ANEXO L, relativo a `orowl:Obra`, vemos que a classe de união é `orowl:Obra` e que as classes unidas são `bf:Work` e/ou `rdac:C10001` e/ou `lrmr:E2`. O comando



“Class Expression” do Protégé cria uma classe anónima equivalente a `orowl:Obra` que, como se referiu acima, evita que as subclasses WEMI da OR (por exemplo, `orowl:Expressao`) façam parte da união. As declarações da OR relativas à criação das classes de união – com recurso ao axioma `owl:UnionOf` – constam do ANEXO M:

- União de *Obra* (v. linha 882 e seguintes);
- União de *Expressão* (v. linha 830 e seguintes);
- União de *Manifestação* (v. linhas 862 e seguintes);
- União de *Item* (v. linha 847 e seguintes).

O recurso à restrição de união permite assegurar uma não demarcação rígida de classes, já que a classe de união representa qualquer uma das classes unidas (no exemplo, `bf:Work` e/ou `rda:Work` e/ou `lrm:Work`), o que permite a utilização dessa classe de união para aplicar restrições (por exemplo *range*) ao grupo de classes unidas, sem ter de discriminar classe a classe como sendo o sujeito ou objeto desses mecanismos/restrições. Essas restrições aplicam-se, assim, às classes de qualquer OB que futuramente se venha a mapear para a OR, bastando para isso adicionar as suas classes à classe anónima. A instância que for sujeito ou objeto da propriedade deve, assim, pertencer a pelo menos uma dessas classes unidas, sem, todavia, se discriminar nenhuma classe em concreto, nem se inibir que possa pertencer a mais do que uma.

#### **6.2.4. Caso Descrição 2.4 – Interseção de classes bibliográficas**

##### **H13 – Interseção de subclasses BF**

No que respeita às operações de interseção dentro de superclasses das OB (de que é exemplo o audiolivro no BF) e à semelhança do que fizemos no MR UML, teremos de criar na OR uma classe representativa dessa interseção (`orowl:Audiolivro`) e relacioná-la com as classes a interseccionar (`bf:Text` e `bf:Audio`), através da propriedade `owl:intersectionOf`. No Protégé, a formalização desta declaração é feita com recurso ao operador “and” e a uma classe anónima equivalente, conforme se mostra no Quadro L5 do ANEXO L (v. linha 808 do ANEXO M).

### **6.3. Casos Descrição 3 – Relações complementares WEMI**

#### **6.3.1. Caso Descrição 3.1 – Relação de descrição**

##### **S02 – Relações similares de assunto**

A representação da sobreposição ou similitude entre LRM, BF e RDA quanto às relações de assunto é efetuada através da propriedade `orowl:assunto`, que se relaciona por equivalência, através do axioma

owl:equivalentProperty, com as propriedades gerais de assunto que são comuns às três OB: lrm:R12, rda:P10324 e bf:references (v. Figura L6 do ANEXO L e linhas 89, 104 e 287 do ANEXO M).

A vantagem de se fazer a equivalência entre a propriedade da OR e as propriedades das OB, em vez de declarar a equivalência apenas entre as propriedades das OB, reside em não ser necessário estar a relacioná-las expressamente entre si, sendo essas relações entre as propriedades das OB inferidas a partir da equivalência de cada uma delas com a propriedade da OR. Ou seja, bastou declarar a equivalência entre a propriedade da OR e cada uma das propriedades das OB, podendo o raciocinador inferir que cada uma das propriedades das OB se relaciona com as restantes.

Por exemplo, na Figura L11 no ANEXO L, vemos que o raciocinador infere (linha a amarelo) que a propriedade lrm:R12 é equivalente a bf:references, apenas a partir da equivalência expressa com orowl:assunto. Tendo as propriedades relacionadas por equivalência domínios diferentes, teremos de verificar, na validação da OR (v. ponto 8.6.1), se a hierarquia entre as classes de domínio é suficiente para garantir a aplicabilidade do mecanismo sem incongruência semântica.

### **6.3.2. Caso Descrição 3.2 – Relação de derivação**

#### **H16 – Proliferação de relações de derivação (RDA)**

Para resolver o problema de existir um muito maior número de relações de derivação no RDA do que no LRM e no BF, estabeleceu-se uma relação de hierarquia entre a propriedade geral orowl:derivacao e as propriedades mais específicas RDA: P10336, P 10291, P 10155, P10294 e P10148 (v., respetivamente, linhas 299, 255, 257 e 246 do ANEXO M).

### **6.3.3. Caso Descrição 3.3 – Relação de equivalência**

#### **S04 – relações similares de reprodução digital**

Relativamente às relações de reprodução digital, no MR recorreu-se ao mecanismo UML da classe associativa, de modo a poder relacionar e caracterizar a associação entre a *Manifestação* analógica e a *Manifestação* digital. Na OWL as classes associativas representam-se pelo mecanismo da reificação (Kiko & Atkinson, 2005) sendo pois necessário criar uma classe (orowl:ReproducaoDigital) que reifica a relação, representando-a. De acordo com Vo & Hoang (2020), é ainda necessário criar duas “object properties” (orowl:manifestacaoAnalogica e orowl:manifestacaoDigital (v. linhas 350 e seguintes no ANEXO M) para representar a relação entre a classe reificada e cada uma das classes associadas. Recorrendo à reificação é, assim, possível caracterizar a relação entre os pares de instâncias de orowl:Manifestacao através dos atributos orowl:dataDigitalizacao e orowl:entidadeDigitalizadora, por exemplo. As Manifestações das OB podem, por outro lado, ser relacionadas através das propriedades orowl:manifestacaoAnalogica e orowl:manifestacaoDigital, permitindo que a OR possa desse modo especificar o papel que cada uma desempenha na relação de digitalização e recuperar a informação

sobre as mesmas a partir de uma propriedade comum, sem necessidade de mapear as propriedades de relação das OB.

### 6.3.4. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte

#### H19 – Omissão do constructo todo-parte

O problema da omissão da formalização de relação todo-parte nas OB resolveu-se, no MR, com o mecanismo de agregação UML. Sucede, porém, que a OWL não tem constructo específico para formalizar este tipo de relação, pelo que se tem de recorrer a uma associação *ad hoc*, devendo a mesma ser declarada como transitiva (Kiko & Atkinson, 2005; Rector & Welty, 2005). Tal não sucedeu, contudo, nem no LRM, nem no BF, nem no RDA. Assim, não existindo primitivas OWL para representar a relação todo-parte, nem tendo as OB previsto remediar a situação através da transitividade *ad hoc*, foi necessário criar na OR a propriedade `orowl:parteDe`, que tem como *range* e domínio a classe `orowl:Obra` e que, sendo transitiva, permite inferir que uma subparte é também parte do todo (v. linha 366 e seguintes do ANEXO M).

Para além da transitividade, importa garantir que a associação *ad hoc* entre a parte e o todo é não reflexa (i.e., uma parte não pode ser parte de si mesma) e assimétrica (i.e., uma parte não pode ser parte de uma sua parte) (Haasjes, 2019; Vo & Hang, 2020). Não foi possível, no entanto, representar as restrições de assimetria e de não reflexividade na OROWL, pois a linguagem OWL não consegue garantir a aplicação de restrições com o intuito de validação, nem permite especificar assimetria e irreflexibilidade para propriedades transitivas (Motik, Patel-Shneider & Parsia, 2012). Esta finalidade só pode, assim, ser assegurada pela SHACL, pelo que a sua implementação é abordada no Capítulo 7, através da construção de *shapes* para estas restrições. Tal como se analisa no ponto 7.5, a não recursividade deveria ser suficiente para não se recorrer a restrições de assimetria, mas a restrição `dash:nonRecursive` não funciona com cadeias de propriedades, só com pares. De facto, o validador não assinalaria como erro a seguinte situação:  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Contudo, se funcionasse como deveria, o erro de recursividade seria assinalado e evitaríamos a situação de assimetria  $B \rightarrow A$ , só com recurso à não recursividade.

Sucede, porém, que o vocabulário Dash só tem elemento para a restrição de simetria (`dash:symmetric`), não tendo criado elemento equivalente para a restrição de assimetria por ser suficiente declarar a propriedade em questão como não recursiva (`dash:nonrecursive`). Conforme referimos no parágrafo anterior, em cadeias de propriedades a restrição `dash:nonrecursive` não funciona e, por isso, tivemos de encontrar uma solução para representar restrições de assimetria em SHACL com recurso a outros elementos, nomeadamente `sh:disjoint`, conforme se verá no Capítulo 7. Por este motivo e porque a propriedade `orowl:parteDe` não pode ser declarada assimétrica, por ser

transitiva (Motik, Patel-Shneider & Parsia, 2012), foi necessário criar a propriedade `orowl:temParte`, enquanto propriedade distinta e disjunta (i.e., não pode partilhar o mesmo valor) de `orowl:parteDe`. As propriedades `orowl:temParte` e `orowl:ParteDe` não puderam ser declaradas como inversas uma da outra, uma vez que isso teria o efeito de simetria.

## H20 – Manifestações de agregação (RDA, LRM)

A representação OWL da agregação bibliográfica RDA coloca em evidência os problemas que foram elencados no ponto 5.14.2, no que se refere a:

- Ausência de relação entre *Obras Agregadas* (ID5 e ID6, no exemplo) e *Obra Agregadora* (por exemplo, ID28) (v. ponto A na Figura 6.11);
- Relação de agregação apenas entre *Expressões*, sem semântica de relação todo-parte (v. relação “aggregates” sinalizada com ponto B na Figura 6.11);
- Manifestação* partilhada, i.e., relação de vinculação da *Manifestação* (ID16 no exemplo) partilhada por todas as *Expressões Agregadas* (no exemplo, ID11 e ID12) e a *Expressão Agregadora* (ID30 no exemplo) (v. ponto C na Figura 6.11).

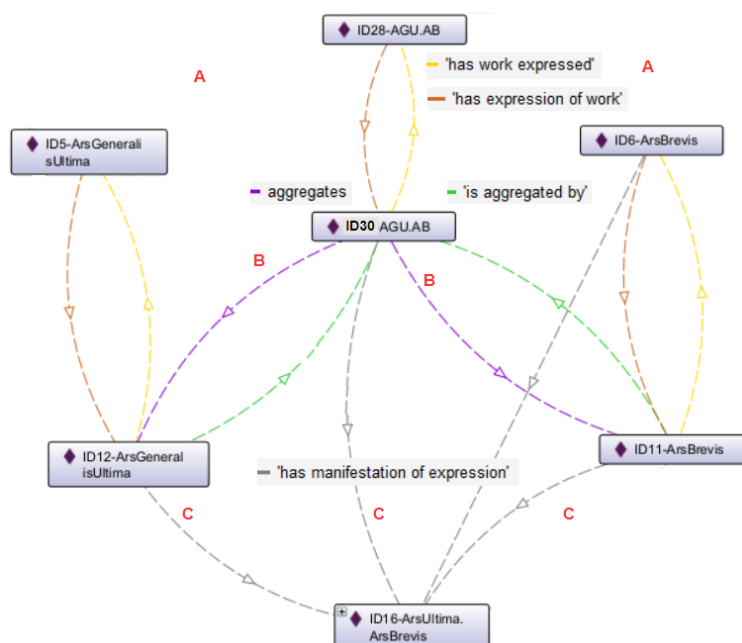


Figura 6.11 - Exemplificação de H20 no RDA

Na representação OWL que fizemos na OR, resolvemos estes três problemas, a saber:

- Relacionamento entre as *Obras Agregadas* (ID5 e ID6) com a *Obra Agregadora* (ID28) (v. Ponto A na Figura 6.12), a partir da propriedade “`orowl:parteDe`” que, conforme se demonstra no ponto 7.15, tem associadas restrições de transitividade, não reflexibilidade e assimetria que garantem uma relação o mais aproximado que nos é possível do mecanismo todo-parte (v. Ponto A na Figura 6.12).

- b) Não tem sentido a relação de agregação bibliográfica entre *Expressões*, já que este tipo de relação é sempre ao nível da *Obra* (v. Ponto B na Figura 6.12).
- c) A *Manifestação* (ID16) da *Obra Agregada* (ID28) passa a ficar vinculada apenas à *Expressão Agregadora* (ID30) (v. Ponto C na Figura 6.12), pois implementou-se em SHACL (v. Shape H08\_4 no Capítulo 7) a cardinalidade máxima de 1 na relação de vinculação entre Manifestação e Expressão. As *Expressões Agregadas* têm as suas próprias *Manifestações Agregadas* (ID 7 e ID 29, na Figura 6.12).

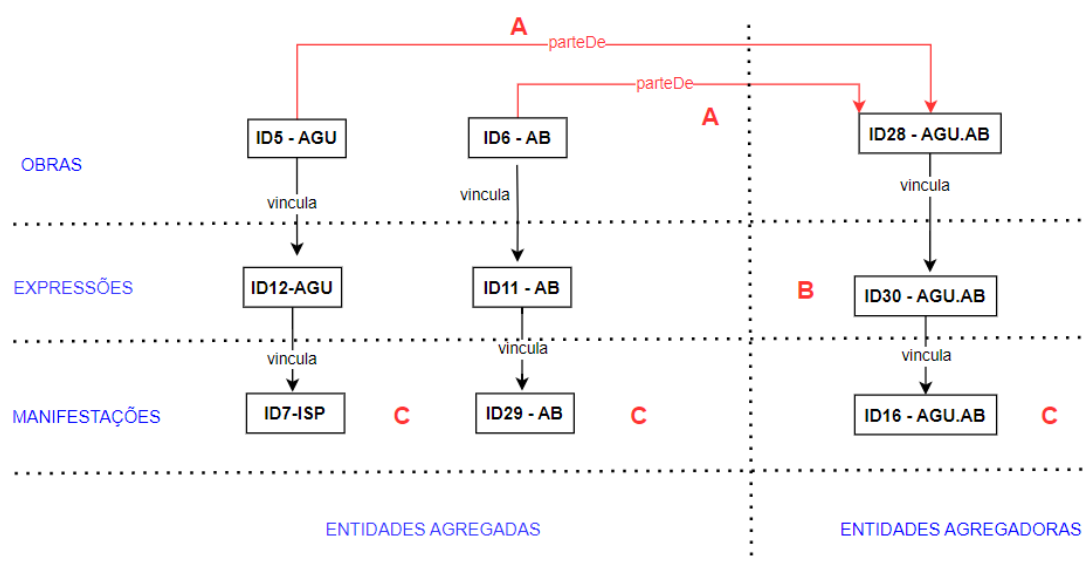


Figura 6.12 - Exemplificação de resolução de H20 pela OR



## Restrições SHACL à Ontologia de Referência

Para além da formalização da OR em OWL (v. Capítulo 6), é necessário recorrer ao formalismo SHACL<sup>24</sup>, a fim de modelar os constrangimentos e as restrições aplicáveis às classes e relações da OR pois, ao contrário da SHACL, a OWL não permite a validação de restrições, mas apenas a inferência. Por outro lado e conforme se foi dando conta no Capítulo 6, existem restrições que não podem ser formalizadas em OWL, por esta linguagem não ter constructos que o permitam, mas que sendo constrangimentos que decorrem do contexto do domínio têm de ser formalizados em SHACL (Faraj & Micsik, 2021). Acresce que, ao contrário da OWL que está limitada aos constructos da linguagem, a SHACL tem mecanismos de extensão que permitem que qualquer pessoa possa criar as suas próprias restrições e que as mesmas possam ser reutilizadas, quando publicadas na Web (Knublauch, 2017); por tal razão existe grande vantagem na sua utilização na modelação da OR.

O recurso à SHACL tem também a potencialidade de, ao contrário da OWL, não se limitar a ter como alvo as instâncias de uma determinada classe, mas poder também especificar que uma SHACL se aplica a todos os sujeitos e objetos que tenham valores para determinada propriedade (*targetSubjectOf*, *targetObjectOf*) ou seleccionar “target nodes” com base em *queries* SPARQL. Por outro lado, as restrições SHACL podem não se aplicar a todos os membros de uma classe, sendo possível definir-se que se aplicam apenas a determinados recursos ou grupos de recursos.

A utilização de SHAPES com “targets” pela SHACL constitui-se como abordagem mais flexível à modelação de dados em estruturas de grafos, já que permite uma reutilização mais fácil das SHAPES que se libertam dos nós dos grafos de dados através da adição duma camada, o grafo de SHAPES, e de canais de comunicação, os “targets”.

Como última vantagem da SHACL é de referir a sua extensibilidade, pois o recurso ao SPARQL na SHACL permite introduzir conceitos como as “variáveis”, que não existem na OWL. Por fim é de apontar a possibilidade de a SHACL desligar SHAPES (*sh:deactivated*), o que facilita a reutilização de SHAPES por outras pessoas (Knublauch, 2017).

Por este conjunto de razões, paralelamente à OR formalizada em OWL no capítulo anterior, formalizámos uma ontologia em SHACL em que representámos quer os constrangimentos já definidos em OWL mas que, por limitações da própria OWL, não podem ser impostos como restrições, quer outras abstrações que a OWL não nos permite expressar. Esta ontologia foi denominada ORSHACL, tendo o *namespace* “orshacl”. Os ficheiros da ORSHACL são integralmente disponibilizados em formato

---

<sup>24</sup> No ANEXO O estão resumidos os princípios da Web Semântica que enquadram o surgimento da SHACL e os conceitos fundamentais desta linguagem.

RDF/XML no site <https://libraryreferenceontology.com/>, sendo parcialmente reproduzidos no ANEXO Q. A explicação da metodologia seguida e das ferramentas de *software* utilizadas na construção das restrições SHACL constam do ANEXO N.

No presente capítulo apresentamos a formalização das restrições da OR em SHACL, pela ordem de referenciação de similitudes e heterogeneidades já identificadas em capítulos anteriores, agrupadas por Caso de Descrição (CD) (v. quadro resumo de similitudes e heterogeneidades, por CD, no ANEXO G).

## 7.1. Caso Descrição 1.1 - Entidades bibliográficas nucleares WEMI

### H02 – Polissemia de bf:work

Pretende-se formalizar a restrição de domínio da propriedade bf:language às subclasses de bf:Work, enquanto subclasses de orowl:Expressao, de forma a poder validar a conformidade com tal restrição das declarações que usem essa propriedade de língua.

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H02

Todos os sujeitos de bf:language devem ser instâncias das classes bf:Text, bf:Audio ou bf:Cartography (restrição de domínio, restrição sh:targetSubjectOf). As instâncias que utilizam a propriedade bf:language e não sejam das classes de domínio são inválidas (v. Figura P1 do ANEXO P e linhas 321 e seguintes do ANEXO Q).

Quadro 7.1 - SHAPE SHACL H02

FORMALIZAÇÃO TURTLE PELO TBC-FE <sup>25</sup>	EXPLICAÇÃO
<pre> orshacl:H002 rdf:type sh:NodeShape ; rdfs:label "H002" ; sh:class [   rdf:type owl:Class ;   owl:unionOf (     bf:Text     bf:Audio     bf:Cartography   ) ; ] ; sh:targetSubjectsOf bf:language ; </pre>	<p>Criação de Node Shape (nodeshape que não é classe), nomeada como H002</p> <p>Todos os sujeitos da propriedade bf:language devem ser instâncias da classe bf:Text ou bf:Audio ou bf:Cartography</p>

## 7.2. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI

Pretende-se garantir a relação hierárquica entre as entidades bibliográficas nucleares, que assegure a herança das propriedades de classes superiores ao longo de toda a cadeia WEMI (H08\_2) e a transitividade das relações de vinculação entre as instâncias WEMI hierarquicamente relacionadas (H08\_3).

<sup>25</sup> TopBraid Composer – Free Edition



### 7.2.1. H08\_2 – Omissão do constructo de hierarquia: ausência de herança de propriedades e valores

A herança de valores é assegurada na OWL com o mecanismo de “valor constante” (v. ponto H08\_2 do Capítulo 6), pelo que não é necessário modelar em SHACL este aspeto da hierarquia WEMI.

Se pretendêssemos, contudo, assegurar com a SHACL não a herança de valores mas apenas a herança de propriedades, uma vez que não é sintaticamente possível representá-la em OWL, ter-se-ia de construir uma SHAPE capaz de garantir que as instâncias das subclasses herdaram as propriedades das superclasses (v. abaixo SHAPE H08\_2-A).

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H08\_2-A

Para assegurar a herança de propriedades pelas subclasses seria necessário criar uma a restrição de um conjunto de propriedades a uma determinada classe e suas subclasses, utilizando restrições `dash:closedByTypes`, que serão aplicadas às classes WEMI da OR e não as WEMI das OB, porque nestas últimas não existe hierarquia e o que se pretende é implementar a herança de propriedades pelas subclasses. Não sendo necessária para a OR, a SHAPE H08\_2-A é um mero exercício demonstrativo das potencialidades da SHACL, não tendo aplicação direta nos CD da OR, pois o mecanismo de “valores constantes” criado no ponto 6.2.1. (H08\_2) assegura não apenas a herança de propriedades, mas também a herança de valores, apenas com recurso à OWL.

A Node SHAPE que vamos criar para cada classe WEMI vai coincidir com a própria classe WEMI da OR (v. na Figura P2 do ANEXO P, o exemplo para `orowl:Obra`), sendo ativada a restrição `dash:closedByType` com o valor “True”, para declarar que os “focus nodes” são fechados, com base no seu valor em `rdf:type`. Assim, os “focus nodes” só poderão ter valores para as propriedades explicitamente enumeradas em `sh:property/sh:path` nas classes em que a restrição é declarada e nas suas superclasses (Knublauch, 2021) (v. Linhas 64, 149 e 200 do ANEXO Q).

Quadro 7.2 - SHAPE SHACL H08\_2-A

FORMALIZAÇÃO TURTLE PELO TBC-FE	EXPLICAÇÃO
<pre>orowl:Obra   rdf:type sh:NodeShape ;   dash:closedByTypes "true"^^xsd:boolean ;   sh:property [     sh:path bf:derivativeOf ;     sh:path bf:hasExpression ;     sh:path bf:hasItem ;     (...)     sh:path lrmer:R12 ;     sh:path lrmer:R13 ;     (...)     sh:path rdawo:P10295 ;     sh:path rdawo:P10336 ;     (...)     sh:path orowl:temTítulo ;     sh:path orowl:tradLiv ;     sh:path orowl:vincula ;   ] ;</pre>	<p>Criação de Node SHAPE em classe já existente, no exemplo <code>orowl:Obra</code>.</p> <p>O atributo <code>sh:path</code> identifica todas as propriedades que a classe <code>orowl:Obra</code> pode ter.</p> <p>Estas propriedades são herdadas pela SHAPE <code>dash:closedByType</code> das subclasses de <code>orowl:Obra</code>.</p>

### 7.2.2. H08\_3 – Omissão do constructo de hierarquia: ausência transitividade entre indivíduos

#### FORMALIZAÇÃO DAS SHAPES H08\_3

A transitividade da relação de vinculação entre as instâncias WEMI hierarquicamente relacionadas é representada pela propriedade `orowl:vinculadaPor` (v. Capítulo 6.2). Adicionalmente é, porém, necessário criar uma SHAPE na SHACL que garanta que a propriedade `orowl:vinculadaPor` só pode ter como sujeito (restrição `rdfs:Domain`) instâncias de subclasses da hierarquia WEMI (*Item*, *Manifestação* ou *Expressão*) e como objeto (restrição `rdfs:Range`) instâncias de superclasses na hierarquia WEMI (*Obra*, *Manifestação* e *Expressão*). É, ainda, necessário assegurar que o par de classes a que correspondem as instâncias relacionadas por `orowl:vinculadaPor` estão relacionadas por `rdfs:subClassOf`, desempenhando a classe a que pertence o sujeito (`rdfs:Domain`) o papel de subclasse; e a classe a que pertence o objeto (`rdfs:Range`) o papel de superclasse. Para a representação destas restrições foi criada uma SHAPE em cada classe representativa de *Expressão*, *Manifestação* e *Item* que aplique à propriedade `orowl:vinculadaPor` a restrição `dash:hasValueWithClass`, que permite impor que essa propriedade só possa ter como objeto instâncias das classes superiores.

Estas SHAPES tiveram de ser criadas nas WEMI das ontologias-base e não nas WEMI da OR, pois na OR existe hierarquia entre as classes bibliográficas nucleares. As SHAPES aplicam-se às ontologias-base, pois nas entidades WEMI das OB não há relação hierárquica, não sendo, por isso, herdadas pelas outras classes bibliográficas nucleares. A título exemplificativo, modelámos estas restrições no LRM para a classe *Item* (`lrm:E5`), *Manifestação* (`lrm:E4`) e *Expressão* (`lrm:E3`) (v. linhas 430 e seguintes do ANEXO Q), conforme se mostra em seguida:

- Criação de `NodeShape` em `lrm:E5` (*Item*), com `PropertyShape` em que se aplica à propriedade “`orowl:vinculadaPor`” a restrição `dash:hasValueWithClass` com valor `lrm:E4` (*Manifestação*). As instâncias de `lrm:Item` só poderão ter como valor da associação que representa a vinculação de instâncias, instâncias da classe *Manifestação* LRM (v. Figuras P3 e P4 do ANEXO P).
- Criação de `NodeShape` em `lrm:E4` (*Manifestação*) – tendo como valor de `dash:hasValueWithClass` a classe `lrm:E3` (*Expressão*) (v. Figura P5 do ANEXO P).
- Criação de `NodeShape` em `lrm:E3` (*Expressão*) – tendo como valor de `dash:hasValueWithClass` a classe `lrm:E2` (*Obra*) (v. Figura P6 do ANEXO P).

### 7.2.3. H08\_4 – Omissão do constructo de hierarquia: restrições de cardinalidade heterogéneas

Pretende-se garantir a cardinalidade 1:1 nas classes bibliográficas nucleares superiores, i.e., que cada instância de uma subclasse está sempre vinculada a uma e a apenas uma instância da classe superior (H08-4). Com esta restrição resolve-se a heterogeneidade entre o LRM e as restantes ontologias-base, pois o LRM formaliza cardinalidade de 1:1 nas classes superiores das relações de vinculação entre *Obra* e *Expressão* e entre *Manifestação* e *Item*, enquanto o RDA e o BF não definem esta restrição de

cardinalidade. Aplicando a propriedade `orowl:vinculadaPor` com as cardinalidades indicadas na classe superior, garantimos que todas as ontologias-base (e já não apenas o LRM) podem impor:

- A obrigatoriedade de existência de uma instância de *Obra* para cada instância de *Expressão*
- O máximo de uma instância de *Obra* para cada instância de *Expressão*
- A existência obrigatória de uma instância de *Manifestação* para cada instância de *Item*
- O máximo de uma instância de *Manifestação* para cada instância de *Item*

Conforme explicámos em 5.5.5., é nosso entendimento que estas restrições de cardinalidade decorrem da própria hierarquia em cadeia das WEMI. Parece-nos, por isso, dever ser de aplicar estas restrições também à relação entre *Expressão* e *Manifestação*, pois é uma impossibilidade lógica conhecer-se uma *Manifestação* e desconhecer-se uma *Expressão*. Assim sendo, a restrição SHACL deve também garantir que em todas as ontologias-base seja obrigatório:

- A existência de uma instância de *Expressão* para cada instância de *Manifestação*
- O máximo de uma instância de *Expressão* para cada instância de *Manifestação*

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H08\_4

Visa-se garantir que o objeto da propriedade `orowl:vinculadaPor` exista obrigatoriamente e não possa exceder uma instância para cada sujeito. Numa relação em que `orowl:Expressão`, `orowl:Manifestação` ou `orowl:Item` são sujeito da propriedade “`orowl:vinculadaPor`”, o objeto tem de ter cardinalidade máxima e mínima de 1.

A restrição será criada em `orowl:Expressao`, pois as subclasses *Manifestação* e *Item*, tanto da OR como das ontologias-base, irão herdá-la, não sendo necessária a sua repetição.

É criada na NodeShape `orowl:Expressao` uma PropertyShape que aplica à propriedade `orowl:vinculadaPor` as seguintes componentes cumulativas da restrição (v. Figura P7 do ANEXO P e linhas 186 e seguintes do ANEXO Q): cardinalidade mínima e máxima de 1 para as superclasses.

Quadro 7.3 - SHAPE SHACL H08\_4

FORMALIZAÇÃO TBC-FE EM TURTLE	EXPLICAÇÃO
<pre> orowl:Expressao rdf:type sh:NodeShape ; sh:property [   sh:path orowl:vinculadaPor   sh:minCount 1;   sh:maxCount 1;] </pre>	<p>Criação de NodeShape como classe já existente.</p> <p>A SHAPE aplica-se à propriedade “<code>orowl:vinculadaPor</code>” e determina uma cardinalidade da superclasse máxima e mínima de 1.</p>

A cardinalidade mínima da classe superior garante que tem de existir sempre superclasse, mesmo que seja um nó branco. Cada instância de uma subclasse de `orowl:Obra`, `orowl:Expressão` ou `orowl:Manifestação` tem de estar sempre hierarquicamente relacionada com uma instância da superclasse. Se esta condição não se verificar, o validador deve assinalar como erro nos dados. A

cardinalidade máxima da classe superior `orowl:Obra`, `orowl:Expressão` ou `orowl:Manifestação` garante que cada instância das suas subclasses esteja hierarquicamente relacionada com apenas uma instância da superclasse.

#### 7.2.4. H08\_5 – Omissão do constructo de hierarquia: ausência de outras propriedades lógicas

##### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H08\_5

Tem-se em vista garantir a não reflexibilidade da propriedade `orowl:vinculadaPor`, i.e., que numa declaração com esse predicado o valor do sujeito não pode ser igual ao valor do objeto. Para tal efeito, não basta declará-la como irreflexa na OWL, pois esta linguagem não só não impõe essa restrição, como não permite a declaração de irreflexibilidade em propriedades transitivas (v. ponto H08\_5 do Capítulo 6). É, assim, necessário recorrer à SHACL, criando uma `sh:Property` no `NodeShape` `orowl:Obra`, aplicável a `orowl:vinculadaPor`, com a restrição do vocabulário Dash que especifica a não recursibilidade (`dash:nonRecursive`), com valor “True”. Assim sendo, apesar de na OWL as propriedades transitivas não poderem ter restrições de irreflexibilidade, o vocabulário Dash permite especificar essa restrição (v. Figura P8 do ANEXO P).

Quadro 7.4 - SHAPE SHACL H08\_5

FORMALIZAÇÃO TBC-FE EM TURTLE	EXPLICAÇÃO
<pre> orowl:Obra   rdf:type sh:NodeShape ;   sh:property [     sh:path orowl:vinculadaPor ;     dash:nonRecursive     "true"^^xsd:boolean ;   ] ; </pre>	<p>A propriedade <code>orowl:vinculadaPor</code> não é recursiva, i.e., o seu sujeito não deve apontar para si próprio, nem pode pertencer à mesma classe.</p>

### 7.3. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas

#### H12 – União WEMI

Pretende-se recorrer à aplicação de restrições *range/domain* para assegurar que uma propriedade a que essas restrições se apliquem só possa ser utilizada tendo pelo menos uma das classes unidas como objeto/sujeito. Para restringir o uso de uma propriedade a determinado grupo ou união de classes teremos de recorrer à SHACL, especificando que determinada propriedade não pode ser usada por instâncias que não pertençam a pelo menos uma classe dessa união ou grupo. Não sendo possível representar exhaustivamente SHAPES com estas restrições para todas as propriedades, optou-se por escolher somente duas propriedades exemplificativas e modelar um tipo de restrição para cada uma delas:

- H12\_1 – Restrição de domínio relativa à propriedade `orowl:tradLiv` e à união de classes representativas de *Obra*.

- H12\_2 – Restrição de *range* relativa à propriedade orowl:tradLit e à união de classes representativas de *Expressão*.

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H12\_1

Criação de SHAPE para representar a restrição de domínio (sh:targetSubjectsOf) relativa a uma união de classes. A título de exemplo, considerou-se a propriedade orowl:tradLivre, que tem como sujeito as classes unidas bf:Work, lrm:er:E2 e rdac:C1001 (v. Figura P9 do ANEXO P e linhas 491 e seguintes do ANEXO Q).

Quadro 7.5 - SHAPE SHACL H12\_1

FORMALIZAÇÃO TBC-FE EM TURTLE	EXPLICAÇÃO
<pre> orshacl:H12_1   rdf:type sh:NodeShape ;    sh:class [     rdf:type owl:Class ;     owl:unionOf (       bf:Work       rdac:C10001       lrm:er:E2       orowl:Obra     ) ;   ] ;   sh:targetSubjectsOf     orowl:tradLiv </pre>	<p>Criação de Node SHAPE que não é classe</p> <p><b>Todos os sujeitos da propriedade</b> orowl:tradLiv devem ser instâncias de bf:Work e/ou rda:Work e/ou lrm:Work e/ou orowl:Obra</p>

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H12\_2

Criação de SHAPE para representar a restrição *range* (sh:targetObjectOf) relativa a uma união de classes. A título de exemplo, considerou-se a propriedade orowl:tradLit, que tem como objeto a classe de união *Expressão* que representa as classes unidas lrm:er:E3 e rdac:C1006 e que é equivalente a orowl:Expressao (v. Figura P10 do ANEXO P e linhas 459 e seguintes do ANEXO Q).

## 7.4. Caso Descrição 3.1 – Relação de descrição

### S02 – Relações similares de assunto

Uma vez que só podemos declarar como equivalentes propriedades que tenham o mesmo domínio e esse domínio comum para as propriedades de assunto das OB é a classe orowl:Obra, pois todas as instâncias dos domínios definidos nas ontologias-base para essas propriedades são instâncias inferidas de orowl:Obra, é necessário adicionar ao domínio das propriedades lrm:R12 e rda:P10324 a classe orowl:Obra. Procedeu-se, assim, à criação da SHAPE S2\_LRM para representar a classe lrm:E2 e orowl:Obra como restrições *domain* (sh:targetSubjectsOf) da propriedade lrm:R12 (v. Figura P11 do ANEXO P e linhas 381 e seguintes do ANEXO Q). Foi, também, criada a SHAPE S2\_RDA para representar a classe rda:C10001 ou orowl:Obra como restrição *domain* da propriedade rda:P10324, similar à anterior.

## 7.5. Caso Descrição 3.4 – Relação todo-parte

### H19 – Omissão do constructo todo-parte

A representação de relações todo-parte como simples associações no LRM, RDA e BF não permite, por si só, as seguintes características inerentes ao mecanismo da agregação UML:

- Semântica de “componente de” na relação da parte com o todo;
- Semântica de “tem um”/“consiste em” na relação do todo com a parte;
- Restrição de assimetria e irreflexão na relação da parte com o todo;
- Transitividade da relação parte-todo.

Estas restrições representam-se na OR com recurso à declaração da transitividade *ad hoc* e das classes owl:AsymmetricProperty e owl:IrreflexiveProperty (v. Figura P12 do ANEXO P); no entanto a atribuição destas restrições à propriedade orowl:parteDe não é suficiente para resolver o problema pois, como se referiu em 6.3.4, a OWL não permite representar a assimetria e a irreflexibilidade para propriedades transitivas. Assim é necessário criar SHAPES que implementem essas restrições como constrangimentos de validação, assegurando:

- Assimetria – i.e., que o todo não possa ser parte de uma sua parte (SHAPE H19\_1);
- Não reflexibilidade – i.e., que uma parte não seja parte de si própria (SHAPE H19\_2).

#### FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H19\_1

Pretende-se assegurar a assimetria de orowl:parteDe. Foi criada uma propertyShape em orowl:Obra que estabelece (com recurso ao elemento sh:disjoint), que as propriedades “ParteDe” e “temParte” nunca podem ter o mesmo valor (v. Figura P13 do ANEXO P e linhas 57 e seguintes do ANEXO Q).

Quadro 7.6 - SHAPE SHACL H19\_1

FORMALIZAÇÃO TBC-FE EM TURTLE	EXPLICAÇÃO
<pre>sh:property [   sh:path orowl:parteDe ;   sh:disjoint orowl:temParte ; ] ; .</pre>	Disjunção das propriedades orowl:parteDe e orowl:temParte

Tal como se referiu no Capítulo 6, tivemos de recorrer à criação de uma segunda propriedade orowl:temParte para conseguir resolver, através da declaração da mesma como disjunta de orowl:parteDe, os problemas da cadeia de partes, da impossibilidade de representar em OWL a assimetria para propriedades transitivas e de não existir constructo no Dash para garantir a assimetria.

## FORMALIZAÇÃO DA SHAPE H19\_2

Pretende-se assegurar a não reflexibilidade de `orowl:parteDe`, pois esta propriedade é irreflexa, i.e., a parte não pode ser parte de si mesma. Ou seja, numa declaração com predicado `orowl:parteDe`, o valor do sujeito não pode ser igual ao valor do objeto. Foi criada uma `sh:Property` no `NodeShape` `orowl:Obra`, aplicável a `orowl:parteDe`, com a restrição do vocabulário Dash que especifica a não recursibilidade (`dash:nonRecursive`), com valor “True”. Assim sendo, apesar de na OWL as propriedades transitivas não poderem ter restrições de irreflexibilidade, o vocabulário Dash permite especificar essa restrição (v. Figura P14 do ANEXO P e linha 61 do ANEXO Q).

Quadro 7.7 - SHAPE SHACL H19\_2

FORMALIZAÇÃO TBC-FE EM TURTLE	EXPLICAÇÃO
<pre> orowl:Obra   rdf:type sh:NodeShape ;   dash:closedByTypes     "true"^^xsd:boolean ;   sh:property [     sh:path orowl:parteDe ;     dash:nonRecursive       "true"^^xsd:boolean ;   ] ; . </pre>	<p>A propriedade <code>orowl:parteDe</code> não é recursiva, i.e., o seu sujeito não deve pertencer à mesma classe, nem apontar para si próprio.</p>





## Validação da Ontologia de Referência

A validação da Ontologia de Referência (OR) tem por objetivo demonstrar que a sua formalização em OWL (OROWL) e respectivas restrições SHACL (ORSHACL) resolvem os problemas que decorrem das sobreposições e discrepâncias entre os normativos bibliográficos LRM, RDA e BF, que foram identificadas na revisão da literatura e na análise comparativa dos normativos (efetuada a um nível geral no ANEXO E e, na especificidade, no Capítulo 5), visando contribuir para melhorar a interoperabilidade entre essas ontologias bibliográficas. Com este objetivo, a validação da OR ocorre ao nível do esquema ou modelo de dados, tendo por objeto as respectivas classes, relações e restrições, e não ao nível dos dados propriamente ditos, que serão utilizados apenas exemplificativamente para demonstrar que os objetivos da OR foram atingidos.

Para a validação geral da consistência da OROWL, recorreu-se ao raciocinador HermIT<sup>26</sup>. O objeto dessa avaliação foi a OROWL, tendo a mesma sido declarada como consistente e coerente pelo HermIT. A validação das restrições SHACL teve por objeto a ORSHACL (*namespace orshacl*), com recurso ao validador SHACL do *software* TopBraid Composer – Free Edition. A explicação da metodologia adotada para a validação da OR e das ferramentas de *software* utilizadas neste processo constam do ANEXO R.

Para a validação específica da resolução das sobreposições e heterogeneidades das OB, foram usadas as ontologias A-Box (Biblioteca1, Biblioteca2 e Biblioteca3) respetivamente povoadas com indivíduos BF, LRM e RDA (v. ANEXO S para uma descrição da criação destas ontologias de exemplificação).

Os ficheiros RDF/XML das ontologias OROWL, ORSHACL e A-Box de exemplos estão integralmente disponíveis em <https://libraryreferenceontology.com/>, podendo ser livremente reutilizadas para validação da resolução dos problemas de interoperabilidade objeto deste trabalho. Nos pontos subsequentes apresenta-se a validação específica da resolução de cada discrepância e sobreposição das ontologias-base, apresentadas por Caso de Descrição (CD) - (v. quadro de CD no ANEXO G).

### 8.1. Caso Descrição 1.1 – Entidades bibliográficas nucleares WEMI

#### 8.1.1. S01 – Níveis de materialidade WEMI | H01 – Confusão conceptual relativa a Item e Work

Tal como se analisou no capítulo 5.3.1., as ontologias LRM, RDA e BF são similares no enquadramento das entidades bibliográficas nucleares em três níveis distintos de materialidade: nível conceptual

---

<sup>26</sup> <http://www.hermit-reasoner.com/>.

(objetos abstratos ou conteúdo intelectual); nível concreto (objetos concretos, com características físicas); nível misto (objetos conceptuais com características físicas).

Na OR recorreu-se a uma dupla relação de hierarquia entre os conceitos da OR que representam as classes bibliográficas nucleares (orowl:WEMI) e os níveis de materialidade, por um lado, e, por outro, entre as classes bibliográficas nucleares das ontologias-base e as orowl:WEMI correspondentes. A opção pela hierarquia visa respeitar as características específicas das ontologias-base, representando na superclasse (orowl:Obra, por exemplo) o conceito geral que representa os aspetos comuns a todas as subclasses (rda:W, bf:W, lrm:W). Assim, podemos utilizar os conceitos gerais, por exemplo orowl:Obra para agrupar as instâncias das ob:W naquilo que têm de comum, que neste caso (S01) é terem conteúdo abstrato (orowl:ConteudoAbstrato).

### **Validação OWL**

Deve poder inferir-se que as instâncias das classes lrm:WEMI são instâncias de orowl:WEMI e, conseqüentemente, estão devidamente enquadradas nos níveis de materialidade representados nas classes orowl:ConteudoAbstrato e orowl:ConteudoConcreto.

Pretende-se demonstrar que os resultados visados pela representação da similitude de níveis de materialidade foram alcançados pela OR, utilizando as seguintes instâncias da A-Box “Biblioteca2” (LRM):

- *Obra*: ID3 – Compendium Artis Demonstrativa (CAD), 1289
- *Expressão*: ID10 – Texto em latim
- *Manifestações*: ID14 – Manuscrito de Alcobaça; ID15 – Manuscrito de Paris
- *Item*: ID18 – Exemplar BNP-ALC. 203; ID19 – Exemplar BNF-LAT. 16112

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO S01\_1: *Quais as instâncias de orowl:Obra?*

RESULTADO: O raciocinador infere que “ID3 – CAD, 1289”, instância da subclasse lrm:E2 (*Obra*), é também instância (inferida) da superclasse orowl:Obra, como se comprova na Figura T1 do ANEXO T.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO S01\_2: *Quais as instâncias de orowl:ConteudoAbstrato?*

RESULTADO: As instâncias de lrm:E2 (*Obra*) e lrm:E3 (*Expressão*) são devidamente enquadradas no nível de materialidade orowl:ConteudoAbstrato, que é superclasse de orowl:Obra e de orowl:Expressao, conforme se comprova na Figura T2 do ANEXO T.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO S01\_3: *Quais as instâncias de “orowl:ConteudoConcreto AND orowl:ConteudoAbstrato”?*

RESULTADO: As instâncias “ID14 - CAD – Mss Alcobaça” e “ID15 – CAD – MSS Paris”, que são ambas indivíduos de *Manifestação* (lrm:E4), são inferidas pelo sistema como instâncias de

orowl:Manifestacao e, simultaneamente, das respectivas superclasses orowl:ConteudoConcreto *AND* orowl:ConteudoAbstrato (nível de materialidade misto) (v. Figura T3 do ANEXO T).

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO S01\_4: *Quais as instâncias de orowl:ConteudoConcreto?*

RESULTADO: As instâncias de lrm:E5 (*Item*), ID18 e ID19 são, pelo mecanismo da generalização, recuperadas como instâncias das suas superclasses orowl:Item e orowl:ConteudoConcreto, ficando assim devidamente enquadradas no Nível 2 de materialidade das entidades bibliográficas (v. Figura T4 no ANEXO T).

Em síntese, com recurso ao mecanismo da hierarquia temos as instâncias das classes WEMI da ontologia-base LRM devidamente enquadradas nos conceitos gerais WEMI da OR (que representam os aspetos comuns das WEMI nos três normativos-base) e no Nível 1 de materialidade (descrevem objetos puramente conceptuais) e Nível 2 (nível misto, que adiciona características físicas aos objetos conceptuais).

Quadro 8.1 - Representação de S01 pela OR

CLASSES	INSTÂNCIAS	Instâncias inferidas de orowl:ConteudoAbstrato (Nível 1)	Instâncias inferidas de orowl:ConteudoConcreto	Nível 2
Obra	ID3 – CAD, 1289	Sim	Não	
Expressão	ID10 – CAD, latim	Sim	Não	
Manifestação	ID14 – CAD MSS ALC	Sim	Sim	
	ID15 – CAD MSS Paris	Sim	Sim	
Item	ID18 – BNP ALC. 203	Sim	Sim	
	ID19 – BNF LAT. 16112	Sim	Sim	

Apesar de as instâncias das subclasses lrm:WEMI poderem ser inferidas como instâncias das superclasses orowl:WEMI respetivas, o inverso não se verifica, i.e., as instâncias inferidas não são instâncias de subclasses de que não sejam instâncias diretas. No exemplo constante da Figura T5 (v. ANEXO T) podemos observar que não se pode inferir que a instância ID3 de lrm:E3 (*Obra*) seja instância de nenhuma das subclasses de orowl:Obra, nomeadamente de orowl:Expressao.

Isto não se verifica com as WEMI das outras OB, o RDA e o BF, pois foram declaradas como equivalentes das WEMI da OR; portanto no RDA e no BF a instância ID3 é, pela equivalência, também instância inferida de rda:C1001 (*Obra*), por exemplo, por via da equivalência, mas não pela hierarquia.

Fica, assim, validado que:

- i) As instâncias das classes WEMI das ontologias-base (no exemplo LRM) são instâncias inferidas nas classes WEMI da OR, o que prova que:
  - O mapeamento ao nível de classes funcionou (evitou-se o mapeamento entre instâncias), daí resultando as seguintes vantagens:
    - O mapeamento entre classes mantém-se válido sempre que surjam novas instâncias;

- Outras classes relacionadas transitivamente com as classes de origem ou de destino vão herdar os mapeamentos entre OB e OR.
  - O mapeamento entre as OB e a OR funcionou (evitou-se o mapeamento “one-to-one” entre ontologias-base em que é necessária uma ligação entre cada OB). Como vantagem deste mapeamento temos o facto de só ser necessário fazer 1 ligação por conceito OB para conceito OR, ficando os conceitos das OB relacionados entre si através da OR. Com efeito, se fizermos uma *query* a todas as instâncias de orowl:Obra, o raciocinador vai inferir como sendo instâncias de orowl:Obra todas as instâncias das suas subclasses bf:Work, rda:C10001 e lrm:E3, as quais ficam assim relacionadas entre si como instâncias de um mesmo conceito orowl:Obra.
- ii) As instâncias das classes WEMI das ontologias-base (no exemplo LRM) são instâncias inferidas nas classes WEMI da OR e, por isso, podem ser agrupadas/enquadradas nos níveis de materialidade 1 (conceitos puramente abstratos) e 2 (conceitos mistos, i.e., abstratos e concretos). Esta clareza conceptual permite:
- Resolver os problemas da “materialidade” do *Item* no RDA e no LRM (H01) - Sendo orowl:Item uma subclasse de orowl:ConteudoConcreto e de orowl:ConteudoAbstrato, por um lado; e sendo, por outro lado, lrm:E5 (*Item*) e rda:C10003 (*Item*) subclasses de orowl:Item, qualquer instância de *Item* em RDA e LRM é uma instância inferida de orowl:ConteudoConcreto e de orowl:ConteudoAbstrato. Fica assim clarificado que a natureza material de *Item* respeita aos objetos descritos e não à classe em si mesma e que esses objetos têm natureza mista (Nível 2 de materialidade), i.e., são abstratos, por herdarem as propriedades das classes superiores *Obra*, *Expressão* e *Manifestação*; e simultaneamente concretos, pelos atributos específicos de *Item* e por herança de atributos de *Manifestação*.
  - Clarificar que rda:C10003 (*Item*) é uma classe e não uma instância - Com efeito, podemos ter múltiplos indivíduos dentro de uma mesma classe de “*Item*”, por exemplo vários exemplares de uma mesma obra, em diferentes localizações e com diferentes estados de conservação.
  - Clarificar que rda:C10001 (*Work*) e lrm:E2 (*Work*) são classes com instâncias ou objetos de natureza puramente conceptual, dado serem subclasses de orowl:ConteudoAbstrato e não de orowl:ConteudoConcreto, não se tratando, portanto, em si mesmas de “entidades abstratas” como se enuncia no RDA e no BF. Evita-se, ainda, a confusão terminológica com o conceito de classe abstrata do RDFS/OWL, que identifica uma classe sem instâncias.

### 8.1.2. H02 – Polissemia de bf:Work

No BF a classe bf:Work corresponde tanto ao conceito de *Obra* como ao conceito de *Expressão* no LRM e no RDA. Trata-se, portanto, de um problema de polissemia, que resolvemos no MR e na OR fazendo

corresponder ao conceito de *Expressão* as subclasses de bf:Work, através de uma generalização entre essas subclasses e a superclasse orowl:Expressao. Nas validações desta secção procuramos demonstrar a resolução desta heterogeneidade comparando a representação nas A-Box Biblioteca1 (BF), Biblioteca2 (LRM) e Biblioteca3 (RDA) e na OR das seguintes instâncias:

- *Obra*: “ID5 – Ars Generalis Ultima (AGU)”, 1305-1308;
- Expressões: “ID12 – AGU, Texto em latim”; “ID24 – AGU, Texto em francês”; “ID24A-AGU, Gravação áudio em francês”.

### Validação OWL

Interrogando individualmente as A-Box das ontologias-base, verificamos que as *Expressões* ID12, ID24 e ID24-A no BF (Biblioteca1) não são instâncias de uma classe que represente o conceito geral de *Expressão*, sendo recuperadas como instâncias das múltiplas subclasses de bf:Work: bf:Text, bf:Audio, etc.

✓ QUERIES DE VALIDAÇÃO H02: *Quais as instâncias de bf:Work, Quais as instâncias de bf:Text e Quais as instâncias de bf:Audio?*

RESULTADOS: Como pode observar-se na Figura T6 (v. ANEXO T) as instâncias BF ID12, ID24 e ID24-A (*Expressões*) aparecem pulverizadas nas várias subclasses de bf:Work ou como instâncias inferidas da classe geral bf:Work, sem corresponderem a uma classe unitária representativa de *Expressão*, enquanto entidade bibliográfica distinta. No LRM (Biblioteca2) e no RDA (Biblioteca3), pelo contrário, as *Expressões* ID12, ID24 e ID24-A surgem claramente identificadas como instâncias das classes representativas das *Expressões*: lrm:E3 e rda:C10006 (v. Figura T7 do ANEXO T).

Na OR, a representação das subclasses de bf:Work como subclasses de orowl:Expressao permite resolver o problema da “pulverização” das *Expressões* BF pelas múltiplas subclasses de bf:Work, recuperando-se as instâncias ID12, ID24 e ID24A como indivíduos de *Expressão*, enquanto entidade bibliográfica distinta representada pela classe orowl:Expressao. Tanto no BF, como no RDA e no LRM, fica, assim, validada a resolução do problema da polissemia de bf:Work, associando as suas subclasses ao conceito de *Expressão*, através da sua generalização com orowl:Expressao.

Desta forma, uma única *query* a orowl:Expressao permite recuperar as diferentes instâncias das expressões BF e relacioná-las indubitavelmente com as instâncias das classes representativas de *Expressão* no RDA e no LRM, sem necessidade de mapear cada uma das diversas subclasses de bf:Work (v. Figura T8 no ANEXO T), nem de interrogar individualmente cada uma das classes representativas de *Expressão*, para identificar todas as *Expressões* de determinada *Obra*. Fica, também, resolvido o problema de não ser possível representar no BF *Expressões* que não pertençam a nenhuma das subclasses de bf:Work, pois nessa eventualidade podem representar-se como instância direta de orowl:Expressao.

No que respeita à restrição de domínio criada na OWL para a propriedade `bf:language`, verificamos que apesar de termos especificado as subclasses `bf:Text`, `bf:Audio` e `bf:Cartography` (v. Capítulo 6.3.2) como domínio dessas classes, o objetivo de impedir a sua utilização pela classe `bf:Work` não é alcançado. Com efeito, este tipo de restrição não serve, na OWL, para validar a utilização das propriedades, mas tão só para inferir nova informação.

No exemplo da Figura T9 (v. ANEXO T) vemos que foi possível associar a propriedade `bf:language` à obra ID5, sem que tivesse sido assinalado qualquer erro. Isto, não só porque os raciocinadores OWL não assinalam erros de violação de restrições de domínio, mas também porque inferem que essas restrições se aplicam à superclasse da classe que é objeto da restrição (neste caso `bf:Work`, pois é superclasse de `bf:Text`, `bf:Audio` e `bf:Cartography`). O raciocinador assinalou que a ontologia é consistente e coerente, apesar da violação da restrição de domínio, verificando-se assim que não se consegue evitar que seja atribuída determinada língua a uma Obra. No exemplo, se a obra ID5 fosse escrita em francês, essa propriedade seria inconsistentemente aplicada à expressão ID12 que foi escrita em latim. É assim necessário recorrer à SHACL (v. SHAPE H02, ponto 7.1) para especificar e impor uma restrição capaz de impedir que a própria obra tenha uma característica (língua e data) que não é seu atributo, no ponto seguinte valida-se esta SHAPE.

### Validação SHACL

A correspondência entre as subclasses de `bf:Work` e `orowl:Expressão` e entre `bf:Work` e `orowl:Obra` teve de ser validada em OROWL e não em SHACL, dado que na SHACL não se pode declarar que uma classe é subclasse de outra, pois a SHACL serve para declarar *constraints* e não *assertions* lógicas formais (Cagle, 2022). Assim sendo, a resolução deste aspeto da heterogeneidade H02 tem de ser demonstrada apenas com recurso à inferência OWL, i.e. sem intervenção da SHACL.

Para validar a restrição SHAPE H02 relativa ao domínio de `bf:language` criou-se o seguinte exemplo de indivíduo com erro: “`orshacl:teste-prop-errada`”, instância de `bf:Work` com a propriedade `bf:language` que não tem `bf:Text` como domínio. Conforme esperado, o validador assinalou erro (v. mensagem de erro na Figura U1 do ANEXO U). Por conseguinte tem-se por validada a SHAPE H02.

### 8.1.3. H03 – Sinonímia de Manifestação (LRM, RDA)

Na modelação da equivalência entre as classes representativas do conceito de *Manifestação* nas OB (v. ponto H03 na secção 6.1.1.), não se incluiu a classe `lrmer:E4` (*Manifestação*), porque isso tornaria a OR inconsistente. Com efeito, se considerássemos `lrmer:E4` como equivalente às classes *Manifestação* do RDA (`rda:C10007`) e do BF (`bf:Instance`), a OR seria inconsistente, pela seguinte conjugação de motivos:

- A ontologia LRM formaliza a disjunção entre as classes *Item* (`lrmer:E5`) e *Manifestação* (`lrmer:E4`).

- A classe `orowl:Manifestacao` representa a união das classes unidas `bf:Instance`, `lrm:E4` ou `rda:C10007` (v. H12\_1), o que não significa que seja por isso equivalente às mesmas, mas que qualquer sua instância tem de ser pelo menos instância de uma dessas classes unidas<sup>27</sup>.
- Se `lrm:E4` fosse equivalente a `rda:C10007` e `bf:Instance`, essa relação de equivalência determinaria a inferência de `orowl:Manifestacao` como equivalente a `lrm:E4` (v. inferência a amarelo na Figura 8.1), porque qualquer instância de `orowl:Manifestacao` é instância de pelo menos uma das classes unidas (`bf:Instance`, `lrm:E4` ou `rda:C10007`); e se `lrm:E4` fosse equivalente a qualquer uma delas, a instância inferida (sublinhada a amarelo na Figura T10 do ANEXO T) seria também instância de `lrm:E4`.
- Sendo as instâncias de `orowl:Manifestacao` equivalentes às instâncias de `lrm:E4`, aplicam-se-lhes as disjunções LRM entre Manifestações e Itens.
- Todas as instâncias das classes *Item* de BF e RDA são – por força da hierarquia entre essas classes e `orowl:Item` e da hierarquia entre `orowl:Item` e `orowl:Manifestacao` – instâncias inferidas de `orowl:Manifestacao` e, por isso, também se lhes aplicaria a disjunção LRM.
- No exemplo da Figura 8.1 vemos que uma instância `bf:Item` inferida como membro de `orowl:Manifestacao` seria também inferida como *Manifestação* `lrm:E4`, o que violaria a disjunção LRM entre itens e manifestações (v. explicação para a inconsistência, na Figura 8.1) .

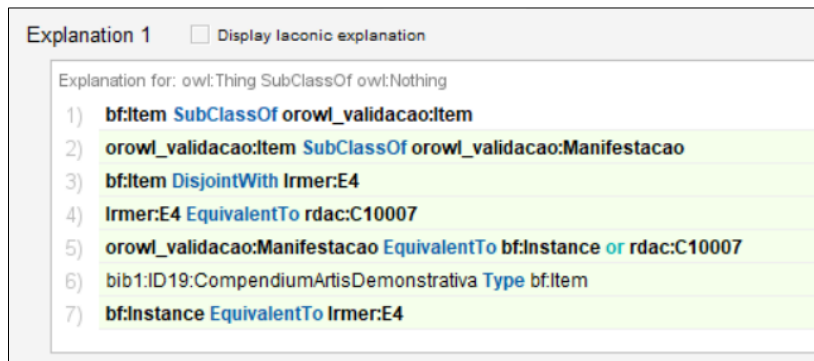


Figura 8.1 - Violação de disjunção WEMI LRM

Em suma, incluir `lrm:E4` na equivalência das classes *Manifestação*, conjugado com a união das classes das ontologias-base representativas de *Manifestação*, levaria à inconsistência da OR, por violação da disjunção imposta pelo LRM. Fizemos várias simulações e comprovámos que essa inconsistência vem da aplicação conjunta da união (H12) com a equivalência (H03), pelo que preferimos manter ambos os mecanismos, retirando a classe `lrm:E5` da equivalência entre *Manifestações*. O resultado desta ação tornou a ontologia consistente, ficando sanados os erros apontados pelo raciocinador por violação da disjunção WEMI.

<sup>27</sup> Não é pela união que as classes unidas são equivalentes à classe de união.

## Validação OWL

Pretende-se provar que o recurso à relação de equivalência “owl:equivalentClass” entre as classes representativas de *Manifestação* no RDA, BF e LRM evita a necessidade de:

- Replicar a declaração expressa de instâncias em cada classe sinónima;
- Declarar a equivalência entre instâncias duplicadas, através do mecanismo “owl:sameAs”.

Como exemplo iremos considerar as seguintes instâncias:

- Bib1:ID25, ID16 – instâncias de bf:Print, subclasse de bf:Instance (*Manifestação*);
- Bib3:ID25, ID16 e ID27 – instâncias de rda:C10007 (*Manifestação*).

### ✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H03\_1: *Todas as instâncias de rda:C10007 (Manifestação no RDA)?*

Para verificar se o resultado inclui as instâncias BF de *Manifestação*, provando que, pela equivalência entre classes, as instâncias de bf:Instance são instâncias inferida de rda:C10007, e que o resultado não inclui as instâncias de *Manifestação* bib2 (LRM) pois não é classe equivalente.

RESULTADOS: Os resultados da *query* validam o pretendido (v. Figura T11 no ANEXO T):

- Bib1:ID25, ID16 – instâncias de bf:Print, subclasse de bf:Instance (*Manifestação*) – surgem no resultado como instâncias de rda:C10007 (*Manifestação*);
- O resultado não inclui instância *Manifestação* de Bib2 (as instâncias que aparecem são *itens*).

Como se pode observar na Figura T12 do ANEXO T, a instância da classe rda:C10007 (*Manifestation*) é inferida (v. sublinhado a amarelo na imagem) como instância de bf:Instance.

### ✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H03\_2: *Todas as instâncias de bf:Instance (Manifestação no BF)?*

RESULTADOS: Os resultados da *query* validam o pretendido, pois retornam como instâncias inferidas as *Manifestações* de RDA: bib3:D25, bib3:ID16 e bib3:ID27 (v. Figura T13 no ANEXO T).

Validámos as seguintes vantagens de recorrer à equivalência entre classes (owl:equivalentClass), em vez da equivalência entre instâncias (owl:sameAs):

- Não há necessidade de declarar explicitamente bib1:ID25 e bib1:ID16 como instâncias de rda:C10007;
- Não há necessidade de declarar explicitamente bib3:ID25, bib3:ID16 e bib3:ID27 como instâncias de bf:Instance;
- Não há necessidade de estabelecer a equivalência entre as instâncias ID25 e ID16 das classes *Manifestação* da A-Box BF (Bib1) e da A-Box RDA (Bib3);
- Basta interrogar uma das OB relacionadas por equivalência, para recuperar as instâncias de todas as ontologias.



#### 8.1.4 H04 – Menor granularidade WEMI

Conforme se enunciou no Capítulo 5.3.5., na eventualidade de não existir uma subclasse de bf:Work adequada para representar uma *Expressão*, por se tratar de uma forma de realização não prevista pelo BF ou por se desconhecer a forma que determinada *Expressão* terá assumido, essa entidade teria de ser representada como instância da classe geral bf:Work, confundindo-se com as instâncias de *Obra*.

Se houver mais do que uma *Expressão* para determinada *Obra*, o problema agrava-se pois terá de existir mais do que uma instância de bf:Work, o que levaria à conclusão errada de se tratar de obras diferentes. Estes erros advêm do problema abordado em “H02 – Polissemia de bf:Work” relativo à inexistência de um conceito geral de *Expressão* no BF.

Paralelamente a este problema, temos a heterogeneidade de constructos utilizados pelo BF, LRM e RDA para representar a categoria da *Expressão*, representada como subclasse no BF (vg. bf:Text, bf:Audio) e como atributo no LRM e no RDA (hasCategoryOfExpression). Na OR estes problemas são resolvidos através da instanciação direta das *Expressões* que não tenham subclasse bf:Work na classe orowl:Expressao, com o atributo orowl:categoria.

#### Comparação entre OR e mapeamento ponto-a-ponto LRM/RDA-BIBFRAME, da Library of Congress

O mapeamento oficial da Library of Congress (LoC, 2014) e Zapounidou (2020) fazem corresponder o conceito de *Obra* e *Expressão* do LRM e do RDA ao conceito de bf:Work, devendo cada relação LRM e RDA de vinculação (“is realized through”) entre uma instância de *Obra* e uma instância de *Expressão* corresponder a uma instância de bf:Work. Cada instância bf:Work resultante desse mapeamento deve ser relacionada por bf:hasExpression, se houver mais do que uma *Expressão* para *Obra* (v. pontos E2.3 do ANEXO E e Capítulo 5.3.5). Na circunstância de haver mais do que uma *Expressão* para uma *Obra*, este mapeamento acarreta o problema de, como afirma Zapounidou (2020), se perder a informação de que as bf:Works mapeadas (*Expressões*) têm o mesmo progenitor (*Obra*).

Por exemplo: a *Obra* “ID5-Ars Generalis Ultima (AGU)” tem duas *Expressões*: “ID12-AGU Texto em latim” e “ID24-AGU Texto em francês”.

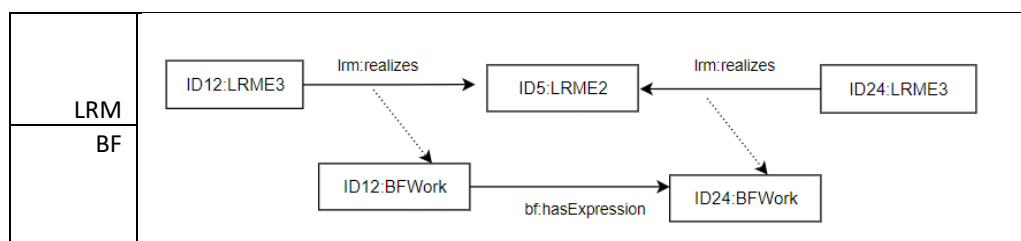


Figura 8.2 - Mapeamento LRM-BF feito pela LoC (H04)

A OR não faz o mapeamento entre elementos de ontologias diferentes, mapeando o conceito de *Obra* do LRM e do BF como subclasses de orowl:Obra, e os conceitos de *Expressão* do LRM e as subclasses de *Obra* do BF como subclasses de orowl:Obra (v. Figura 8.3). Desta forma se resolve o problema apontado por Zapounidou relativamente ao do mapeamento da Library of Congress, uma

vez que não se perde a diferenciação entre *Obra* (ID5, no exemplo da Figura 8.3) e *Expressão* (por exemplo, ID12 e ID24) no BF, ficando representado que ambas as *Expressões* têm a mesma *Obra* (ID5) como progenitor.

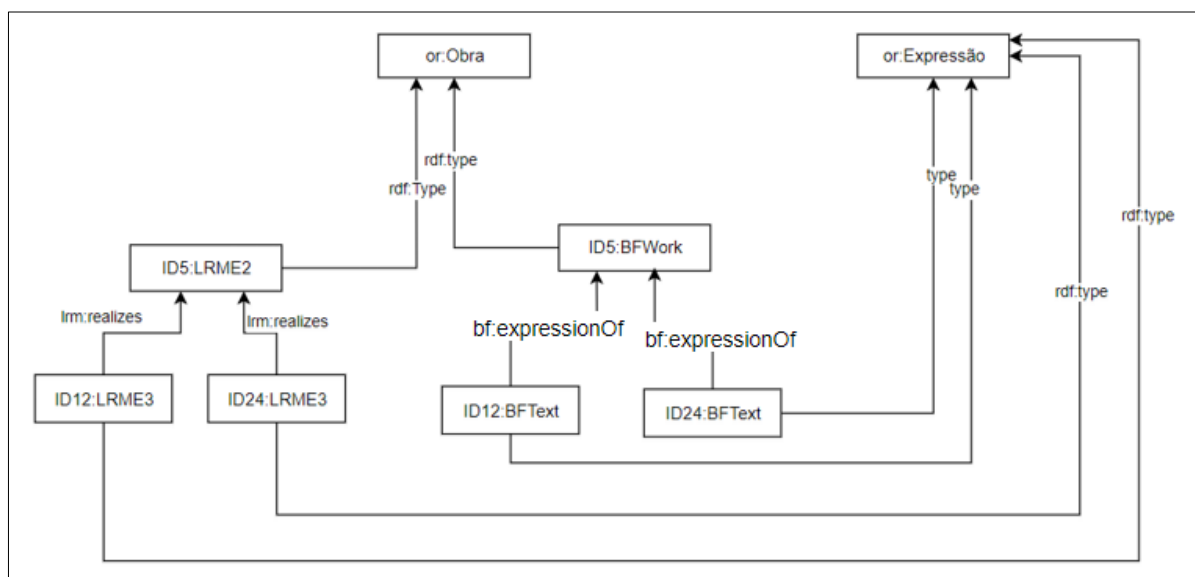


Figura 8.3 - Mapeamento LRM-BF feito pela OR (H04)

Ao contrário desta modelação da OR, o mapeamento da Library of Congress (LoC, 2014) não considera as subclasses de bf:Work como entidades conceptualmente distintas de bf:Work e equivalentes ao conceito de *Obra* no LRM e no RDA. No exemplo de Zaponidou (2020), tal como no nosso, as instâncias de bf:Work são realizações textuais da *Obra*, pelo que deveriam ser representadas como bf:Text. Bastaria, depois, fazer corresponder, como fazemos na OR, essas instâncias ao conceito de *Expressão* e criar uma instância geral para *Obra* na superclasse bf:Work, para poder representar ambos os níveis de entidades e as suas relações, conforme se resume no Quadro 8.2.

Quadro 8.2 - Comparação mapeamento LoC e OR entre *Obra* e *Expressão* no LRM e RDA, e BF (H04)

MAPEAMENTO LIBRARY OF CONGRESS (LoC, 2014)	ONTOLOGIA DE REFERÊNCIA (OR)
- ID5 não é representada como <i>Obra</i> autónoma das <i>Expressões</i>	- Pela generalização entre bf:Work e orowl:Obra, bib1:ID5 (bf:Work) infere-se como instância de orowl:Obra (v. validação nos resultados da Query H02 na Figura T6 do Anexo T)
- ID12 e ID24 são representadas simultaneamente como <i>Expressões</i> e <i>Obras</i>	- Pela generalização entre as subclasses de bf:Work (no exemplo bf:Text) e orowl:Expresao, bib1:ID12 e bib1:ID24 (bf:Text) inferem-se como instâncias de orowl:Expresao. (v. validação nos resultados da Query H02 na Figura T8 do Anexo T)
- ID12 e ID24 são relacionadas entre si pela propriedade bf:expressionOf, não se compreendendo qual delas é a <i>Obra</i> e qual delas é a <i>Expressão</i> nessa relação. - bf:expressionOf é uma propriedade ambígua, pois não sabemos se estamos a relacionar duas <i>Obras</i> ou uma <i>Obra</i> e uma <i>Expressão</i> (Zapounidou, 2020)	- Pela hierarquia de propriedades, bf:expressionOf é subpropriedade de orowl:vinculadaPor, ou seja, há uma relação de vinculação entre as <i>Expressões</i> ID12 e ID24 e a <i>Obra</i> ID5. (v. validação deste aspeto no ponto 8.2.3)

## 8.2. Caso Descrição 2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI

O problema da omissão de representação de hierarquia nas ontologias BF, LRM e RDA (H08) deriva do facto de tais normativos definirem as relações primárias entre as classes bibliográficas nucleares como simples associações não hierárquicas, representando-as com relações *ad hoc* e não transitivas. Estas relações são, em nosso entender, semanticamente incorretas pois a natureza hierárquica das relações primárias das WEMI decorre dos próprios conceitos das entidades nucleares e das suas relações definidos pelo LRM, RDA e BF, conforme se explica no Capítulo 5.5.1 e se sustenta no ponto J3 do ANEXO J.

A falta de formalização de hierarquia nas relações WEMI pelas ontologias-base tem como consequência a ausência de inclusão conceptual na representação de dados bibliográficos pelas ontologias RDA, BF e LRM, i.e. as instâncias das classes bibliográficas inferiores não pertencem às classes superiores de que deveriam ser subclasses (omissão de hierarquia de classes) e as instâncias dessas classes inferiores não se relacionam nem hierárquica, nem transitivamente com as instâncias das classes superiores que materializam (omissão de hierarquia de indivíduos).

É nosso objetivo nesta secção validar que a representação da hierarquia nas relações primárias entre as WEMI pela Ontologia de Referência resolve este problema, através da formalização de hierarquias de classes e de relações transitivas com recurso aos constructos OWL e SHACL, que permitam as seguintes consequências lógicas (*entailments*) da hierarquia: a inferência da pertença das instâncias de classes inferiores às classes superiores (H08\_1), a herança de propriedades (H08\_2) e a transitividade na relação entre instâncias (H08\_3).

### 8.2.1. H08\_1 – OCH: ausência de inferência de pertença

Pretende-se validar que a OR assegura a representação de hierarquia entre as classes WEMI, i.e., que as instâncias das subclasses são também instâncias das superclasses, pelo que a classe *orowl:Obra* terá como instâncias inferidas as instâncias das suas subclasses (*Expressão*, *Manifestação* e *Item*), resolvendo assim a heterogeneidade H08\_1.

#### Validação OWL H08\_1

A representação de hierarquia de classes não existe nos normativos LRM, RDA e BF. Com efeito, interrogando as A-Box das OB, verificamos que, dado não existirem relações hierárquicas entre as classes WEMI, cada classe tem como instâncias apenas os indivíduos que foram expressamente declarados como tal, não se podendo inferir que instâncias de classes WEMI inferiores sejam instâncias das classes superiores. No exemplo constante da Figura T14 do ANEXO T podemos observar que na A-Box Biblioteca2 (LRM) as instâncias da classe *lrm:E2 (Obra)* são apenas as que foram expressamente

declaradas como tais (ID2, ID3, ID5, ID6 e ID8) e que as instâncias de *Expressão* (Irm:E3), *Manifestação* (Irm:E4) e *Item* (Irm:E5) não surgem como instâncias inferidas da classe *Obra*.

Na OR verificamos que, ao contrário do que sucede nas OB, se pesquisarmos pelas instâncias da classe orowl:Obra, recuperamos a totalidade das 52 instâncias de classes WEMI declaradas nas A-Box, nela se incluindo instâncias das classes representativas de *Obra* (ex:ID2-ArsDemonstrativa), *Expressão* (ID10-CompendiumArtisAdministrativa), *Manifestação* (ex. ID25-LeGrandEtDernierArt) e *Item* (ex: ID20-ArsUltima.ArsBrevis) (v. Figura T15 do ANEXO T).

Estas instâncias não foram criadas na OR, são instâncias das classes bibliográficas nucleares das ontologias-base importadas para a OR, mas não fundidas com a mesma, conforme se explica no ANEXO R. Contudo, e apesar dessas ontologias-base não declararem a hierarquia entre essas classes, as suas instâncias inferem-se como sendo instâncias das classes WEMI superiores da OR por uma dupla aplicação do mecanismo de hierarquia na OROWL:

- A hierarquia entre cada classe da ontologia-base em que a instância é expressamente declarada, pela qual se infere essa instância como indivíduo da superclasse OR;
- A hierarquia entre as classes WEMI da OR, pela qual a instância inferida na superclasse nuclear da OR se infere como indivíduo das classes bibliográficas nucleares superiores da OR.

Com isto não se viola a disjunção LRM WEMI, pois a inferência da pertença a várias WEMI em simultâneo ocorre apenas na OR, não na LRM, e como as WEMI da LRM não são equivalentes às WEMI da OR, não se tornam instâncias das classes superiores da LRM (Irm:er:E4, E3 e E2).

Fica, assim, validado que a combinação das hierarquias entre as classes WEMI da OR com as hierarquias entre as WEMI OR e as WEMI das OB resolve o problema de as instâncias das ontologias-base não se inferirem como instâncias das classes WEMI superiores (H08\_1).

### **8.2.2. H08\_2 – OCH: ausência de herança de propriedades e valores**

Uma segunda consequência da omissão de representação de hierarquia entre as classes e indivíduos WEMI pelas ontologias-base LRM, BF e RDA consiste na ausência de herança das propriedades das classes superiores pelas instâncias das subclasses, na perspetiva da hierarquia entre classes, e consiste, na perspetiva da hierarquia entre indivíduos, na falta de herança, pelas instâncias inferiores, dos valores que essas propriedades têm nas instâncias superiores. Assim, torna-se necessário alcançar dois resultados para a resolução deste problema:

- (i) A herança de propriedades das superclasses pelas instâncias das subclasses;
- (ii) A partilha dos valores das propriedades herdadas pelas instâncias hierarquicamente relacionadas.

#### (i) HERANÇA DE PROPRIEDADES ENTRE CLASSES

A validação da herança de propriedade ao nível da hierarquia de classes não pode ser feita a partir da ontologia OROWL, visto não ser possível representar em RDFS/OWL a herança de propriedades, uma vez que o mecanismo `rdfs:subClassOf` apenas determina a inferência da pertença das instâncias das subclasses às superclasses e, por outro lado, porque na OWL as propriedades existem independentemente da classe que as aplique, i.e. podemos aplicar qualquer propriedade a qualquer classe. Na OWL as propriedades aplicam-se de forma independente das classes a que as instâncias pertencem, mesmo que se utilize a restrição *domain* tal constrangimento só permite inferir que o sujeito da declaração que usa a propriedade pertence a determinada classe, mas não inibe a utilização da mesma numa instância de classe não especificada no *domain*, nem subclasse das classes de *domain*, no exemplo `bf:Work`. Deste modo, não é possível determinar que propriedades se aplicam a cada classe e, muito menos, que as propriedades de uma superclasse são herdadas pelas subclasses. A implementação da hierarquia de propriedades e valores não é, assim, assegurada pela OROWL e terá de ser efetuada em SHACL.

#### Validação SHACL H08\_2A

Para a validação da herança de propriedades entre classes simulámos uma situação de “modelação conjunta de instâncias”, em que se instancia apenas na subclasse ficando a superclasse sem indivíduos, por ser nesta circunstância que a questão da herança de propriedades tem pertinência, uma vez que teremos uma única instância que pertence diretamente à subclasse mais específica da hierarquia e que, para além das propriedades próprias da sua subclasse, herda as propriedades das classes superiores.

Não fizemos a simulação desta instanciação conjunta na OROWL, dado todas as ontologias-base praticarem a modelação separada de instâncias. Por ser excecional e contrariar a modelação típica das ontologias-base, a instanciação conjunta ocorre apenas no âmbito das classes WEMI da OR e não ao nível das ontologias-base, sendo feita apenas em ambiente SHACL, i.e., na ORSHACL.

Pretende-se validar que:

- ✓ As instâncias das subclasses `orowl:Expressao`, `orowl:Manifestacao` ou `orowl:Item` herdam as propriedades das respetivas superclasses (SHAPE H08\_2A).

Conforme se apresentou no ponto 7.5, a SHACL permite a criação de restrições do tipo `dash:closedByType` para “fechar” as propriedades que determinada classe e as suas subclasses podem ter, ficando assim assegurado que só as instâncias de determinada classe podem utilizar determinada propriedade e que essas propriedades são herdadas pelas subclasses. Estas SHAPES foram criadas não nas classes WEMI das ontologias-base - porque entre elas não há, em regra, hierarquia de classes – mas nas classes WEMI da OR, de modo que se apliquem:

- às subclasses WEMI da OR (por exemplo, a SHAPE `orowl:Expressao` restringe as propriedades que se lhes aplicam e às suas subclasses `orowl:Manifestacao` e `orowl:Item`);
- às subclasses WEMI das OB que têm como superclasses as WEMI OR (por exemplo, `bf:Text` é subclasse de `orowl:Expressao`, pelo que se lhes aplica a SHAPE `orowl:Expressao` que restringe as propriedades que `orowl:Expressao` e as suas subclasses podem utilizar).

Voltando ao exemplo apresentado no ponto anterior, pretendemos validar se na ORSHACL a instância “teste-prop-errada” poderia ser criada em `bf:Work`, com a propriedade `bf:language`, que não tem `bf:Work` como *domain* e que não está incluída nas propriedades previstas na SHAPE para a classe `orowl:Obra` e suas subclasses, i.e., `bf:Work`. Ao contrário do que sucede no Protégé, no TBC as propriedades permitidas para determinada classe aparecem elencadas no interface e `bf:language` não é uma delas. Apesar de o sistema permitir que `bf:language` seja adicionada à instância, quando correremos o validador SHACL é assinalado erro, pois a propriedade `bf:language` não é propriedade específica de `bf:Work` (v. Figura U2 do ANEXO U).

Para se validar um exemplo de herança de propriedades de classes superiores pelas instâncias das suas subclasses, podemos verificar se uma instância de `bf:Item`, por exemplo `bib1:ID26`, poderia herdar as propriedades das superclasses `bf:Print` (propriedade `bf:provisionActivity`, por exemplo), `bf:Text` (propriedade `bf:language`) e `bf:Work` (propriedade `bf:mainTitle`). A herança destas propriedades foi determinada nas seguintes SHAPES:

- Node Shape `orowl:Obra`, que se aplica a `orowl:Obra` e à sua subclasse `orowl:Expressao` (propriedade `bf:mainTitle`);
- Node Shape `orowl:Expressao`, que se aplica a `orowl:Expressao` e à sua subclasse `orowl:Manifestacao` (propriedade `bf:language`);
- Node Shape `orowl:Manifestacao`, que se aplica a `orowl:Manifestacao` e a `orowl:Item` (propriedade `bf:provisionActivity`).

Estas três Node Shapes vão aplicar-se à instância `bib1:ID26` de `bf:Item` porque `bf:Item` é subclasse de `orowl:Item`; logo, infere-se que `bib1:ID26` é instância de `orowl:Item`, aplicando-se-lhe a Node Shape `orowl:Item` e `orowl:Manifestacao`. Como `orowl:Item` é subclasse de `orowl:Manifestacao`, `bib1:ID26` também é instância inferida de `orowl:Manifestacao`, aplicando-se-lhe as NodeShapes `orowl:Manifestacao` e `orowl:Expressao`. O mesmo sucede com as classes `orowl:Expressao` e `orowl:Obra`, a instância `bib1:ID26` de `bf:Item` é instância inferida das mesmas e por isso se lhes aplicam as respetivas SHAPES `closedByTypes`.

Para testar se as SHAPES `closedByTypes` definidas para as `orowl:WEMI` permitem a herança das propriedades das superclasses WEMI por uma instância de `bf:Item`, temos de simular a modelação conjunta de instâncias numa instância BF. Na Figura U3 do ANEXO U verificamos que o TBC deixou

criar, na instância de *bf:Item* biblioteca1:ID26, as propriedades herdadas (*bf:mainTitle* herdada de *orowl:Work*, *bf:language* herdada de *orowl:Expressao* e *bf:provisionActivity* herdada de *orowl:Manifestacao*).

Verificamos que o validador SHACL não assinala erro nestas propriedades, apenas assinala violação das SHAPES *orowl:Obra*, *orowl:Expressao*, *orowl:Manifestacao* e *orowl:Item* para esta instância relativamente à propriedade “*orowl:vinculadoPor*”, que não tinha sido incluída na lista de propriedades admitidas (v. Figura U4 do ANEXO U).

## (ii) HERANÇA DE PROPRIEDADES/VALORES ENTRE INDIVÍDUOS

### Validação OWL H08\_2

Pretende-se validar se conseguimos inferir o “valor constante” (par propriedade/valor declarado expressamente para uma superinstância) aplicável a uma subinstância. Foi considerado o seguinte exemplo:

- A *Expressão* “bib1:ID24-ArsGeneralisUltima” não tem título, essa é uma propriedade própria de instâncias de *Obra*, no exemplo bib1:ID5, que tem como título expressamente declarado a instância “ID50-Ars Generallis Ultima” (v. Figura T16 do ANEXO T).
- A *Expressão* bib1:ID24 está vinculada à *Obra* bib1:ID5 (v. Figura T17 do ANEXO T).

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H08\_2: *Quais os objetos inferidos da propriedade orowl:vc-Titulo-Inferido-Obra que têm como sujeito a Expressão “bib1:ID24-ArsGeneralisUltima”?*

RESULTADO: Obtivemos como resultado bib1:ID50 (v. Figura T18 do ANEXO T), ficando assim validado que a propriedade *orowl:vcInferidoObra* consegue inferir para a entidade vinculada (neste caso a *Expressão* ID24) os valores das propriedades de título (valores constantes, no exemplo, bib1:ID50) das instâncias vinculadoras com elas relacionadas (no exemplo, bib1:ID5).

Para saber todos os objetos (i.e., os “valores constantes”) das propriedades “*vc-Titulo-Inferido-Obra*” e “*vc-Lingua-Inferido-Exp*”, aplicaram-se as *queries* constantes das Figuras T21 e T22 do ANEXO T, tendo-se obtido os resultados esperados.

Na Figura T21 do ANEXO T, podemos observar a *query* que nos permite validar que a *Manifestação* ID25 também herda o valor da propriedade de Título da Obra. Nas Figuras T22 e T23 (ANEXO T) temos os resultados das *queries* que validam a inferência para uma instância de *Item* (bib1:ID26) dos valores das propriedades “Local e Data” da instância de *Manifestação* (ID25) com que o *Item* ID26 se relaciona (v. Figura T22 do ANEXO T), e da *Expressão* ID12 que corresponde ao valor da propriedade “Tradução”, inferido como valor para o *Item* ID26 também a partir da *Manifestação* ID25 (v. Figura T23 do ANEXO T).

### 8.2.3. H08\_3 – OCH: ausência de transitividade

#### Validação OWL H08\_3

Pretende-se, em primeiro lugar, verificar se a propriedade `orowl:vinculadaPor` é inferida a partir das associações de vinculação (v. nos exemplos abaixo “exemplifica”, “materializa” e “realiza”) das OB que foram utilizadas para relacionar os seguintes pares de instâncias das A-Box “Biblioteca1” (BF) e “Biblioteca 2” (LRM):

- ID26 (*Item*) exemplifica (lrmer:R4i; bf:itemOf) ID25 (*Manifestação*);
- ID25 (*Manifestação*) materializa (lrmer:R3i; bf:instanceOf) ID24 (*Expressão*);
- ID24 (*Expressão*) realiza (lrmer:R2i; bf:expressionOf) ID5 (*Obra*).

Na Figura T24 do ANEXO T, vemos que as relações `orowl:vinculadaPor` e suas inversas (`orowl:vincula`) são inferidas automaticamente pelo raciocinador a partir das propriedades de vinculação aplicadas nos exemplos acima.

Pretende-se, em segundo lugar, validar que a OR assegura a representação de hierarquia entre indivíduos ou instâncias das classes WEMI relacionadas por vinculação. Ou seja, pretende-se provar que a instância de uma subclasse (por exemplo, o item “ID26-BNF-R-42376”) se relaciona com as instâncias de todas as superclasses da cadeia WEMI por ele materializadas e não apenas com as instâncias da classe imediatamente superior (H08\_3). A hierarquia entre as instâncias não ocorre nas ontologias-base, partindo do exemplo da Biblioteca2 (A-Box LRM). Interrogando esta ontologia individualmente, concluímos que a instância ID26 da classe *Item* (lrn:E5) apenas está associada à *Manifestação* ID25, i.e., apenas se relaciona com a classe imediatamente superior.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H08\_3: *Todos os sujeitos de R4 (isExemplifiedBy) que tenham como objeto a instância ID26?*

RESULTADO: A relação de vinculação entre *Itens* e *Manifestações* expressa-se no LRM através da propriedade `lrn:R4i` (“exemplifies”), que é uma associação simples e que não expressando uma hierarquia, não é transitiva. Interrogando com a *query* acima a A-Box Biblioteca2, que tenham como objeto a instância ID26, obtemos como resultado apenas a instância ID25 (*Manifestação*), por ser a única que se relaciona por vinculação com ID26 (*Item*) (v. Figura T25 do ANEXO T).

Em contrapartida, como na OR declaramos a propriedade transitiva `orowl:vinculadaPor` como superpropriedade das propriedades de vinculação das OB, a partir da propriedade `lrmer:R4i` o raciocinador consegue inferir que as instâncias ID26 (*Item*) e ID25 (*Manifestação*) estão relacionadas por `orowl:vinculadaPor` e que os restantes pares da cadeia WEMI (ID25 e ID24; ID24 e ID5) também estão vinculados pela mesma propriedade; em consequência, é possível inferir a relação transitiva de vinculação de ID26 (*Item*), não só com a *Manifestação* (ID25) como no LRM, mas também com as



instâncias de todas as superclasses da cadeia: ID24 (*Expressão*) e ID5 (*Obra*) (v. Figura T26 no ANEXO T).

Se repetirmos na OR a *query* que fizemos em Biblioteca2, substituindo a propriedade *lrm:R4* (*isExemplifiedBy*) pela propriedade *orowl:vincula*, de modo a identificar todos os sujeitos de *orowl:vincula* que tenham como objeto a instância ID26, i.e., todas superinstâncias do *Item* “ID26”, obtemos como resultado já não apenas a instância ID25 (*Manifestação*), como sucedeu na interrogação à ontologia-base LRM, mas todas as instâncias das classes superiores: *Manifestação* (ID25), *Expressão* (ID24) e *Obra* (ID5) (v. Figura T27 no ANEXO T).

Para a validação da resolução dos problemas relacionados com a heterogeneidades H08\_3 verifica-se, assim, que na OROWL um *Item* (por exemplo, ID26-BNF-R-42376), é inferido pelo raciocinador como instância das classes superiores não imediatas, *Obra* (no exemplo, ID5-AGU) e *Expressão* (ID24-AGU em francês).

Fica, assim, validado que a OR permite resolver os problemas referidos no Capítulo 5.5.6 relativamente às ontologias-base LRM, RDA e BF, sendo possível através da OR relacionar hierarquicamente instâncias de:

✓ *Itens e Expressões* (impossibilidade do LRM e do RDA):

- Resolução da impossibilidade LRM - o item bib2:ID26 é subinstância da *Expressão* bib2:ID24 - Já demonstrado nos exemplos acima.
- Resolução da impossibilidade do RDA - o *Item* bib3:ID20 é subinstância inferida da *Expressão* bib3:ID12 (v. Figura T28 do ANEXO T).

✓ *Itens e Obras* (impossibilidade dos 3 normativos):

- Resolução da impossibilidade BF - o *Item* bib1:ID26 é subinstância inferida da *Obra* bib1:ID5 - Já demonstrado nos exemplos acima;
- Resolução da impossibilidade LRM - o *Item* bib2:ID26 é subinstância da *Obra* bib2:ID5 - Já demonstrado nos exemplos acima;
- Resolução da impossibilidade do RDA - o *Item* bib3:ID20 é subinstância inferida da *Obra* bib3:ID5 - Já demonstrado nos exemplos acima.

✓ *Manifestações e Obras* (impossibilidade do LRM):

- A *Manifestação* bib2:ID25 é subinstância da *Obra* bib2:ID5 - Já demonstrado nos exemplos acima.

Com efeito, o *Item* ID26 pertence à instância ID25 da classe *Manifestação* com que se relaciona diretamente através da propriedade *orowl:vinculadaPor*. Como a instância ID25 se relaciona através da mesma propriedade com outra instância de classe superior, e assim sucessivamente, sendo a propriedade transitiva, infere-se que a subinstância mais baixa - o *Item* ID26 – é subinstância de todas

as instâncias superiores e que a superinstância mais elevada - a *Obra* ID5 – é superinstância de todas as instâncias inferiores.

Em conclusão, a validação OWL da OR permite-nos assegurar que:

- ✓ H08\_1 - As instâncias das subclasses são instâncias das superclasses (por exemplo, o *Item* ID26 é instância da classe `orowl:Obra`), através de relações de hierarquia (`rdfs:subClassOf`) entre:
  - As classes WEMI da OR (`orowl:Item rdfs:subClassOf orowl:Manifestacao`, `orowl:Manifestacao rdfs:subClassOf orowl:Expressao`, `orowl:Expressao rdfs:subClassOf orowl:Obra`),
  - As classes WEMI da OR e as classes WEMI das OB (por exemplo: `bf:Work rdfs:subClassOf orowl:Obra`, `lrmer:E5 rdfs:subClassOf orowl:Item`).
- ✓ H08\_3 – A transitividade das relações de vinculação entre indivíduos (por exemplo, o *Item* ID26 está vinculado não apenas à *Manifestação* ID25, mas também, por inferência, à *Expressão* ID24 e à *Oba* ID5), pela relação de hierarquia entre instâncias através da propriedade transitiva `orowl:vinculadaPor`.

### Validação SHACL - H08\_3

Para a validação da SHAPE H08\_3, criámos uma situação desconforme com a restrição que determina que a aplicação da propriedade `orowl:vinculadaPor` a classes *Item* no LRM (`lrmer:E5`) tem de ter por objeto instâncias da classe LRM *Manifestação* (`lrmer:E4`). Relacionámos, assim, o *Item* `bib2:ID18` com a *Expressão* `bib2:ID10` (v. Figura U5 do ANEXO U).

Ao correr o validador SHACL, o mesmo aplicou corretamente a SHAPE que definimos em `lrmer:Item`, assinalando que não existe ligação com nenhuma *Manifestação*, utilizando a propriedade `orowl:vinculadaPor`. Como essa ligação é obrigatória e só pode ter uma ocorrência (v. questão das cardinalidades em H08\_4), este seria um erro (v. Figura U6 do ANEXO U). O facto de o validador ter apontado o erro validou, por conseguinte, que a SHAPE H08\_3 foi adequadamente especificada.

### 8.2.4 H08\_4 – OCH: heterogeneidades nas restrições de cardinalidade

Pretende-se garantir que as instâncias WEMI que sejam sujeito da declaração que aplica a propriedade `orowl:vinculadaPor` tenham obrigatoriamente 1 e não mais do que 1 instância como objeto, de modo a que:

- As relações de vinculação tenham sempre uma *Obra*, uma *Expressão* ou uma *Manifestação* como objeto;
- Cada *Expressão* não possa estar vinculada a mais do que uma *Obra*, uma *Manifestação* não possa estar vinculada a mais do que uma *Expressão* e um *Item* não possa estar vinculado a mais do que uma *Manifestação*.

## Validação SHACL H08\_4

Para validar se as SHAPES H08\_4 logram alcançar os resultados acima referenciados, representaremos na ORSHACL os seguintes erros:

- Simulação de erro na cardinalidade máxima

Utilização da propriedade “orowl:vinculadaPor” para relacionar a instância bib1:ID12 (*Expressão*) e 2 *Obras* (bib1:ID5 e bib2:ID2) (v. Figura U7 do ANEXO U). O validador SHACL assinala o erro de haver na instância bib1:ID12 duas ocorrências para propriedade, por aplicação da componente sh:maxCount da SHAPE orowl:Expressao (v. Figura U8 do ANEXO U).

Fica, assim, validado que a restrição máxima de cardinalidade foi aplicada como constrangimento de validade à propriedade orowl:vinculadaPor, sempre que o sujeito à uma instância de orowl:Expressao ou de uma sua subclasse, no caso bf:Text.

- Simulação de erro na cardinalidade mínima

Sobre a não utilização da propriedade “orowl:vinculadaPor” por parte do *Item* bib2:ID18 (LRM): verificamos que o validador SHACL aplicou a componente sh:minCount e assinalou erro na instância de *Item* (v. Figura U9 no ANEXO U), mais propriamente da classe lrm:E5. Ou seja, fica também comprovado que a SHAPE que definimos para orowl:Expressao foi aplicada pelo validador sucessivamente às subclasses orowl:Manifestacao e orowl:Item, bem como a lrm:E5, enquanto subclasse de orowl:Item. Ou seja, sem alterar as ontologias-base conseguimos implementar uma restrição de cardinalidade às suas propriedades.

Se especificássemos que bib2:ID18 (*Item*) está vinculado a bib2:ID14, a *Manifestação* que este *Item* materializa, não deixaríamos de ter assinalada como erro a omissão de utilização da propriedade “orowl:vinculadoPor” ao longo da cadeia WEMI: a *Manifestação* ID14 deveria estar vinculada à *Expressão* ID10 e esta à *Obra* ID3 (v. erros bem assinalados na Figura U10 do ANEXO U).

## 8.3. Caso Descrição 2.2 – Disjunção de classes bibliográficas

### 8.3.1. H11 – Disjunção WEMI (LRM)

#### Validação OWL

Pretende-se validar que o duplo nível de hierarquia WEMI definido na OR garante que instâncias WEMI das ontologias-base possam pertencer a mais do que uma classe WEMI em simultâneo na OR, sem violar restrições de disjunção WEMI das ontologias-base.

A fim de validar o objetivo acima definido, utilizaremos os seguintes exemplos para verificar se a OR consegue que a instância bib2:ID12 seja instância de *Obra* e de *Expressão*, sem violar a disjunção LRM WEMI:

- bib1:ID12: é instância de bf:Text (*Expressão* BF) e de bf:Work (*Obra* BF) porque a ontologia BF estabelece que bf:Text é rdfs:subclassOf de bf:Work. A instância ID12 é, assim, simultaneamente *Obra* e *Expressão* no BF.
- bib2:ID12: é instância apenas de lrm:E3 (*Expressão* LRM), porque no LRM não há hierarquia entre esta classe e nenhuma outra classe bibliográfica nuclear e porque o LRM impõe a disjunção WEMI. A instância ID12 no LRM é, assim, apenas instância de *Expressão* e não poderá ser instância de *Obra*.

✓ QUERIES DE VALIDAÇÃO H11: *Todas as instâncias de orowl:Expressao; Todas as instâncias de orowl:Obra.*

RESULTADO: O raciocinador recupera nos resultados as instâncias bib1:ID12 (BF) e bib2:ID12 (LRM) tanto em orowl:Expressao, como em orowl:Obra, pelo que a resolução da H11 se considera validada (v. Figuras T29 e T30 do ANEXO T). Ficou, assim, resolvida a discrepância entre o BF e o LRM, pois em ambas as ontologias as instâncias de *Expressão* (“bib1:ID12” e “bib2:ID12”) são instâncias de orowl:Obra e de orowl:Expressao simultaneamente.

### **Comparação entre a solução da OR e a expansão do LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)**

Tal como se refere nos pontos E3.1 do ANEXO E e no Capítulo 5.6.1., o LRM permite uma extensão, nos casos em que haja necessidade de representar uma instância que pertença a duas entidades WEMI disjuntas. Esta solução consiste na fusão dessas duas entidades (por exemplo, *Obra* e *Expressão*) numa terceira, por exemplo “Criação textual”, relacionada com as outras duas pelas relações “tem conteúdo conceptual” e “tem conteúdo simbólico” (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017). O problema da disjunção relaciona-se com as heterogeneidades H02 e H04, que consistem no facto de a classe bf:Work corresponder simultaneamente aos conceitos de *Obra* e *Expressão* nas ontologias LRM e RDA (H02) e na correspondente menor granularidade do BF face a essas ontologias (H04).

Recorreremos ao mesmo exemplo de H04, comparando agora a solução da OR com a extensão prevista pelo LRM para a interoperabilidade com ontologias que tenham necessidade de instanciar em duas classes WEMI distintas, como é o caso do BF relativamente a bf:Work e suas subclasses, caso se faça corresponder estas últimas à entidade *Expressão*, como fazemos na OR.

Na Figura 8.4 modelamos o seguinte exemplo de expansão do LRM: A Obra “ID5-Ars Generalis Ultima (AGU)” tem duas *Expressões*: “ID12-AGU Texto em latim” e “ID24-AGU Texto em francês”. Com a expansão do modelo LRM, as *Expressões* BF não seriam mapeadas como *Expressões* no LRM, seriam instâncias de uma terceira classe “CriaçãoTextual”, que não se pode considerar como uma entidade nuclear WEMI prevista no modelo conceptual, a qual se relaciona com as classes WEMI sem recorrer a nenhuma das associações primárias de vinculação (v. Figura 8.4).

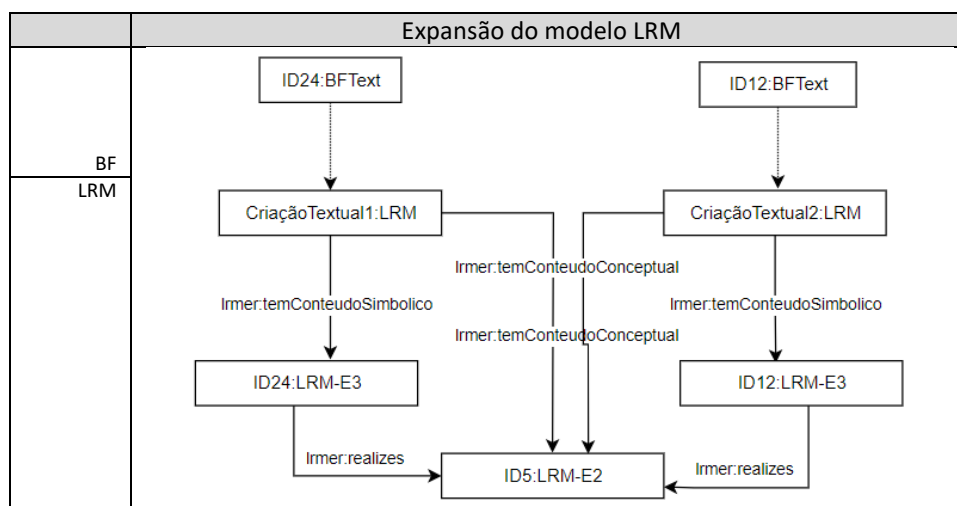


Figura 8.4 - Exemplificação de expansão do LRM em casos de disjunção WEMI

Ao contrário do que sucede na OR (v. Figura T8 e T15 no ANEXO T e explicação no Quadro 8.3), no exemplo de expansão do LRM as *Expressões* ID12 e ID24 não seriam incluídas na resposta a uma *query* sobre quais as *Expressões* que realizam a *Obra* ID5:LRM-E2 (R2 ou R2i).

Quadro 8.3 – Comparação entre a expansão LRM e a OR na resolução da disjunção (H11)

EXPANSÃO LRM	ONTOLOGIA DE REFERÊNCIA
<p>- ID12 e ID24 são mapeadas para uma classe <i>ad hoc</i> não formalizada por nenhum modelo como classe WEMI. O LRM não exige que a classe representativa da fusão tenha relação de superclasse das WEMI LRM.</p>	<p>- As instâncias ID12 e ID24 (tanto do LRM, como do BF) inferem-se como instâncias de <i>orowl:Expressao</i> e, também, como instâncias de <i>orowl:Obra</i> (por força da generalização entre <i>orowl:E</i> e <i>orowl:O</i> e da generalização de <i>bf:Work</i>), sendo assim representadas como indivíduos de duas entidades WEMI sem, contudo, violar a disjunção WEMI do LRM, pois essas entidades WEMI são classes da OR e não de LRM (v. Figura T8 e T15 no ANEXO T).</p> <p>- <i>orowl:Obra</i> e <i>orowl:Expressao</i> são classes representativas de WEMI no LRM, RDA e BF, porque são superclasses das classes WEMI desses normativos. Contudo não violam a disjunção WEMI, porque as instâncias “sobem” como instâncias das superclasses, não se comunicando essa qualidade instâncias de <i>Obra</i> e <i>Expressão</i> ao modelo LRM.</p> <p>- As instâncias das OB não são mapeadas para classes distintas das da ontologia de origem, antes são inferidas como instâncias de classes da OR, mas mantêm a sua instanciação nas OB.</p>

## 8.4. Caso Descrição 2.3 – União de classes bibliográficas

### 8.4.1. H12 – União de classes WEMI das OB

#### Validação OWL

Intenta-se validar que a OR possibilita:

- A utilização de restrições *range/domain* com múltiplas classes WEMI, evitando a conjunção (“e”) dessas classes, através da sua união ou “disjunção não exclusiva” (“e/ou”).

A aplicação da união às classes WEMI que sejam objeto de restrições *range/domain* de uma propriedade permite impor que as instâncias que a utilizem sejam de pelo menos uma das classes

unidas. Como a OWL permite especificar esta união através da propriedade owl:unionOf, mas não a impõe como restrição, tivemos de recorrer à SHACL para esse efeito (v. ponto 7.8).

- Que as propriedades que tenham determinada união de classes como *range* ou *domain*, não permitem inferir a pertença de uma instância a qualquer uma das classes unidas.

Com efeito, não se deve poder inferir que a instância que usa a propriedade restringida por *range/domain* seja de alguma das classes unidas, porque a união impõe que a instância tenha de pertencer a pelo menos uma dessas classes, mas não discrimina qual. Assim sendo, seria errado inferir a pertença a qualquer uma das classes unidas a partir de owl:unionOf <sup>28</sup>.

Pretende-se comprovar que não se pode inferir o *type* de uma instância, com base na utilização de uma propriedade que tenha a união de classes como *domain* ou como *range*. Usou-se, como exemplo, uma propriedade que tenha determinada união como *domain* ou *range*, para demonstrar que não se consegue inferir a pertença de uma instância a qualquer uma dessas classes. Criou-se a propriedade orowl:tradLivre, que tem como *domain* as classes unidas rda:C10001, bf:Work, Irmer:E2 . Como a classe de união é uma classe anónima criada pelo Protégé, que não é referenciável, não pode ser alvo de *query*. Por esse motivo, criámos uma classe anónima (similar à que foi declarada como equivalente a orowl:Obra<sup>29</sup>), através de uma “Class Expression” no *domain* da propriedade orowl:tradLivre. O raciocinador infere que orowl:Obra também é uma classe de domínio, é classe equivalente dessa união. Para testar este raciocínio criou-se como instância de owl:Thing a instância orowl:TesteTradLiv1, sem qualquer outro *type*. Utilizou-se a propriedade orowl:tradLivre para ligar o sujeito orowl:TesteTradLiv1 ao predicado orowl:TesteTradLiv2. Como pode observar-se na Figura T31 do ANEXO T, o raciocinador apenas infere como rdf:type da instância orowl:TesteTrad1 a classe orowl:Obra (porque é classe equivalente à união de classes), mas não infere que pertença às classes unidas, pelo que o raciocínio está validado.

✓ QUERIES DE VALIDAÇÃO H12\_1: *Quais são as instâncias de bf:Work?; Quais são as instâncias de Irmer:E2?; Quais são as instâncias de rda:C1001?*

RESULTADO: O indivíduo orowl:TesteTrad1 não aparece nos resultados de nenhuma das *queries* feitas a cada uma das classes unidas (bf:Work, Irmer:E2 e rda:C1001) (v. Figura T32 do ANEXO T), ficando assim validada a resolução de H12.

---

<sup>28</sup> Esta inferência só acontece quando se usa a equivalência das classes. Quando se articula a união com a equivalência de pelo menos algumas das classes unidas (não precisam ser todas), temos o efeito de escada de inferências (v. Conclusões)

<sup>29</sup> orowl:Obra não é a classe de união, a classe de união é a classe anónima que é sua equivalente.

Para verificar se as instâncias de `orowl:Obra`, `orowl:Expressao`, `orowl:Manifestacao` ou `orowl:Item` não são inferidas como instâncias das classes unidas, criou-se em `orowl:Obra` a instância “`orowl:TesteUniaoID3`” e efetuaram-se as seguintes *queries*:

✓ QUERIES DE VALIDAÇÃO H12\_2: A instância “`orowl:TesteUniaoID3`” é instância inferida das classes *Obra* das ontologias-base (*rda:C10001*, *bf:Work*, *lrmer:E2*)?

RESULTADO: Nas três *queries* o resultado validou o pretendido, pois o indivíduo “`orowl:TesteUniaoID3`” não foi retornado como resultado (v. Figura T32 no ANEXO T). Esta validação comprova que, para evitar a equivalência entre `orowl:Obra` e as classes unidas, se procedeu corretamente ao fazer a relação de equivalência entre `orowl:Obra` e uma classe anónima. O efeito desejado com a União não consiste, de facto, na inferência da pertença das instâncias das WEMI das OR às classes unidas, pois isso impediria a instanciação direta e independente apenas na OR, que não sendo o objetivo último da OR, pode ser útil.

#### Validação SHACL SHAPE H12\_1

Para validar a Shape H12\_1 criou-se um erro deliberado, utilizando a propriedade `orshacl:tradLiv` tendo como sujeito a instância `orshacl:testeTrad1`, criada diretamente em `owl:Thing`.

O validador SHACL assinalou o erro (v. Figura U17 no ANEXO U), conforme esperado, por violação do *domain* da propriedade `orshacl:tradLiv`, que corresponde a à classe de união *Obra*.

## 8.5. Caso Descrição 2.4 – Interseção de classes bibliográficas

### 8.5.1. H13 – Interseção de subclasses BF

#### Validação OWL

Para validar a interseção de classes `bf:Audio` e `bf:Text`, criou-se a propriedade “`orowl:TesteAudiobook`”, tendo como *domain* a classe de interseção “`AudioLivro`”. Criámos a instância “`TesteAudiolivro1`” diretamente em `owl:Thing`. Quando corremos o raciocinador, o indivíduo “`TesteAudiolivro`” foi inferido corretamente como instância da classe “`Audiolivro`” (v. Figura T33 no ANEXO T). Fica, assim, validado que as classes interseccionadas (“`bf:Audio`” e “`bf:Text`”) têm a instância “`TesteAudiolivro`” inferida a partir da conjunção entre cada uma delas.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H13: *Quais as instâncias de bf:Audio? Quais as instâncias de bf:Text?*

A partir da utilização da propriedade `orowl:TesteAudiobook`, que tem como *domain* a classe `orowl:Audiolivro` que resulta da conjunção/interseção entre `bf:Text` e `bf:Audio`, deve poder inferir-se que a instância que é sujeito dessa propriedade pertence tanto a `bf:Text` como a `bf:Audio`.

RESULTADO: O raciocinador infere que “orowl:TesteAudioLivro1” é instância direta de orowl:Audiolivro e inferida de bf:Text e bf:Audio, como se comprova na Figura T34 do ANEXO T. Obtemos o mesmo resultado se aplicarmos *query* similar a bf:Work (v. Figura T35 do ANEXO T).

## 8.6. Caso Descrição 3.1 – Relação de descrição

### 8.6.1. S02 – Relações similares de assunto

Pretende-se demonstrar que:

- Se pode inferir a aplicação das propriedades de assunto equivalentes (orowl:assunto, bf:references, lrm:R12 e rda:P10324) – Ver validação OWL abaixo.
- Que esta equivalência é válida, mesmo havendo domínios diferentes entre as propriedades lrm, rda e or, pois existe uma relação de hierarquia entre as classes de domínio (ou seja, os sujeitos das propriedades de assunto LRM e RDA são instâncias inferidas de orowl:Obra) - Ver validação SHACL abaixo.

Exemplo utilizado: relação de assunto entre a obra “ID2 – Ars Demonstrativa” que é assunto de “ID3 – Compendium Artis Demonstrativa”.

#### Validação OWL

A partir da aplicação da propriedade bf:references ao par de instâncias ID3 e ID2, o raciocinador infere a aplicação das propriedades rda:P10324, lrm:R12 e orowl:assunto ao mesmo par de propriedades (v. Figura T36 no ANEXO T). A explicação da inferência corresponde à relação de equivalência entre as propriedades. O mesmo sucede a partir da aplicação das propriedades lrm:R12 e rda:P10324 (v. Figuras T40 e T41 no ANEXO T). Fica, assim, validado que para o mesmo par de instâncias se infere a aplicação das propriedades equivalentes, a partir da aplicação direta de uma de propriedade equivalente. Como pode observar-se nas Figuras T37 e T38 do ANEXO T, no caso do RDA e do LRM, como ambas as propriedades equivalentes têm as respetivas classes *Obra* como *domain*, o raciocinador infere que a instância *Obra* RDA bib3:ID3 é, também, instância da classe *Obra* no LRM (lrm:E2), e que a instância LRM bib2:ID3 é, também, instância da classe obra no RDA (rda:C10001). Veremos já em seguida se por esta via, ou se por via da hierarquia de classes sujeito da propriedade, as diferentes restrições de *domain* não ocasionam erros.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO S02: *Que instâncias são sujeito da propriedade bf:references?*

RESULTADO: A *query* recupera a instância bib2:ID3 - que não foi declarada como elemento de BF (a OB sobre que incidiu a *query*), mas sim como instância da classe lrm:E2. O raciocínio é feito porque bib2:ID3 é sujeito da propriedade LRM (lrm:R12), propriedade equivalente a orowl:assunto, que por sua vez é equivalente a bf:references (v. Figura T39 no ANEXO T). Fica, assim, validado que pela



equivalência de propriedades das OB com propriedades da OR conseguimos relacionar instâncias de ontologias-base diferentes, sem qualquer mapeamento direto entre os elementos dessas OB.

### Validação SHACL

Antes de se proceder à validação da conjugação das restrições de domínio com a equivalência de propriedades, precisamos testar se as restrições de domínio criadas nas SHAPES S2-LRM e S2-RDA foram bem formuladas. Para este efeito criou-se a instância “testeDomR12” na classe foaf:Person e utilizou-se as propriedades de assunto lrmer:R12 e rda:P10324, que não podem ter como sujeitos instâncias de foaf:Person, de acordo com as SHAPES S2-LRM e S2-RDA. Correndo o validador SHACL, esses dois erros são assinalados pelo validador, pelo que se deve considerar que as SHAPES estão bem construídas (v. Figura U12 do ANEXO U).

Na OWL só é permitido declarar como equivalentes propriedades que não tiverem restrições *domain/range* diferentes. Parece-nos que, apesar de haver diferentes *domains* nas propriedades de assunto declaradas como equivalentes, o validador não declarará erro, pelos seguintes motivos:

- A propriedade bf:references não tem domínio, portanto não entra em conflito com as equivalentes;
- O domínio de rda:P10324 é rda:C10001, que é subclasse de orowl:Obra, logo as instâncias que sejam sujeito da propriedade são instâncias inferidas de orowl:Obra;
- O domínio de lrmer:R12 é lrmer:E2, que é subclasse de orowl:Obra, logo as instâncias que sejam sujeito da propriedade são instâncias inferidas de orowl:Obra;
- O domínio de orowl:assunto é orowl:Obra.

Não podemos testar a validade deste raciocínio sem recorrer à SHACL, uma vez que a OWL não impõe as restrições de domínio, antes só infere informação, como se viu no ponto anterior. Teremos, assim, que aplicar as SHAPES S2 que impõem as restrições de domínio das propriedades equivalentes, para verificar se o validador SHACL não assinala erro por violação de domínio nas declarações que foram utilizadas como exemplo:

- bib2:ID3 (instância de lrmer:E2) --- rda:P10324 --- bib2:ID2

O validador não assinalou erro, pois a propriedade rda:P10324 só deveria ser aplicada a instâncias de rda:C10001 ou de orowl:Obra. Fica, por isso, validado que essa propriedade pode ser declarada como equivalente à lrmer:R12, por embora as instâncias sujeito, apesar de terem domínios diferentes, serem instâncias inferidas da mesma classe orowl:Obra. Ou seja, a instância *Obra* de LRM foi reconhecida pelo validador SHACL como instância de orowl:Obra.

- bib3:ID3 (instância de rda:C10001) -- lrmer:R12 -- bib3:ID2

O validador não assinalou erro, pois a propriedade lrmer:R12 só deveria ser aplicada a instâncias de lrmer:E2 ou orowl:Obra. Fica, por isso, validado que a propriedade lrmer:R12 pode ser declarada

como equivalente à rda:P10324, por as instâncias sujeito, apesar de terem domínios diferentes, serem instâncias inferidas da mesma classe orowl:Obra. Ou seja, a instância *Obra* de RDA foi reconhecida pelo validador SHACL como instância de orowl:Obra.

Em ambos os casos exemplificados, o validador não assinalou erro por ter conseguido inferir que as instâncias sujeito eram instâncias da classe orowl:Obra.

## 8.7. Caso Descrição 3.2 - Relação de derivação

### 8.7.1. H16 – Proliferação de relações de derivação (RDA)

A resolução desta heterogeneidade recorre à hierarquia de propriedades, sendo usadas como exemplo as seguintes instâncias:

- “bib3:ID8ScalaGuidoniana” – Instância de rda:C10001 (*Obra*)
- “bib3:ID16ArsBrevis” - Instância de rda:C10001 (*Obra*)

Existe entre ambas as obras uma relação de transformação, pois a primeira (ID8) é uma instalação sonora de 2018 que transforma em melodias as palavras da obra de 1308 “Ars Brevis” (ID6).

#### Validação OWL

Criaram-se as instâncias acima referenciadas na A-Box RDA “Biblioteca 3”, relacionadas por 4 propriedades específicas (rda:P10190, rda:P10290, rda:P10295, rda:P10155) e uma propriedade geral (rda:P10337) de derivação RDA.

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H16: *Que instâncias são sujeito de orowl:derivação?*

RESULTADO: o raciocinador infere a instância bib3:ID8 (instância de RDA), pelo mecanismo de equivalência entre orowl:derivação e rda:P10337, e pelo mecanismo de hierarquia entre subpropriedades RDA e orowl:derivação. Infere, também, as instâncias bib2:ID8 (LRM) e do bib1:ID8 (BF) como sujeitos da propriedade geral orowl:derivação, mas neste caso pelo mecanismo da equivalência entre as propriedades gerais de derivação do LRM e do BF e orowl:derivação (v. Figura T40 do ANEXO T). Fica, assim, validado que os mecanismos de hierarquia e equivalência de propriedades da OR permitem manter o sentido geral de derivação, evitando ambiguidades e redundâncias e agrupando a recuperação de informação representada em LRM, BF e RDA, sem prejudicar os sentidos mais específicos dessa relação possibilitados pelas propriedades do RDA.

Tal como se analisou anteriormente, a equivalência não foi efetuada mapeando entre propriedades das OB, mas entre estas e a OR. Pretendemos validar que o raciocinador infere a aplicação de propriedades de OB diferentes aos mesmos pares de instâncias. No exemplo que consta da Figura T41 do ANEXO T vemos como, a partir da equivalência entre lrm:r22 e orowl:derivação, se infere a aplicação de bf:derivative a um par de instâncias LRM.

## 8.8. Caso Descrição 3.3 – Relação de equivalência

### 8.8.1. S04 - Relações similares de reprodução digital

Pretende-se validar que a classe associativa permite:

- Reificar a relação de reprodução digital, especificando atributos que caracterizam a própria relação e diferenciando o papel que as instâncias das classes relacionadas desempenham na relação;
- Relacionar instâncias das OB, sem relacionar as classes e propriedades de base com a OR.

#### Validação OWL

Para a validação dos resultados consideraram-se os seguintes exemplos:

- ID:14 – Manifestação analógica – Compendium Artis Demonstrativa (CAD) - Manuscrito de Alcobaça;
- ID:27 – Manifestação digital – Digitalização do CAD – Manuscrito de Alcobaça;
- Bib1:ID27 – Instância de bf:Manuscript (*Manifestação*) que representa a digitalização da instância de bf:Electronic (*Manifestação*) “bib1:ID:14”, pelo CEPESE<sup>30</sup> em 2017;
- Bib2:ID27 – instância de lrm:E4 (manifestação) que representa a digitalização de “bib2:ID14” (instância de lrm:E4 – Manifestação), pela Biblioteca Nacional de Portugal (BNP), em 2008.

Para representar a digitalização pelo CEPESE criou-se a instância “orowl:ReprodDigital1” da classe associativa orowl:ReproducaoDigital. Para representar a digitalização pela BNP criou-se a instância “orowl:ReprodDigital2” da classe associativa orowl:ReproducaoDigital.

Pretende-se validar que a classe associativa permite diferenciar o papel que instâncias de uma mesma classe desempenham na relação de digitalização.

✓ QUERIES DE VALIDAÇÃO: *Que instâncias foram digitalizadas? Que instâncias são digitalizações?*

RESULTADOS: Os resultados de ambas as *queries* (v. Figuras T42 e T43 no ANEXO T) estão corretos, pelo que resulta validada a representação da similitude S04.

## 8.9. Caso Descrição 3.4. Relação todo-parte

### 8.9.1. H19 – Omissão do constructo todo-parte

Apesar de a linguagem OWL não ter primitivas para a representação de relações todo-parte semelhantes à agregação UML e de, por esse motivo, se ter recorrido a uma simples associação *ad hoc* (orowl:parteDe), procuramos validar as seguintes características que definimos para a propriedade

---

<sup>30</sup> Centro de Estudos da População, Economia e Sociedade (<https://www.cepese.pt/portal/pt>).

orowl:parteDe: transitividade, não reflexibilidade e assimetria. A primeira característica será validada no âmbito da ontologia OROWL, sendo as restantes validadas no âmbito da aplicação das restrições SHACL.

### **Validação OWL**

Foram criadas as seguintes instâncias de exemplo (v. Figura U13 do ANEXO U):

- LibroContempDios – instância de orowl:Manifestacao, correspondente à edição em 3 volumes publicada em Madrid, pela Editorial Palas Atenea, entre 2018 e 2020;
- LibroContempVol.1 - instância de orowl:Manifestacao, correspondente ao 1º volume da manifestação acima referida;
- LibroContempVol.1Tomo1 - instância de orowl:Manifestacao, correspondente ao 1º tomo do volume acima referido.

Foram definidas as seguintes relações orowl:parteDe entre “LibroContempVol.1Tomo1” e “LibroContempVol.1” e entre “LibroContempVol.1” e “LibroContempDios”. O raciocinador inferiu a relação orowl:parteDe entre “LibroContemVol.1-Tomo1” e “LibroContempDios”, a partir da relação “orowl:parteDe” que liga o volume 1 à obra completa (v. Figura T44 em ANEXO T). Ou seja, fica validada a transitividade definida em OWL para a propriedade “orowl:parteDe”, assegurando que as subpartes são partes inferidas do todo, sem necessidade de definir essa declaração expressamente, podendo as instâncias de BF, LRM ou BF utilizar esta propriedade, em vez das propriedades bf:hasPart, rda:P30033 ou lrm:R26, que não garantem transitividade.

### **Validação SHACL**

SHAPE H19\_1 – Assimetria de orowl:parteDe

Exemplos:

- Na instância “LibroContemp” criou-se propriedade orowl:temParte, tendo como valor “LibroContempVol.1”;
- Na instância “LibroContemVol1” criou-se propriedade orowl:parteDe, tendo como valor LibroContemp:Vol.1 (v. Figura U8 no ANEXO U).

Foi criado um erro de simetria em orowl:parteDe: simulou-se como erro existir a relação inversa ou simétrica de “libroVol.1” orowl:parteDe “Libro”, i.e., “Libro” orowl:parteDe “vol.1”, criou-se manualmente a declaração errada de “LibroContemp” ser parte de “LibroContempVol.1” (v. Figura U14 no ANEXO U).

Foi corrido o validador SHACL e, conforme esperado, o erro de violação da restrição de disjunção foi assinalado: as propriedades “parteDe” e “temParte” não poderiam ter o mesmo valor, pelo que a SHAPE H19\_1 ficou validada (v. Figura U15 no ANEXO U). Não foi assinalado nenhum erro para o

volume 1, pois apesar de ter valores em ambas as propriedades `temParte` e `parteDe`, elas não partilham o mesmo valor, não são disjuntas.

SHAPE H19\_2 – Não reflexibilidade de `orowl:parteDe`

Foi criado um erro de reflexibilidade de `orowl:parteDe`, criando na instância da classe “`LibroContempVol.1`” a propriedade “`orowl:parteDe`”, com valor “`LibroContempVol.1`”.

Conforme esperado, o validador assinalou erro, pois a propriedade “`orowl:parteDe`” não pode ser reflexa, i.e., a mesma instância não pode ser simultaneamente sujeito e o objeto (v. Figura U16 no ANEXO U). Consideramos, contudo, que a Shape H19\_2 só foi parcialmente Validada, pois o elemento “`dash:nonrecursive`” não funciona para uma cadeia de propriedades, só para pares da propriedade.

Ou seja, no caso de haver a seguinte cadeia de propriedades “`parteDe`”:

A `parteDe` B `parteDe` C `parteDe` A

o validador não assinalaria erro, apesar de haver recursividade (porque A é simultaneamente sujeito e objeto da propriedade).

## 8.9.2. H20 – Manifestações de Agregação

### Validação OWL

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H20\_1: *Quais os objetos de `orowl:parteDe`?*

RESULTADO: Recupera a instância ID28 como *Obra Agregadora*, o que está correto (v. Figura T45 do ANEXO T).

✓ QUERY DE VALIDAÇÃO H20\_2: *Quais os sujeitos de `orowl:parteDe`?*

RESULTADO: Recupera a instância ID5 e ID6 como *Obras Agregadas*, o que está correto (v. Figura T46 do ANEXO T).

### Validação SHACL

A validação das restrições impostas a `orowl:parteDe` foi efetuada acima no ponto 8.10.1.



## Conclusões

Nesta investigação procedemos à análise e identificação dos principais problemas de adequação à Web Semântica das ontologias subjacentes aos normativos bibliográficos LRM, RDA e BF no que respeita às questões de interoperabilidade, e procurámos demonstrar que o recurso a mecanismos de abstração de linguagens de modelação da Web Semântica permite resolvê-los através de uma Ontologia de Referência que as relaciona. Trata-se de uma solução mais consentânea com a natureza da Web Aberta, por não impor uma ontologia central única que substitua as ontologias existentes, e que constitui uma alternativa mais eficiente face aos métodos de mapeamento usualmente utilizados por ontologias bibliográficas, como *crosswalks* e perfis de aplicação.

Nos pontos que se seguem apresentamos uma síntese dos resultados alcançados; a resposta às questões de investigação, enquanto contributos para a resolução das limitações de interoperabilidade das ontologias-base (OB) LRM, RDA e BF; a identificação de novos problemas semânticos nessas ontologias; a descoberta de novas soluções para a interligação semântica de ontologias; e, por último, sugestões de aplicação prática e de desenvolvimento de trabalho futuro.

### Síntese dos resultados alcançados

Para uma visão global das limitações à qualidade das ontologias bibliográficas e das soluções propostas no MR e na OR, fazemos a respetiva correspondência no Quadro Conclusões – 1: as duas primeiras colunas listam tanto os problemas de interoperabilidade referenciados na literatura (v. Capítulo 2), como os que resultaram da análise comparativa dos normativos LRM, RDA e BF (v. ANEXO E), identificados na segunda coluna do Quadro como “Novos Problemas”. Nas três últimas colunas referem-se os mecanismos de abstração utilizados no MR e na OR com vista à resolução dessas limitações.

A conclusão geral que podemos retirar da síntese acima é a de que foi possível validar a resolução de todos os problemas identificados nos Casos de Descrição apenas com recurso aos mecanismos de abstração da OR e às restrições SHACL, i.e., sem recorrer ao relacionamento explícito entre as OB e sem necessidade de múltiplas interrogações aos seus indivíduos combinando pesquisas nos elementos das OB. Com efeito, como julgamos ter provado no Capítulo 8, interrogando apenas a OR, todos os problemas de interoperabilidade elencados no Quadro Conclusões – 1 se resolveram por *reasoning* OWL e/ou por validação SHACL, sem necessidade de proceder nem à fusão das A-Box das ontologias-base na OR, nem a *queries* aos elementos T-Box das OB.

Nos pontos que se seguem apresentamos as conclusões mais específicas sobre os resultados obtidos, com referência ao Quadro Conclusões – 1 sempre que necessário.

Quadro Conclusões – 1 - Resumo dos problemas e soluções MR/OR

SIMILITUDES / HETEROGENEIDADES	TIPO DE PROBLEMA	PROBLEMA	UML	OWL	SHACL
S01 – Níveis de materialidade WEMI	Enquadramento conceptual	Sobreposição conceptual	Generalização	Hierarquia de classes	-
H01 – Confusão conceptual Work e Item		Confusão conceptual	Generalização	Hierarquia de classes	-
H02 – Polissemia de bf:Work	Estruturas de dados	Correspondências multilaterais	Generalização	Hierarquia de classes	<i>Domain</i>
H03 – Sinonímia de manifestação		Correspondências multilaterais	Estereótipo de equivalência	Equivalência parcial	-
H04 – Menor granularidade WEMI		Ausência de correspondência	Classificação MR	Classificação OR	-
H08_1 – OCH: inferência de pertença	Novos problemas	Omissão semântica	Generalização	Hierarquia de classes	-
H08_2 – OCH: herança de propriedades/valores		Omissão semântica	Generalização	Hierarquia de propriedades + cadeia de propriedades	Herança de propriedades
H08_3 – OCH: transitividade vinculação indivíduos		Omissão semântica	Generalização	Hierarquia de propriedades + transitividade ad hoc	<i>Range e Domain + Domain</i> de superclasse
H08_4 – OCH: restrições cardinalidade	Validação de dados	Restrições de dados	Cardinalidade mínima e máxima	Cardinalidade mínima e máxima – só inferência	Cardinalidade mínima e máxima
H08_5 – OCH: outras propriedades lógicas		Restrições de dados	Generalização	Hierarquia de classes	Irreflexibilidade
H09 – Vinculações simultâneas	Estruturas de dados	Ausência de correspondência	Generalização	Assegurado por H08_3	-
H10 – Subclasses de bf:Work		Correspondências multilaterais	Generalização	Assegurado por H08_1	-
H11 – Disjunção WEMI	Novos problemas	Operações de conjuntos nas OB	Generalização	Hierarquia de OR WEMI	-
H12 – União WEMI		Operações de conjuntos nas OB	Generalização “complete” + classe anónima	Restrição de união + classe anónima equivalente	<i>Range e domain</i>
H13 – Intersecção de subclasses BF		Operações de conjuntos nas OB	Generalização “overlapping”	Restrição de intersecção + classe anónima equivalente	-
S02 – Relações similares de assunto	Enquadramento conceptual	Sobreposição conceptual	Estereótipo de equivalência	Equivalência de propriedades	<i>Domain</i>
H16 – Proliferação de rel. derivação	Estruturas de dados	Correspondências multilaterais	Estereótipo de equivalência + Hierarquia de propriedades	Hierarquia de propriedades	-
S04 – Rel. similares reprodução digital		Subutilização de mecanismos semânticos	Classe associativa	Reificação	-
H19 – Omissão todo-parte	Novos problemas	Omissão semântica	Agregação	Transitividade ad hoc	Assimetria, Irreflexibilidade
H20 – Manifestações de agregação		Omissão semântica	Agregação	Transitividade ad hoc	Assimetria, Irreflexibilidade



## Resposta às questões de investigação

Reúnem-se neste ponto as conclusões essenciais sobre o contributo dos mecanismos de abstração utilizados no MR e na OR para a resolução das discrepâncias, insuficiências e limitações das ontologias bibliográficas que foram nosso objeto de investigação.

Os resultados alcançados permitem-nos responder positivamente a todas as questões que foram o objeto principal desta investigação, conforme se sintetiza no Quadro Conclusões – 2, e se desenvolve em seguida.

Quadro Conclusões - 2 - Resposta às questões da investigação

QUESTÕES DA INVESTIGAÇÃO	SÍNTESE DAS CONCLUSÕES
<i>Questão 1</i> – Podem os mecanismos da Web Semântica apoiar a resolução dos problemas de interoperabilidade entre ontologias bibliográficas?	O recurso a mecanismos de abstração RDFS/OWL para interligar ontologias bibliográficas permite assegurar a capacidade de ultrapassar as limitações que decorrem de estruturas de dados heterogêneas.
<i>Questão 2</i> – É possível, pela aplicação de técnicas de interoperabilidade por mediação, através de uma OR, resolver as insuficiências na interligação entre ontologias bibliográficas?	O recurso a técnicas de interoperabilidade por mediação pela OR é uma alternativa eficaz, e mais eficiente, para a interligação entre ontologias bibliográficas, face às técnicas de mapeamento ponto-a-ponto.
<i>Questão 3</i> – A utilização da linguagem SHACL numa ontologia de mediação permite impor constrangimentos e validar restrições no domínio bibliográfico?	A SHACL permite “fechar partes do domínio bibliográfico” que embora sendo da Web Aberta, precisam ser validadas e constrangidas na sua utilização, para que a interligação entre ontologias não signifique a sua “pirataria” ou inconsistente utilização.

### Questão 1 – Podem os mecanismos da Web Semântica apoiar a resolução dos problemas de interoperabilidade entre ontologias bibliográficas?

O contributo da OR para a resolução dos problemas de interoperabilidade semântica dos normativos LRM, RDA e BF pode analisar-se tanto ao nível do enquadramento conceptual dessas ontologias bibliográficas, como relativamente às respetivas estruturas de dados.

Os problemas de enquadramento conceptual correspondem a casos de sobreposição ou confusão conceptual que se resolveram por mecanismos de hierarquia entre as classes polissémicas das OB e uma superclasse geral da OR (por exemplo, em S01 e H01); ou por equivalência entre as propriedades de cada OB e uma propriedade comum da OR, que possibilitou a inferência das relações de equivalência entre as propriedades OB, sem necessidade de as declarar expressamente (v. exemplo do caso S02, ponto 6.3.1.).

No caso da equivalência de propriedades, o mecanismo de mediação entre cada OB e a OR tem ainda a vantagem de, se for necessário adicionar uma nova ontologia-base, bastar relacionar as suas propriedades com as propriedades equivalentes da OR, para se inferir a equivalência entre as propriedades da nova ontologia e as propriedades das OB já mapeadas. Esta é uma das vantagens mais relevantes do recurso a ontologias-ponte, em detrimento dos mapeamentos explícitos entre OB (Obstr, 2019).

No que respeita aos problemas decorrentes de heterogeneidades nas estruturas de dados por reduzida utilização de mecanismos semânticos, no Capítulo 8 ficou validado que a OR resolveu essas limitações pelo recurso a abstrações como:

- Hierarquia de classes - resolução de problemas através da inferência de pertença das instâncias das subclasses a classes superiores e da respetiva transitividade;
- Hierarquia de propriedades - limitações ultrapassadas através da inferência de relacionamento pela superpropriedade do mesmo par de instâncias expressamente relacionado pela subpropriedade e da respetiva transitividade;
- Transitividade *ad hoc* de propriedades;
- Equivalência de classes - permite inferir a partilha de instâncias entre classes equivalentes;
- Equivalência de propriedades - permite inferir a aplicação das mesmas propriedades aos mesmos pares de instâncias.

Conclui-se, por outro lado, que o recurso a mecanismos de hierarquia (de classes ou propriedades) funciona apenas no sentido “ascendente”, pois as consequências das inferências ocorrem sempre na superclasse ou na superpropriedade, i.e., sempre na OR. Este efeito permitiu inferir o relacionamento entre as OB com total respeito pela consistência e integridade das mesmas, pois a integração ocorre sempre ao nível da OR, não se comunicando às OB colaterais.

Ainda no domínio das estruturas de dados, conclui-se também que os mecanismos de equivalência (de classes e propriedades) funcionam em ambos os sentidos, i.e., a partilha de instâncias entre classes e propriedades equivalentes ocorre tanto no sentido “ascendente”, nas classes e propriedades da OR, como no “descendente”, nas classes e propriedades das OB. Neste último caso os efeitos ocorrerem não apenas nos elementos da OB que foram expressamente declarados equivalentes a elementos da OR, mas também se inferem em todos os elementos das restantes OB que tiverem sido mapeados por equivalência para a OR. Por este motivo se recorreu com parcimónia e cuidado a esse tipo de mecanismos na OR.

## **Questão 2 – É possível, pela aplicação de técnicas de interoperabilidade por mediação, através de uma OR, resolver as insuficiências na interligação entre ontologias bibliográficas?**

A aplicação à OR da técnica de integração de ontologias por mediação provou ser uma alternativa tanto aos mapeamentos ponto-a-ponto ou *crosswalks*, como às técnicas de adoção de modelo único. Com efeito, sem recorrer ao mapeamento direto entre as ontologias-base e sem adotar uma ontologia central que as substituísse, foi possível proceder ao respetivo alinhamento através de mecanismos de abstração que relacionam cada OB apenas com a OR, resolvendo os problemas de interoperabilidade, conforme se validou relativamente a todas as “Heterogeneidades” e “Similitudes” no Capítulo 8.

Podemos exemplificar a diferença entre o método de mediação da OR, que denominámos “interligação semântica de mediação” e os métodos de mapeamento ponto-a-ponto entre BF e LRM (LoC, 2014) para a resolução de “H02-Polissemia de bf:Work”. Demonstrou-se, neste caso, que, ao contrário do que decorre do mapeamento efetuado pela Library of Congress, a OR resolve a dificuldade de mapeamento de múltiplas correspondências entre ontologias mais ricas (como o LRM e o RDA) e ontologias com menor granularidade (como o BF), assegurando que o conceito mais granular (no caso, a classe *Expressão*) não perde a sua significação, pois é inferido como instância de *orowl:Expressao*, e que a relação de vinculação entre esse conceito e o conceito mais geral (no caso, *Obra*) também é assegurada pela OR (v. comparação e explicação detalhada em 8.1.4.). Outro exemplo da diferença entre o método de integração de ontologias utilizado na OR e os métodos de transformação de esquemas consiste na comparação entre a OR e a solução de “expansão” que o modelo LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) aponta para o problema de interoperabilidade entre o LRM e ontologias sem disjunção WEMI. A comparação entre ambas as soluções (v. descrição detalhada em 8.3.1) permite concluir que:

- A OR infere que as subclasses de bf:Work são instâncias de orowl:Expressao, ao contrário do que sucede na solução de “expansão” do LRM em que as subclasses de bf:Work seriam mapeadas para uma classe LRM *ad hoc* (“Criação textual”), sem relação de vinculação com as WEMI. A OR não viola a disjunção WEMI, pois a inferência como *Expressão* ocorre na OR, não tendo efeito “descendente” no LRM, onde permanece disjunta;
- Os mapeamentos das subclasses bf:Work para lrm:Work (pela Library of Congress) e para a classe LRM Criação Textual” (pela expansão LRM) aparentam ser incompatíveis.

### **Questão 3 – A utilização da linguagem SHACL numa ontologia de mediação permite impor constrangimentos e validar restrições no domínio bibliográfico?**

Teremos demonstrado que o recurso à linguagem SHACL permite ultrapassar insuficiências das ontologias bibliográficas decorrentes de problemas de interoperabilidade sintática, como a permissividade sintática e outras limitações das linguagens RDFS/OWL (v. ponto 2.2.). Com efeito, na última coluna do Quadro Conclusões – 1 estão mencionadas as soluções SHACL que permitiram impor SHAPES de validação de estruturas de dados definidas na OR, nomeadamente quanto a restrições de cardinalidade e constrangimentos *range/domain*.

Por outro lado, a SHACL permitiu ultrapassar limitações da OWL relativas à impossibilidade de assegurar a herança de propriedades, para tanto se procedendo à aplicação da restrição *dash:closedByTypes*. Esta restrição SHACL assegura a herança de propriedades, ultrapassando-se assim o problema de a OWL não ter mecanismos de herança das propriedades pelas subclasses (v.

H08\_02 nos Capítulos 6 e 7). A SHACL assegura, ainda, a não reflexão de propriedades transitivas, através da restrição `dash:nonRecursive`, ao contrário da OWL que não permite a conjugação da transitividade com a não recursividade (v. ponto H08\_5 nos Capítulos 6 e 7).

Foi possível, assim, recorrer às SHAPES SHACL, para “fechar” partes do domínio bibliográfico sem colocar em causa o princípio OWA da Web Aberta, porque as SHAPES podem ser aplicadas de forma autónoma relativamente à ontologia OR. Por tal motivo, criaram-se duas ontologias autónomas: a OROWL (v. ANEXO M) e a ORSHACL (v. ANEXO Q), que contém as SHAPES criadas para restringir e validar a OROWL. Com efeito, a SHACL pode ser usada para constranger, i.e., definir como os dados “devem ser”, ou pode ser mantida como modelo relativo à forma que os dados “deveriam ter”, descrevendo o modo como os mesmos podem ser “conformes” às restrições, mas não as aplicando (Atkinson & Car, 2019).

Em síntese, demonstrou-se que a SHACL pode “fechar” partes da Web Aberta através das restrições, sem contudo contrariar o princípio OWA, pois a desconformidade com as SHAPES pode ser aceite sem se perder o modelo de restrição formalizado pelas mesmas SHAPES.

## **Identificação de novos problemas semânticos e criação de novas soluções**

Para além das limitações de interoperabilidade referenciadas na literatura, foram detetados outros problemas na semântica das ontologias bibliográficas LRM, BF e RDA, que designámos como “Novos problemas”, no Quadro Conclusões – 1:

- Problemas de omissão na representação da hierarquia WEMI (v. H08);
- Necessidade de interligação das OB por operações de conjuntos (v. H11, H12 e H13);
- Omissão na representação de relações todo-parte (v. H19 e H20).

Por outro lado, verificámos que não existem na OWL constructos primitivos para resolver algumas das limitações de interoperabilidade, nomeadamente para representar a hierarquia de indivíduos, a herança de propriedades e valores, e a agregação. Por este motivo, foi necessário criar novas soluções, através da combinação dos mecanismos disponíveis na OWL, conforme se resume em seguida.

### **Hierarquia e vinculação WEMI**

Nas OB analisadas não existe hierarquia de classes entre as WEMI e, por isso, as relações de vinculação ou primárias entre os seus indivíduos também não têm natureza hierárquica, sendo formalizadas como simples associações não transitivas. Não obstante, da análise dos conceitos nucleares WEMI e das suas relações primárias constantes dos normativos bibliográficos analisados concluímos que:

- Entre as classes WEMI e entre os indivíduos que são instâncias WEMI e estão vinculados por relações primárias ou estruturais, existe uma verdadeira relação hierárquica não de tipo

taxonómico, mas de tipo conceptual e funcional. A este respeito ver argumentos de sustentação desta ideia em 5.5.1 e adaptação das concepções de Wierzbicka (1984), nos pontos J1.2 e J3.1. do ANEXO J;

- A relação hierárquica entre as classes WEMI (v. H08\_1 e H08\_2) tem as características de inferência de pertença (inclusão) e herança de propriedades (derivação). A este respeito ver pontos J1.1. e J3.1. do ANEXO J, sobre a adaptação dos conceitos de hierarquia de inclusão e derivação de Knox (1998), e a caracterização da hierarquia de classes WEMI, no ponto 5.5.2.

Por outro lado, a relação hierárquica entre indivíduos das classes WEMI foi caracterizada adaptando o conceito de relação de materialização de Pirotte et al. (1994) (v. ponto 5.5.3) e adicionando restrições de cardinalidade (H08\_4), transitividade e outras propriedades lógicas como a assimetria e irreflexão (H08\_5). Não existindo na OWL mecanismos primitivos para a vinculação transitiva entre indivíduos, nem para herança de valores pelas instâncias das classes inferiores, procedemos à criação das seguintes soluções:

- Combinação da hierarquia de propriedades com a transitividade *ad hoc*, para inferir relações hierárquicas e transitivas entre indivíduos a partir das relações não hierárquicas de vinculação das OB (v. descrição detalhada da combinação de mecanismos nos pontos 6.2.1. a) e H08\_3 do Capítulo 6). Este mecanismo conjunto proporciona a vantagem de não ser necessária a instanciação direta na OR: o mecanismo funciona com as relações de que cada normativo dispõe e com a instanciação que cada ontologia fizer.
- Combinação de axiomas de hierarquia e cadeias de propriedades, para a inferência de valores de propriedades dos indivíduos das subclasses a partir dos valores de propriedades dos indivíduos de classes superiores a que estão vinculados (v. descrição da combinação de abstrações nos pontos 6.2.1. b) e H08\_2 do Capítulo 6). Da aplicação do axioma `rdfs:subPropertyOf` a uma cadeia de propriedades (como subpropriedades), resultaram as seguintes vantagens:
  - O valor inferido na instância da subclasse não tem de ser declarado expressamente;
  - Alcança-se uma consequência lógica para a qual não existe primitiva OWL.

### **Operações de conjuntos: união, interseção e disjunção**

A criação de mecanismos de união e interseção entre as classes bibliográficas nucleares da OR permite assegurar a não demarcação rígida de classes WEMI e a multiplicidade de pontos de vista que são próprias do paradigma da Web Semântica, no sentido contrário à disjunção WEMI definida pelo LRM. Concluiu-se que a união e a interseção de classes das OB, desde que efetuadas com a combinação de

mecanismos de abstração indicados no Quadro Classificação – 1 para H12 e H13 (classe anónima equivalente à classe WEMI e restrição owl:unionOf ou owl:intersectionOf), permitem:

- Tratar múltiplas classes como um grupo, utilizando a classe de união ou de interseção para representar qualquer uma (união) ou todas (interseção) as classes que sejam, por exemplo, alvo de uma restrição. Por exemplo, o grupo de classes é *range* ou *domain* de determinada propriedade (v. explicação mais detalhada em 6.2.3. e 6.2.4.);
- Utilizar o grupo de classes unidas, sem as declarar equivalentes. A união não tem como consequência a equivalência, porque impõe a pertença a pelo menos uma das classes do grupo mas não discrimina qual (v. ponto 8.4.1.); pode, portanto, ser muito útil para impor a pertença a uma das classes do grupo, na utilização de determinada propriedade, sem, contudo, se inferir a pertença dessa instância a uma das classes unidas em concreto.

Relativamente à disjunção WEMI definida pelo LRM, concluímos terem razão os autores que afirmam ter a disjunção LRM o efeito de isolar essa ontologia das demais no contexto de “mundo aberto” da Web (v. ponto 2.3.2.). Com efeito, a representação da sinonímia dos conceitos de *Manifestação* (H03) não foi problemática no MR (contexto de “mundo fechado”), mas na OR não se pôde incluir a classe representativa deste conceito do LRM, pois a conjugação da equivalência entre o conceito *Manifestação* LRM e OR com a união de classes (H12) teve o efeito de o raciocinador Hermit declarar a OR como inconsistente. Por isso, a equivalência entre as Manifestações das OB e a *Manifestação* da OR não incidiu sobre o LRM (v. ponto 6.1.1. e 6.2.2.), comprovando que a disjunção WEMI do LRM isola este normativo das restantes ontologias bibliográficas.

### **Relação todo-parte**

A relação todo-parte é representada nas ontologias OWL de LRM, RDA e BF enquanto simples associações, pois, ao contrário da UML, não existem na OWL mecanismos para representar agregações. Trata-se contudo de uma incongruência semântica na medida em que o RDA e o LRM descrevem e caracterizam textualmente a relação todo-parte como uma abstração de agregação, pelo que, mesmo não existindo esse mecanismo como constructo primitivo na OWL, deveriam ter pelo menos formalizado a transitividade da propriedade representativa da relação todo-parte.

Esta omissão da OWL obrigou à “emulação” da semântica da relação todo-parte na OR, através da combinação da transitividade de propriedades OWL com SHAPES SHACL que asseguram as características de assimetria e não reflexão dessas relações (v. ponto H19 nos Capítulos 6 e 7).

## Conjugação da mediação com técnicas de composição

No que respeita ao método de integração de ontologias, no ponto 3.1. vimos que, apesar de as técnicas de transformação (*standards*, perfis de aplicação, *crosswalks*, etc.) serem as mais utilizadas pelas comunidades de bibliotecas, elas correspondem a métodos de interoperabilidade entre esquemas de metadados fora do contexto da Web Semântica, não sendo, por conseguinte, suficientes para assegurar a interoperabilidade entre ontologias.

Por tal motivo, optámos por seguir métodos de interoperabilidade por mediação e alinhamento (v. ponto 3.2.2.), tendo-se configurando a OR como uma ontologia de integração e seguido a metodologia que denominámos “interligação semântica de mediação”. Esta metodologia foi validada, pois no Capítulo 8 ficou demonstrada a resolução dos problemas de interoperabilidade interrogando e fazendo raciocínios lógicos (*reasoning*) apenas sobre a OR, sem ter fundido as ontologias de exemplo A-Box LRM, RDA e BF com a OR, e sem recorrer a *crosswalks* de mapeamento entre as ontologias-base.

Para além das vantagens de escalabilidade e da inferência de relações de mapeamento propiciadas pela metodologia de mediação, concluímos que a OR tem ainda as seguintes mais-valias enquanto ontologia-ponte:

- Os mecanismos de abstração da OR apenas afetam a OB a que se aplicam diretamente, não implicando nenhuma relação dessa OB com as ontologias do mesmo nível, desde que não se recorra a mecanismos de equivalência ou generalização entre a OR e as OB. Se estas abstrações não forem usadas, o alinhamento entre as OB e a OR é sempre ascendente e, portanto, as inferências serão sempre feitas a partir da OB com efeito na OR, nunca havendo o risco de “pilhar” as ontologias de base;
- Embora não seja esse o primeiro objetivo da OR, é possível criar instâncias diretas nas suas classes (por exemplo, quando não haja elementos correspondentes nas OB, v. caso H04 no Quadro Conclusões – 1) que fiquem automaticamente relacionadas com todas as OB.

Concluímos, por último, que a OR não está exatamente ao mesmo nível das OB, nem é apenas uma ontologia central para a qual os elementos das OB são mapeados. Efetivamente, no desenvolvimento da OR foram utilizados mecanismos de abstração de nível superior aos mecanismos que operam o simples mapeamento entre as OB e a OR. A OR aplica uma segunda camada de abstrações, por cima das abstrações que ligam a OB à OR. Com efeito, a OR não se limita a ter elementos centrais ou de *switch* (mecanismos de Nível 1) para onde são mapeados os elementos das OB; possui ainda abstrações de 2º nível (“supermecanismos de abstração”) que operam sobre a informação das OB, inferindo nova informação para além da informação de mapeamento.

### Quadro Conclusões - 3 - Exemplificação de supermecanismos OR

	Mecanismo (N1)	Informação mapeamento (N1)	Supermecanismo (N2)	Nova informação inferida (N2)
H08_1	Hierarquia de classes WEMI OB/OR	Inferência de pertença à superclasse OR	Hierarquia de classes WEMI OR	Transitividade da pertença às classes superiores WEMI da OR
H08_3	Hierarquia de propriedades de vinculação OB/OR Imagem	Inferência de aplicação da superpropriedade orowl:vinculadaPor (v. Figura 6.4 a1))	Transitividade <i>ad hoc</i> de orowl:vinculadaPor	Transitividade da vinculação entre indivíduos (v. Figura 6.4 a2))

Na Figura Conclusões – 1, abaixo, podemos observar o exemplo H08\_1, em que se representam os dois níveis de abstração e respectivos efeitos (a azul os mecanismos (N1) e a vermelho os “supermecanismos” (N2), inferências a tracejado):

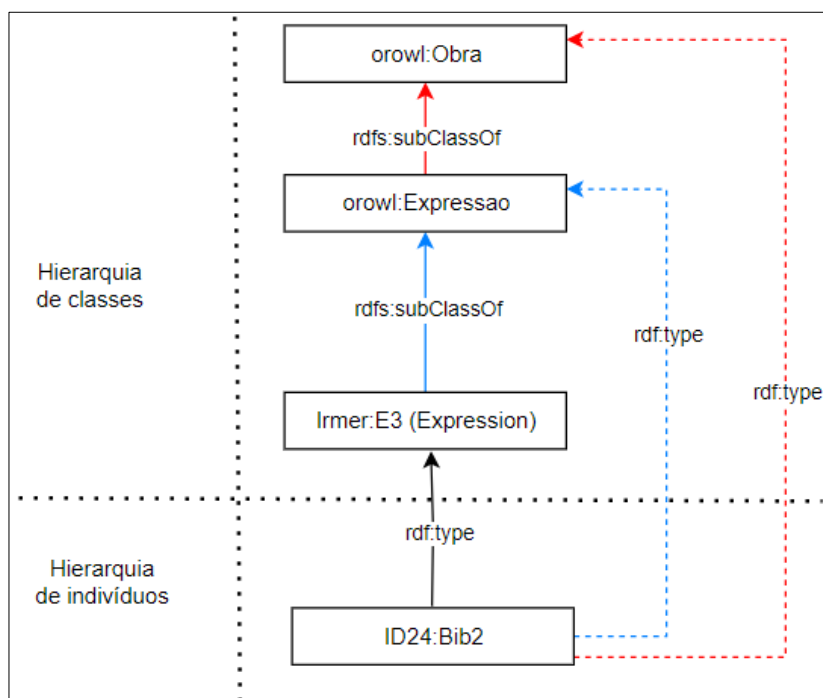


Figura Conclusões - 1 - Exemplo de “supermecanismo” de hierarquia de classes (H08\_1)

A OR parece configurar-se, assim, como uma ontologia de composição (v. conceito de Parreiras, Staab & Winter, 2007 apresentado em 3.2.), pois os elementos das OB são, pelos “supermecanismos” de abstração acima referidos, combinados numa dimensão que ultrapassa o simples mapeamento entre as ontologias-base, permitindo a inferência de nova informação (v. exemplos na última coluna do Quadro Conclusões – 3, e inferências a vermelho na Figura Conclusões - 1), havendo um *weaving* a partir dos “fios” das OB, de que resulta uma “peça” diferente (Parreiras, Staab & Winter, 2007): a OR.

Em síntese, podemos concluir que a OR se caracteriza como uma ontologia de composição, com mecanismos de abstração de segundo nível que permitem a inferência de informação nova que ultrapassa o simples mapeamento entre as OB.



## Aplicação prática e trabalho futuro

Limitações de espaço e de tempo determinaram que a OR criada nesta investigação incidisse apenas sobre um pequeno conjunto de casos de descrição bibliográfica, fosse constituída por um conjunto limitado de elementos – as classes e propriedades relevantes para os casos de descrição selecionados – e fosse testada em ontologias artificialmente povoadas com os correspondentes exemplos.

O desenvolvimento futuro deste trabalho passaria por estender o âmbito da OR à totalidade dos elementos constantes das OB e por testar a sua validação em conjuntos de dados reais, que implementem o LRM, o RDA (por exemplo, o Catálogo SUDOC<sup>31</sup> que contém 10 milhões de registos bibliográficos de bibliotecas universitárias francesas) e o BIBFRAME (como por exemplo, os conjuntos de dados da LoC<sup>32</sup>, com mais de 40 milhões de descrições de Obras e Instâncias). A importação da OR e destes conjuntos de dados para qualquer editor de ontologias, como o Protégé ou o TopBraid Composer, permitiria:

- Apenas com a interrogação da OR, recuperar informação constante dos conjuntos de dados SUDOC e LoC, por exemplo, sem necessidade de usar as classes ou propriedades de RDA ou de BF, nem de importar para o programa mapeamentos “ponto-a-ponto” entre RDA e BF.
- Inferir informação que não está expressa em nenhum dos conjuntos de dados SUDOC ou LoC, nem nas OB. Essa informação é inferida apenas a partir das relações estabelecidas entre os elementos de dados pela OR.

O volume de dados estruturados que representam conhecimento produzido pelas bibliotecas é um capital que tem sido subutilizado no contexto LOD, pelo que o desenvolvimento de uma OR que cobrisse todos os aspetos da descrição bibliográfica e um conjunto mais alargado de normativos bibliográficos, contribuiria para melhorar substancialmente a exposição, descoberta, enriquecimento e reutilização dos dados bibliográficos no contexto mais amplo, diversificado e aberto da Web Semântica.

Nesta linha, outra perspetiva de trabalho futuro passaria pelo alargamento do âmbito do MR a outros domínios que se relacionam de perto com o domínio bibliográfico, como os museus, arquivos e repositórios de objetos digitais. Seria designadamente importante haver uma integração do MR com outros modelos de referência como o Modelo de Referência CIDOC CRM para informação de património cultural (ISO 21127:2014), o *Records In Contexts Conceptual Model* -RiC-CM (ICA-EGAD, 2023) e modelos de agregadores de dados como o EDM - *Europeana Data Model* (Europeana, 2017).

---

<sup>31</sup> <https://old.datahub.io/dataset/sudocfr>

<sup>32</sup> <https://id.loc.gov/>

Conferir maior inteligência aos dados bibliográficos é crucial para a respetiva valorização e reutilização no contexto da Web Semântica, justificando, a nosso ver, a aplicação prática e o desenvolvimento futuro deste trabalho de investigação que, não sendo viável levar a cabo a nível individual, seria importante ser considerado no âmbito coletivo das comunidades profissionais e das agências de desenvolvimentos normativos do domínio bibliográfico.

Neste contexto, criou-se o site <https://libraryreferenceontology.com> onde ficam disponibilizados os ficheiros OROWL e ORSHACL que poderão ser reutilizados, assim partilhando a investigação realizada e viabilizando desenvolvimentos futuros deste trabalho.

## Referências Bibliográficas

(Todos os URL válidos em 30.10.2023)

- Alatrish, E. (2013). Comparison of some ontology editors. *Management Information Systems*, 8(2), pp. 18-24.  
Disponível em: <https://www.ef.uns.ac.rs/mis/archive-pdf/2013%20-%20No2/MIS2013-2-4.pdf>.
- Allemang, D., & Hendler, J. (2011). *Semantic Web for the working ontologist: effective modeling in RDFS and OWL*. 2nd ed. Waltham (MA): Morgan Kaufmann.
- ANSI/NISO Z39.2:1994 – *Information Interchange Format*. Reaffirmed 2016. NISO. Disponível em: [https://groups.niso.org/higherlogic/ws/public/download/16342/Z39-2-1994\\_r2016.pdf](https://groups.niso.org/higherlogic/ws/public/download/16342/Z39-2-1994_r2016.pdf).
- Antoniou, G., Groth, P., Harmelen, F., & Hoekstra, R. (2012). *A Semantic Web primer*. 3rd ed. Cambridge (MA): The MIT Press.
- Atkinson, R. & Car, N.J. (Eds) (2019). *The Profiles Ontology*. W3C Working Draft 2 April 2019, W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/dx-prof/>.
- Baker, T., Bermes, E., Coyle, K., Dunsire, G., & Isaac, A. (2011). *Library Linked Data Incubator Group final report*. W3C. Disponível em: <http://www.w3.org/2005/Incubator/llid/XGR-llid-20111025/>.
- Baker, T., Coyle, K., & Petiya, S. (2014). Multi-entity models of resource description in the Semantic Web: a comparison of FRBR, RDA and BIBFRAME. *Library Hi Tech*, 32(4), pp. 562-582.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/LHT-08-2014-0081>.
- Bawden, D., & Robinson, L. (2012). *Introduction to Information Science*. London: Facet Publishing.
- Bekke, J.H. (1991). *Semantic data modeling in relational environments*. Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Technische Universiteit Delft. Disponível em: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:1bacdf29-389a-422c-9b62-95ad93de1158/datastream/OBJ/download>.
- Berners-Lee, T. (2006). Linked Data. In: *Design Issues. Architectural and philosophical points*. W3C. Disponível em: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>.
- Berners-Lee, T., Fielding, R., & Masinter, L. (2005) *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*. RFC 3986. IETF. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3986>.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5), pp.34-43. Disponível em: <https://lassila.org/publications/2001/SciAm.pdf>.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2000). *UML: guia do usuário*. Rio de Janeiro: Campus.
- Brickley, D., & Guha, R. (2014). *RDF Schema 1.1*. W3C Recommendation 25 February 2014. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/rdf11-schema/>.
- Brodie, M. L. (1984). On the development of data models. In: M.L. Brodie, et al. (Eds), *On conceptual modelling: perspectives from artificial intelligence, databases and programming languages*. New York: Springer, pp. 19-47. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5196-5>.

- Bruijn, J., Ehrig, M., & Feier, C. (2006). Ontology mediation, merging and aligning. In: J. Davies et al. (Eds), *Semantic Web Technologies: Trends and Research in Ontology-based Systems*. Wiley. Disponível em: <http://www.dit.unitn.it/~p2p/RelatedWork/Matching/mediation-chapter.pdf>.
- Cagle, K. (2022). The shape of data. *TechTarget. Data Science Central: Technical Topics - Knowledge Engineering*, 22 jan. 2022. Disponível em: <https://www.datasciencecentral.com/the-shape-of-data/>.
- Chan, L.M., & Zeng, M.L. (2006). Metadata interoperability and *standardization* - a study of methodology Part I: achieving interoperability at the schema level. *D-Lib Magazine*, 12(6). Disponível em: <http://www.dlib.org/dlib/june06/chan/06chan.html>.
- Chen, P. (1976). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*. 1 (1), pp. 9-36.  
DOI: <https://doi.org/10.1145/320434.320440>.
- Cordeiro, M.I. (2001). Tecnologias, bibliotecas e arquiteturas de informação: dos sistemas aos objetos. In: *Informação: o desafio do futuro. Actas do 7º Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*. Disponível em: <https://publicacoes.bad.pt/revistas/index.php/congressosbad/article/view/695>.
- Cordeiro, M.I. (2005). *Information technology frameworks in LIS: exploring IT constructs as sources of conceptual alignment*. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of London. University College London. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1446300>.
- Coyle, K. (2010). RDA vocabularies for a Twenty-First-Century Data Environment. *Library Technology Reports*, 46(2). Chicago: ALA TechSource. Disponível em: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/view/4673>.
- Coyle, K. (2010a). Understanding the Semantic Web: bibliographic data and metadata. *Library Technology Reports*, 46(1). Chicago: ALA TechSource. Disponível em: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/issue/view/177>.
- Coyle, K. (2015). FRBR, twenty years on. *Cataloging and Classification Quarterly*, 53(3-4), pp. 265-285. DOI <https://doi.org/10.1080/01639374.2014.943446>.
- Coyle, K. (2016). *FRBR, before and after: a look at our bibliographic models*. Chicago: ALA.
- Coyle, K.; Silvello, G. & Tammara, A.M. (2014). Comparing methodologies: Linked Open Data and Digital Libraries. In: F. Tomasi, R.R. del Turco, A.M. Tammara (Eds), *AIUCD'14 - Proceedings of the Third AIUCD Annual Conference - Humanities and Their Methods in the Digital Ecosystem*, article No. 3. ACM Digital Library. DOI: <https://doi.org/10.1145/2802612.2802615>
- Cyganiak, R., Wood, D., & Lanthaler, M. (2014). *RDF 1.1. Concepts and abstract syntax*. W3C Recommendation 25 February 2014. W3C. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>
- DCMI (2020). DCMI Metadata Terms. Dublin Core Metadata Initiative. Disponível em: <http://dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/2020-01-20/>.
- Dillon, T., Chang, E., Hadzic, M., & Wongthongtham, P. (2008). Differentiating conceptual modelling from data modelling, knowledge modelling and ontology modelling and a notation for ontology modelling. *APCCM '08: Proceedings of the fifth Asia-Pacific conference on Conceptual Modelling* (Conferences in Research and

- Practice in Information Technology, 79), pp. 7-17. Disponível em:  
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/1379429.1379433>.
- Doerr, M., Riva, P., & Zumer, M. (2012). FRBR entities: identity and identification. *Cataloging & Classification Quarterly*, 50(5-7), pp. 517-541.  
 DOI: <https://doi.org/10.1080/01639374.2012.681252>.
- Dunsire, G., Harper, C., Hillmann, D., & Phipps, J. (2012). Linked data vocabulary management: infrastructure, data integration, and interoperability. *Information Standards Quarterly*, 24 (2-3), pp. 4-13. Disponível em:  
[http://www.niso.org/sites/default/files/stories/2017-09/FE\\_Dunsire-et-al\\_VocabMgmt\\_isqv24no2-3.pdf](http://www.niso.org/sites/default/files/stories/2017-09/FE_Dunsire-et-al_VocabMgmt_isqv24no2-3.pdf)
- Dutta, B. (2017). Examining the interrelatedness between ontologies and Linked Data. *Library High Tech*, 35 (2), pp. 312-331. DOI: <https://doi.org/10.1108/LHT-10-2016-0107>.
- Europeana (2017). *Definition of the Europeana Data Model*. V 5.2.8. Disponível em:  
[https://pro.europeana.eu/files/Europeana\\_Professional/Share\\_your\\_data/Technical\\_requirements/EDM\\_Documentation//EDM\\_Definition\\_v5.2.8\\_102017.pdf](https://pro.europeana.eu/files/Europeana_Professional/Share_your_data/Technical_requirements/EDM_Documentation//EDM_Definition_v5.2.8_102017.pdf).
- Faraj, G., & Micsik, A. (2021). Representing and validating cultural heritage knowledge graphs in CIDOC-CRM Ontology. *Future Internet*, 13(11), article 277. DOI: <https://doi.org/10.3390/fi13110277>.
- Farber, M., Ell, B., Menne, C., Rettinger, A., & Bartscherer, F. (2018). Linked Data quality of DBpedia, Freebase, OpenCyc, Wikidata, and YAGO. *Semantic Web Journal*, 9(1), pp. 77-129.  
 Disponível em: <https://www.semantic-web-journal.net/content/linked-data-quality-dbpedia-freebase-opencyc-wikidata-and-yago-0>.
- Feeney, K.C., Brennan, R., & Gleason, G.M. (2018). Linked data schemata: fixing unsound foundations. *Semantic Web Journal*, 9(1), pp. 53-75. Disponível em: <https://www.semantic-web-journal.net/content/linked-data-schemata-fixing-unsound-foundations-1>.
- Gaitanou, P., Andreou, I., Sicilia, M., & Garoufallou, E. (2022). Linked data for libraries: creating a global knowledge space, a systematic literature review. *Journal of Information Science*, 0(0), pp.1-41. DOI: <https://doi.org/10.1177/01655515221084645>.
- Galvão, R. M. (2014). *Estruturas conceituais e técnicas de gestão bibliográfica: novas questões e perspectivas*. Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção do Grau de Doutor em Ciências da Informação e da Documentação. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/18181>.
- Galvão, R.M., & Cordeiro, M.I. (2010). Novos princípios, modelos e normas para o futuro dos serviços de informação bibliográfica. In: *Políticas de informação na sociedade em rede. Actas do 10º Congresso Nacional dos Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*. Disponível em:  
<https://publicacoes.bad.pt/revistas/index.php/congressosbad/article/view/197>.
- Gayo, J. E., Prud'hommeaux, E., Boneva, I., & Kontokostas, D. (2018). *Validating RDF Data*. San Rafael (CA): Morgan & Claypool (Synthesis Lectures on Data, Semantics and Knowledge).  
 DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-79478-0>.
- Glimm, B., Horrocks, I., Motik, B., Stoilos, G., & Wang, Z. (2014) HermiT: An OWL 2 Reasoner. *Journal of Automated Reasoning*, 53, pp. 245–269. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10817-014-9305-1>.
- Glushko, R.J. (Ed.) (2013). *The discipline of organizing*. Cambridge (MA): The MIT Press.

- Godby, C.J. (2016). A division of labor: the role of Schema.org in a Semantic Web model of library resources. In: E. Jones, M. Seikel (Eds), *Linked Data for cultural heritage*, Chicago: ALA Core, pp. 73-101. Disponível em: <https://www.oclc.org/content/dam/research/publications/2017/godby-division-of-labor-2017.pdf>.
- Godby, C.J., Wang, S., & Mixter, J.K. (2015). *Library linked data in the cloud: OCLC's experiments with new models of resource description*. Williston (ND): Morgan & Claypool. Disponível em: <https://www.oclc.org/research/publications/books/library-linked-data-in-the-cloud/contents.html>.
- Gruber, T. (2009). Ontology. In: L. Liu, M. Özsu (Eds), *Encyclopedia of Database Systems*. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9\\_1318](https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9_1318)
- Guerrini, M., & Possemato, T. (2016). From record management to data management: RDA and new applications models BIBFRAME, RIMMF, and Olisuite/WeCat. *Cataloging & Classification Quarterly*, 54(3), pp. 179-199. DOI: <https://doi.org/10.1080/01639374.2016.1144667>.
- Guizzardi, G. (2005). *Ontological foundations for structural conceptual models*. Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Universiteit Twente. Enschede: University of Twente - Center for Telematics and Information Technology (CTIT PhD.-thesis series, No. 05-74). Disponível em: [https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6042428/thesis\\_Guizzardi.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6042428/thesis_Guizzardi.pdf).
- Guizzardi, G. (2007). On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages and (meta)models. In: O. Vasilecas, et al. (Eds), *Databases and Information Systems IV - Selected Papers from the Seventh International Baltic Conference, DB&IS 2006*. Amsterdam: IOS Press (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 155), pp. 18-39. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/FAIA.pdf>.
- Gusmão, A.N., Campos, F.M.G., & Sottomayor, J.C.G. (Eds) (2010). *Regras portuguesas de catalogação I : cabeçalhos, descrição de monografias, descrição de publicações em série*. 4a reimp. Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal, 2010.
- Haasjes, R.E. (2019). *Metamodel transformations between UML and OWL*. University of Twente Student Theses. Master's thesis. University of Twente. Disponível em: <https://essay.utwente.nl/79481/>.
- Hallo, M., Luján-Mora, S., Maté, A., & Trujillo, J. (2016). Current state of linked data in digital libraries. *Journal of Information Science*, 42(2), pp. 117-127. DOI: <https://doi.org/10.1177/0165551515594729>.
- Halmos, P.R. (2017). *Naive Set Theory*. Mineola (N.Y): Dover Publications.
- Hanneman, J., & Kett, J. (2010). Linked data for libraries. *76th IFLA General Conference and Assembly*. IFLA. Disponível em: <https://www.ifla.org/past-wlic/2010/149-hannemann-en.pdf>.
- Haslhofer, B., & Klas, W. (2010). A survey of techniques for achieving metadata interoperability. *ACM Computing Surveys*, 42(2), article no 7, pp. 1-37. DOI: <https://doi.org/10.1145/1667062.1667064>.
- Hawtin, R., Hammond, M., Miller, P., & Matthews, B. (2011). *Review of the evidence for the value of the "linked data" approach. Final report to JISC*. JISC; Curtis+Cartwright Consulting. Disponível em: [http://repository.jisc.ac.uk/559/1/JISC\\_Linked\\_Data\\_Review\\_Oct2011.pdf](http://repository.jisc.ac.uk/559/1/JISC_Linked_Data_Review_Oct2011.pdf).
- Hebeler, J., Fisher, M., Blace, R., & Perez-Lopez, A. (2009). *Semantic Web programming*. Indianapolis: Willey.
- Herman, I., & Beeman, H. (2012). *Open Data in practice*. Tutorial at the WWW 2012 Conference. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/2012/Talks/0417-LD-Tutorial/>.

- Hitzler, P., Krötzsch, M., Parsia, B., Patel-Schneider, P., & Rudolph, S. (2012). *OWL 2 Web Ontology Language Primer* (Second Edition). W3C Recommendation 11 December 2012. W3C  
Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl2-primer>.
- Hogan, A., Umbrich, J., Harth, A., Cyganiak, R., Polleres, A., & Decker, S. (2012). An empirical survey of Linked Data conformance. *Journal of Web Semantics*, 14, pp. 14-44.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.websem.2012.02.001>.
- Howarth, L.C. (2012). FRBR and linked data: connecting FRBR and linked data. *Cataloging & Classification Quarterly*, 50(5-7), pp. 763-776.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01639374.2012.680835>.
- ICA-EGAD (2023). *Records in Contexts Conceptual Model - RiC-CM*. Version 1.0. International Council on Archives. Expert Group on Archival Description. Disponível em:  
[https://www.ica.org/sites/default/files/ric-cm-1.0\\_0.pdf](https://www.ica.org/sites/default/files/ric-cm-1.0_0.pdf).
- IFLA (1998). *Functional requirements for bibliographic records. Final report*. IFLA Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records. München : Saur, 1998 (UBCIM Publications ; N.S., Vol. 19).  
Disponível em: <https://repository.ifla.org/bitstream/123456789/830/1/ifla-functional-requirements-for-bibliographic-records-frbr-en-1998.pdf>
- IFLA. Study Group on FRBR (2008). *Requisitos funcionais dos registos bibliográficos. Relatório final*. Trad. Fernanda M. G. de Campos; rev. técnica Maria Inês Cordeiro, Fernanda M. G. de Campos, Rosa Maria Galvão. Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal.
- IFLA (2011). *International Standard Bibliographic Description*. Consolidated Edition. IFLA. Disponível em:  
[https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/cataloguing/isbd/isbd-cons\\_20110321.pdf](https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/cataloguing/isbd/isbd-cons_20110321.pdf).
- ISO 2709:2008 – *Information and Documentation. Format for Information Exchange*. Confirmed 2022. ISO.  
Disponível em: <https://www.iso.org/standard/41319.html>.
- ISO 25577:2013 - *Information and Documentation. MarcXchange*. ISO. Disponível em:  
<https://www.iso.org/standard/62878.html>.
- ISO 21127:2014 - *Information and Documentation. A reference ontology for the interchange of cultural heritage information*. ISO. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/85100.html>.
- Jain, P., Hitzler, P., Sheth, A.P., Verma, K., & Yeh, P.Z. (2010). Ontology alignment for Linked Open Data. In: Peter S. Patel-Shneider, et al. (Eds), *The Semantic Web – ISWC 2010. 9<sup>th</sup> International Semantic Web Conference*. Springer (Lecture Notes in Computer Science, 6496), pp.402-417.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-17746-0\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-642-17746-0_26).
- Jett, J., Nurmikko-Fuller, T., Cole, T.W., Page, K.R., & Downie, J.S. (2016). Enhancing scholarly use of digital libraries: a comparative survey and review of bibliographic metadata ontologies. In: Nabil R Adam, et al. (Eds), *JCDL '16: Proceedings of the 16th ACM/IEEE-CS on Joint Conference on Digital Libraries*. New York: ACM, pp. 35-44. DOI: <https://doi.org/10.1145/2910896.2910903>.
- JSC AACR - Joint Steering Committee for Revision of AACR (2004). *Anglo-American Cataloguing Rules*. 2nd ed. Chicago: American Library Association, 2004.



- JSC RDA - Joint Steering Committee for the Development of RDA (2009). *A Brief History of AACR*. Disponível em: <http://rda-rsc.org/archivedsite/history.html>.
- Keet, C.M. (2004). *Aspects of ontology intergration. Literature research & background information for the PhD proposal entitled Bottom-up development of ontologies and ontology integration in the subject domain of ecology*. Technical Report. Edinburg: Napier University. Disponível em: <http://www.meteck.org/AspectsOntologyIntegration.pdf>.
- Keet, C.M. (2006). *Introduction to part-whole relations: mereology, conceptual modelling and mathematical aspects*. KRDB Research Centre Technical Report KRDB06-3. Bolzano: Free University of Bozen-Bolzano. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8c882793a94f14b916eb0837fec5c1488fb225da>.
- Kent, W., & Hoberman, S. (2012). *Data & reality: a timeless perspetive on perceiving and managing information in our imprecise world*. 3rd ed. Westfield (NJ): Technics Publications.
- Khan, A.H., & Porres, I. (2015). Consistency of UML class, object and statechart diagrams using ontoly reasoners. *Journal of Visual Languages and Computing*, 26 (February), pp. 42-65.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.11.006>.
- Khoo, C.S., & Na, J.-C. (2006). Semantic relations in Information Science. *Annual Review of Information Science and Technology*, 40 (1), pp. 157-228. DOI: <https://doi.org/10.1002/aris.1440400112>.
- Kiko, K., & Atkinson, C. (2005). *A detailed comparison of UML and OWL*. Mannheim: Universitat Mannheim. Disponível em: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:180-madoc-18987>.
- Knox, E. B. (1998). The use of hierarchies as organizational models in systematics. *Biological Journal of the Linnean Society*, 63 (1), pp. 1-49. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1998.tb01637.x>.
- Knublauch, H. (2010). *Protege-OWL API Programmer's Guide*. Protégé Wiki. Disponível em: [https://protegewiki.stanford.edu/wiki/ProtegeOWL\\_API\\_Basics](https://protegewiki.stanford.edu/wiki/ProtegeOWL_API_Basics).
- Knublauch, H. (2017). *SHACL and OWL compared*. SPIN (SPARQL Inferencing Notation). Disponível em: <http://spinrdf.org/shacl-and-owl.html>.
- Knublauch, H. (2021). *DASH Constraint Components*. Unofficial Draft, 14 September 2021. DASH Data Shapes. Disponível em: <https://datashapes.org/constraints.html>.
- Knublauch, H., & Kontokostas, D. (2017). *Shapes Constraint Language (SHACL)*. W3C Recommendation, 20 July 2017. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/shacl/>.
- Kontokostas, D., Westphal, P., Auer, S., Hellman, S., Lehmann, J., & Cornelissen, R. (2014). Test-driven evaluation of Linked Data quality. In: Chin-Wan Chung, et al. (Eds), *WWW '14 - Proceedings of the 23rd international World Wide Web Conference*. New York: ACM, pp. 747-758.  
DOI: <https://doi.org/10.1145/2566486.2568002>.
- Lee, S., & Jacob, E.K. (2011). An integrated Approach to metadata interoperability: construction of a conceptual structure between MARC and FRBR. *Library Resources & Technical Services*, 55(1), pp. 17-32. DOI: <https://doi.org/10.5860/lrts.55n1.17>.



- LoC - Library of Congress (2014). *BIBFRAME Profiles: introduction and specification*. Disponible em: <https://www.loc.gov/bibframe/docs/bibframe-profiles.html>.
- LoC – Library of Congress (2016). *BIBFRAME ontology*. LoC. Disponible em: <https://id.loc.gov/ontologies/bibframe.html>.
- LoC – Library of Congress (2016a). *Overview of the BIBFRAME 2.0 Model*. LoC. Disponible em: <https://www.loc.gov/bibframe/docs/bibframe2-model.html>.
- LoC - Library of Congress (2022). *MODS - Metadata Object Description Schema*. MODS 3.8 Schema. Library of Congress. Disponible em: <https://www.loc.gov/standards/mods/mods-3-8-announcement.html>.
- LoC - Library of Congress (2023). *MARC21 for bibliographic data*. 1999 ed, update 36, 2023. Library of Congress. Network Development and MARC Standards Office. Disponible em: <https://www.loc.gov/marc/bibliographic/>.
- Lorimer, N. (2019). *RDA Works in BIBFRAME & SINOPIA profiles*. 3rd Annual Bibframe Workshop in Europe, Stockholm. Disponible em: <https://www.kb.se/download/18.d0e4d5b16cd18f600eac7/1569246613471/BF%20RDA%20Works.pdf>.
- MacKenzie, C.M., Laskey, K., McCabe, F., Brown, P.F., & Metz, R.(Eds) (2006). *Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0*. OASIS Standard, 12 October 2006. OASIS. Disponible em: <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/soa-rm.pdf>.
- Magán Wals, J. (2002). La descripción bibliográfica hoy: sugerencias para el aprovechamiento de las posibilidades de las nuevas tecnologías. In: J. Magán Wals, *Tratado básico de Biblioteconomía*. 4ª ed. Madrid: Complutense, pp. 183-197.
- Malik, S.K., Prakash, N., & Rizvi, S. (2010). Ontology merging using Prompt plug-in of Protégé in Semantic Web. In: Geetam S. Tomar, et al. (Eds), *Proceedings – 2010 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks*. IEEE, pp. 476-481.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/CICN.2010.151>.
- Malik, S.K., & Rizvi, S. (2011). An ontology framework for Semantic Web illustrating ontology merging. In: Ajith Abraham, et al. (Eds), *Proceedings of the 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices*. IEEE, pp. 227-232. DOI: <https://doi.org/10.1109/NWeSP.2011.6088182>.
- Martin, K.E., & Mundle, K. (2014). Positioning libraries for a new bibliographic universe: a review of cataloging and classification literature 2011-12. *Library Resources & Technical Services*, 58(4), pp. 223-249. Disponible em: <https://journals.ala.org/index.php/lrts/article/view/5408/6637>.
- Maxwell, R. (2019). *RDA new concepts series: Nomens and Appellations*. Disponible em: <https://www.slideshare.net/ALAELearningSolutions/new-concepts-nomens-and-appellations>.
- McCallum, S.H. (2016). BIBFRAME and linked data for libraries. In: E. Jones, & M. Seikel (Eds), *Linked data for cultural heritage*. Chicago: ALA Core, pp. 105-123.
- McCrae, J.P., et al. (Eds) (2007- ). *The Linked Open Data Cloud*. Disponible em: <https://lod-cloud.net/>.
- Miles, A., & Bechhofer, S. (2009) *SKOS - Simple Knowledge Organization System. Reference*. W3C Recommendation 18 August 2009. W3C. Disponible em: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>.

- Miller, M. (2018). *BIBFRAME 2.0.1*. Disponível em: <https://github.com/lcnetdev/bibframe-ontology/blob/main/archive/bibframe-2.0.1.rdf>.
- Miller, E.; Ogbuji, U.; Mueller, V. & MacDougall, K. (2012) *Bibliographic Framework as a Web of Data: Linked Data Model and Supporting Services*. Washington (DC): Library of Congress. Disponível em: <https://www.loc.gov/bibframe/pdf/marclid-report-11-21-2012.pdf>.
- Millspaugh, R.P. (2018). *Elementary Set Theory*. University of North Dakota. Open Educational Resources. Disponível em: <https://commons.und.edu/oers/7/>.
- Mitchell, E.T. (2013). Building blocks of linked open data in libraries. *Library Technology Reports*, 49(5), pp. 11-25. Disponível em: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/view/4692/5584>.
- Monreal Vidal, J. (2002). La saga de los MARC: de MARC II a IBERMARC y CATMARC passando por ISO 2709. In: J. Magán Wals, *Tratado básico de Biblioteconomía*. 4ª ed. Madrid: Complutense, pp. 131-151.
- Motik, B., Patel-Schneider, P.F., & Parsia, B. (2012). *OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax* (Second Edition). W3C Recommendation 11 December 2012. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl-syntax/>.
- Murray, R.J. (2008). The FRBR-Theoretic library: the role of conceptual data modeling in cultural heritage information system design. In: *iPres2008 - Proceedings of The Fifth International Conference on Preservation of Digital Objects. Joined Up and Working: Tools and Methods for Digital Preservation*. London: British Library, pp.163-168. Disponível em: <https://dokumen.pub/ipres-2008-proceedings-of-the-fifth-international-conference-on-preservation-of-digital-objects-the-british-library-london-2930-september.html>.
- Murray, R.J., & Tillett, B.B. (2011). Cataloging theory in search of graph theory and other ivory towers. *Information Technology and Libraries*, 30(4), pp. 170-184. DOI: <https://doi.org/10.6017/ital.v30i4.1868>.
- Mylopoulos, J., & Levesque, H.J. (1984). An overview of knowledge representation. In: M.L. Brodie, et al. (Eds), *On conceptual modelling: perspectives from artificial intelligence, databases and programming languages*. New York: Springer, pp. 3-17. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5196-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5196-5_1).
- Noy, N.F. (2003). Managing multiple ontologies in Protégé (and the PROMPT tools). *Sixth International Protégé Workshop*. Disponível em: [https://protege.stanford.edu/conference/2003/Natasha\\_Noy\\_prompt.pdf](https://protege.stanford.edu/conference/2003/Natasha_Noy_prompt.pdf).
- NP ISO 2709:2009 – *Informação e documentação. Formato para permuta de informação*. In: Normas portuguesas de documentação e informação – CT 7. Lisboa: BNP; IPQ, 2010, pp. 273-282.
- Obrst, L. (2019). Ontologies & the Semantic Web for semantic interoperability. Disponível em: <https://slideplayer.com/slide/6904268/>.
- Oliver, C. (2021). *Introducing RDA: a guide to the basics after 3R*. 2nd ed. Chicago: ALA.
- OMG - Object Management Group (2010). *OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure*. V. 2.3. OMG. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF>.

- OMG – Object Management Group (2014) *Model Driven Architecture (MDA): MDA Guide*. Rev. 2.0. OMG.  
disponível em: <HTTPS://WWW.OMG.ORG/CGI-BIN/DOC?ORMSC/14-06-01.PDF>.
- OMG - Object Management Group (2014a). *Ontology Definition Metamodel (ODM)*. V. 1.1. OMG. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/ODM/1.1>.
- OMG - Object Management Group (2017). *OMG Unified Modeling Language (OMG UML)*. V.2.5.1. OMG.  
Disponível em: <https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF>.
- Ortiz-Repiso Jiménez, V. (2002). Análisis documental formal: la catalogación. In: J. López Yepes (Ed), *Manual de Ciencias de la Documentación*. Madrid: Pirámide, pp. 359-377.
- Papadakis, I., Kyprianos, K., & Stefanidakis, M. (2015). Linked Data URIs and libraries: the story so far. *D-Lib Magazine*, 21(5/6). Disponível em: <https://www.dlib.org/dlib/may15/papadakis/05papadakis.html>.
- Parreiras, F.S., Staab, S., & Winter, A. (2007). On marrying ontological and metamodeling technical spaces. In: *ESEC-FSE companion '07: The 6th Joint Meeting on European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering*. ACM Press, pp. 439-448. DOI: <https://doi.org/10.1145/1295014.1295017>.
- Partee, B.H., Meulen, A.T. & Wall, R.E. (1993). *Mathematical methods in Linguistics*. Dordrecht: Kluwer.
- Patrício, H.S. (2007). *Análise comparativa da aplicação do Modelo Relacional e do formalismo RDF à modelação de dados legislativos*. Lisboa: ISCTE. Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação.
- Patrício, H. S. (2012). A Europeia e a agregação de metadados na Web: análise dos esquemas ESE/EDM e da aplicação de standards da Web Semântica a dados de bibliotecas. In: *Integração, acesso e valor social. Actas do 11º Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*. Disponível em: <https://publicacoes.bad.pt/revistas/index.php/congressosbad/article/view/458>
- Patrício, H.S., Cordeiro, M.I., & Ramos, P.N. (2019). Formalizing enrichment mechanisms for bibliographic ontologies in the Semantic Web. In: E. Garoufallou, et al. (Eds), *Metadata and Semantic Research. MTSR 2018*. (Communications in Computer and Information Science, 846). Springer, pp. 147-158. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14401-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14401-2_14).
- Patrício, H.S., Cordeiro, M.I., & Ramos, P.N. (2020). From the web of bibliographic data to the web of bibliographic meaning: structuring, interlinking and validating ontologies on the semantic web. *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies*, 14(2), pp. 124-134.  
DOI: <https://doi.org/10.1504/ijmso.2020.108318>.
- Patrício, H. S., Cordeiro, M.I., & Ramos, P.N. (2021). Ontologias bibliográficas e Web Semântica: limitações e propostas de investigação. *Páginas a&b: Arquivos e Bibliotecas*, 3ª Série, 15, pp. 3-29. Disponível em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/paginasab/article/view/10602>.
- Peponakis, M. (2012). Conceptualizations of the cataloging object: a critique on current perceptions of FRBR Group 1 entities. *Cataloging & Classification Quarterly*, 50(5-7), pp. 587-602.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01639374.2012.681275>

- Pirotte, A., Zimányi, E., Massart, D., & Yakusheva, T. (1994). Materialization: a powerful and ubiquitous abstraction pattern. In: Jorge B. Bocca, et al. (Eds), *VLDB '94: Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*. San Francisco (CA): Morgan Kaufmann, pp. 630-641.  
DOI <https://dl.acm.org/doi/10.5555/645920.672997>.
- Poveda Villalón, M. (2016). *Ontology evaluation: a pitfall-based approach to ontology diagnosis*. PhD Thesis. Departamento de Inteligencia Artificial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, Universidad Politécnica de Madrid. Disponível em: [https://oa.upm.es/39448/1/MARIA\\_POVEDA\\_VILLALON.pdf](https://oa.upm.es/39448/1/MARIA_POVEDA_VILLALON.pdf).
- PUC – Permanent UNIMARC Committee (2023) *UNIMARC Bibliographic. Format manual*. Online ed. 1.0.0. IFLA. Disponível em: <https://www.ifla.org/unimarc-updates/unimarc-bibliographic-format-manual-online-ed/>.
- Putnam, H. (1973). Meaning and reference. *The Journal of Philosophy*, 70(19), pp. 699-711.  
DOI: <https://doi.org/10.2307/2025079>.
- Quine, W.V. (1953). *From a logical point of view*. New York: Harper.
- Rector, A., & Welty, C., (Eds) (2005). *Simple part-whole relations in OWL Ontologies*. W3C editor's draft 11 Aug. 2005. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/OEP/SimplePartWhole/>.
- Renear, A.H., & Choi, Y. (2006). Modeling our understanding, understanding our models: the case of inheritance in FRBR. *Proceedings of the ASIST Annual Meeting*, 43(1).  
DOI: <https://doi.org/10.1002/meet.14504301179>.
- Riley, J. (2017). *Understanding metadata: what is metadata and what is it for?* Baltimore (MD): National Information Standards Organization (NISO). Disponível em:  
[http://www.niso.org/apps/group\\_public/download.php/17446/Understanding%20Metadata.pdf](http://www.niso.org/apps/group_public/download.php/17446/Understanding%20Metadata.pdf).
- Riva, P. (2016). Building RDA using the FRBR Library Reference Model. *IFLA 2016 Satellite Conference - RDA in the Wider World*. Disponível em: <https://library.ifla.org/id/eprint/1911/1/S17-2016-riva-en.pdf>.
- Riva, P. (2016a). Il nuovo modello concettuale dell' universo bibliografico: FRBR Library Reference Model. *AIB Studi*, 46(2), pp. 265-275. DOI: <https://doi.org/10.2426/aibstudi-11480>.
- Riva, P., Le Boeuf, P., & Zumer, M. (Eds) (2017). *Library Reference Model. A Conceptual Model for Bibliographic Information*. As amended and corrected through December 2017. Den Haag: IFLA. Disponível em:  
[https://repository.ifla.org/bitstream/123456789/40/1/ifla-lrm-august-2017\\_rev201712.pdf](https://repository.ifla.org/bitstream/123456789/40/1/ifla-lrm-august-2017_rev201712.pdf).
- RSC - RDA Steering Committee (2021a). *RDA Registry*. V.4.0.4. RSC. Disponível em:  
<https://www.rdaregistry.info/>.
- RSC - RDA Steering Committee (2021b). *RDA Toolkit*. ISSN 2167-3241. RSC. Disponível em:  
<https://www.rdatoolkit.org/>.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2019). *The Unified Modeling Language reference manual*. Boston: Addison-Wesley.
- Salam, Z.A., Kadir, R.A., & Azman, A. (2021). Ontology merging using Protégé - a case study. *Journal of Information System and Technology Management*, 22(6), pp. 148-157. Disponível em:  
<http://www.jistm.com/PDF/JISTM-2021-22-09-12.pdf>.
- Schmachtenberg, M., Bizer, C., & Paulheim, H. (2014). Adoption of the Linked Data best practices in different topical domains. In: P. Mika, et al. (Eds) *ISWC 2014 - 13th International Semantic Web Conference -*

- Proceedings*. Part I. Springer (Lecture Notes in Computer Science, 8796), pp.245-260. Disponível em: [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-11964-9\\_16.pdf?pdf=inline%20link](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-11964-9_16.pdf?pdf=inline%20link).
- Schneider, M. (Ed) (2012). *OWL 2 Web Ontology Language RDF-Based Semantics*. 2<sup>nd</sup> ed. W3C Recommendation 11 December 2012. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl2-rdf-based-semantics>.
- Schreiber, G., & Raimond, Y. (Eds) (2014). *RDF 1.1 Primer*. W3C Working Group Note 24 June 2014. W3C. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>.
- Smith-Yoshimura, K. (2016). Analysis of International Linked Data Survey for Implementors. *D-Lib Magazine*, 22(7/8). Disponível em: <http://www.dlib.org/dlib/july16/smith-yoshimura/07smith-yoshimura.html>.
- Smith-Yoshimura, K. (2018). Analysis of 2018 International Linked Data Survey for Implementors. *Code 4 Lib*, 42. Disponível em: <https://journal.code4lib.org/articles/13867>.
- Sowa, J.F. (1984). *Conceptual structures: information processing in mind and machine*. Reading (MA): Addison-Wesley.
- Sprochi, A. (2016). Where are we headed? Resource Description and Access, Bibliographic Framework, and the Functional Requirements for Bibliographic Records Library Reference Model. *International Information & Library Review*, 48(2), pp. 129-136. DOI: <https://doi.org/10.1080/10572317.2016.1176455>.
- Spyns, P., Meersman, R., & Jarrar, M. (2002). Data modelling versus ontology engineering. *ACM SIGMOD Record*, 31(4), pp. 12-17. Disponível em: <https://sigmodrecord.org/2002/12/16/data-modelling-versus-ontology-engineering/>.
- St. Pierre, M., & La Plant, Jr, W. (1999). Issues in crosswalking content metadata standards. *Against the Grain*, 11(4). DOI: <https://doi.org/10.7771/2380-176X.3551>.
- Steyskal, S., & Wimmer, M. (2016). Leveraging Semantic Web technologies for consistency management in multiple-viewpoint systems engineering. In: S. Biffl, Sabou, M. (Eds), *Semantic Web Technologies for Intelligent Engineering Applications*. Springer, pp. 327-352. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41490-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41490-4_13).
- Suominen, O., & Hyvonen, N. (2017). From MARC silos to Linked Data silos? *o-bib. Das offene Bibliotheksjournal*, 4(2). DOI: <https://doi.org/10.5282/o-bib/2017H2S1-13>.
- Svenonius, E. (2000). *The intellectual foundation of information organization*. Cambridge (MA): The MIT Press.
- Svensson, L.G. (2013). Are current bibliographic models suitable for integration with the Web? *Information Standards Quarterly*, 25(4), pp. 7-13. Disponível em: [https://www.niso.org/sites/default/files/stories/2017-08/FE\\_Svensson\\_bibliographic\\_models\\_isqv25no4.pdf](https://www.niso.org/sites/default/files/stories/2017-08/FE_Svensson_bibliographic_models_isqv25no4.pdf)
- Szeto, K. (2013). Positioning library data for the Semantic Web: recent developments in resource description. *Journal of Web Librarianship*, 7(3), pp. 305-321. DOI: <https://doi.org/10.1080/19322909.2013.802584>
- Talleras, K. (2018). *Metadata structures of the Bibliographic Universe: transformation. interoperability, conceptualizations and quality*. Dissertation for the degree of philosophiae doctor (PhD), Department of

- Archivistics, Library and Information Science. Faculty of Social Sciences. OsloMet – Oslo Metropolitan University. Disponível em: <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/bitstream/handle/10642/6622/A-18-18-manus-Taller%C3%A5s-siste.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Teorey, T.J., Lightstone, S.S., Nadeau, T. & Jagadish, H.V. (2011). *Database modelling and design: logical design*. 5th ed. Waltham (MA): Morgan Kaufmann.
- Tillet, B.B. (2001). Bibliographic relationships. In: C.A. Bean, & R. Green (Eds), *Relationships in the Organization of Knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic, pp. 19-35.
- Ullah, I., Khusro, S., Ullah, A., & Naeem, M. (2018). An overview of the current state of Linked and Open Data in cataloging. *Information Technology and libraries*, 37(4), pp. 47-80.  
DOI: <https://doi.org/10.6017/ital.v37i4.10432>.
- Uschold, M., & Gruninger, M. (1996). *Ontologies: principles, methods and applications*. Edinburgh: The University of Edinburgh. *The Knowledge Engineering Review*, 11(2), pp. 93-136. Disponível em:  
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269888900007797>.
- Vasilyeva, L.N., & Stephenson, S.L. (2008). The Linnaen Hierarchy and "extensional thinking". *The Open Evolution Journal*, 2, pp. 55-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/1874404400802010055>.
- Vo, M.H., & Hoang, Q. (2020). Transformation of UML class diagram into OWL Ontology. *Journal of Information and Telecommunication*, 4(1), pp. 1-16.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/24751839.2019.1686681>.
- Voss, J. (2013). *Describing data patterns: a general deconstruction of metadata standards*. Dissertation in support of the degree of Doctor philosophiae (Dr. phil.), Faculty of Philosophy I, Humboldt-University Berlin, Berlin School of Library and Information Science. Disponível em: <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/17446>.
- Vrandečić, D. (2010). *Ontology evaluation*. Zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.) von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Disponível em:  
<https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000018419/1355289>.
- Wierzbicka, A. (1984). "Apples" are not a "kind of fruit": the semantics of human categorization. *American Ethnologist*, 11(2), pp. 313-328. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/643853>
- Wierzbicka, A. (1996). *Semantics: primes and universals*. Oxford: Oxford University Press.
- Willer, M., & Dunsire, G. (2013). *Bibliographic information organization in the Semantic Web*. Oxford: Chandos.
- Yee, M.M. (2009). Can bibliographic data be put directly onto the Semantic Web? *Information Technology and Libraries*, 28(2), pp. 55-80. DOI: <https://doi.org/10.6017/ital.v28i2.3175>.
- Zapounidou, S. (2020). *Study of library data models in the Semantic Web environment*. Doctoral Dissertation, Ionian University, Department of Archives, Library Science and Museology. Disponível em: <https://zenodo.org/records/4018523>.
- Zapounidou, S., Sfakakis, M., & Papatheodorou, C. (2016). Representing and integrating bibliographic information into the Semantic Web: a comparison of four conceptual models. *Journal of Information Science*, 43(4), pp. 525–553. DOI: <https://doi.org/10.1177/0165551516650410>.

- Zaveri, A., Rula, A., Maurino, A., Pietrobon, A., Lehmann, J., & Auer, S. (2016). Quality assessment methodologies for Linked Open Data: a systematic literature review and conceptual framework. *Semantic Web Journal*, 7(1), pp. 63-93. Disponível em: <https://www.semantic-web-journal.net/content/quality-assessment-linked-data-survey>.
- Zeng, M.L., & Chan, L.M. (2006). Metadata interoperability and *standardization* – a study of methodology Part II: achieving interoperability at the record and repository levels. *D-Lib Magazine*, 12(6). Disponível em: <http://dlib.org/dlib/june06/zeng/06zeng.html>.





## ANEXO A

### COMPARAÇÃO DE LINGUAGENS DE MODELAÇÃO (E-R, UML, OWL) E TEORIA CONJUNTOS

Este anexo corresponde à primeira parte do estudo conceptual prévio ao trabalho de modelação a que nos referimos no ponto 4.3 e em que se comparam os principais constructos utilizados pelas linguagens de modelação subjacentes aos modelos e ontologias-base e que utilizamos no MR e na OR (o modelo Entidade-Relação, a UML, o RDF/RDFS e a OWL) e pela Teoria dos Conjuntos.

O formalismo Unified Modeling Language (UML)<sup>33</sup> é uma linguagem desenvolvida e mantida pela comunidade OMG (Object Management Group) e assenta num dos paradigmas que nos últimos anos tem suportado a interconectividade de sistemas: o paradigma dos modelos (Kiko & Atkinson, 2005). A UML é uma linguagem de modelação que visa a representação conceptual e física de sistemas, que recorre a uma notação gráfica com uma semântica bem definida (Rumbaugh, Jacobson & Booch, 1999) e cujas principais especificações foram definidas pelo OMG nos normativos “OMG Unified Modeling Language (OMG UML) – Version 2.5.1” (OMG, 2017) e “OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure – Version 2.3” (OMG, 2010)<sup>34</sup>.

Se a UML suporta a interoperabilidade dos sistemas no contexto do paradigma dos modelos, o RDFS/OWL desempenha um papel equivalente no âmbito do paradigma das ontologias (Atkinson, 2005). Com efeito, tanto a linguagem RDFS e como a OWL são conhecidas por “linguagens de ontologias”, baseando-se em sistemas de Lógica Descritiva (Descriptive Logic), sendo linguagens de representação de conhecimento próprias da área de investigação da inteligência artificial. Os formalismos desenvolvidos pelo Consórcio W3C para a construção de ontologias são o RDF, o RDF Schema (RDFS) e a OWL, três linguagens da Web Semântica que permitem a construção de vocabulários para a descrição de dados (classes, atributos e relações) com semântica que os computadores podem entender (Vo & Hoang, 2020). O RDF propicia um modelo virtualmente ilimitado para descrever informação, podemos dizer tudo sobre qualquer coisa (v. explicação do princípio AAA da Web Semântica: “Anyone can say Anything about Anything” no ANEXO O), mas esta flexibilidade tem, contudo, a desvantagem de esta linguagem, quando usada isoladamente, ter pouca capacidade para especificar um sentido, uma semântica para as suas descrições.

Foi para ultrapassar esta limitação do RDF, adicionando-lhe semântica, que o RDFS e a OWL foram criados (Hebeler, et al., 2009). O RDFS é uma extensão semântica do RDF que oferece um vocabulário

---

<sup>33</sup> <https://www.omg.org/spec/UML>; <https://www.uml.org/>

<sup>34</sup> <https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF>; <https://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF>

para a modelação de dados RDF, permitindo descrever a utilização com sentido de classes e propriedades dos dados RDF. O RDFS está escrito em RDF, seguindo a recomendação W3C “RDF Schema 1.1”<sup>35</sup>, de 2014, estando o seu vocabulário nuclear definido no *namespace* “:rdfs” (Brickley & Guha, 2014).

A OWL é uma linguagem para a descrição de ontologias na Web Semântica, que foi formalizada como recomendação W3C em fevereiro de 2004<sup>36</sup>, tendo sido atualizada em 2009 com novos mecanismos na versão OWL 2 (Hitzler, et al., 2012; Schneider, 2012). As duas versões são compatíveis, tendo ambas sido utilizadas na criação da Ontologia de Referência (v. Capítulo 6).

No ponto A1 apresenta-se os mecanismos de abstração UML e OWL utilizados no MR (Capítulo 5) e na OR (Capítulo 6). Em A2 resume-se os conceitos fundamentais de inferência em RDFS e OWL, que estão na base do trabalho exposto nos Capítulos 6 (criação da OR em OWL) e 8 (validação da OR). No ponto A3 incluiu-se uma grelha resumo da bibliografia estudada, relativa à comparação geral entre as linguagens de modelação E-R, UML, OWL e da Teoria dos Conjuntos, por mecanismo de abstração.

## **A1. Mecanismos de abstração utilizados no MR e na OR**

Por mecanismos de abstração entendemos os processos mentais que, omitindo os detalhes, seleccionam as propriedades essenciais de um conjunto de objetos e que ajudam a compreender, classificar e modelar a realidade (v. Bekke, 1991; Patrício, 2007). Para poder alinhar os modelos e ontologias base num MR e numa OR que sirvam de ponte entre os três normativos bibliográficos, é necessário compreender e comparar os principais mecanismos de abstração das linguagens de modelação<sup>37</sup> que foram utilizadas para esse efeito na criação do MR e do OR: a UML e a OWL. Para além desses dois metamodelos, considerou-se também na comparação tanto o modelo E-R, por ser a linguagem de modelação utilizada pelo LRM; como os principais conceitos da Teoria dos Conjuntos (TC), por estarem subjacentes a vários constructos utilizados na modelação de dados bibliográficos, sendo muito relevantes para a respetiva compreensão.

### **A1.1 Classes e atributos**

Apesar de o conceito de “classe” na OWL e na UML corresponder genericamente ao conceito de “conjunto” na Teoria dos Conjuntos (TC) e de “entidade” no E-R, há diferenças importantes a considerar:

---

<sup>35</sup> <https://www.w3.org/2000/01/rdf-schema>

<sup>36</sup> <https://www.w3.org/TR/owl-ref/>

<sup>37</sup> Não se incluem neste trabalho mecanismos de abstração aplicáveis às instâncias (por exemplo, owl:sameAs – relação de similitude entre instâncias), mas tão só entre elementos de dados (classes e propriedades), pois são eles que permitirão relacionar os modelos-base.

- As classes UML podem representar conjuntos, mas são um constructo mais geral (OMG, 2014a);
- É preferível fazer corresponder o conceito de “conjuntos” a coleções, pois o conceito de classe na Teoria dos Conjuntos pode ter um sentido técnico mais específicos (Halmos, P);
- Na UML e na OWL as classes agrupam objetos com propriedades similares, mas na TC o conjunto pode ter elementos sem qualquer característica comum. Com efeito, na OWL duas classes com a mesma extensão (i.e. o mesmo conjunto de instâncias) não são iguais, podem ter as mesmas instâncias e propriedades diferentes (Hebeler, 2009), sendo por isso classes distintas.

Assim sendo, reservaremos o conceito de “classe” para a UML e a OWL, o conceito de “entidade” para o E-R e o de “conjunto” para a TC.

No âmbito das propriedades (atributos ou relações), a principal nota é que este conceito na UML está sempre associado a uma classe, não existindo autonomamente, mas na OWL as propriedades não dependem de uma classe para existirem (Haasje, 2019).

### **A1.2. Relações semânticas em geral**

As relações semânticas são associações de sentido entre dois ou mais conceitos, entidades ou conjuntos de entidades (Khoo & Na, 2006), podendo classificar-se como relações de atribuição, que se estabelecem entre um recurso e um valor, através de um predicado; relações de posse, que expressam a propriedade ou controlo sobre um recurso (predicados do tipo “has”); e relações de inclusão, que explicitam um sentido entre dois ou mais conceitos (relações conceptuais), palavras (relações lexicais) ou unidades textuais (Khoo & Na, 2006; Glushko, 2013).

Os pontos que se seguem comparam as potencialidades das diferentes linguagens de modelação na formalização destas relações de inclusão conceptual, pois as diferenças entre os metamodelos tem um grande impacto nos modelos-base que pretendemos alinhar.

#### **A1.2.1 Relação de classificação**

A classificação define um conceito como classe caracterizada pelas propriedades comuns dos objetos do mundo-real, consistindo a instanciação no contrário da classificação. A classificação permite reconhecer determinado objeto como sendo de determinada “categoria”, ajudando-nos a interagir com o mesmo e a distingui-lo de outras entidades, evitando que o relacionamento com cada entidade se faça instância a instância (Glushko, 2013).

Na OWL, a classificação pode ser declarada expressamente ou inferida a partir do mecanismo de hierarquia de classes. De igual forma, na TC a classificação equivale a uma relação de pertença entre um conjunto e os seus membros. Essa relação tanto pode ser uma classificação simples, como

corresponder a uma hierarquia, quando os membros do conjunto são eles próprios conjuntos. As hierarquias podem ser taxonómicas (por exemplo – relação pássaros/piriquitos) (Kless, 2015). Na TC a pertença a um conjunto pode não decorrer da partilha de propriedades, ao contrário da OWL e da UML, pois nestas linguagens as instâncias de uma classe têm obrigatoriamente de ter comportamentos comuns, propriedades, estrutura e relações similares.

#### **A1.2.2. Relação de hierarquia de classes**

A hierarquia de classes é o método de modelação que consiste na criação de uma classe para representar os conceitos mais gerais e na subsequente especialização dessas classes. As vantagens da hierarquia assentam na herança, pelo qual as instâncias de uma subclasse são também instâncias das suas superclasses, herdando por esse motivo as respetivas propriedades (Brodie, 1984). A vantagem consiste precisamente em não ser necessário repetir a descrição da classe geral. São relações logicamente assimétricas e transitivas (Pribbenow, 2002, apud Khoo & Na, 2006).

Um hiperónimo é um termo (por exemplo, animal) cujo sentido inclui o sentido de outro(s) termo(s) mais específico(s), que se denominam por hipónimo(s) (por exemplo, cão, gato). A relação entre os termos mais gerais (hiperónimo) e os termos mais específicos (hipónimo), deve ser uma hierarquia, em que os hiperónimos são a superclasse e os hipónimos as subclasses (Poveda Villalón, 2016).

De uma forma muito resumida, podemos afirmar que tanto na UML, como na OWL e na TC há mecanismo de hierarquia de classes, no sentido de permitirem a representação de classes de nível superior que contêm outras classes de nível inferior e de possibilitarem a inferência da pertença à superclasse dos elementos da subclasse. Na versão simples do E-R não havia mecanismo de hierarquia, foi acrescentado mais tarde, no EER, como o LRM é expresso na versão anterior do E-R, não houve vantagem em analisar o EER. Por último, a principal diferença entre a OWL e a UML é que na OWL não há herança de propriedades, enquanto na UML as propriedades e da superclasse são herdadas pelas subclasses.

Na UML a generalização é uma relação hierárquica entre uma classe mais específica, subclasse, e uma classe mais geral, que se representa, nos diagramas de classes, por uma linha sólida com uma seta fechada e vazada, que aponta para a classe geral. Há quatro restrições *standard* aplicáveis à generalização UML:

- {complete}: não são permitidas subclasses adicionais;
- {incomplete}: são permitidas subclasses adicionais;
- {disjoint}: as instâncias da superclasse não podem pertencer a mais do que uma das subclasses;
- {overlapping}: as instâncias da superclasse podem pertencer a mais do que uma subclasse.

Na representação das relações de generalização, nos diagramas de objetos UML, seguimos a notação constante da especificação UML (OMG, 2017): um *link* ou vínculo entre a instância da subclasse e a instância da superclasse, direcionado e com “role”. Um *role* UML é um adorno básico de uma relação, que especifica o papel que as instâncias da classe a que se aplicam desempenham em determinado contexto. O vínculo direcionado é graficamente representado por uma linha sólida com uma seta aberta (->) tendo “parent” como *role* da instância da superclasse.

No ANEXO J apresenta-se o enquadramento teórico específico que guiou a modelação de relações primárias entre as classes bibliográficas nucleares no MR e na OR, o ponto J2 analisa especificamente a implementação da hierarquia das classes WEMI pelos constructos UML e OWL.

### A1.2.3. Relação de hierarquia de propriedades

Tanto na OWL, como na UML pode haver hierarquia de propriedades, por força da qual todos os recursos relacionados pela subpropriedade são também relacionados pela superpropriedade.

Na OWL ocorre entre propriedades do tipo “Object Property”, com recurso à propriedade `rdfs:subPropertyOf`, para a organização das propriedades em taxonomias, os recursos relacionados por subpropriedades estão implicitamente relacionados também pela superpropriedade (Poveda Villalón, 2016). É neste contexto que podem surgir cadeias de propriedades, mecanismo que permite relacionar mais do que um par de recursos e representar uma cadeia ordenada de subpropriedades (Hebeler, 2009).

Na UML deve recorrer-se a uma “association specialization” (OMG, 2014a), usando a restrição de chavetas `{subsets endX}` colocada mais perto da propriedade a que se aplica (a superpropriedade X) (v. exemplo na Figura F1).

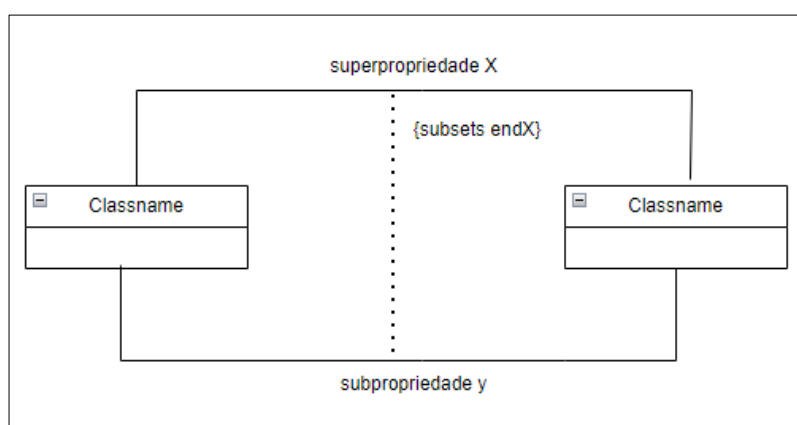


Figura F1 - Representação de subpropriedades em UML

### A1.2.4. Relação de equivalência entre classes

As classes equivalentes têm a mesma extensão, i.e. o mesmo conjunto de indivíduos (Kiko & Atkinson, 2005). Qualquer instância que pertença a uma das classes equivalentes também pertence às restantes.

Tanto a OWL como a TC permitem especificar classes equivalentes, mas na OWL a igualdade de extensões de classes não determina que essas classes sejam equivalentes (Hebeler, 2009) (apesar de todas as classes equivalentes terem a mesma extensão), pois podem ter os mesmos indivíduos mas não terem sido declaradas equivalentes. O elemento que deve ser utilizado é `owl:equivalentClass`, pois na OR estaremos a relacionar classes de diferentes namespaces (Poveda Villalón, 2006). Hebeler (2009) afirma que a equivalência OWL não é transitiva, mas neste trabalho provar-se-á o contrário (v. Capítulo 8, H03).

Na UML não existe primitiva ou mecanismo próprio para representar a equivalência de classes, pois foi desenhada para a “web fechada”, i.e. para ser utilizado por grupos limitados de pessoas que utilizam uma terminologia controlada, sem sinonímia (Kiko & Atkinson, 2005), devendo recorrer-se a generalizações com restrições ou a estereótipos de equivalência para expressar este tipo de relação. Optámos pela utilização de estereótipos com cardinalidade de 1:1. Neste caso, a relação será transitiva se assim o definirmos, dado tratar-se de relação *ad hoc*.

#### A1.2.5. Relação de equivalência entre propriedades

Na OWL existe o elemento `owl:equivalentProperty` para declarar a equivalência entre propriedades, devendo no entanto as mesmas ter o mesmo *range/domain*, para que a aplicação indistinta que decorre da equivalência não cause erros, inconsistências ou incoerências. A equivalência entre propriedades não significa que as mesmas tenham o mesmo sentido, pois podem denotar conceitos diferentes, significa apenas que têm a mesma extensão, i.e. os mesmos objetos como valores.

Na UML não existe constructo primitivo para a equivalência de propriedades, pelo que no MR se recorreu ao seguinte estereótipo:

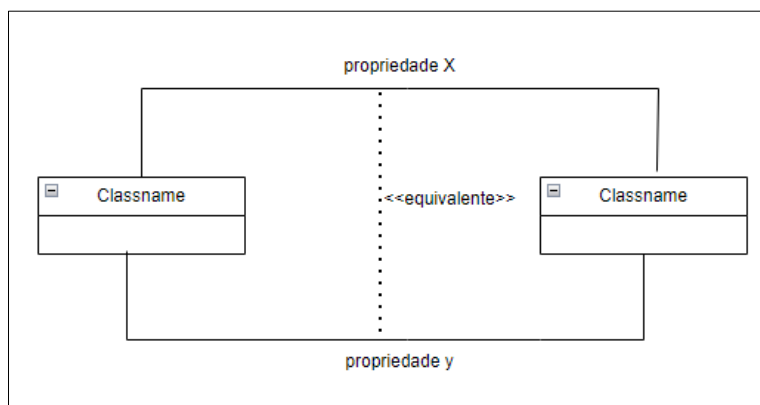


Figura F2 - Representação de propriedades equivalentes em UML

#### A1.2.6. Relação todo-parte

A relação todo-parte ou agregação define entidades compostas por outras entidades, as entidades componentes (Sowa, 1984). A distinção entre o todo e a parte é feita abstraindo a relação entre vários objetos para um objeto agregador de nível mais elevado (Massart, 2002; Benyon, 1997, apud Patrício,

2007). As relações todo-parte distinguem-se das hierarquias porque nestas últimas as relações estabelecem-se dentro de conceitos, enquanto nas primeiras se estabelecem entre conceitos (Khoo & Na, 2006).

As relações todo-parte ocorrem entre merónimos, i.e. conceitos que representam uma “parte” (por exemplo, volante) e se referem a um todo, e holónimos, conceitos que denotam um “todo” (por exemplo carro), sem porém transmitir as suas propriedades à “parte”. Os merónimos devem ser representados como parte e os holónimos como todo (Poveda Villalón, 2016). Na relação todo-parte não há herança de propriedades, havendo simetria, reflexibilidade e transitividade (Rector & Welty, 2005; Khoo & Na, 2006).

Não existem primitivas OWL para representar a relação todo-parte com as características acima descritas (Rector & Welty, 2005), pelo que se terão de definir mecanismos *ad hoc*. Segundo Vo & Hoang (2020) e Hassjes (2019), as relações todo-parte devem ser não reflexas e assimétricas. Entendemos que, no domínio bibliográfico, para além dessas duas propriedades e tal como sucede na agregação UML (OMG, 2014a), as propriedades da OWL devem ser também desenhadas como transitivas.

A UML tem dois mecanismos específicos para representar a relação todo-parte: a agregação UML, se a parte puder existir independentemente do todo; e a composição, se a parte não for independente do todo, havendo uma inter-relação entre a existência do todo e a existência da parte.

### **A1.3. Classes complexas**

As classes complexas correspondem a conjuntos que, na TC, resultam de operações de conjuntos. Tanto na OWL, como na UML, as operações de conjunto são restrições às generalizações que só têm sentido em relações de generalização com mais do que uma subclasse.

Na OWL as classes complexas resultam de operações de conjunto que definem a pertença a uma classe como extensão de outras classes, cada operação descreve uma relação de equivalência com a classe que descreve, i.e. o conjunto de instâncias identificadas nas operações corresponde implicitamente a uma extensão da classe descrita (Hebeller, 2009). A OWL permite que as classes sejam construídas por união, interseção ou diferença. A OWL também permite que as classes sejam declaradas como disjuntas. A união e a interseção devem mapear-se para relações de subclasse na UML (OMG, 2014a).

Na UML as operações de conjuntos correspondem a constrangimentos na relação pai/filho, que se aplicam apenas às subclasses (no caso da conjunção e disjunção inclusiva) ou também às superclasses, no caso da união ou disjunção exclusiva.

No que respeita ao E-R, a versão mais avançada do modelo E-R (o EER) tem restrições de disjunção e completude, mas não é considerado nesta comparação, pois o FRBR/LRM não utiliza essa versão do modelo E-R, utiliza uma versão anterior que não contempla esta potencialidade.

#### **A1.4. Descrição das propriedades de relações semânticas**

As relações semânticas podem ter propriedades lógicas como a simetria, reflexibilidade ou transitividade (Sowa, 1984) que explicitam o seu sentido quer através da aplicação de outras propriedades (por exemplo, owl:inverseOf), quer pela pertença a determinada classe que lhe confere um determinado sentido (Hebeler, 2009; Glushko, 2013; Poveda Villalón, 2016):

✓ **Transitividade – owl:TransitiveProperty**

A transitividade existe de forma inerente na hierarquia (OWL e UML) e na equivalência (OWL), mas tem de ser declarada expressamente para propriedades que não sejam “naturalmente” transitivas.

A transitividade determina que, se uma propriedade for usada para relacionar um primeiro par de instâncias (A e B), um segundo par de instâncias (B e C) que tenha por sujeito o objeto do primeiro par, se pode inferir que a mesma propriedade também se aplica para relacionar tanto o sujeito do primeiro par (A), como o objeto do segundo par (C). Esta restrição é muito usada nas relações “todo-parte” e “contém” (Hebeler, 2009), porque essas relações não têm mecanismos próprios de formalização OWL.

✓ **Inversão – owl:inverseOf**

Par de propriedades em que uma tem uma determinada direção e a outra tem a direção oposta. A propriedade owl:inverseOf determina duas propriedades como sendo inversas uma da outra. Uma declaração que use uma dessas propriedades, implica a existência de outra declaração que utiliza a propriedade inversa, e vice-versa (Hebeler, 2009).

✓ **Simetria – owl:SymmetricProperty**

Propriedade que é o seu próprio inverso. É semelhante a uma relação bidirecional. A existência da relação em determinada direção, implica a sua existência na direção inversa.

Assimetria – owl:AsymmetricProperty – O contrário da propriedade anterior.

✓ **Rekursividade – owl:ReflexiveProperty**

Propriedade que permite relacionar todos os indivíduos consigo próprios.

Não recursividade – owl:IrreflexiveProperty – O contrário da propriedade anterior.

A linguagem OWL permite expressar estas restrições, mas não as impõe, apenas deriva delas inferências. A sua imposição e validação terá de ser feita com recurso à SHACL. Na UML, com exceção da recursividade não existem mecanismos para declarar estas propriedades nas relações, pelo que se tem de recorrer a estereótipos (v. ponto 5.1).



### A1.5. Relações de arquitetura

Glushko (2013) define como relações de arquitetura as que caracterizam com uma determinada cardinalidade, direção ou grau entre as entidades associadas:

- Restrições de cardinalidade: Definem o número de instâncias que podem ser associadas a cada entidade.

As restrições de cardinalidade existem na OWL, UML e E-R, permitindo restringir o número de vezes que uma propriedade pode ser usada para descrever o número máximo/mínimo de instâncias de uma classe que uma propriedade pode relacionar. Mais uma vez, a OWL não impõe a cardinalidade mínima como uma obrigação de ocorrência, nem cardinalidades máximas, apenas infere informação nova a partir dessas restrições. Por exemplo, no caso de uma cardinalidade máxima de 1, a OWL infere que todas as instâncias são o mesmo recurso.

- Direcionalidade da associação: as relações podem ser unidirecionais ou bidirecionais.

A OWL, a UML e o E-R permitem a formalização de associações entre instâncias de duas classes, podendo as mesmas ser unidirecionais ou bidirecionais.

Na OWL não é necessário especificar duas relações ou propriedades em ambos os sentidos, bastaria ter uma única propriedade num só sentido, associando-lhe uma restrição `sh:inversePath`, para que os raciocinadores inferissem a relação no sentido oposto e, tratando-se de uma restrição SHACL, para assegurar a obrigatoriedade da restrição. A prática corrente nas ontologias-base não é, porém, essa, especificando duas propriedades (uma em cada sentido) para cada relação e uma terceira declaração que as formaliza como propriedades inversas. Trata-se de um problema sintático que gera muita redundância nas relações do LRM, BF e, sobretudo, RDA. No MR e na OR optámos, no entanto, por manter esta tendência de modelação, pois coincide com o pensamento dominante também ao nível das linguagens de modelação UML e OWL. Não pretendendo, nem podendo, o MR e a OR ser um novo modelo conceptual para os dados bibliográficos, mas sim fazer a ponte entre as ontologias que se baseiam nos modelos existentes, modelar as relações como bidirecionais poderia tornar o MR/OR incompatível com os modelos-base ou acrescentar níveis de complexidade sem vantagem aparente para além da redução de redundância na base. Por exemplo, declarar uma propriedade MR bidirecional como superpropriedade de uma propriedade unidirecional do modelo-base.

- Grau da relação: especifica o número de entidades de uma relação: relação binária (duas entidades) ou n-ária (mais do que duas entidades).

As associações entre mais do que um par de recursos são representadas em UML através do mecanismo de “classe associativa”, que representa uma relação com atributos ou que participa noutras relações (OMG, 2014a). Na OWL representam-se as associações n-árias através da

reificação da relação, i.e., criando uma classe adicional representativa da relação (Kiko & Atkinson, 2005) e de duas propriedades representativas da relação (Vo & Hoang, 2020).

## **A2. Noções fundamentais de inferência RDFS/OWL**

Apesar de o modelo de dados RDF não propiciar qualquer semântica sobre os recursos que descreve, sendo esse sentido dado pelos vocabulários ou ontologias que se constroem com o RDFS e a OWL, estas linguagens não são apenas formalismos de descrição de dados, são linguagens de representação de conhecimento, que estando assentes na Lógica permitem inferir informação adicional a partir de informação explicitamente declarada. O RDFS tem uma lógica menos expressiva, que apenas permite inferências simples, enquanto a OWL é um pouco mais rica, permitindo inferências adicionais (Antoniou, et al., 2012; Brickley & Guha, 2014).

### **A2.2. Noções fundamentais de inferência no RDF/RDFS**

A inferência é o mecanismo lógico que permite que a partir de informação explicitamente declarada se derive outra informação relacionada com aquela, como se tivesse sido também expressamente declarada (Allemang & Hendler, 2011). A inferência torna os sistemas de informação mais eficientes, pois permite a existência de relações implícitas que só se revelam quando são necessárias (Glushko, 2013).

A Web Semântica baseia-se em sistemas de inferência, que possibilitam novas combinações das relações que surgem da combinação de dados de fontes diversas (Allemang & Hendler, 2011, p. 117). O objetivo geral do RDF/RDFS consiste, precisamente, em propiciar a fusão automática de informação proveniente de múltiplas fontes, criando uma coleção mais abrangente que seja coerente e útil, recorrendo a uma semântica declarativa que permite a inferência lógicas pelos raciocinadores, i.e., dado um conjunto de triplos aceites como “verdadeiros”, podem deduzir-se outros triplos que também serão, logicamente, verdadeiros (Schreiber & Raimond, 2014).

Os principais mecanismos de *reasoning* e de inferência no RDFS são os seguintes:

- *Cluster, merge* ou fusão

Fusão de dois grafos cujo sujeito (ou objeto) tenha o mesmo URI (URI A), este mecanismo permite agrupar declarações sobre o mesmo recurso (Willer & Dunsire, 2013, p. 104). Ao contrário da representação em tabelas, em que a informação sobre a mesma entidade se repete em linhas diferentes, a visualização da informação em grafos aliada à fusão de triplos cujo sujeito ou objeto se refere à mesma entidade permitem apresentar toda a informação sobre essa entidade num único nó, quer seja sujeito ou objeto.

É desta forma que o RDF facilita a fusão de dados de diversas fontes, a vantagem de representar a informação como grafos é que a fusão dos triplos num só grafo fica facilitada,

através da utilização de URIs, que propiciam uma identificação de um recurso na Web. Com efeito, se dois agentes se referem ao mesmo recurso na Web a recomendação é que concordem na utilização do mesmo URI. Esta não é uma característica própria da Web Semântica, mas da Web em geral: os nodos de grafos diferentes poderão ser fundidos se ambos tiverem exatamente o mesmo URI (Allemang & Hendler, 2011).

- Cadeia

O mesmo recurso é muitas vezes referido em diferentes triplos como sujeito nuns e como objeto noutros, o que permite encontrar conexões entre triplos de declarações diferentes (Schreiber & Raimond, 2014). Numa cadeia o sujeito de um triplo é relacionado com o objeto de outro triplo, por exemplo, o URI comum (URI C) corresponde ao objeto do primeiro triplo (URI B) e ao sujeito do segundo triplo (URI A), a fusão de nodos de sujeito (URI A) e objeto (URI B) num URI comum (URI C), permite agrupar declarações que relacionam diferentes recursos (URI A e URI B) num só grafo (Willer & Dunsire, 2013, p. 104).

- Hierarquia de classes

A inferência propiciada pela propriedade `rdfs:subClassOf` denomina-se por regra de propagação de *type* (Allemang & Hendler, 2011). A relação de subclasse estabelece uma relação de hierarquia entre classes, com mecanismos de herança. Uma instância de uma subclasse é também instância da superclasse. O RDFS não impõe uma hierarquia rígida entre as classes, ou seja, um grafo de subclasses não precisa ser uma árvore, já que uma classe pode ter mais do que uma superclasse, por exemplo. Nesses casos, uma instância da subclasse será simultaneamente instância de todas as superclasses com ela relacionadas (Antoniou, et al., 2012).

Por outro lado, nos casos de herança múltipla, em que uma superclasse (B) tem outra superclasse (C), basta aplicar a regra de propagação de *type* múltiplas vezes, para inferir que determinada instância de A é instância de B e de C (Allemang & Hendler, 2011). A propriedade `rdfs:subClassOf` declara que todas as instâncias de uma subclasse são instâncias das suas superclasses, ou seja trata-se de uma propriedade transitiva (Brickley & Guha, 2014).

No RDFS não existe o conceito de herança “per se”, ao contrário do que acontece na programação orientada a objetos, em que um dos principais mecanismos de propagação de informação é a herança numa hierarquia de classes, i.e. o que é definido para uma variável de determinada classe aplica-se às subclasses, funcionando uma hierarquia de árvore no sentido de baixo para cima. Ou seja, as propriedades da classe superior não são “herdadas” pelas subclasses, até porque na Web Semântica não é correto declarar que determinada propriedade se aplica a determinada classe, a propriedade define-se sempre

independentemente da classe, sendo as relações RDFS que especificam que inferências podem ser feitas em contextos particulares (Allemang & Hendler, 2011).

- Hierarquia de propriedades

As relações de propagação através de `rdfs:subPropertyOf` significam que qualquer triplo que utilize determinada subpropriedade para relacionar duas entidades implica a inferência de novo(s) triplo(s) em que qualquer das suas superpropriedade a podem substituir nesse relacionamento (Allemang & Hendler, 2011). Ou seja, às instâncias a que se aplica a subpropriedade também se aplica a superpropriedade, contudo, a aplicação de uma superpropriedade não implica a aplicação da subpropriedade (Antoniou, et al., 2012).

A propriedade `rdfs:subPropertyOf` declara que todos os recursos relacionados por uma propriedade também são relacionados por outra, ou seja trata-se de uma propriedade transitiva (Brickley & Guha, 2014).

- Inferência `rdfs:range` e `rdfs:domain`

As propriedades `rdfs:range` e `rdfs:domain` limitam as classes de entidades que podem ser sujeito ou objeto de um triplo com uma determinada propriedade. A restrição `rdfs:domain` declara que quando determinada propriedade é usada, o sujeito desse triplo pertence a determinada classe. A restrição `rdfs:range` estabelece que a utilização de determinada propriedade implica determinada classe como objeto. Ou seja, o domínio de uma propriedade é a classe a que deve pertencer o recurso que é sujeito do triplo; o *range* de uma propriedade é a classe a que deve pertencer o recurso que é objeto do triplo (Willer & Dunsire, 2013; Brickley & Guha, 2014; Allemang & Hendler, 2011).

### **A2.3. Noções fundamentais de *reasoning* e inferência na OWL**

A linguagem OWL propicia constructos mais potentes do que o RDFS (Allemang & Hendler, 2011), que tornam esta linguagem especialmente adequada para a Web Semântica, nomeadamente quanto à inferência de nova informação a partir de mecanismos de equivalência entre classes (`owl:equivalentClass`); disjunção na hierarquia de classe (`owl:disjointWith`) e de outros constructos lógicos para o relacionamento entre classes semelhantes às operações da Teoria dos Conjuntos, que se podem usar para construir classes complexas ou descrições de conceitos (ex: `owl:intersectionOf`, `owl:unionOf`, `owl:complementOf`). Para além desses aspetos, a OWL permite declarar a transitividade, reflexibilidade e simetria de propriedades (`owl:TransitiveProperty`, `owl:ReflexiveProperty`, `owl:SymmetricProperty`) e outras restrições como a inversão, a equivalência (`owl:inverseOf`, `owl:equivalentProperty`).

As inferências OWL diferem das inferências propiciadas pelo RDFS, pois estas últimas expressam novos triplos inferidos a partir de triplos expressamente declarados, enquanto a OWL pode não permitir criar novos triplos, mas permite ligar mais facilmente termos de vocabulários e não somente dados, através de constructos específicos que permitem “fechar partes do mundo” contrariando em certa medida os princípios OWA e AAA<sup>38</sup>, através da utilização de restrições, e criar classes complexas, que equivalem a descrições de conceitos (Allemang & Hendler, 2011). Os mecanismos de *reasoning* e inferência OWL que permitem alcançar estes resultados são:

- Restrições: A propriedade usada na definição da classe de restrição é owl:onProperty. A pertença a uma classe de restrição deve obedecer à propriedade owl:onProperty e às condições do tipo de restrição. Existem os seguintes tipos de restrições OWL (Allemang & Hendler, 2011): owl:allValuesFrom (todos os valores da propriedade “P” pertencem a determinada classe “C”); owl:someValuesFrom (pertencem à classe de restrição os indivíduos para os quais pelo menos 1 valor de determinada propriedade “P” pertencem a determinada classe “C”); owl:hasValue (pertencem à classe de restrição todos os indivíduos que têm um valor específico para a propriedade “P”); restrições de cardinalidade (a OWL permite especificar uma cardinalidade qualificada (por exemplo, a mão pode ter 5 dedos, um dos quais é polegar), especialmente útil para objetos complexos).
- Classes complexas: A OWL dispõe dos seguintes constructos lógicos para o relacionamento entre classes, que são semelhantes a operações de conjuntos e permitem a construção de classes complexas:
  - owl:intersectionOf – conjunção de classes
  - owl:unionOf – disjunção de classes
  - owl:complementOf- negação



As classes complexas, quando utilizadas com restrições, permitem construir descrições de conceitos que resultam da interseção de conceitos, combinada com restrições de valores. A utilização de owl:IntersectionOf em conjugação com Restrições permite criar uma nova classe “controlada” que resulta da interseção de 2 ou mais classes.

A OWL permite controlar a modelação de aspetos fechados do mundo, sem rejeitar o princípio do “mundo aberto” (OWA) mas tão só “fechando” certas partes do “mundo aberto”, para poder tornar as inferências mais claras (Allemang & Hendler, 2011). A OWL não permite, no entanto, impor essas restrições, para esse efeito precisamos recorrer à SHACL.

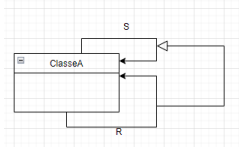
---

<sup>38</sup> Ver explicação dos princípios OWA, NUNA e AAA da Web Semântica no ANEXO O.


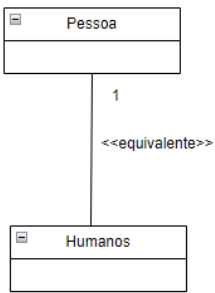
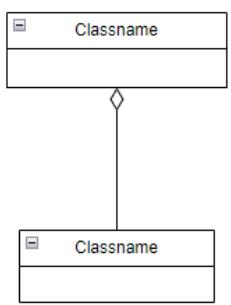
### A3. Grelha comparativa RDFS/OWL, TC, E-R e UML

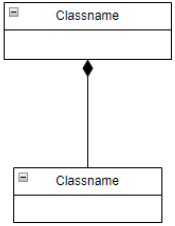
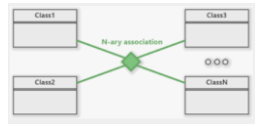
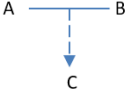
Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
Classe	<b>Classe:</b> Conjunto de objetos com a mesma estrutura, comportamento e relações. Na OWL2 as classes não definem operações sobre as instâncias (Vo & Hoang, 2020).  Mecanismo de abstração para agrupamento de recursos com características similares. Conjunto de 0 ou mais instâncias (OMG, 2014a).	<b>Conjunto ou coleção:</b> Coleção de objetos ou elementos. Os objetos podem ser outros conjuntos (subconjuntos), mas nenhum conjunto pode ser elemento de si mesmo (Millsaugh, 2018)	<b>Entidade</b>	<b>Classe:</b> Descrição de um conjunto de objetos com propriedades similares; comportamento comum; relações similares com outros objetos e semântica comum (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 2000).
	<b>Indivíduo</b> O ODM (OMG, 2014a) mapeia os indivíduos OWL para classe singleton.			<b>Classe singleton:</b> Classe que só pode ter uma instância, não pode ter mais do que uma, nem menos. Corresponde à cardinalidade 1:1
	Classe anónima: nó branco identificado por um ID			O nome da classe na UML corresponde à classe anónima da OWL (OMG, 2014a).
	<u><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></u>  As classes são definidas por axiomas de classes constituídos pelo identificador da classe e a declaração de definição (uma intersecção de descrição de classes).  O modelo de um mundo aberto (OWA) torna necessário, na OWL, a existência de axiomas que fechem a definição de uma classe, especificando o que não se aplica a um conceito.			<u><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></u>  A UML não distingue entre a declaração que define e a expressão definida.  O modelo de mundo fechado não exige que a definição do classificador seja fechada. A “intensão” da classe é implícita, por isso não existem na UML axiomas de classes, havendo antes uma relação funcional entre o mundo modelado e as expressões da linguagem.
Atributo	<b>Propriedade:</b> São entidades autónomas, não dependem de uma classe para existirem. (Haasje, 2019)		<b>Atributo:</b> Características das entidades que propiciam um detalhe descritivo sobre as mesmas (Teorey, et al., 2011)  A ocorrência de um atributo é um valor.	<b>Atributo:</b> Propriedade de uma classe que descreve um intervalo de valores que as instâncias podem apresentar (Booch, 2000). Os atributos UML devem ser únicos na classe (Vo & Hoang, 2020), são próprios de determinada classe e não podem existir autonomamente de nenhuma classe (Haasje, 2019).
	ObjectProperty – ligação entre instâncias 			Associação UML (Vo & Hoang, 2020)
	Datatype Property – Ligação entre instâncias e valores 			Propriedade Datatype (Vo & Hoang, 2020)

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
Instância	<p><b>OMG, 2014a:</b> Indivíduo – é definido através de axiomas individuais ou factos, que podem ser de dois tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Factos sobre a pertença a uma classe e valores de propriedades</li> <li>- Factos sobre a identidade individual.</li> </ul>		<p>Instância: Ocorrência de uma entidade</p>	<p>Objeto: Instância ou ocorrência de uma classe (Booch, Rumbaugh &amp; Jacobson, 2000).</p>
	<p>Nas ontologias OWL podem existir indivíduos que não pertencem a nenhuma classe, sendo definidos independentemente da classe, basta declarar que são uma instância de owl:Thing.</p>			<p><b>OMG, 2014a:</b> Os objetos pertencem obrigatoriamente a uma classe e a sua definição depende dela.</p>
Classificação	<p>A pertença a uma classe pode ser declarada explicitamente (rdf:type) ou inferida a partir de rdfs:subClassOf.</p>	<p>A pertença a um conjunto pode ser especificada de três formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Listando os seus membros</li> <li>- Definindo uma propriedade comum a todos os membros</li> <li>- Definindo um conjunto de regras que geram membros</li> </ul>		<p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>Dependência InstanceOf conjugada com nomeação precedida de “:” entre a instância e a classe.</p>
Hierarquia de classes	<p><b>rdfs:subClassOf</b></p> <p>Todas as instâncias da subclasse são também instâncias da superclasse (OMG, 2014a).</p> <p>Transitiva por natureza.</p>	<p>Subconjunto equivale a subclasse. Um conjunto é subconjunto de outro se todos os seus elementos forem elementos do superconjunto (Millsaugh, 2018)</p> <p><b>Partee, Meulen &amp; Wall, 1993:</b></p> $A \subseteq B$	<p>O FRBR utiliza o nível mais simples do E-R, que não tem generalizações, subclasses ou herança de atributos</p> <p>(eu: só tem relações <i>ad hoc</i>)</p>	<p><b>Generalização</b></p> <p>Relação 1:1 (na superclasse) que permite representar a noção de pertença ou de especificidade.</p> <p>Permite representar a relação “is-a” – “é um tipo de” (Booch, Rumbaugh &amp; Jacobson, 2000).</p> <p>Todas as instâncias da subclasse são também instâncias da superclasse (Vo &amp; Hoang, 2020)</p>

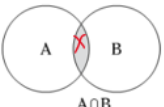
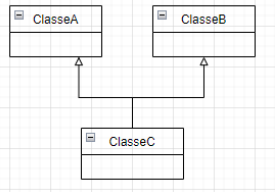
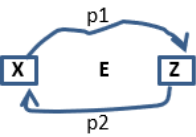
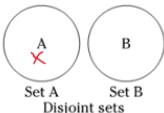
Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
		<p>- A é subconjunto de B</p> <p>- Qualquer elemento de A é também elemento de B</p> <p><math>\{Corujas\} \subseteq \{Pássaros\}</math></p>	<p>Só o modelo E-R avançado (EER) tem mecanismos de generalização/especialização, através de supertype e subtype (OMG, 2014a):</p> <p>todos os atributos de supertype são propagados para as entidades dos níveis mais baixos da hierarquia (Teorey, 20111)</p>	<p>A especialização corresponde à inclusão num conjunto e a SubclassOf (Khan &amp; Porres, 2015).</p> <p><u>(OMG, 2014a):</u></p> <p>A generalização é uma relação taxonómica entre um classificador mais geral e um classificador mais específico.</p> <p>Tem a mesma semântica de rdfs:subClassOf.</p>
Hierarquia de classes	Não existe herança de propriedades (nem atributos, nem relações) das superclasses pelas subclasses			As propriedades (atributos e propriedades) da superclasse são herdadas pela subclasse, porque a instância da subclasse é instância da superclasse.
	Herança pelas subclasses das restrições das superclasses			Qualquer restrição aplicável às instâncias da superclasse, também se aplicam às instâncias da subclasse (Especificação UML 2.5)
Hierarquia de propriedades	<p><u>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</u></p> <p>A subpropriedade tem uma extensão que é o subconjunto da extensão da propriedade-mãe.</p> <p>rdfs:subproperty é usada para declarar que todos os recursos relacionados por uma subpropriedade também são relacionados pela sua superpropriedade.</p>			<p>Generalização entre associações (Haasje, 2019; OMG, 2014a) ou generalizações entre propriedades (Booch, 2000).</p> <p><u>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</u></p> <p>Subassociações</p>  <p>R é subpropriedade de S</p>
Equivalência de classes	<p><b>owl:equivalentClass</b></p> <p>Cada instância que pertence a uma classe, pertence também à classe equivalente.</p>	<p><u>Partee, Meulen &amp; Wall, 1993:</u></p> <p>As relações de equivalência servem para estruturar um domínio em subconjuntos cujos membros são equivalentes relativamente a essa relação.</p> <p>Ex:</p> <p>B, C e D são equivalentes. São conjuntos disjuntos ou classes equivalentes. A relação de equivalência ocorre <u>dentro de cada subconjunto</u>.</p>		<p><u>Haasjes, 2019; Kiko &amp; Atkinson, 2005:</u></p> <p>Tem de se recorrer à generalização “iscovering” ou com restrição {complete}, que significa que todas as instâncias da superclasse são instâncias da subclasse.</p> <p>A equivalência entre classes também se pode definir através de uma associação com obrigatoriedade 1:1 estereótipo &lt;&lt;equivalente&gt;&gt;.</p>

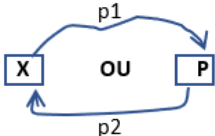
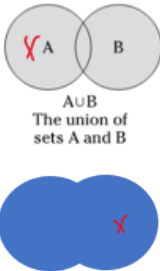
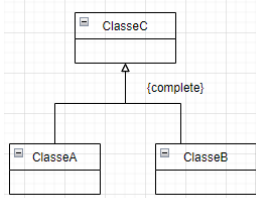
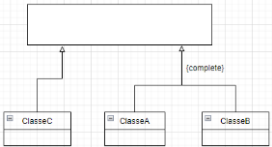


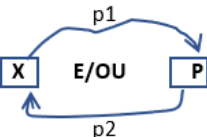
Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
		<p>No exemplo a relação de equivalência é “tem a mesma idade”.</p>  <p>O grupo A é dividido em grupos etários disjuntos que se excluem mutuamente (“partitioning”) e dentro de cada partição há uma relação de equivalência.</p> <p><b>Halmos, P, 2017:</b></p> <p>- <b>Axioma de extensão:</b> Dois conjuntos são iguais se têm os mesmos membros.</p> <p>- <b>Axioma de “pairing”:</b> Para cada 2 conjuntos existe um 3º conjunto a que os mesmos pertencem.</p>		
Equivalência de classes	Relação inerentemente transitiva	<p><b>Halmos, P:</b> A relação de igualdade é reflexa (um grupo pode ser igual a si mesmo) e transitiva. Se <math>A = B</math> e <math>B = C</math>, então <math>A = C</math></p>		O estereótipo de equivalência é transitivo se assim o definirmos (relação <i>ad hoc</i> )
Equivalência entre propriedades	<p><b>owl:equivalentProperty</b></p> <p>As duas propriedades devem ter o mesmo domain e o mesmo range, pois podem aplicar-se indistintamente.</p>			<p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>Sem representação na UML.</p> <p>É necessário recorrer a um estereótipo.</p>
Relação todo-parte	<p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005; Rector &amp; Welty, 2005, Guizzardi, 2005:</b></p> <p>Não há primitivas OWL para a relação todo-parte, por isso temos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir uma propriedade <i>ad hoc</i> (por exemplo, “partOf”) e declará-la como transitiva.</li> </ul> <p>Ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir uma subpropriedade de “part-Of”, que não seja transitiva e que relacione cada subparte.</li> </ul>	Relação “is-element-of” (Keet, 2006)	Não existe (Keet, 2006).	<p><b>Agregação:</b></p> <p>A parte existe sem o todo (ex: carro/volante)</p> 
	<p><b>Composição</b></p> <p><b>Vo &amp; Hoang, 2020:</b> Criar duas classes (F e E),</p>			<p><b>Composição</b></p> <p>As componentes não existem sem o todo, se o todo desaparecer, as partes não subsistem (Booch, Rumbaugh &amp; Jacobson, 2000).</p>

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
	<p>Criar relação F_E com Object property + InverseFunctionalObjectProperty,</p> <p>Criar relação E_F com Object property + IrreflexiveObjectProperty + AsymmetricObjectProperty</p>			
Relação todo-parte	<p><b>Vo e Hang (2020); Hassjes (2019):</b> Relação irreflexa e assimétrica. Penso que também deve ser transitiva, porque a parte de uma parte tb é parte do todo.</p>			<p><b>Hassjes (2019):</b> A relação de agregação simples é assimétrica e irreflexa.</p> <p><b>OMG (2014a):</b> A relação de agregação UML é transitiva.</p>
Associações binárias simples	<p>Associação unidirecional: Definida através de uma ObjectProperty<sup>39</sup>.</p> <p>Associação bidirecional: definidas através de duas ObjectProperties com relação de inversão com "InverseObjectProperty" (Khan &amp; Porres, 2015; Haasjes, 2019, Vu, 2020).</p> <p>As associações UML correspondem a "object properties" OWL2 (Khan &amp; Porres, 2015)</p>		Associação binária	<p>Associação binária ou relação (OMG, 2014a).</p> <p>As associações que partilham domain e range opostos são bidirecionais e representam-se por uma só relação (Khan &amp; Porres, 2015).</p>
Associações n-árias	<p>Associações entre mais do que um par de recursos – através de subpropriedades – cadeias de propriedades.</p> <p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p><b>Reificação OWL</b> - Classe que representa a relação e cujos indivíduos representam uma instância da relação e relaciona as coisas envolvidas nessa instância</p>		Associação ternária ou n-ária	<p><b>Associações n-árias</b></p> 
Classe associativa	<p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>A classe associativa na OWL é representada da mesma forma que a associações n-árias, i.e. através da <b>reificação</b> OWL, i.e. há uma classe que reifica a relação, representando-a.</p> <p><b>Vo &amp; Hoang, 2020:</b> Não há classe associativa, tem de se criar uma nova classe e duas Object properties para</p>		Não há classe associativa propriamente dita. Contudo, uma relação pode ter atributos (Teorey, 2011)	 <p>A classe associativa (C) tem atributos complementares que</p>

<sup>39</sup> As ObjectProperties OWL estabelecem relações entre classes, distinguindo-se das DataProperties OWL que são atributos de uma classe. (OMG, 2104a): a declaração das ObjectProperties é feita desta forma <owl:ObjectProperty rdf:ID="xpto">. As ObjectProperties não estão necessariamente ligadas a classes, são associações binárias de owl:Thing e owl:Thing.

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
	representar a relação entre as classes			
Conjunção entre classes	<p>Os indivíduos da nova classe são instâncias de todas as classes interseccionadas (Hebeler, 2009)</p> <p><b>OMG, 2014; Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>owl:intersectionOf – Propriedade que descreve uma classe cuja extensão contém precisamente os indivíduos que são membros de todas as classes da lista.</p>	<p><math>\cap</math> Intersecção  <math>A \cap B =</math> Conjunto de elementos que estão em A e em B (Millsaugh, 2018)</p>  <p>x pertence necessariamente a cada uma e a todas as classes interseccionadas</p>	<p>Só no E-R avançado, que o LRM não utiliza</p>	<p><b>OMG, 2014a; Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>A intersecção da OWL corresponde a relações UML de subclasse.</p>  <p>As instâncias de C são simultaneamente instâncias de A e B.</p> <p>C é uma subclasse que resulta da intersecção de todas as suas superclasses.</p>
Conjunção entre propriedades	<p><b>Poveda Villalón, 2016:</b></p>  <p>Nas propriedades intersectadas, as duas instâncias são interligadas pelo mesmo par de propriedades, i.e. temos de usar o par P1 e P2 para relacionar X e Z</p>	Não tem		Não tem
Disjunção entre classes	<p><b>owl:disjointWith</b> (para pares de classes)  <b>owl:allDisjointWith</b> (para conjuntos de classes)</p> <p>Classes disjuntas e mutuamente exclusivas: cada instância só pode ser de uma das classes.</p> <p>Não pode haver instâncias que pertençam a ambas as classes relacionadas por esta propriedade.</p> <p>Os conjuntos que representam a extensão de cada classe não partilham os seus membros, são disjuntos (Hebeler, 2009).</p>	 <p>A e B nunca partilham instâncias. X pertence apenas a A.  Se X é A, não pode ser B e vice-versa</p> <p>Não há elementos comuns a A e B (Millsaugh, 2018)</p>	<p>Só no E-R avançado, que o LRM não utiliza</p>	<p><b>Rumbaugh, 1999:</b></p> <p>{disjoint} – restrição na generalização que determina que nenhum elemento pode ter dois filhos; nenhuma instância pode ser instância de dois filhos</p>
Disjunção entre classes	<p><b>disjointClasses</b> (Haasjes, 2019)</p> <p>Para transformar uma classe UML em classe OWL tem de se declarar essa classe como disjunta das restantes, caso contrário as classes ficam relacionadas por generalização (eu: pois todas as classes são disjuntas na UML, excepto as que</p>			<p>Na UML uma instância só pode ter uma classe, exceto se as classes a que pertence estiverem relacionadas por generalização/especialização.</p> <p>As classes são sempre disjuntas, exceto se estiverem relacionadas por generalização (Khan e P orres, 2015)</p>

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
	se relacionam por generalização)(Vo & Hoang, 2020).			Generalisation set disjunto e incomplete (Haasjes, 2019)
Disjunção entre propriedades	<p><b>Poveda Villalón, 2016:</b></p> <p><b>owl:disjointProperty</b> (para pares de prop.)  <b>owl:allDisjointProperty</b> (para conjuntos de prop.)</p>  <p>Propriedades disjuntas e mutuamente exclusivas: um par destas propriedades nunca relaciona o mesmo par de instâncias. Só podemos usar uma das propriedades (P1 ou P2) para relacionar X e P.</p> <p>As propriedades disjuntas não podem ser usadas com o mesmo sujeito e o mesmo predicado (Hebeler, 2009).</p>	Não tem		Não tem
União de classes	<p><b>Poveda Villalón, 2016:</b></p> <p><b>owl:unionOf</b>  +  <b>range/domain para a classe de união</b></p> <p>União de todas as classes a que uma instância pode pertencer</p> <p>Cada instância pode ser de qualquer uma das classes ou de ambas.</p> <p>Os indivíduos da nova classe são instâncias de pelo menos uma das classes (Hebeler, 2009)</p> <p><b>OMG, 2014a:</b></p> <p>owl:unionOf - propriedade que relaciona a classe com a lista de expressões da classe, descrevendo uma classe anónima cuja extensão contém os indivíduos que ocorrem pelo menos numa das classes listadas.</p>	<p>União  <math>A \cup B</math> = conjunto de elementos que estão em A, em B ou em ambos (Millsaugh, 2018)</p>  <p>X pode pertencer a cada uma ou a todas a todas as classes intersectadas</p>	Só no E-R avançado, que o LRM não utiliza	<p><b>OMG, 2014a; Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>A união da OWL corresponde a relações UML de subclasse.</p>  <p>A classe C resulta da união de A e B.</p> <p>Também se pode representar assim (a classe anónima representa a União):</p> 
União de classes	<p>Outras formas de formalizar uma União:</p> <p><b>Haasjes, 2019; Hebeler, 2009:</b></p>			Generalization Set disjunto e completo (Haasjes, 2019)

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
	<p>owl:disjointUnionOf - Generalização disjunta que propicia a definição de uma classe (superclasse) que é a união de um conjunto de classes disjuntas (subclasses).</p> <p>Vantagens:</p> <p>Fecha ou limita a pertença a uma superclasse, que só pode ter como membros as instâncias das subclasses disjuntas</p> <p>Desvantagens:</p> <p>A criação de uma nova subclasse obriga a redefinir a união disjunta, para a incluir.</p>			
União de classes	<b>objectUnionOf</b> (Haasjes, 2019)			Subclasse + helperclass que representa a união
União de propriedades	<p>Poveda Villalón, 2016:</p>  <p>Podemos usar qualquer propriedade do par ou o par para relacionar X e P.</p>	Não tem		Não tem
Transitividade de uma propriedade	<p><b>Poveda Villalón, 2016:</b></p> <p><b>owl:TransitiveProperty</b></p> <p>Define a transitividade da relação estabelecida pela propriedade.</p> <p>O Domain desta propriedade deve corresponder à União do 1º par de classes relacionados e o Range à União do 2º par de classes relacionadas.</p> <p>Um propriedade transitiva não pode ser assimétrica, nem irreflexa (Motik, Patel-Schneider &amp; Parsia, 2012).</p>	A relação do par ordenado {x, y} e do par ordenado {y, z} também existe entre o par ordenado {x, z}		<p>UML não existe a possibilidade de declarar a transitividade <i>ad hoc</i> de uma propriedade. Apenas podemos declarar a transitividade <i>ad hoc</i> através de um estereótipo.</p> <p><b>OMG, 2014a:</b></p> <p>A transitividade de uma propriedade na UML só pode ser expressa através do OCL.</p>
Propriedade inversa	<p><b>owl:inverseOf</b></p> <p>O domain de uma propriedade é o range da outra e vice-versa.</p> <p>Não se aplica a propriedades Datatype, só a Object Properties. Não se aplicam a propriedades simétricas, nem em certos casos de propriedades de relações n-árias.</p>			<p>Associação binária direcionada</p> <p><b>Kiko &amp; Atkinson, 2005:</b></p> <p>A UML não tem associações unidirecionais inversas, tem de se recorrer a relações bidirecionais para combinar duas propriedades inversas, i.e. uma associação com duas terminações opostas.</p>

Constructo	RDFS/OWL	Teoria dos conjuntos	E-R	UML
Propriedade simétrica	<b>owl:SymmetricProperty</b>  O domain de uma propriedade é o range da outra e vice-versa.  Um propriedade transitiva não pode ser assimétrica, nem irreflexa (Motik, Patel-Schneider & Parsia, 2012).	Se a relação do par ordenado $\{x, y\}$ também existe no par ordenado $\{y, z\}$		<b>OMG, 2014a:</b>  A simetria de uma propriedade UML só pode ser expressa através do OCL.
Propriedade recursiva	<b>owl:ReflexiveProperty</b>  Permite relacionar todos os indivíduos consigo próprios. Deixa de ser necessário usar a propriedade, pois está implícita a sua utilização pelo indivíduo consigo mesmo (Hebeler, 2009).  Um propriedade transitiva não pode ser assimétrica, nem irreflexa (Motik, Patel-Schneider & Parsia, 2012).	Relação reflexa  Se a relação se aplica a todos os pares de elementos de um certo conjunto consigo mesmos $\{x, x\}$	Associação recursiva	Relação recursiva
Restrição de valores	<b>rdfs:domain</b> <b>rdfs:range</b>  A especificação do range de uma propriedade tb pode ser feito da seguinte forma: <b>Owl:allValuesFrom</b> <b>Owl:sameValuesFrom</b> <b>Owl:hasValue</b>			Domain Range
Restrição de cardinalidade	<b>owl:minCardinality</b> <b>owl:maxCardinality</b> <b>owl:cardinality-N</b>  Especificam quantas vezes pode uma propriedade ser usada para descrever a instância de uma classe (Hebeler, 2009)		1:1 (1) ou  1:* 0:1  0:* ou 	1:1 (1) 1:* *:* (*) 0:*

## ANEXO B

### LIBRARY REFERENCE MODEL (LRM) - REPRESENTAÇÃO UML

#### Fontes para a representação UML:

RIVA, P. ; LE BOUEF, P ; ZUMER, M. (2017) – IFLA - Library Reference Model: a conceptual model for bibliographic information. Den Haag: IFLA. Disponível em: [https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017\\_rev201712.pdf](https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017_rev201712.pdf).<sup>40</sup>

O LRM formaliza as relações entre classes como associações unidirecionais, com propriedades inversas. Na UML não é, porém, possível representá-las dessa forma, pois esta linguagem não suporta a representação de associações unidirecionais inversas. Por esse motivo, as relações dos modelos-base foram representadas na UML como associações com roles representativos da propriedade e da sua inversa em cada extremidade da relação.

Para a edição dos diagramas de classes e de objetos UML utilizámos a ferramenta BOUML<sup>41</sup>, por se tratar de um *software* gratuito e que é comumente utilizado para fins de académicos e de investigação.

## B1. ENTIDADES

As entidades principais LRM são as que correspondem aos objetos de interesse para os utilizadores de sistemas de informação bibliográfica:

- dados bibliográficos (Work, Expression e Manifestation);
- existências (*Item*);
- autoridades (Agent, Place e Time).

Para além destas, existem as classes Res e Nomen.

#### Entidades WEMI (Work, Expression, Manifestation e *Item*)

As entidades Work e Expression refletem o conteúdo intelectual ou artístico de um recurso:

- ✓ Work E2 (*Obra*)  
Entidade abstracta.

Existe na coincidência de conteúdo comum às diversas Expressões da *Obra*.

*Exemplo: Os Lusíadas*

- ✓ Expression E3 (*Expressão*)

Realização intelectual ou artística de uma *Obra* através de palavras, frases, notas

---

<sup>40</sup> A versão OWL do LRM (ontologia LRMer, de Agosto de 2020) não foi considerada no desenvolvimento do MR, apenas na criação da OR, por ser posterior à criação do Modelo.

<sup>41</sup> <https://www.bouml.fr/>

musicais, etc... Não inclui o formato físico.

*Exemplos: o texto original dos Lusíadas em Português, a tradução inglesa dos Lusíadas*

As entidades *Manifestation* e *Item* refletem a forma física do recurso, pelo que envolvem sempre um processo de produção:

✓ *Manifestation* E4 (*Manifestação*)

Materialização física de uma *Expressão* de uma *Obra*.

Representa todos os objetos físicos (Items) que têm as mesmas características relativamente ao conteúdo intelectual e/ou ao formato físico.

Sempre que o processo de produção envolve mudança de conteúdo (por exemplo, modificação de texto) ou de formato físico (por exemplo, nova paginação), temos uma manifestação.

*Exemplos: A primeira edição dos Lusíadas publicada em 1572 por António Gonçalves em Lisboa.*

✓ *Item* E5 (*Item*)

Unidade individual de uma manifestação, entidade concreta, objeto físico individual.

*Exemplo: O exemplar da primeira edição dos Lusíadas existente na Biblioteca Nacional (cota CAM. 2 P)*

## B2. ATRIBUTOS

Nenhum dos atributos LRM é obrigatório e os atributos apresentados para cada entidade não são exaustivos.

O LRM prevê a hierarquia entre atributos apenas no caso do atributo “Category” que pode ser subtyped para as subclasses de RES.

## B3. RELAÇÕES

Cada relação LRM tem uma relação inversa (recíproca), em que o “range” da relação direta passa a ser o “domain” da inversa e o “domain” da relação direta passa a ser o “range” da inversa. A relação inversa é referenciada pelo nº da relação directa mais o sufixo “i”.

O LRM prevê hierarquia apenas nas relações de Res com as suas subclasses e de Agent com as suas subclasses.



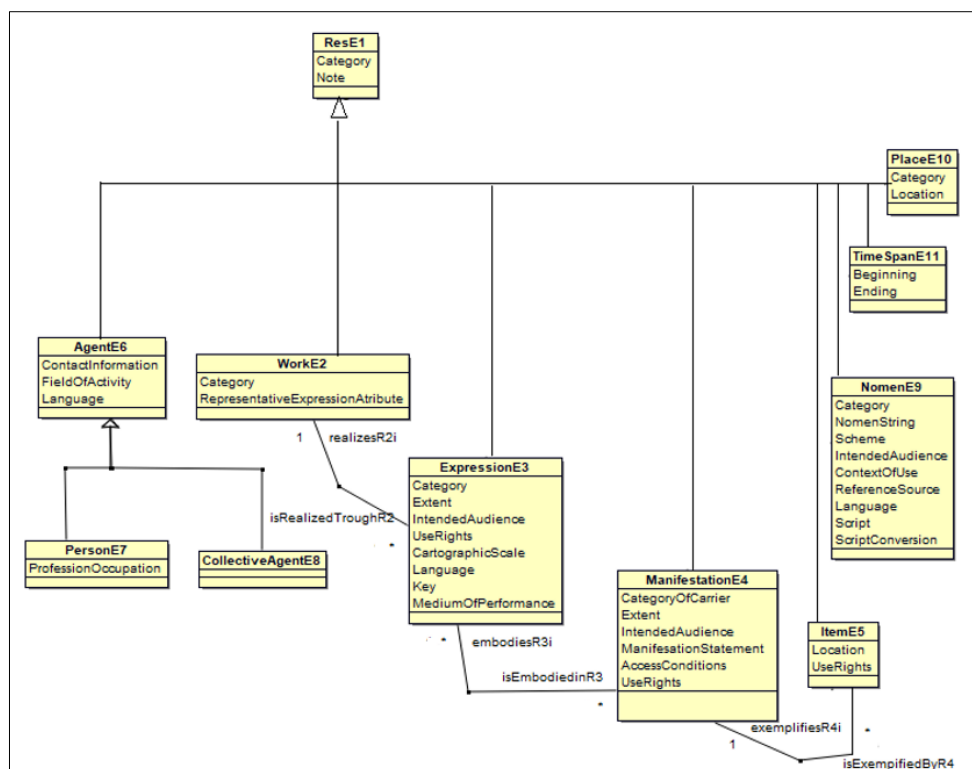


Figura B1 – Hierarquias e relações WEMI

### B3.1. Hierarquia entre entidades

Todas as entidades LRM são subclasses da entidade Res. Existe disjunção entre as classes que não estejam ligadas por hierarquia, i.e. entre:

- Work, Expression, Manifestation e *Item* (WEMI)
- WEMI, Agent, Nomen, Pace e Time
- Collective Agent e Person

### B3.2 Relações WEMI:

- R2: WorkE2 isRealizedThrough ExpressionE3

Uma Work pode ser realizada por uma ou mais Expressions.

Uma Expression tem de realizar uma, e uma só, Work.

A relação inversa (R2i) (Expression “realizes” Work) serve para “irmanar” as várias Expressions de uma mesma Work.

Não existe uma Work sem que exista pelo menos uma Expression.

- R3: ExpressionE3 isEmbodiedIn ManifestationR4

Uma Expression pode materializar-se numa ou mais Manifestations.

Uma Manifestation pode materializar múltiplas Expressions

A relação inversa Manifestation “embodies” Expression (R3i) serve para “irmanar” as várias Manifestations de uma mesma Expressions.

Esta é a única relação muito-para-muitos nas relações WEMI.

Não existe uma Expression sem que exista pelo menos uma Manifestation.

- R4: ManifestationE4 isExemplifiedBy ItemE5

Uma Manifestation pode ser exemplificada por um ou mais Items.

Um *Item* deve exemplificar uma, e apenas uma, Manifestation.

Não pode existir um *Item* sem Manifestation.

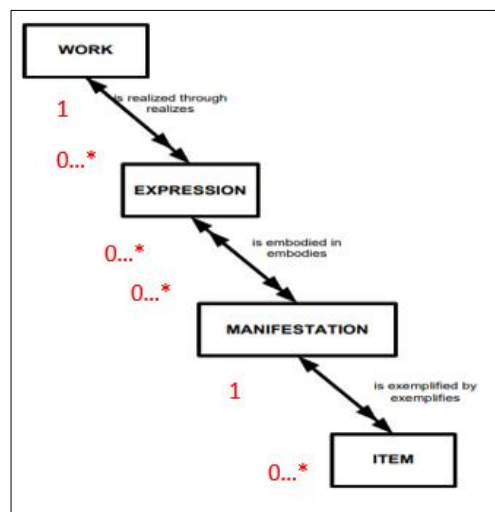


Figura B2 - Relações WEMI (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) – cardinalidades a vermelho acrescentadas por nós

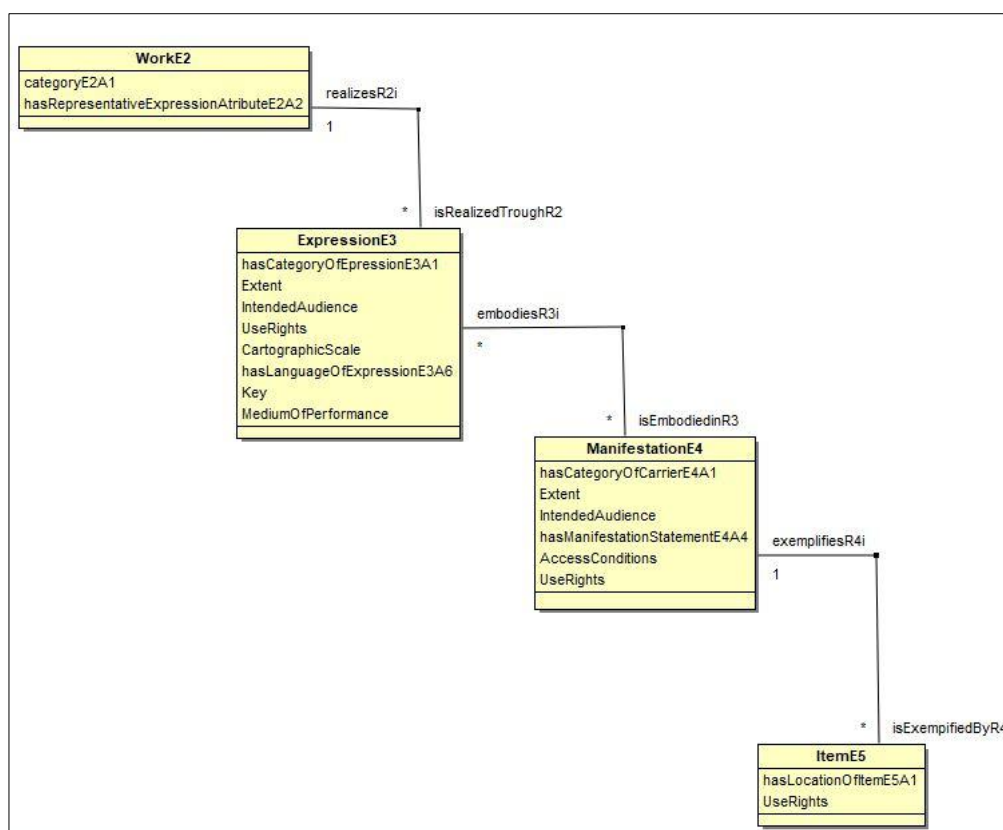


Figura B3 - Relações WEMI LRM

### B3.3 Relações de Assunto

As relações de assunto Work/Agent, Work/Expression, Work/Tempo e Work/Local que existiam no FRBR, desapareceram no LRM, tendo sido substituídas pela relação Work “hasAsSubject” Res (R12), que liga uma obra aos seus assuntos.

Como todas as entidades LRM são subclasses de Res, uma Work pode ter como assunto qualquer uma das entidades do modelo.

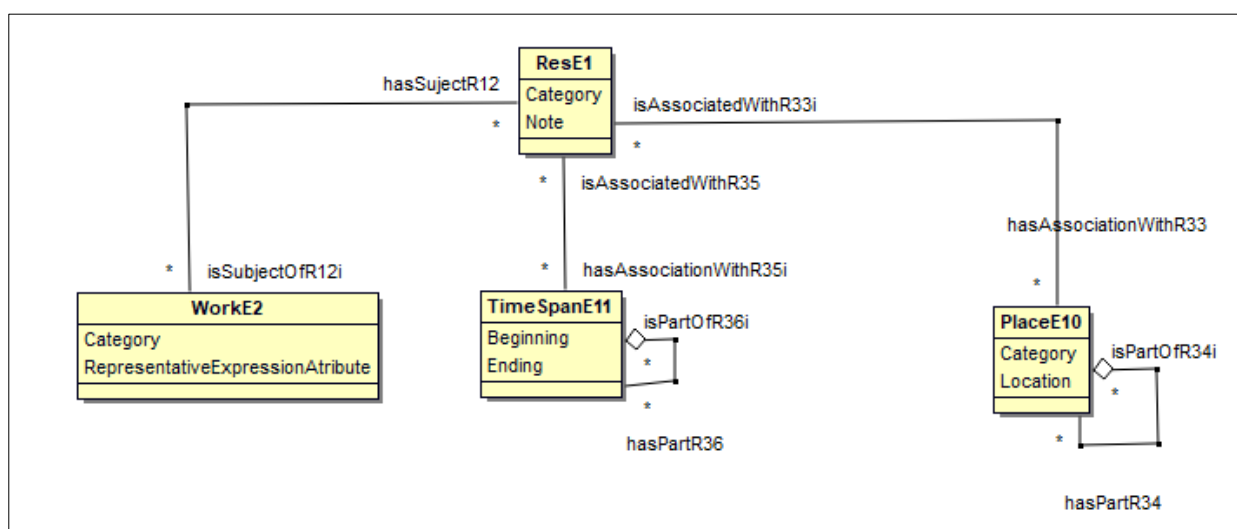


Figura B4 – Relações de assunto e de espaço/tempo

### B3.4 Relações de espaço e de tempo

A relação Res com as entidades Time-span e Place não é uma relação de assunto, que se expressa através da relação R12 e do mecanismo da hierarquia acima referenciados.

A relação R33, Res “hadAssociationWith” Place, liga uma entidade a um espaço geográfico, por exemplo ao local de publicação de uma obra ou de nascimento de um autor.

A relação R35, Res “hasAssociationWith” Time-span, liga uma entidade a um período temporal, por exemplo a data de publicação de uma manifestação ou a data de nascimento de um autor.

### B3.5 Relações de entidades RES e WEMI consigo mesmas

A relação Res-Res (R1) é a relação de topo, a mais geral.

As relações “todo-parte” nas entidades WEM, em que uma é componente da outra, são configuradas na UML como agregações: R18 (relação todo-parte entre Obras, por exemplo: um volume de uma trilogia), R23 (relação todo-parte entre expressões, por exemplo: o registo áudio de “O Inferno” lido por J.A. é parte do registo áudio da “Divina Comédia”, lido por L.M.) e R26 (relação todo-parte entre manifestações, por exemplo: vol. 5 da 2ª edição da obra x, publicada em y). São todas relações *\*...\**, o que significa que cada parte pode integrar mais do que um conjunto.

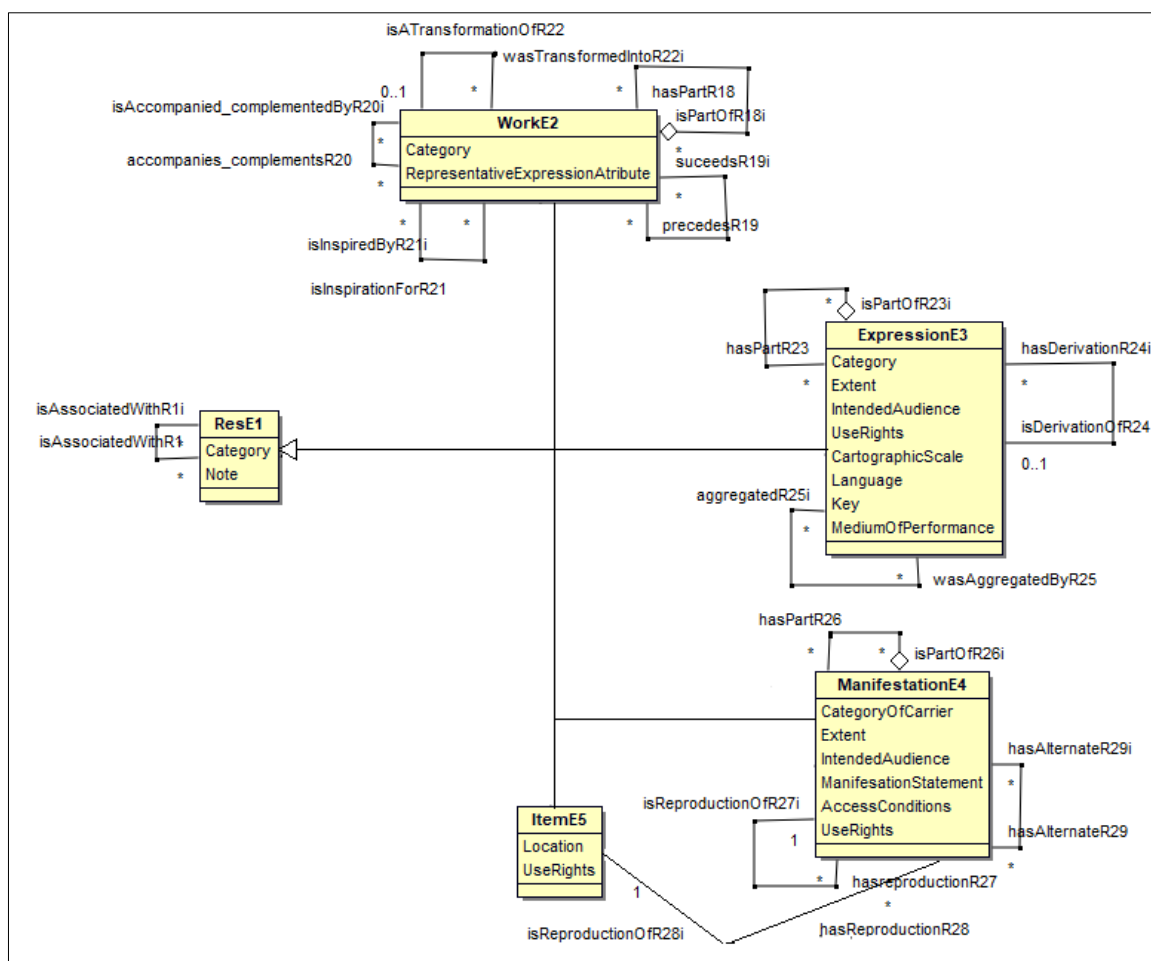


Figura B5 - Relações de entidades consigo mesmas e de reprodução

Há outras relações das entidades WE consigo mesmas que não são agregações todo-parte, sendo antes relações que expressam a derivação ou transformação:

- R22 isATransformationOf (Work) – Relaciona duas obras diferentes
- R24 isDerivationOf (Expression) – Relaciona duas expressões de uma mesma obra. Pode corresponder a uma tradução fiel, adaptação ou arranjo.

### **B3.6 Relação de Agregação R25**

Não se trata de uma agregação do tipo todo-parte, mas sim de uma relação que indica que determinada *Expressão* foi escolhida para ser uma *AggratedExpression*, de modo a poder ser corporizada em conjunto com outras *Expressions* numa *AggregateManifestation* (v. parte final deste documento “Casos Especiais: Aggregates”).

Esta relação é um atalho para as relações referenciadas na parte final deste ANEXO “Casos Especiais: Aggregates”.

### **B3.7 Publicação digital e Reprodução (R27 e R28)**

Uma publicação digital corresponde à duplicação do conteúdo de uma manifestação (R27). Não se fabrica um item, faz-se uma manifestação (ficheiros digitais) que se destina a distribuição digital.

Um item pode ser uma fonte para uma reprodução (relação R28).

## **B4. RELAÇÕES DE RESPONSABILIDADE**

As relações de responsabilidade entre entidades WEMI e Agente referem-se ao processo de criação, produção, distribuição, pertença ou modificação. São todas \*...\*.

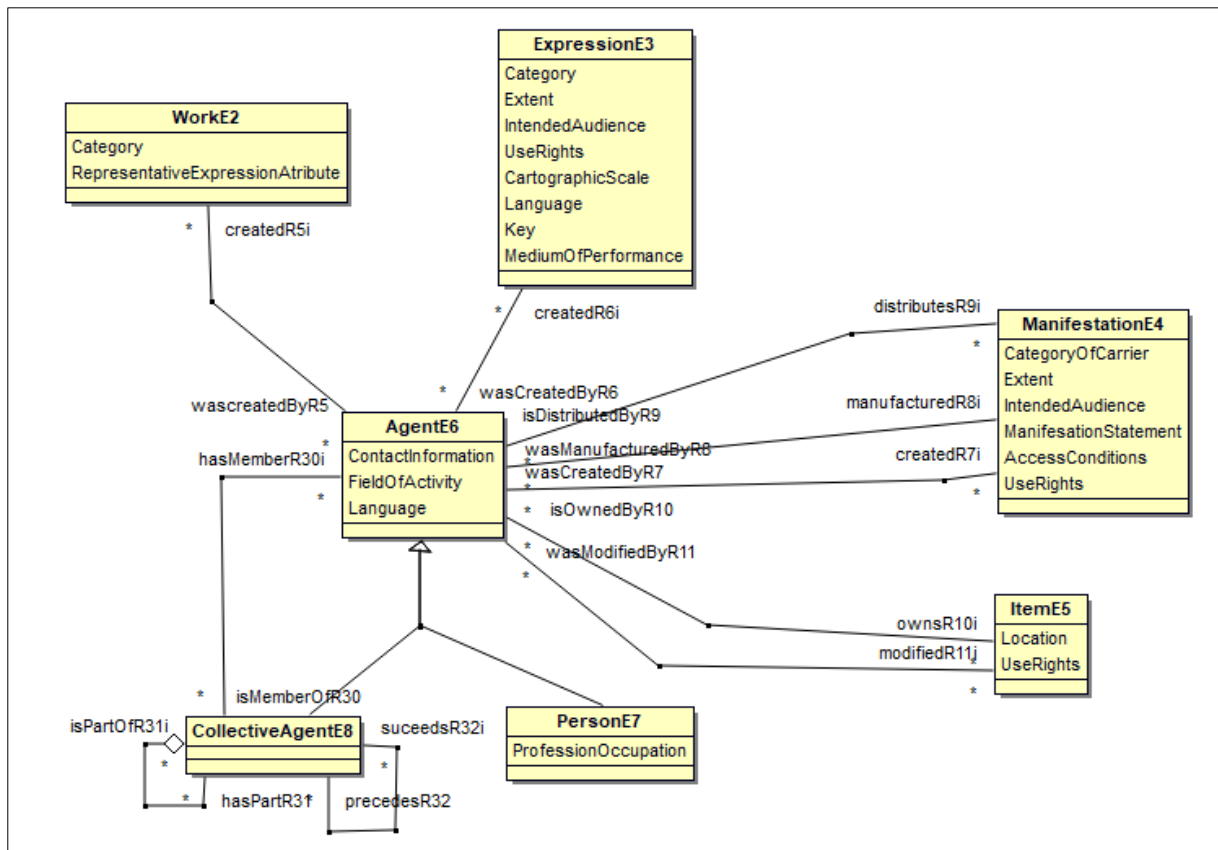


Figura B6 - Relações de responsabilidade

A entidade Person E7 não aparece em nenhuma relação no LRM, todas as relações que usam a entidade Person têm de recorrer ao mecanismo de hierarquia de entidade.

## B5. NOMEN

A entidade Nomen E9 é uma associação entre uma instância de uma entidade e a designação que a refere. Corresponde a uma reificação de uma relação entre uma instância de Res e uma string. A string não é instância de Nomen, é um valor do atributo “NomenString”.

*Exemplos de Nomens: Títulos de obras, nomes de autores, nomes de assuntos, identificadores...*<sup>42</sup>

<sup>42</sup> O LRM não define estes Nomens como atributos, deixando essa especificação para os implementadores

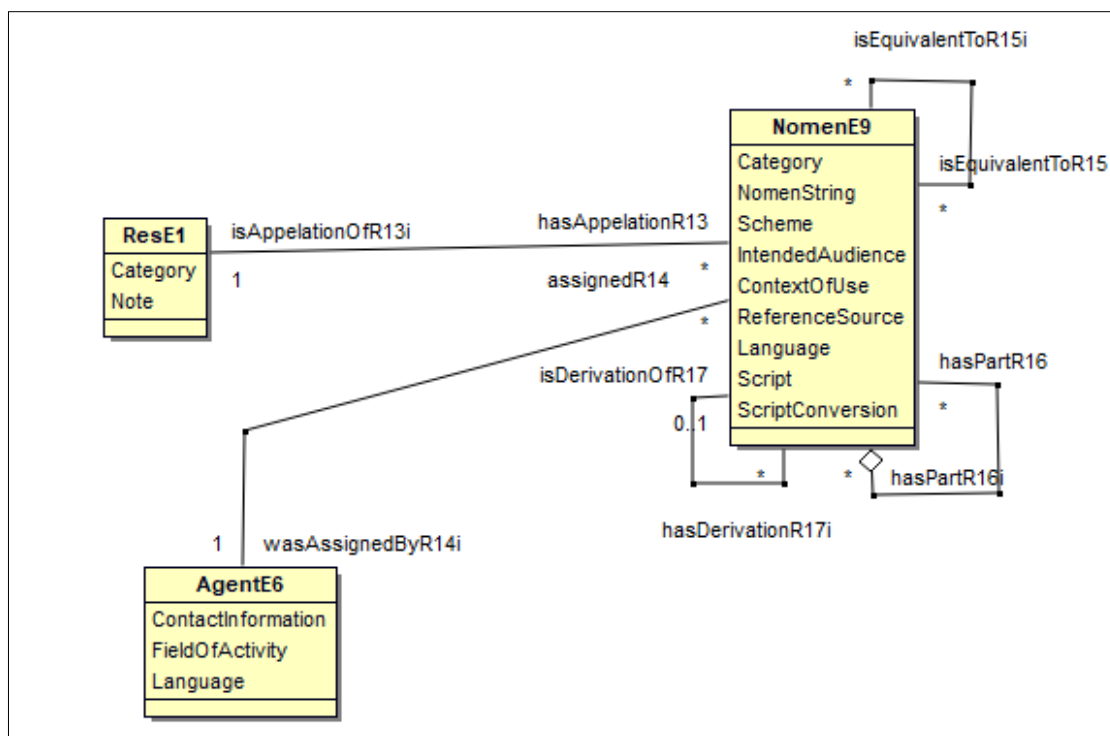


Figura B7 - Nomen

## Relações de Nomen

### R13: ResE1 hasAppellation NomenE9

Relação que liga uma entidade a sinais ou símbolos através dos quais essa entidade é referenciada em determinado esquema ou contexto. Qualquer entidade do universo bibliográfico pode ser conhecida por 1 ou mais Nomens.

Cada Nomen tem apenas uma entidade e cada entidade tem “0...\*” instância de Nomen, estas cardinalidades decorrem do modelo E-R. Cada Nomen pode ter a mesma “nomenstring” de outro Nomen, mas cada instância de Nomen só pode estar associada a uma única entidade (Maxwell, 2019).

### R16: ResE1 haspart ResE1

Agregação ou relação todo-parte que permite representar nomes compostos, por exemplo “Shakespeare” é parte de “William Shakespeare”. Os Nomens podem ter partes que são elas próprias Nomens.

## B6. ATALHOS E “PATHS”

Um **Path** é uma forma de relacionar duas relações simples, criando uma relação composta ou “multi-step”. Este mecanismo permite utilizar as relações simples LRM como blocos de construção de relações compostas nas implementações do modelo.

Um **Atalho** é um Path a que é preciso recorrer com muita frequência e que, por isso, é implementado como relação simples, tornando implícitas as relações intermédias do Path.

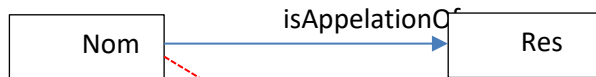
Exemplos de Atalhos no LRM:

R25 – Expression “aggregated” Expression (v. já referido neste documento)

R15 – Nomen “isEquivalentTo” Nomen

R15 = R13i + R 13

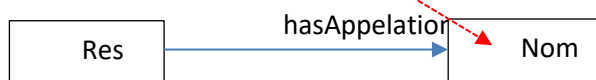
R13i



+

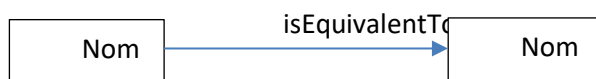
Path

R13



=

R15



## B6. Agregação bibliográfica

Há agregações especiais que resultam de uma relação Expression/Manifestation, em que uma *Manifestação* corporiza múltiplas Expressões.

É neste contexto que surgem os seguintes tipos especiais de *Manifestação* denominadas por AggregateManifestation:

- **Coleções**  
Conjuntos de múltiplas expressões publicadas em conjunto numa mesma manifestação (exemplo: revista com artigos, livro com capítulos independentes, antologias)
- **Suplementação**  
Uma expressão é suplementada com material adicional que não fazia parte da obra original, por exemplo prefácios, ilustrações, etc...
- **Expressões paralelas**  
Múltiplas expressões paralelas da mesma obra numa única manifestação (exemplo: publicações oficiais multilingues).

Estas AggregateManifestations são também uma *Obra* (AggregatingWork), que representa o esforço intelectual de agregar Expressões. Esta obra AggregatingWork não existe antes do processo



de criação da AggregateManifestation, surge durante o processo de combinação das Expressions e não se confunde com essas expressões nem com as Works (TheWorks) que elas representam. Não há uma relação todo-parte entre a AgregatingWork e as obras agregadas (TheWorks).

A essência da AgregatingWork é a selecção e os critérios de apresentação, essa é que é a parte criativa. A AggregateManifestation materializa, assim, as expressões do conjunto (lado esquerdo do diagrama) e as expressões da AgregatingWork (lado direito do diagrama). O LRM não obriga a descrever o lado direito deste diagrama (p. 94 do LRM):<sup>43</sup>

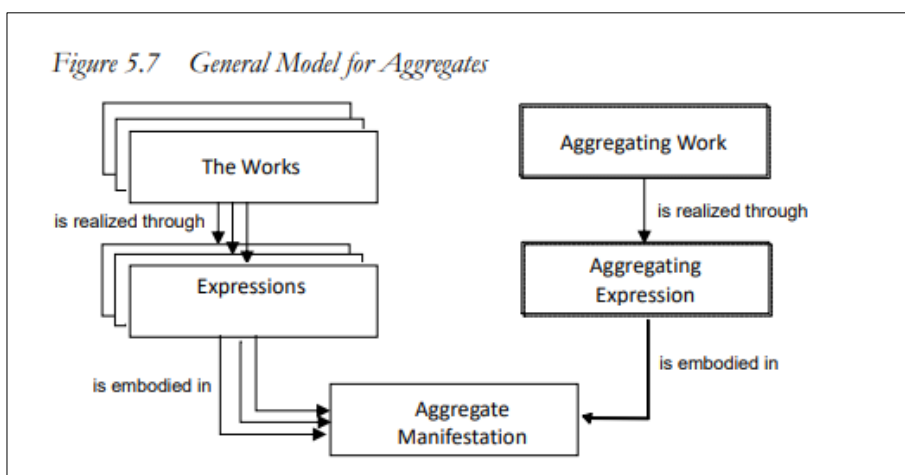


Figura B8 – Modelo Geral para Agregados (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)

<sup>43</sup> Não se representou este diagrama na UML, criando as entidades AggregateManifestation e AgregatingWorks como entidades novas, pois no LRM estas entidades não surgem expressas formalmente e a relação foi transformada em “atalho” na R25 (Expression “wasAggregatedby” Expression).



## ANEXO C

### RESOURCE DESCRIPTION AND ACCESS (RDA) - REPRESENTAÇÃO UML

#### Fontes utilizadas para a representação UML<sup>44</sup>:

RDA Registry (RSC, 2021a), versão 4.0.4 de 11.3.2021;

RDA ToolKit (RSC, 2021b), versão de Abril de 2021.

Vocabulários RDA também disponíveis em <http://github.com/RDARegistry/RDA-vocabularies>.

Os diagramas de classes UML foram criados a partir dos ficheiros OWL e CSV da versão 4.04 do RDA Registry (RSC, 2021a), que contém representações dos elementos RDA que estão conformes o modelo LRM e os princípios de dados ligados, da Web Semântica.

O RDA formaliza as relações entre classes como associações unidirecionais, com propriedades inversas, na UML não é, porém, possível representá-las dessa forma, pois esta linguagem não suporta a representação de associações unidirecionais inversas. Por esse motivo, as relações dos modelos-base foram representadas na UML como associações com roles representativos da propriedade e da sua inversa em cada extremidade da relação.

Para a edição dos diagramas de classes e de objetos UML utilizámos a ferramenta BOUML<sup>45</sup>, por se tratar de um *software* gratuito e que é comumente utilizado para fins de académicos e de investigação.

#### Conjuntos de elementos e convenções utilizadas

Não existe uma ontologia única RDA, mas uma ontologia para as classes e, para cada classe, três tipos de ontologias de propriedades<sup>46</sup>:

- “Annotation Properties”: não especificam restrições domain/range  
*Namespace*: rdan (exemplo: rdaw)
- “ObjectProperties”: especificam relações domain/range entre as propriedades e as classes.  
*Namespace*: rdano (exemplo: rdawo)
- “DataTypeProperties”: especificam valores literais e relações domain entre as propriedades e as classes.

<sup>44</sup> As versões utilizadas no desenvolvimento da Ontologia de Referência (v. Anexo K) são posteriores às consideradas na representação UML, por se ter realizado em momento posterior.

<sup>45</sup> <https://www.bouml.fr/>

<sup>46</sup> Há propriedades do tipo “Annotation” que não se repetem nas outras duas tipologias, mas todas as propriedades do tipo Object, são comuns a DataType e a Annotation. Ou seja, a propriedade do tipo Object especifica um domain e um range para a propriedade do tipo Annotation, pelo que é a primeira é uma subpropriedade da segunda. O mesmo sucede com as propriedades Datatype, mas nesse caso a subclasse apenas especifica o domain.

*Namespace:* rdand (exemplo: rdawd)

Apenas considerámos as propriedades do tipo “Object”, pois são as que nos permitem relacionar as classes representadas e porque, em modelos de referência, não representamos atributos com valores literais.

Para representar as propriedades que expressam relações de determinada classe, tem de se considerar:

- As propriedades do tipo “Object” dessa classe, em que a mesma é “domain”
- As propriedades do tipo “Object” das outras classes, em que a classe é “range”
- As classes.

Ou seja, para representar todas as associações de uma classe é preciso recorrer a, pelo menos, 3 conjuntos de elementos diferentes: o conjunto da própria classe, o conjunto das propriedades em que a classe é domain e o conjunto das propriedades em que a classe é range.<sup>47</sup>

Foram consideradas os seguintes conjuntos de elementos RDA:

- O conjunto de elementos relativos a **classes** que representam:
  - a “super entidade” RDA Entity
  - as entidades WEMI - Work, Expression, Manifestation, *Item* – e Person que correspondem ao modelo IFLA Library Reference Model (LRM)
  - Agent, Collective Agent
  - Nomen
  - TimeSpan
  - Place

*Namespace:* rdac - <http://rdaregistry.info/Elements/c>

- Os conjuntos de propriedades do tipo “Object” para cada classe RDA (Constrained RDA):
  - RDA Entity  
*Namespace:* rdaxo - <http://www.rdaregistry.info/Elements/x/object>
  - Work  
*Namespace:* rdawo - <http://www.rdaregistry.info/Elements/w/object>
  - Expression  
*Namespace:* rdaeo - <http://www.rdaregistry.info/Elements/e/object>
  - Manifestation  
*Namespace:* rdamo - <http://www.rdaregistry.info/Elements/m/object>
  - *Item*  
*Namespace:* rdaio - <http://www.rdaregistry.info/Elements/i/object>
  - Agent

---

<sup>47</sup> Foi por este motivo que não foi possível recorrer à ferramenta OWLGred para gerar UML (não permite conjugar mais do que uma ontologia). Por outro lado, o OWLGred faz diagramas mas não são diagramas de classes UML.

Namespace: rdaao - <http://www.rdaregistry.info/Elements/a/object>

- Place

Namespace: rdapo - <http://www.rdaregistry.info/Elements/p/object>

- Timespan

Namespace: rdaio - <http://www.rdaregistry.info/Elements/t/object>

- Nomen

Namespace: rdaio - <http://www.rdaregistry.info/Elements/n/object>

Para além deste conjunto de propriedades ligadas (“constrained”) a uma só classe RDA, existe um conjunto de propriedades “unconstrained”<sup>48</sup>, que se aplicam a qualquer classe RDA e cuja semântica à independente do LRM, mas que não considerámos nesta representação UML do RDA.

As classes e propriedades são identificadas apenas por um número antecidas de C ou P, pelo que nos diagramas de classe lhes adicionei o nome que consta da propriedade label (inglês) e, no caso das propriedades, um sufixo identificativo da classe que têm como domain.

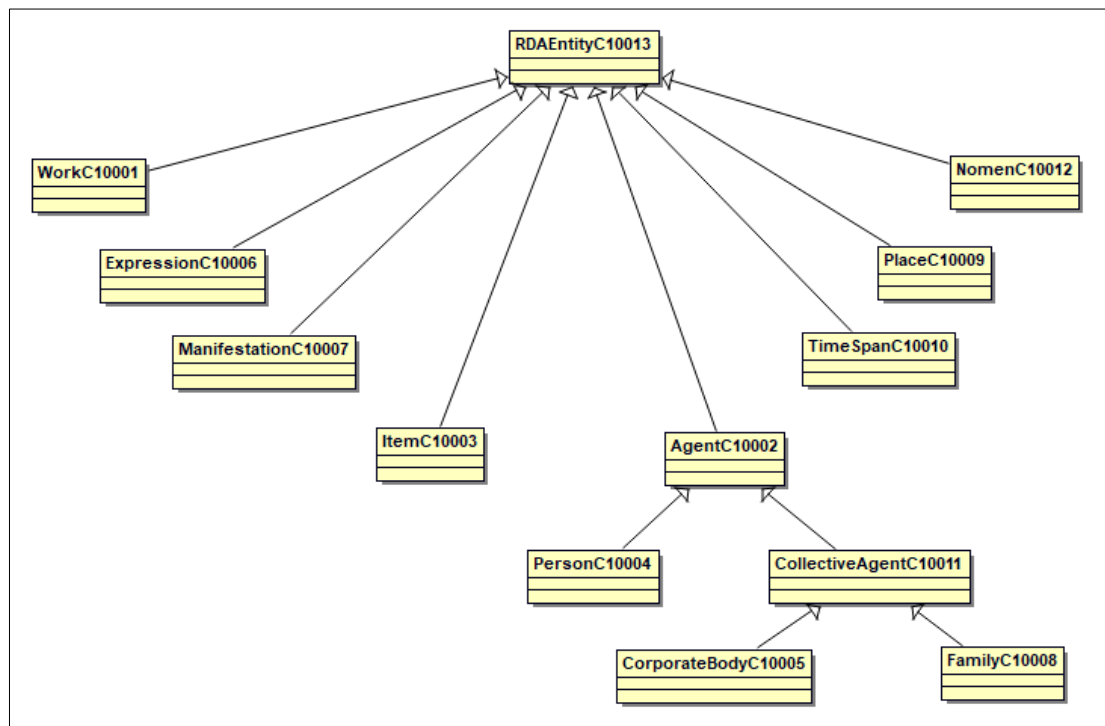
*Exemplo:* hasRelatedEntityOfWorkP10307W.

Nos diagramas de classes UML não foram representadas as relações de subpropriedade.

## C1. Entidades

Todas as classes RDA têm uma relação de generalização com a classe de topo RDAEntity C10013.

As entidades WEMI estão ao mesmo nível que as restantes, não pertencendo a nenhum grupo ou hierarquia.



<sup>48</sup> <http://www.rdaregistry.info/Elements/u>

### **RDAEntity C10013**

A classe RDAEntity C10013 é uma classe abstrata de objetos conceptuais fundamentais no universo de discurso que interessa aos utilizadores de metadados RDA em sistemas de descoberta de recursos.

Todas as classes RDA são subpropriedades de RDAEntity C10013. Para além desta relação de generalização há outras associações entre RDAEntity C10013 e as restantes entidades, mas serão abordadas a propósito de cada classe em concreto.

### **Entidades WEMI**

Não existe relação de hierarquia entre as WEMI, nem estão agrupadas de outra forma.

- **Work C10001** – Criação intelectual ou artística distinta. Conteúdo intelectual e artístico, *obra* enquanto entidade abstracta
- **Expression C10006** – Realização artística ou intelectual de uma obra, na forma de notação alfanumérica, musical, coreográfica, som, imagem, objeto, movimento, etc., ou por qualquer combinação dessas formas.
- **Manifestation C10007** – Materialização física de uma expressão de uma obra.
- **Item C10003** – Exemplar individual ou instância de uma manifestação, entidade concreta.

### **Agent C10002**

A classe Agent C10002 corresponde a uma entidade capaz de agir deliberadamente, que pode ser titular de direitos e responsabilizado pelas suas ações.

Tem duas subclasses:

- **Person C10004**  
Ser humano real ou que se presume ter existido.
- **CollectiveAgent C10011**  
Organização de duas ou mais pessoas, com determinado nome e capacidade de agir como unidade.

Tem duas subclasses:

- **CorporateBody C10005**
- **Family C10008** – Duas ou mais pessoas relacionadas por nascimento, casamento, adopção, união civil ou por outro tipo de relações familiares.

### **Nomen C10012**

A classe Nomen C10012 corresponde à designação de qualquer entidade RDA, exceto Nomen C10012. Compreende um nome, um título, um ponto de acesso ou um identificador.

### **TimeSpan C10010**

A classe TimeSpan C10010 representa um período finito de tempo.

### Place C10009

A classe Place C10009 representa determinada extensão de espaço.

## C2. Relações

As ontologias RDA não especificam restrições de cardinalidade, deixando essa informação para os perfis de aplicação, pelo que não as utilizei em UML.

### C2.1. Relações primárias WEMI

Estas relações não repetem as relações de RDAEntity com as WEMI (v. ponto 2.2.1.1), pois essas relações têm RDAEntity como Domain, não sendo por isso herdadas pelas WEMI, enquanto subclasses de RDAEntity.

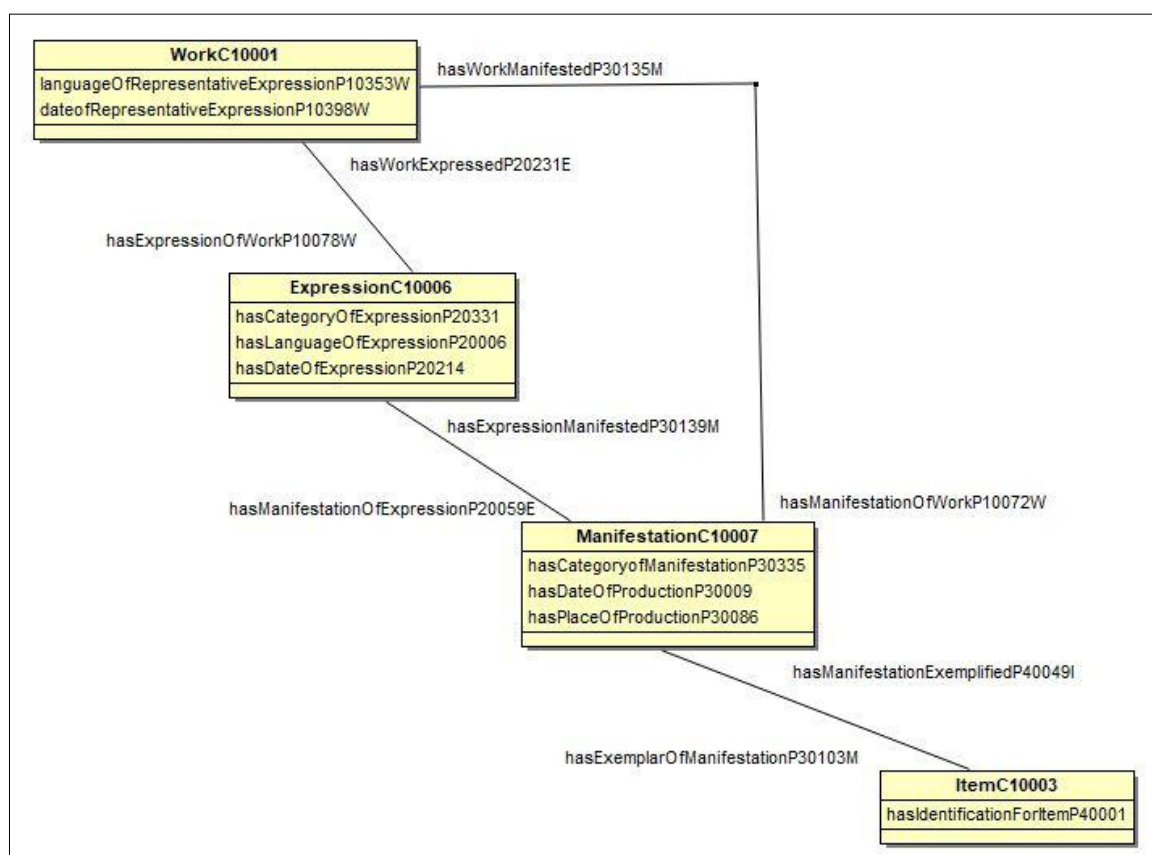


Figura C2 - Relações simples WEMI

### Relações de Work C10001 com WEMI

As relações primárias de Work C10001 com as outras WEMI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P10078W - has expression of work (W-E)

- P10072W - has manifestation of work (W-M)

### Relações de Expression C10006 com EMI

As relações primárias de Expression C10006 com as outras EMI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P20059M – has manifestation of expression (E-M)

Não se elencam aqui as associações com entidades referidas anteriormente (Work), pois são propriedades inversas das que foram já acima referenciadas.

### Relações de Manifestation C10007 com MI

As relações primárias de Manifestation C10007 com as outras MI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P30103M - has exemplar of manifestation (MI)

Não se elencam aqui as associações com entidades referidas anteriormente (Work e Expression), pois são propriedades inversas das que foram já acima referenciadas.

## C2.2 Relações bibliográficas complementares

### Relações gerais entre RDAEntity e WEMI

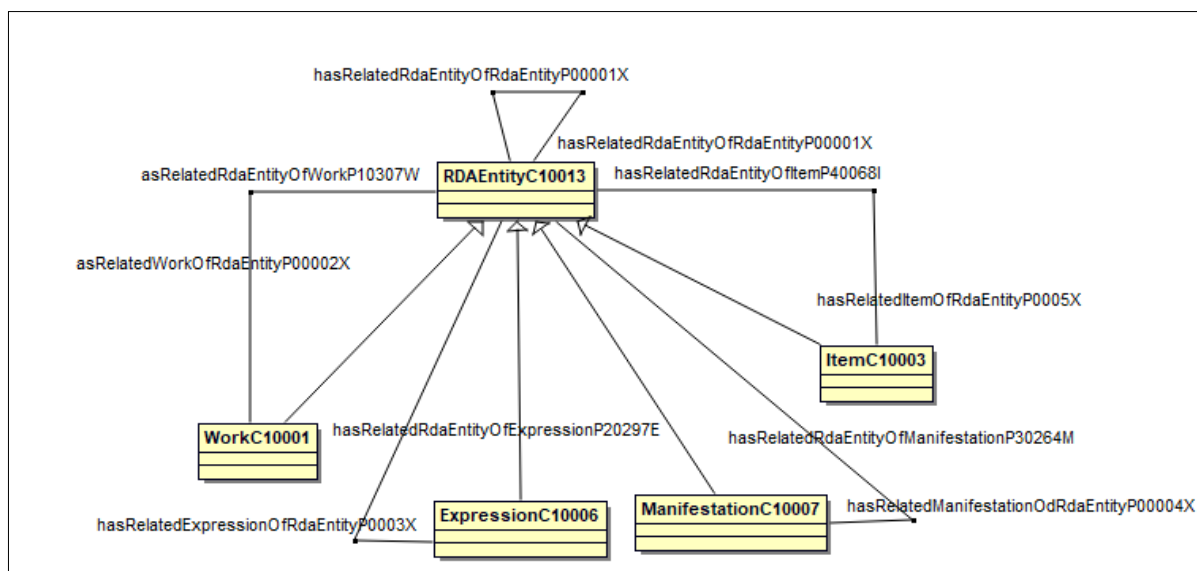


Figura C3 - Relacoes RDA Entity/WEMI

P00001X “has related entity of RDA Entity” tem as seguintes subpropriedades:

a) Com domínio C10013 Entity:

- P00002X – has related work of RDA entity



- P00003X – has related expression of RDA entity - com as subpropriedades:
  - P10308W - has related expression of work
  - P20205E - has related expression of expression
  - P30266M - has related expression of manifestation
  - P40070I - has related expression of item
- P00004X - has related manifestation of RDA entity – com as subpropriedades:
  - P10309W - has related manifestation of work
  - P20299E - has related manifestation of expression
  - P30048M - has related manifestation of manifestation
  - P40071I - has related manifestation of item
- P00005X - has related item of RDA entity – com as subpropriedades:
  - P10310W - has related item of work
  - P20300E - has related item of expression
  - P30140M - has related item of manifestation
  - P40046I - has related item of item

b) Com domínio WEMI:

- P10307W - has related entity of work
- P10308W - has related expression of work
- P20297E - has related RDA entity of expression
- P30264M - has related RDA entity of manifestation
- P40068I - has related RDA entity of item

Analisei as subpropriedades de todas estas propriedades, as únicas que têm subpropriedades são as que se seguem. Cada propriedade só tem subpropriedades com o mesmo domínio que ela própria (ao contrário do que sucede com C10013 Entity – v. ponto acima)

### **Propriedades de C10001 Work**

P10198W “has related work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10020W - has sequel work
- P10228W - is modified by variation as work
- P10198W - has related work of work
- P10336W - has transformation
- P10192W - is augmentation of work
- P10295W - is commemoration of
- P10103W - is complemented by work
- P10291W - is inspiration for
- P10019W - is part of work
- P10264W - is subject work of

### **Propiedades de C10006 Expression**

P20298E “has related work” tem as seguintes subpropiedades:

- P20231E - has work expressed
- P20268E - is subject expression of

P20299E “has related manifestation” tem as seguintes subpropiedades:

- P20059E - has manifestation of expression

P20205E “has related expression” tem as seguintes subpropiedades:

- P20319E - aggregates
- P20203E - has derivative expression
- P20145E - has part expression
- P20192E - is augmentation of expression
- P20100E - is complemented by expression
- P20154E - is preceded by expression

### **Propiedades de C10007 Manifestation**

P30265M “has related work” tem as seguintes subpropiedades:

- P30334M - is source consulted of
- P30253M - is subject manifestation of
- P30135M - has work manifested
- P30310M - has binding of manifestation

P30266M “has related expression” tem as seguintes subpropiedades:

- P30139M - has expression manifested

P30048M “has related manifestation” tem as seguintes subpropiedades:

- P30033M - has part manifestation
- P30020M - is part of manifestation
- P30027M - is accompanied by manifestation
- P30024M - has equivalent manifestation

P30140M “has related item” tem as seguintes subpropiedades:

- P30103M - has exemplar
- P30303M - is reproduction of item

### **Propiedades de C10003 Item**

P40071I “has related manifestation” tem as seguintes subpropiedades:

- P40049I - has manifestation exemplified
- P40092I - is reproduced as item

P40046I “has related item” tem as seguintes subpropiedades:

- P40034I - is container of item
- P40031I - has equivalent item
- P40009I - is contained in item
- P40029I - is accompanied by (item)
  - P10155W “is adapted as work”
  - P10148W - has derivative work
  - P10099W - is free translation of work
- P20141E “is translation of”
  - P20078E - is dubbed version of
  - P20204E - is based on expression

### Relações gerais entre WEMI

As relações gerais entre WEMI distinguem-se das relações primárias pois não expressam relações de “realização”, “materialização” ou “exemplificação”. Limitam-se a expressar uma relação geral, i.e. sem a semântica específica da denominada “cadeia WEMI”.

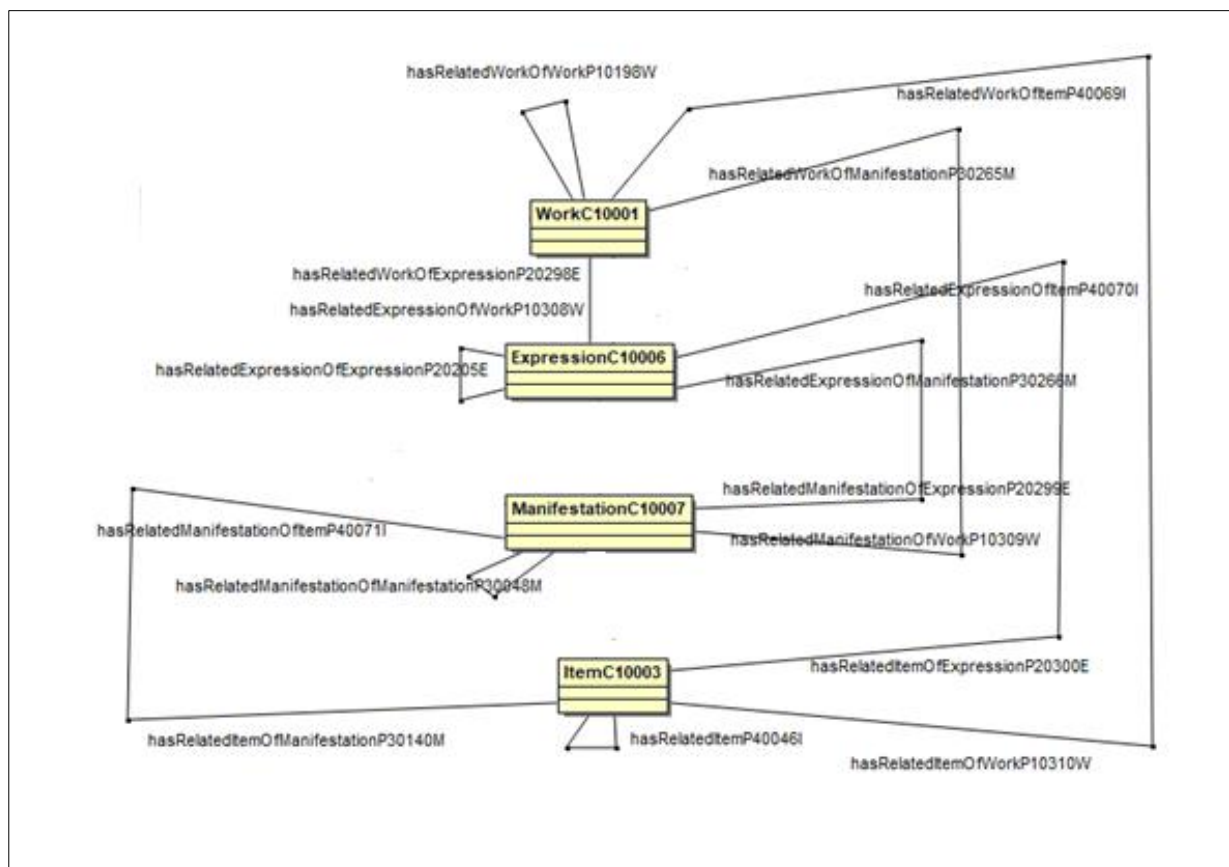


Figura C4 - Relações gerais WEMI

### **Relações de Work C10001**

As relações gerais (i.e. não primárias) de Work C10001 com as outras WEMI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P10198W – has related work of work (w-w)
- P10308W - has related expression of work (W-E)
- P10309W – has related manifestation (W-M)
- P10310W – has related item (W-I)

### **Relações de Expression C10006**

As relações gerais (i.e. não primárias) de Expression C10006 com as outras EMI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P20205E - has expression of expression (E-E) - que tem as seguintes subpropriedades:
  - P20319E – “aggregates” – v. relações de agregação
  - P20100E – “is complemented by expression” – v. relações de acompanhamento
- P20299E - has related manifestation of expression (E-M)
- P20300E - has related item of expression (E-I)

Não se elencam aqui as associações com entidades referidas anteriormente (Work), pois são propriedades inversas das que foram já acima referenciadas.

### **Relações de Manifestation C10007**

As relações gerais (i.e. não primárias) de Manifestation C10007 com as outras MI expressam-se pelas seguintes propriedades:

- P30140M - has related item of manifestation (MI)

Não se elencam aqui as associações com entidades referidas anteriormente (Work e Expression), pois são propriedades inversas das que foram já acima referenciadas.

### **Relações de *Item* C10003 com I**

As relações gerais (i.e. não primárias) de *Item* C10003 com *Item* expressa-se pela seguinte propriedade:

- P40046I - has related item of item (II)

## **C2.2.1 Relações descritivas**

### **Relações de assunto**

As propriedades de assunto que têm a classe RDA Entity C10013 como domínio são as seguintes:

- P00014X - is subject RDA entity of – que tem como supropriedades:
  - P00024X - is RDA entity critiqued in

- P00027X - is RDA entity reviewed
- P00025X - is RDA entity described in
- P00026X - is RDA entity evaluated in

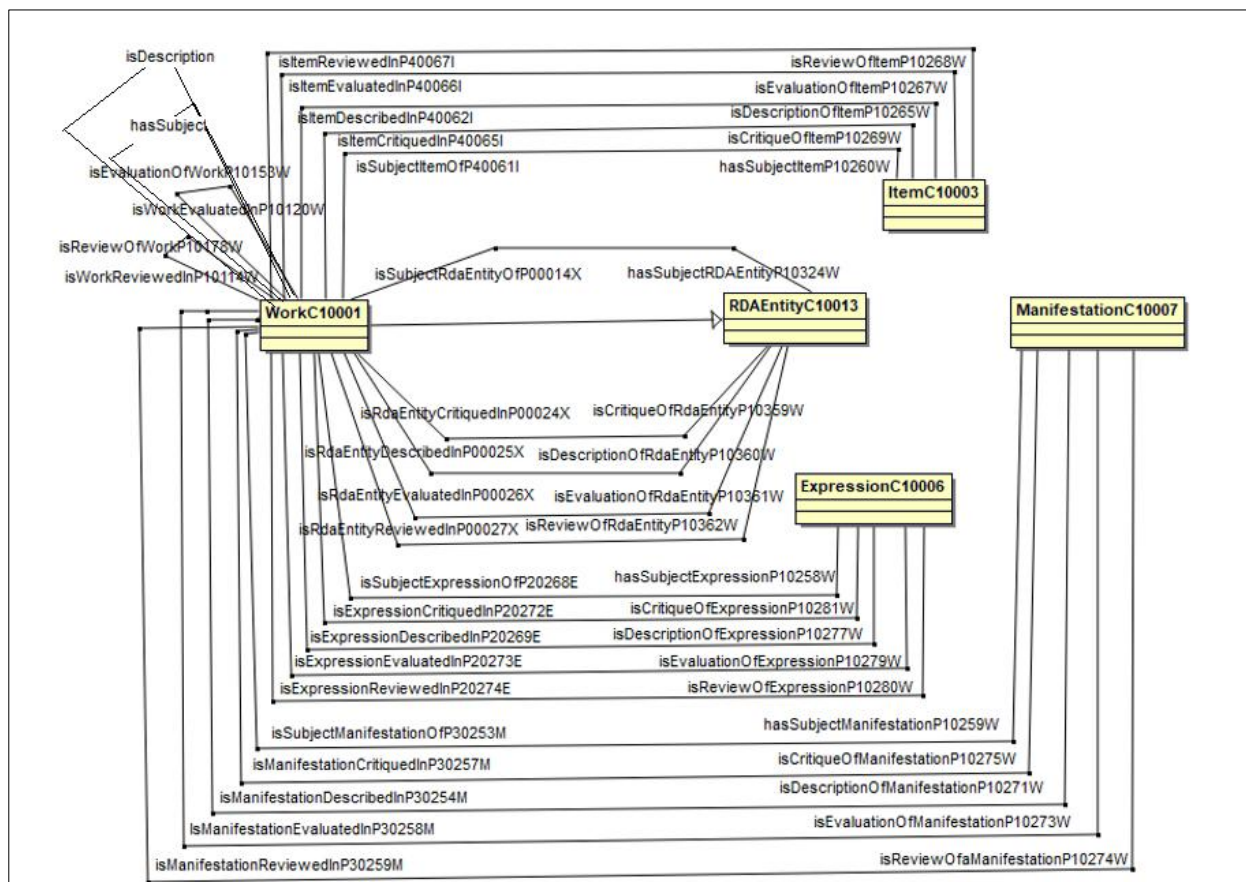


Figura C5 - Relações WEMI descritivas de assunto

Estas relações descritivas de assunto estão quadruplicadas, pois existem ao nível da superclasse RDAEntity e, apesar de serem herdadas, são repetidas em cada subclasse.

As relações descritivas que se seguem (a) análise-comentário, b) catálogo e c) resumo-paráfrase) não existem ao nível da superclasse, muito provavelmente para não serem herdadas pelas EMI, pois só têm sentido ao nível das Obras:

- Relações de análise-comentário

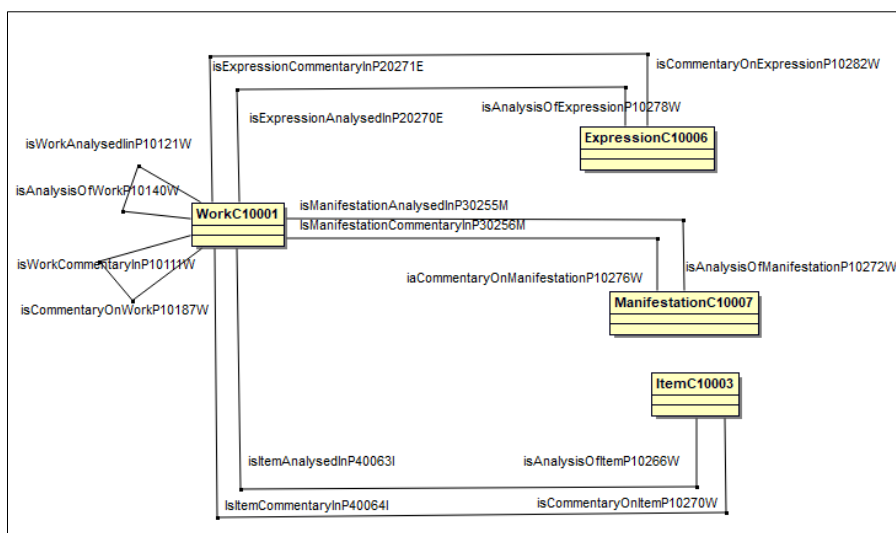


Figura C6 - Relações WEMI descritivas - análise, comentário

b) Relações de catálogo-errata

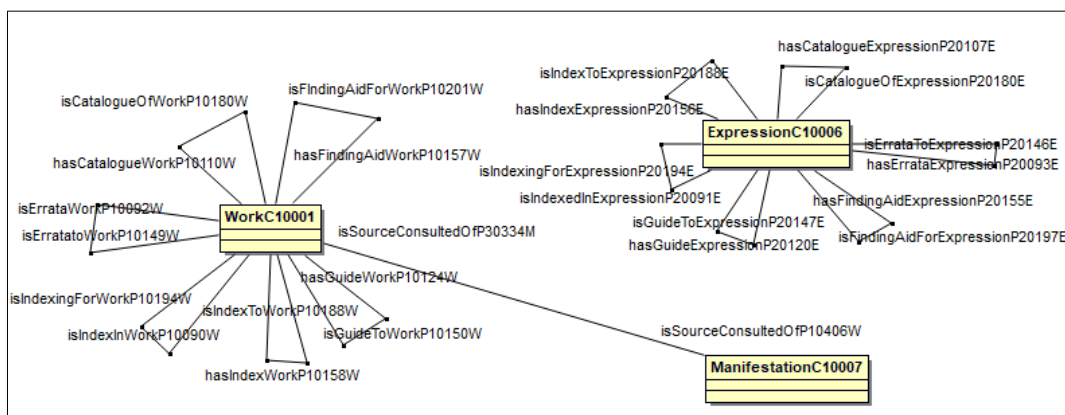


Figura C7 - Relações descritivas - catálogo e errata

c) Relações de resumo-paráfrase

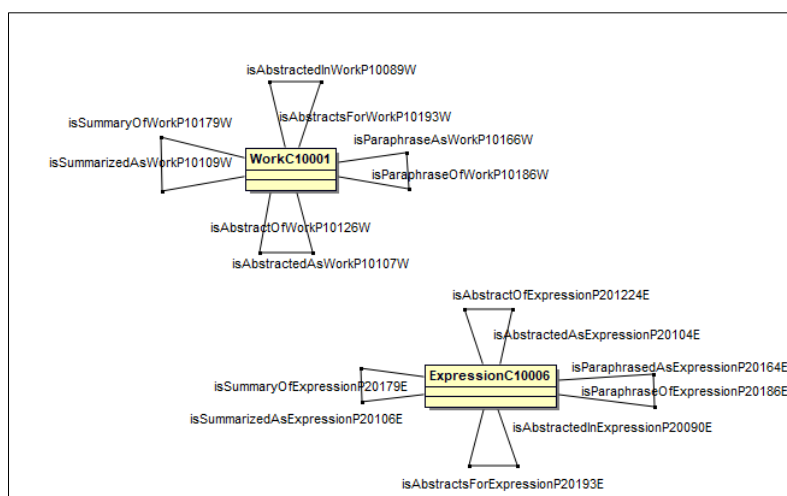


Figura C8 - Relações descritivas - Resumo e paráfrase

Considerei as relações de “abstract” (sumário, resumo) como sendo descritivas, diferenciando-se das relações de “abridge” (simplificação ou redução) que penso serem relações derivadas, já que são versões simplificadas ou reduzidas de uma obra.

### C.2.2.2 Relações derivadas

Não existem ao nível da superclasse RDA Entity, só existem como relação de uma classe consigo mesma, não entre WEMI diferentes.

#### Relações de derivação em geral (transformação, adaptação, etc..)

- Relações que têm a classe Work C10001 como range e domain:

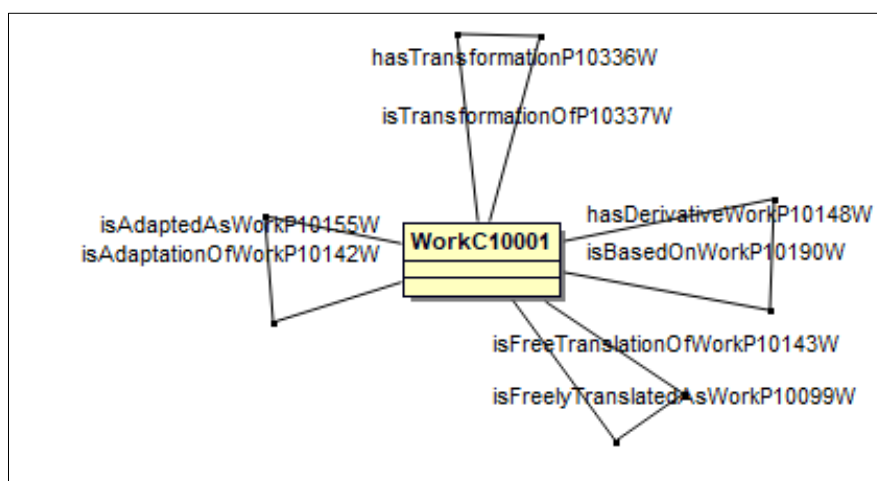


Figura C9- Relações derivadas gerais - Work

A associação P10336W “hasTransformation” tem as seguintes subpropriedades, todas elas têm a classe Work C10001 como range e domain:

- P10383W – “has transformation by audience”
- P10342W - “has transformation by genre”
- P10344W - “has transformation by policy” – tem como subpropriedade:
  - P10377W - “has transformation by extension plan” – que tem como subpropriedades:
    - P10382W “has static version”
    - P10020W “has sequel work” (v. relações de sequência)

- P10340W - “has transformation by style” – tem como subpropriedades:
  - P10117W – “is imitated as work” – tem como subpropriedade:
    - P10144W – “is parodied as work”
  - P10032W – “is remade as work”

A propriedade P10190W “is based on work” tem as seguintes subpropriedades, todas elas têm a classe Work C10001 como range e domain::

- P10061W - “is musical setting of work” (inversa: P10033W)
- P10027W – “is variations based on work”

A propriedades P10155W “is adapted as work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10091W - “is adapted as choreography work”
- P10251W - “is adapted as graphic novel work”
- P10113W - “is adapted as libretto work”
- P10091W - “is adapted as motion picture screenplay work”
- P10025W - “is adapted as motion picture work” (inversa: P10129W)
- P10235W - “is adapted as musical theatre work”
- P10034W - “is adapted as novel work”
- P10236W - “is adapted as opera work”
- P10289W - “is adapted as oratorio work”
- P10076W - “is adapted as radio program work”
- P10098W - “is adapted as radio script work”
- P10085W - “is adapted as television program work”
- P10249W - “is adapted as video game work”
- P10087W - “is adapted as video work”
- P10023W - “is adapted in verse as work”



- P10095W - “is adapted as screenplay work” – tem como subpropriedades:
  - P10094W - “is adapted as motion picture screenplay work” (inversa: P10134W)
  - P10096W - “is adapted as television screenplay work”
  - P10097W - “is adapted as video screenplay work”
- etc..

A propriedades P10142W “is adaptation of work” tem as seguintes subpropriedades (com a classe Work C10001 como range e domain):

- P10183W - “is choreographic adaptation of work” – inversa de P10251W
- P10252W – “is graphic novelization of work” – inversa de P10251W
- P10189W – “is libretto based on work” – inversa de P10113W
- Etc..

**Relações que têm a classe Expression C10006 como range e domain:**

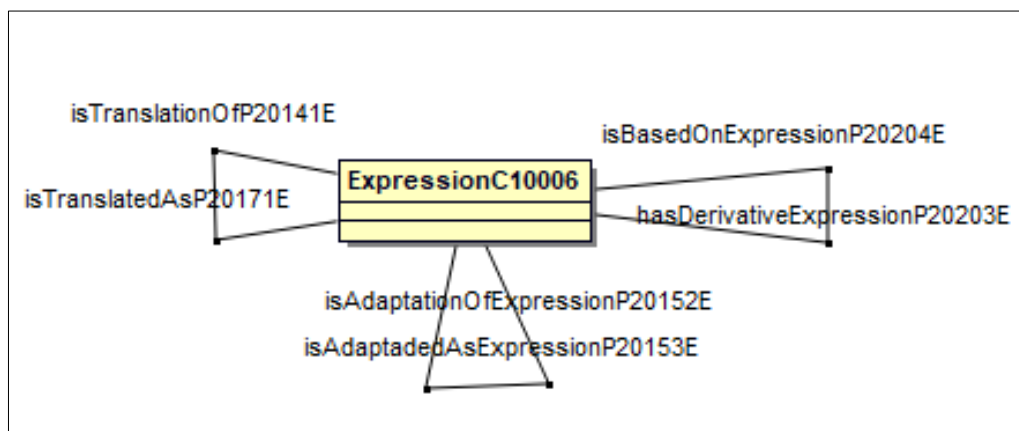


Figura C10 - Relações derivadas gerais - Expression

Subpropriedades de P20203E “has derivative expression”:

- P20165E - “is arranged as”

Subpropriedades de P10153E “is adapted as expression”:

- P20092E - “is adapted as choreography expression”
- P20255E - “is adapted as graphic novel expression”
- P20110E - “is adapted as libretto expression”

- etc..

Subpropriedades de P20203E “has derivative expression”:

- P20165E - “is arranged as”
- P20189E – “is revision of”
- P20119 – “is freely translated as expression” – a tradução livre é subpropriedade de P20203E “has derivative expression” e não de P20171E “is translated has”, penso que por neste último caso se referir a tradução literal

Subpropriedades de P20171E “is translated has”:

- P20078E - “has dubbed version” – distingue-se das traduções livres (P20119 – “is freely translated as Expression), que não são subpropriedades de P20171E “is translated has”, mas sim de P20203E “has derivative expression”

### Relações de ampliação/redução

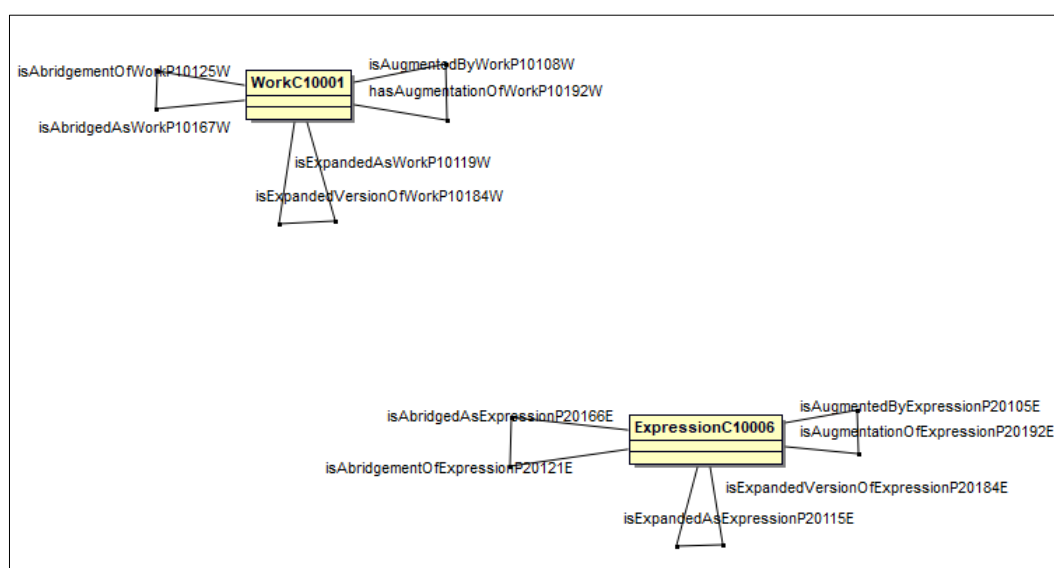


Figura C11 - Relações derivadas - ampliação, redução

Abridgement – versão reduzida – é uma transformação da obra, distinguindo-se da relação de resumo que considerei como relação descritiva

Não foram representadas em UML as seguintes subpropriedades de P10192W “is augmentation of work”, nem as inversas dessas subpropriedades:

- P10177W - “is addenda to work” – não são relações de acompanhamento, são derivadas pois transformam a obra com que se relacionam
- P10029W- “is cadenza composed for work”
- P10181W- “is concordance to work”
- P10093W- “has illustrations work”
- P10154 – “is suplement to work” – não são relações de acompanhamento, são derivadas pois transformam a obra com que se relacionam
- P10151 – “is appendix to work” – não são relações de acompanhamento, são derivadas pois transformam a obra com que se relacionam

A relação P10192W “is augmentation of work” distingue-se das relações de acompanhamento (P10130W), por serem derivadas, i.e. por implicarem a transformação da obra com que se relacionam, ao passo que as relações de acompanhamento juntam alguma coisa à obra, complementando-a, mas não são uma sua derivação.

Subpropriedades de P20105E “is augmented by expressions”:

- P20080E - “is cadenza expression”
- P20108E- “has concordance expression”
- P20094E- “has illustrations expression”
- P20109E – “has adenda expression”
- P20118E – “has appendix expression”
- P20172E – “has supplement expression”

## Relações de versão

Todas estas relações são subpropriedades de P10383W “has transformation by audience”.

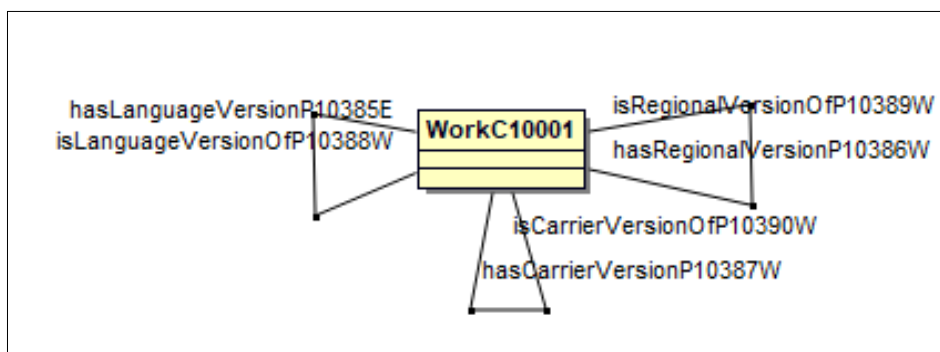


Figura C12 Relações derivadas - versões

## Relações de inspiração/comemoração

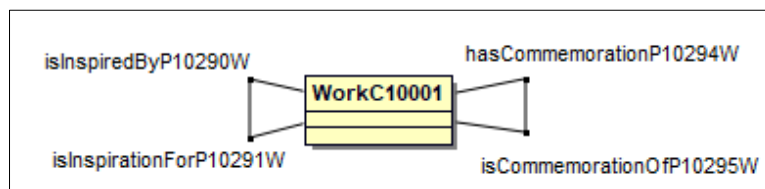


Figura C13 - Relações de comemoração/inspiração

A propriedade P10291W “is inspiration for” tem as seguintes subpropriedades:

- P10141W “has issue” -que tem como subpropriedade:
  - P10410W “has special issue”
  - P10080W “has subseries”

### C2.2.3 Relações todo-parte

As relações todo-parte são representadas no RDA por propriedades “is part of” ou “is contained in” e pelas propriedades inversas “has part” e “is container of”. As designações “parte de” e “contido em” são sinónimas, estabelecendo o RDA que a última designação é etiqueta alternativa da primeira.

Estas propriedades relacionam as classes WEMI consigo mesmas e têm a semântica de relação todo-parte conforme resulta das definições que abaixo se transcrevem, pelo que as representámos em UML como relações de agregação.

Não considerámos que fossem relações UML de composição, em que a parte não pode existir sem o todo, pois as partes de uma obra podem existir independentemente da obra em que se encontram inseridas. Com efeito, as partes de uma obra podem ser publicadas autonomamente (v. Oliver, 2021), o que significa que se “O Inferno”, uma das três partes de “A Divina Comédia”, for publicado de forma isolada e se não soubéssemos que faz parte do todo “A Divina Comédia” ou essa obra não fosse conhecida, a parte “O Inferno” não deixaria de existir.

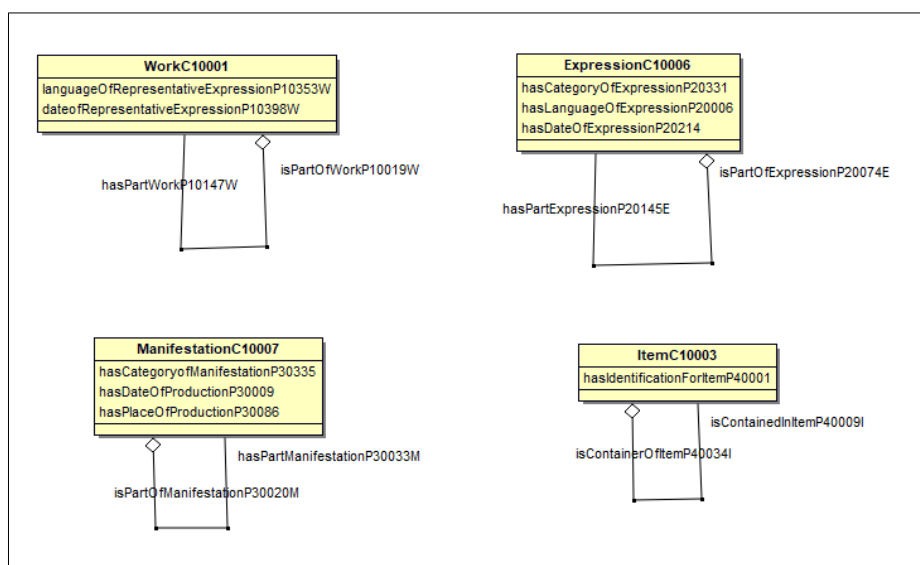


Figura C14 - Relações todo-parte

**P10019W** “is part of work” – Relaciona uma obra com outra obra como parte componente discreta (RDA Toolkit, 2021).

**P20074E** “is part of expression” – Relaciona uma expressão com outra expressão como parte componente discreta (RDA Toolkit, 2021).

**P30020M** “is part of manifestation” – Relaciona uma manifestação com outra manifestação como parte componente discreta (RDA Toolkit, 2021).

**P40009I** “is contained in item” – Relaciona um item com outro item maior, de que é um componente discreto (RDA Toolkit, 2021).

Optámos por considerar as descrições das propriedades constantes do RDA Toolkit (RSC, 2021b), por serem mais claras do que as do RDA Registry (RSC, 2021a), que não indicam expressamente que a parte pertence ao todo com que está relacionada.

#### C2.2.4 Relações de acompanhamento

Distinguem-se das relações de ampliação, pois não alteram a obra com que se relacionam.

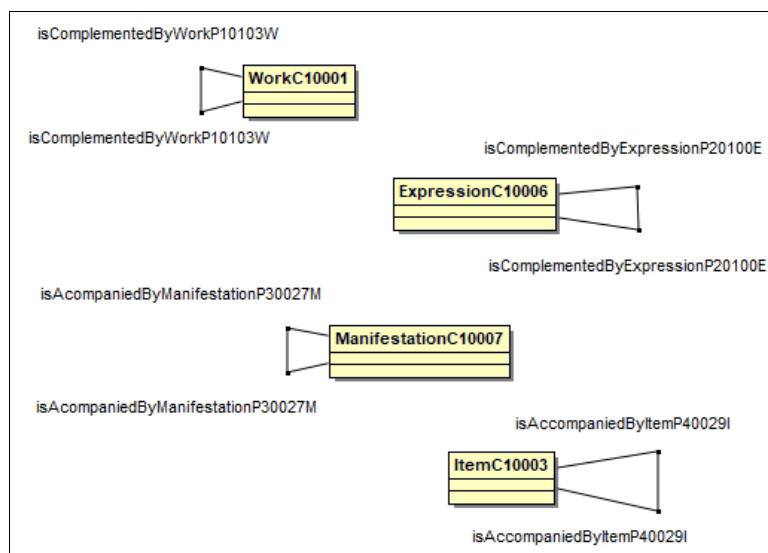


Figura C15 - Relações de acompanhamento

A propriedade P10103W “is complemented by work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10376W – “is sounds for work”
- P10373W – “has spoken word work”
- P10248W – “is choreography for work”
- P10238W – “is music work” – tem como subpropriedades:
  - P10245W – “is music for motion picture work”
  - P10244W – “is music for radio program work”
  - P10242W – “is music for television program work”
  - P10240W – “is music for video work”
- P10272W – “is text work” – tem como subpropriedades:
  - P10105W – “is screenplay for work” – tem como subpropriedades:
    - P10173W – “is screenplay for motion picture work”

- P10173W – “is screenplay for television program work”
- P10173W – “is screenplay for video work”
- P10176W – “is script for radio program work”

A propriedade P20100E “is complemented by expression” tem as seguintes subpropriedades:

- P20243E – “has music expression” – que tem como subpropriedades:
  - P20085E – “has incidental music expression”
  - P20251E – “has motion picture music expression”
  - P20249E – “has radio program”
- P201633E – “has libretto expression”
- P20157E – “has screenplay expression” – que tem como subpropriedades:
  - P20158E – “has motion picture screenplay expression”
  - P20161E – “has television screenplay expression”

A propriedade P30027M “is accompanied by manifestation” tem as seguintes subpropriedades:

- P30035M “is issued with”, que tem como subpropriedade:
  - P30036m “is on disc with manifestation”

A propriedade P40029I “is accompanied by item” tem as seguintes subpropriedades:

- P40032I “is bound with”

## C2.2.5 Relações de sequência

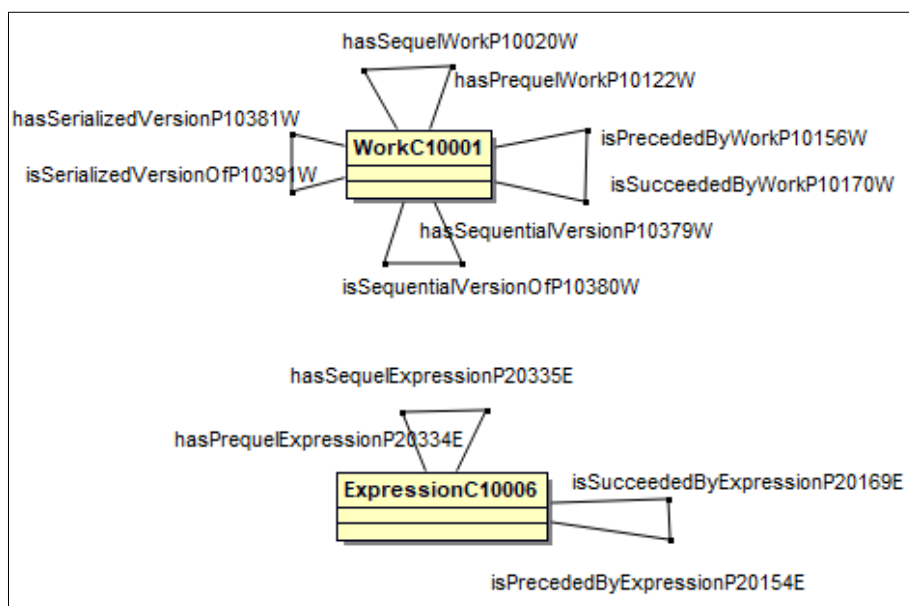


Figura C16 - Relações de sequência

Subpropriedades de P10156W “is preceded by work”:

- P10226W “is continuation of work”
- P10207W “is replacement of work”
- P10169W “is separated from work”
- P10168W “is split from work”
- P10206W “is replacement in part of work”

P10170W “is succeeded by work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10145W “is absorbed by work”
- P10146W “is absorbed in part by work”

P2015E “is preceded by expression” tem as seguintes subpropriedades:

- P20149E “is continuation of expression”
- P20199E “is replacement of expression”
- P20168E “is separated from expression”
- P20167E “is split from expression”
- P20199E “is replacement in part of expression”

P20169E “is succeeded by expression” tem as seguintes subpropriedades:

- P20143E “is absorbed by expression”
- P20144E “is absorbed in part by expression”



### C2.2.6. Relações de equivalência

As relações de equivalência estabelecem-se, no RDA, entre *Manifestation* e *Item* e como relação recursiva de *Manifestation* e *Item*, i.e. dessas entidades consigo mesmas.

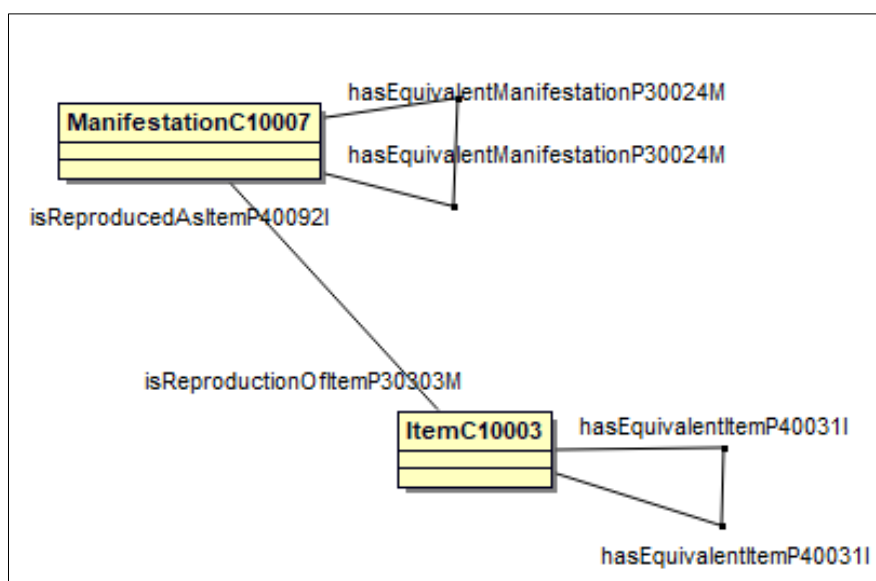


Figura C17 - Relações de equivalência

#### Relações de equivalência da classe *Manifestation* consigo mesma

As propriedades que expressam relação de equivalência e têm *Manifestation* como range e domain são as seguintes:

A propriedade P30024M – “has equivalent manifestation” – relaciona uma *Manifestação* com outra *Manifestação* que materializa a mesma *Expressão* de uma *Obra*. Esta propriedade tem as seguintes subpropriedades:

- P30039M “is reproduced as manifestation”
- P30026M “is also issued as”
- P30038M “is reprinted as manifestation”
- P30029M “has digital transformation of manifestation”
- P30031M “has facsimile of manifestation”, tem como subpropriedade:
  - P30021M “has preservation facsimile of manifestation”
- P30043M “is reproduction of manifestation” – relaciona uma manifestação com outra manifestação que é usada como base para uma reprodução, tem como subpropriedade:
  - P30136M “is electronic reproduction of manifestation” – relaciona uma manifestação com outra manifestação em formato analógico, que é transferida para formato digital.

#### Relações de equivalência entre *Manifestation* e *Item*

Propriedade P30303M “is reproduction of item” – relaciona uma manifestação com um item que é usado como base para uma reprodução.

Tem as seguintes subpropriedades:

- P30302M “is reprint of item of”

- P30299M “is electronic reproduction of item of” – relaciona uma manifestação com um item em formato analógico, que é transferido para uma manifestação em formato digital.
- P30300M “is facsimile of item of”
- P30298M “is digital transfer of item of”

A propriedade P40092I – “is reproduced item” tem as seguintes subpropriedades:

- P40091I “is reprinted as item”
- P40088I “has electronic reproduction of item”
- P40089I “has facsimile of item” – que tem como subpropriedades:
  - P40090I “has preservation facsimile of item”
- P40087I “has digital transfer of item”

### Relações de equivalência da classe *Item* consigo mesma

Propriedade P40031I “as equivalente of item” – relaciona um item com outro item que exemplifica uma manifestação, que materializa a mesma expressão de uma obra.

Tinha as seguintes subpropriedades, que entretanto foram “deprecated”:

- P40055I “is reproduced as item”
- P40042I “is reproduction of item”

### C2.2.7 Relações de agregação

Ao nível da Work só existem propriedades de agregação com entidades não bibliográficas:

has aggregator agent	rdawo:P10393
has aggregator collective agent	rdawo:P10495
has aggregator corporate body	rdawo:P10542
has aggregator family	rdawo:P10589
has aggregator person	rdawo:P10448

Com efeito, não existem relações de agregação da classe Work consigo mesma, nem com as restantes entidades bibliográficas, este tipo de relação estabelece-se apenas ao nível da Expression.

A representação da agregação é feita, no RDA não através de propriedades de relação ao nível a obra mas sim através da criação de entidades agregadoras - a obra agregadora (aggregating work - aw) e a expressão agregadora (aggregating expression – ae) – e de uma relação (P20319E) entre a expressão agregada e a expressão agregadora.

A obra agregadora (aw) é o plano de selecionar e organizar uma ou mais expressões de uma ou mais obras e de as materializar numa única manifestação.

Uma expressão agregadora (ae) realiza o plano de uma obra agregadora quanto à selecção e organização de expressões que são materializadas por uma manifestação que se denomina por “manifestação agregada” (RDA Toolkit, 2021).

A relação entre expressão agregada e agregadora é feita através de rda:P20319E (“aggregates”), que relaciona a expressão que é escolhida como parte do plano da expressão agregadora.

O RDA Toolkit (2021) refere expressamente que as expressões agregadas não são parte das expressões agregadoras, pelo que na representação UML desta relação não se recorreu ao mecanismo UML de agregação, mas a uma simples associação.

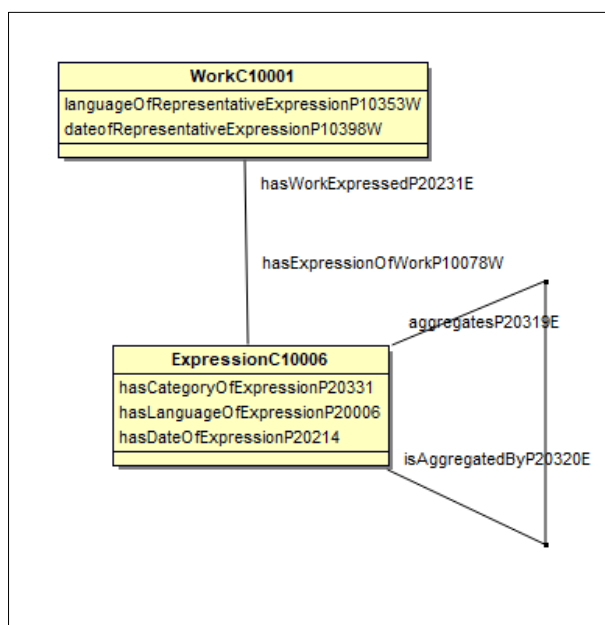


Figura C18 - Relações de agregação

O RDA Toolkit (RSC, 2021b) estabelece uma cardinalidade de 1 para 1 entre aw e ew, indicando que uma expressão agregadora realiza uma e apenas uma obra agregadora e vice-versa. Como o RDA não define cardinalidades para a propriedade P10078W, que relaciona *Obra* e *Expressão*, não é claro se se pretende estabelecer essa cardinalidade nesta propriedade, sendo que tal originaria incongruências semânticas, pois uma obra pode ser realizada por mais do que uma expressão, por exemplo.

A cadeia de agregação (aw-ae) partilha a mesma manifestação com a cadeia das obras agregadas, ou seja o “aggregate” (manifestação) materializa tanto as expressões agregadoras como as expressões agregadas (RSC, 2021b).

### C3. Relações de responsabilidade

Relações das entidades WEMI com a classe C10002 Agent. São apresentadas as propriedades de WEMI que têm C10002 Agent como range.

#### Relações Work/Agent

Domain: C10001 Work | Range: C10002 Agent

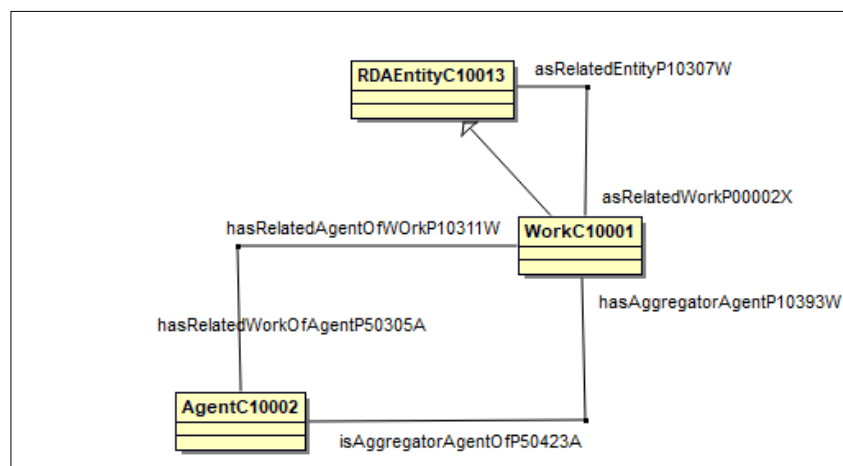


Figura C20 - RDA - relações Work/Agent

P50305A “has related work of agent” – é subpropriedade de P0002X “has related work”

P10311W “has related agent of work” – é subpropriedade de P10307W “has related entity of work”

P10311W “has related agent of work” – tem como subpropriedades:

- P10070-has addressee agent
- P10287-has commissioning agent
- P10065-has creator agent of work
- P10069-has dedicatee agent of work
- P10049-has honouree agent of work
- P10046-has issuing agent
- P10047-has other agent associated with work (Deprecated)
- P10067-has sponsoring agent of work
- P10319-has subject agent
  
- P10065W “has creator agent of work”, que tem as seguintes subpropriedades:
  - rdawo:P10062 - has architect agent
  - rdawo:P10058 - has artist agent – que tem como subpropriedades:
    - P10254W – has book artist agent
    - P10253W – has calligrapher agent
    - P10202W – has sculptor agent
  - rdawo:P10061 - has author agent – que tem como subpropriedades:
    - P10205W – has librettist agent

- P10204W – has lyricist agente
- etc..
- rdawo:P10052 - has cartographer agent of work
- rdawo:P10305 - has casting director agent
- rdawo:P10060 - has choreographer agent
- rdawo:P10055 - has compiler agent
- rdawo:P10053 - has composer agent of work
- rdawo:P10071 - has consultant agent
- rdawo:P10048 - has dedicator agent
- rdawo:P10051 - has designer agent
- rdawo:P10066 - has director agent
  - P10013W – has film director agent
  - P10014W – has radio director agent
  - etc..
- rdawo:P10068 - has director agent of photography
- rdawo:P10298 - has editorial director agent
- rdawo:P10063 - has filmmaker agent
- rdawo:P10299 - has founder agent of work
- rdawo:P10059 - has interviewee agent of work
- rdawo:P10057 - has interviewer agent of work
- rdawo:P10054 - has inventor agent
- rdawo:P10297 - has organizer agent
- rdawo:P10056 - has photographer agent of work
- rdawo:P10064 - has producer agent – que tem como subpropriedades:
  - P10304 – has audio producer agent
  - P10073W – has film producer agent
  - etc..
- rdawo:P10050 - has programmer agent
- rdawo:P10306 - has remix artist agent
- rdawo:P10293 - has researcher agent
- P10319W “has subject agent”, que tem as seguintes subpropriedades:
  - P10338 – is description of agent

Não são representadas todas as relações de C10001 Work com as subclasses de C10002 Agent: C10004 Person, C10011 ColectiveAgent, C10005 Corporate Body e C10008 Family. Porque repetem as propriedades das superclasses – crítica de redundância, não recurso a mecanismos de herança das subclasses. Recurso a subpropriedades... Apenas se exemplifica com a propriedades de escultor - Exemplo:

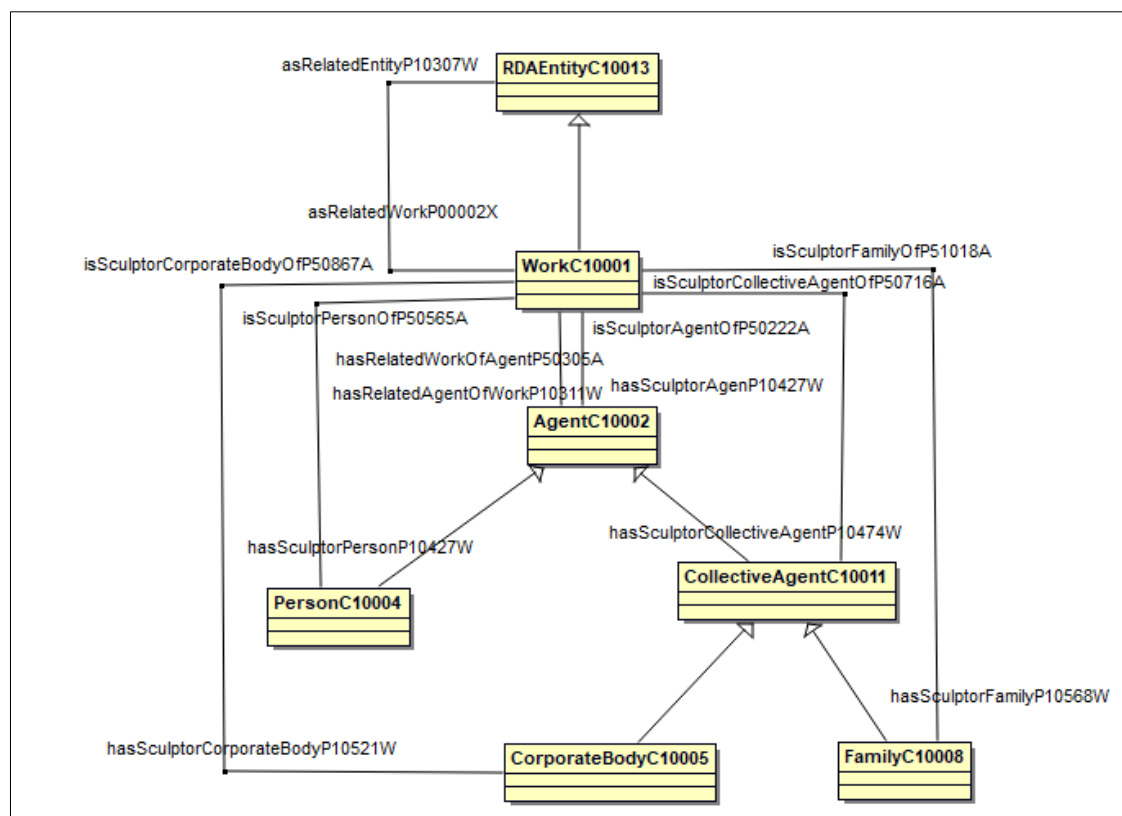


Figura C21 - RDA - exemplo de relações de responsabilidade ao nível de subclasses

P10427 é subclasse de P10202.

P10474 é subclasse de P10202.

## Relações Expression/Agent

Domain: C10006 Expression | Range: C10002 Agent

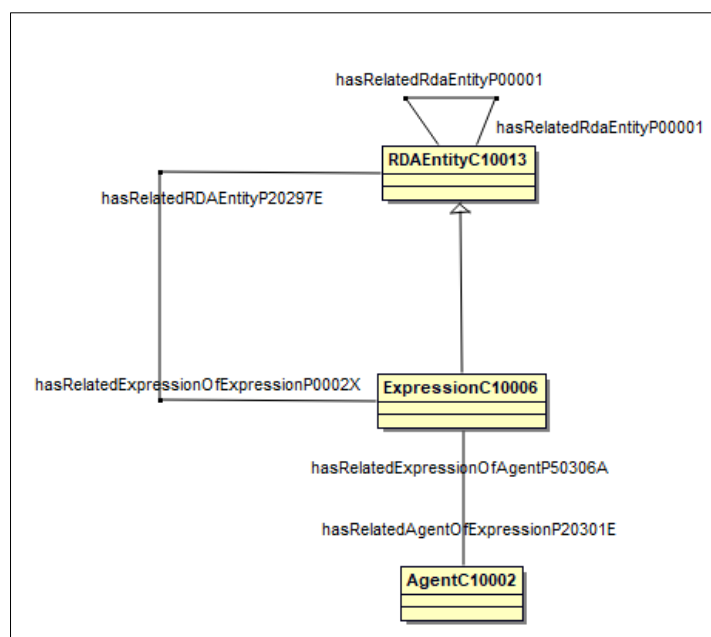


Figura C22 - Relação Expression/Agent

P20301E “has related agent of expression” é subpropriedade de:

- P20297E “has related RDA Entity”, que é subpropriedade de P0001X “has related RDA entity of RDA entity”
- P00006X “has related agent of RDA entity”

Crítica: a herança ocorre ao nível das subpropriedades e não das subclasses....

P20301E “has related agent of expression” tem as seguintes subpropriedades:

- P20053E “has creator of expression” – que tem como subpropriedades:
  - P20327E “has reviser agent”
  - P20328E “has contributor agent to amalgamation” – que tem como subpropriedades:
    - P20329E “has contributor agent to performance” – que tem as seguintes subpropriedades:
      - P20028E “has animator agent”
      - P20296E “has dj agent”
      - P20039 “has performer agent” – que tem como subpropriedades:
        - P20014E “has dancer agent”
        - P20025E “has singer agent”
        - etc..
    - Etc..
  - P20283E “has software development agent”
  - P20283E “has colourist agent”
  - Etc..
- P20037E “has translator agent”
- P20034E “has transcriber agent”
- etc..

## Domain: C10007 Manifestation | Range: C10002 Agent



A propriedade P30267M “has related agent of manifestation” tem as seguintes subpropriedades:

- 240



- P30078M - has printer agent
- P30072M - has printmaker agent
- P30327M - has contributor agent to aggregate – que tem como subpropriedades:
  - P30315M – has contributor agente of cartography
  - P30311M – has contributor agent of music
  - Etc..
- P30329M - has creator agent of manifestation
- P30080M - has distributor agent

### Relações *Item/Agent*

Domain: C10003 *Item* | Range: C10002 *Agent*

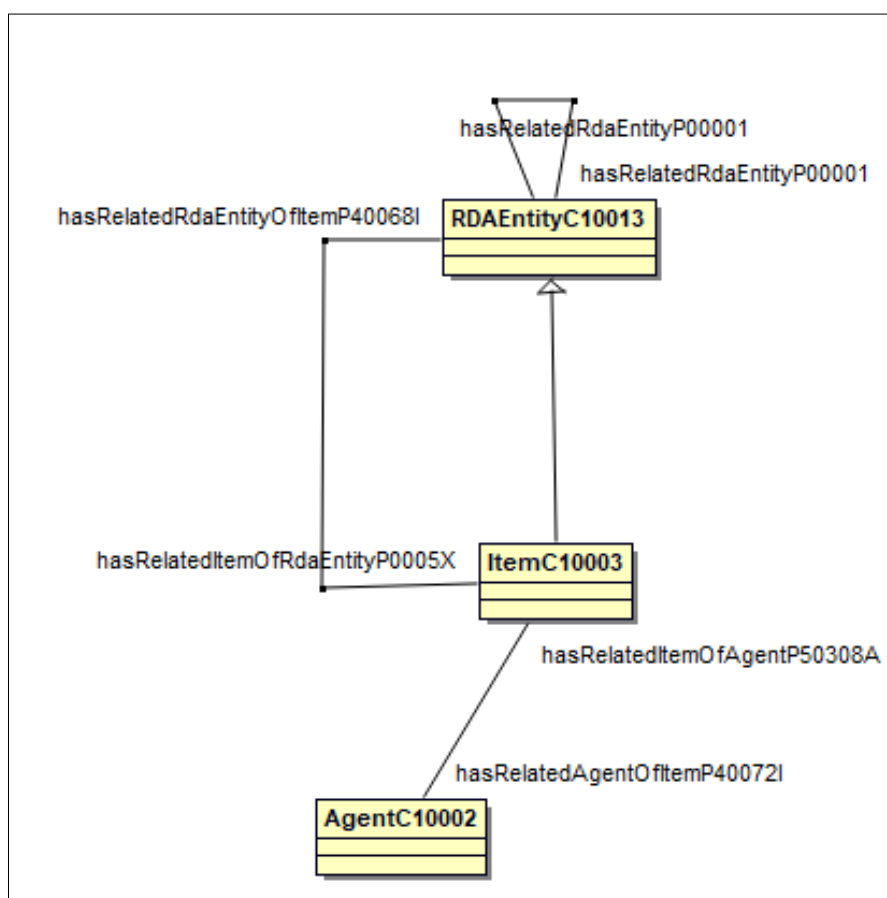


Figura C24 - RDA - relações *Item/Agent*

P40072I “has related agent of item” – é subpropriedade de P40068I “has related RDA entity of item”, que é subpropriedade de P0001X “has related RDA Entity”.

P40072I “has related agent of item” tem as seguintes subpropriedades:

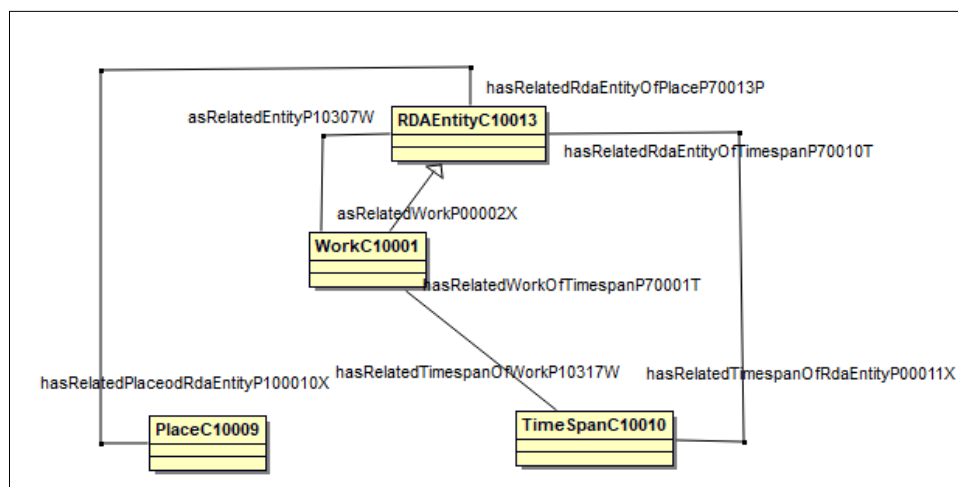
- rdaio:P40017I - has curator agent - que tem como subpropriedades:

- P40004I - has collector agente
- P40005I - has collection registrar agent
- rdaio:P40020I - has custodian agent
- rdaio:P40021I - has owner agent - que tem como subpropriedades:
  - P40018I - has current owner agent- que tem como subpropriedade:
    - P40006I - has depositor agent
  - P40019I - has former owner agent- que tem como subpropriedades:
    - P40007I - has donor agente
    - P40008I - has seller agent
- P40022I -has honouree agent of item
- P40025I - has dedicatee agent of item
- P40093I - has modifier agent - que tem como subpropriedades:
  - P40012I - has illuminator agent
  - P40013I - has binder agent
  - P40024I - has restorationist agent of item

## C4. Relações Espaço/Tempo

### Relações de Work C10001 com TimeSpan C10010 e Place C10009

Range: timespan e place



FiguraC25 - RDA - relações Work-Time/Place

P10317W “has related timespan of work” é subpropriedade de P10307W “has related entity of work” e de P00011X.

P10317W “has related timespan of work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10219W “has date of work” – que tem como subpropriedades:
  - P10350W – “has date of capture of representative Expression”
  - P10215W – “has year degree granted”
- P10398W - has date of representative expression
- P10322W - has subject time-span – que tem como subpropriedade:
  - P10602 - is description of timespan
- P10199W - has epoch
- P10214W - has equinox

P10316W “has related place of work” é subpropriedade de P10307W e de P00010X.

P10316W “has related place of work” tem as seguintes subpropriedades:

- P10024W “has coordinates of cartographic content” – que tem como subpropriedades:
  - P10082W - has right ascension and declination
  - P10083W - has strings of coordinate pairs
- P10354W - has place of capture of representative expression
- P10218W - has place of origin of work
- P10321W - has subject place– que tem como subpropriedade:
  - P10601W – is description of place

## Relações de Expression C10006 com TimeSpan C10010 e Place C10009

Range: timespan e place

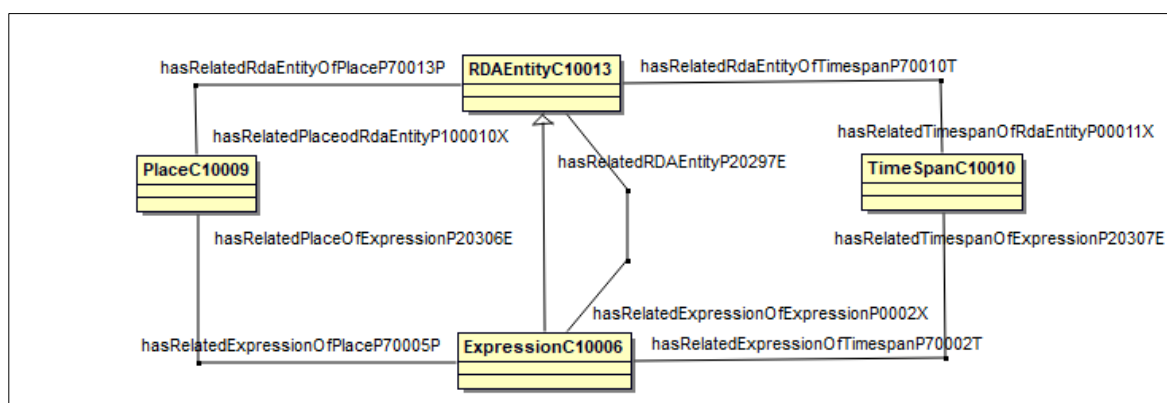


Figura C26 - RDA - relações Expression com Time/Place

P20307E “has related Timespan of Expression” é subpropriedade de P20297E “has related RDA Entity” e P00011X “has related Timespan of RDA Entity”.

P20307E “has related Timespan of Expression” tem como subpropriedade:

- P20214E - has date of expression – que tem a seguinte subpropriedade:
  - P20004E - has date of capture

P20306E “has related Place of Expression” é subpropriedade de P20297E “has related RDA Entity” e P00010X “has related Place of RDA Entity”.

P20306E “has related Place of Expression” tem como subpropriedade:

- P20218E - has place of capture

### Relações de Manifestation C10007 com TimeSpan C10010 e Place C10009

Range: timespan e place

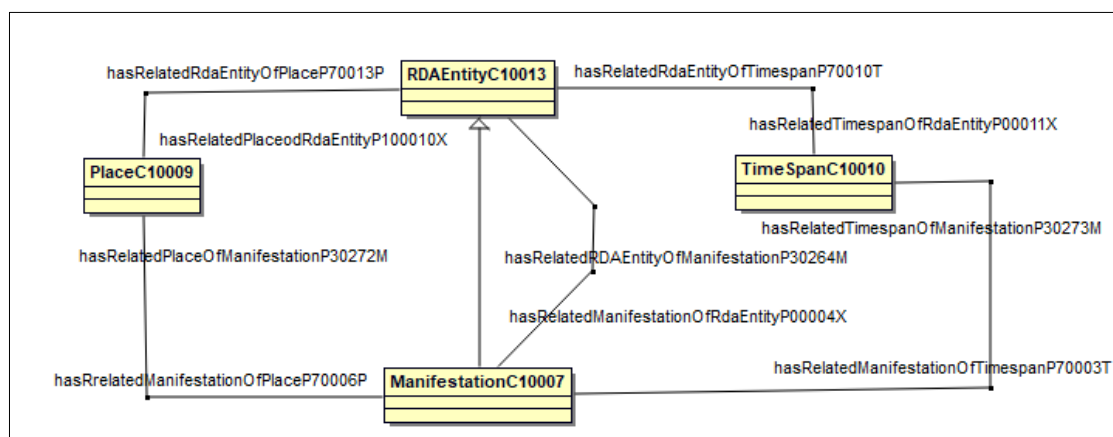


Figura C27 - RDA - relação Manifestation-Time/Place

P30273M é subpropriedade de P30264M e de P00011X.

P30273M tem a seguinte subpropriedade:

- P30278M - has date of Manifestation – que tem as seguintes subpropriedades:
  - P30007M - has copyright date
  - P30008M - has date of distribution
  - P30010M - has date of manufacture
  - P30009M - has date of production
  - P30011M - has date of publication

P30272M é subpropriedade de P30264M e de P00010X.

P30272M tem a seguinte subpropriedade:

- P30279M - has place of Manifestation – que tem as seguintes subpropriedades:
  - P30088M - has place of publication – que tem a subpropriedade:

- P30092M - has parallel place of publication
- P30085M - has place of distribution – que tem a subpropriedade:
  - P30089M - has parallel place of distribution
- P30087M - has place of manufacture – que tem a subpropriedade:
  - P30090M - has parallel place of manufacture
- P30086M - has place of production– que tem a subpropriedade:
  - P30091M - has parallel place of production
- P30088M - has place of publication– que tem a subpropriedade:
  - P30092M - has parallel place of publication

## Relações de *Item* C10003 com *TimeSpan* C10010 e *Place* C10009

Range: timespan e place

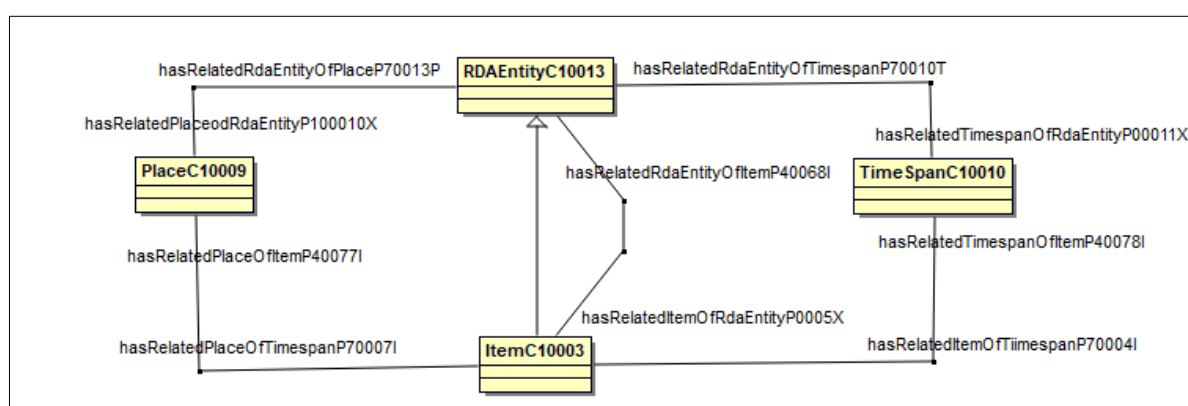


Figura C28 - RDA - relação *Item* e *TimeSpan/Place*

P40078I “has related timespan of item” é subpropriedade de P40068I “has related RDA entity” e P00011X “has related timespan of RDA entity”. Não tem subpropriedades.

P40077I “has related place of item” é subpropriedade de P40068I “has related RDA entity” e P00010X “has related place of RDA entity”. Não tem subpropriedades.

## C5. Nomen

Uma instância de Nomen associa qualquer entidade RDA (excepto o próprio Nomen) com uma “appellation” ou “denominação” da entidade (RDA Toolkit, 2019).

Uma “appellation” ou “denominação” é uma string ou combinação de sinais usada para referenciar uma entidade. Qualquer entidade RDA tem pelo menos um Nomen (RDA Toolkit, 2019; Maxwell, 2019). Apesar de estas cardinalidades não estarem formalizadas no RDA foram representadas em UML, por constarem do RDA toolkit.

Os elementos (atributos e propriedades) essenciais de Nomen são os seguintes (RDA Toolkit, 2019):

- hasNomenString (P80068) – Atributo. Tem como Domain: Nomen. Corresponde ao LRM E9A2
- appellationOfRDAEntityOf (P80112) – Propriedade de relação. Tem como Domain Nomen e como Range RDAEntity. Corresponde a LRM R13i

Pode ser substituída por relações:

- hasNameOfRDAEntityOf (ou preferredNameOf ou variantNameOf),
- accessPointOfRDAEntityOf
- identifierforRDAEntityOf.

Para além do atributo hasNomenString (obrigatório), a classe Nomen pode ter os seguintes atributos (RDA Toolkit, 2019):

- categoryOfNomen (P80078) – corresponde a LRM E9A1
- contextOfUse (P80067) – corresponde a LRM E9A5
- intendedAudienceOfNomen (P80065) – corresponde a LRM E9A4

Apresentam-se em seguida apenas as relações de Nomen com as WEMI.

### C5.1 Relações de Work C10001 com Nomen C10012

Domain: C10001 Work

Range: C10012 Nomen

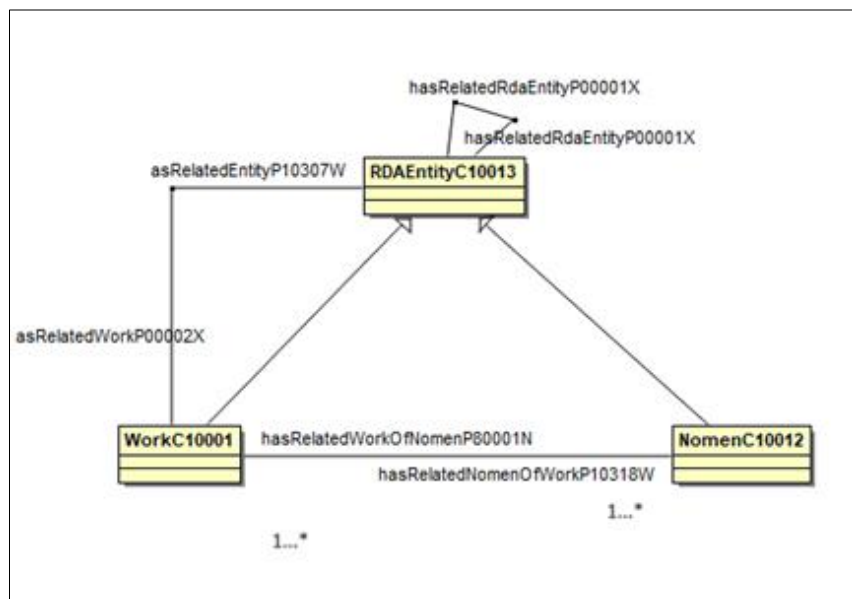


Figura C29 - Relação Work-Nomen

**P10318W “has related nomen of work”** é subpropriedade de P10307W “has related entity” e de P100013X “has related nomen of RDA entity”, que por seu turno é subpropriedade de P00001X “has related RDA entity”.

**P10318W “has related nomen of work”** tem as seguintes subpropriedades:

- **P10329W “has appellation of work”** – que tem as seguintes subpropriedades:

- P10328W “has access point for work” – é subpropriedade de P000016X “has access point for RDA entity”
- P10088W “has title of work” – é subpropriedade de P000019X “has name of RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P10367W “has key title”
  - P10223W “has preferred title of work”
  - P10086W “has variant title of work”
- Deve haver uma ocorrência de Nomen para cada uma destas relações.
- P10399W “has appellation of work group” - tem como subpropriedades:
  - P10401W “has authorized access point for work group”
  - P10400W “has identifier for work group”
- P10002W “has identifier for work” – é subpropriedade de P000018X “has identifier for RDA entity”
- P10323W “has subject nomen” – é subpropriedade de P10324W “has subject RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P10600W “is description of nomen”

## C5.2 Relações de Expression C10006 com Nomen C10012

Domain: C10006 Expression

Range: C10012 Nomen

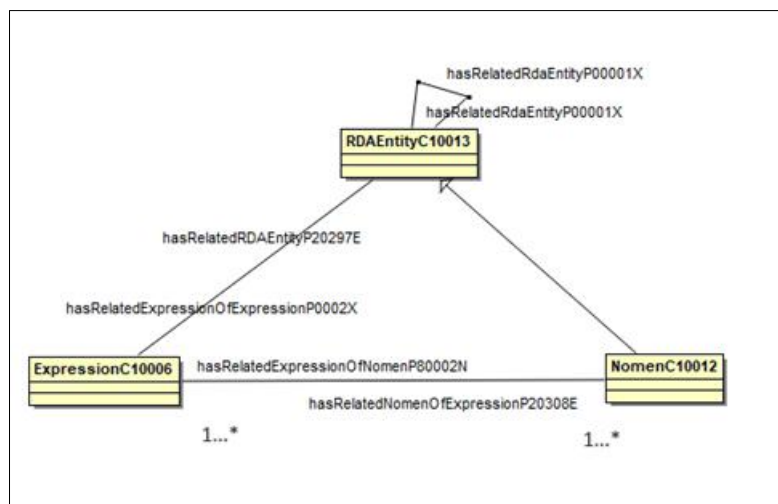


Figura C30 - RDA - Relação Expression/Nomen

P20308E “has related nomen of expression” é subpropriedade de P20297E “has related RDA entity” e de P100013X “has related nomen of RDA entity”, que por seu turno é subpropriedade de P00001X “has related RDA entity”.

P20308E “has related nomen of expression” tem as seguintes subpropriedades:

- P20311E “has appellation of expression” – é subpropriedade de P00017X “has appellation of RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P20310E “has access point for expression” – é subpropriedade de P00016X “has access point for RDA entity” e tem como subpropriedades:
    - P20313E “has authorized access point for expression”
    - P20314E “has variant access point for expression”
  - P20002E “has identifier for expression” – é subpropriedade de P00018X “has identifier for RDA entity”
  - P20312E “has title of expression” – é subpropriedade de P00019X “has name of RDA entity” e tem como subpropriedades:
    - P20315E “has preferred title of Expression”
    - P20316E “has variant title of Expression”

### C5.3 Relações de Manifestation C10007 com Nomen C10012

Domain: C10007 Manifestation

Range: C10012 Nomen

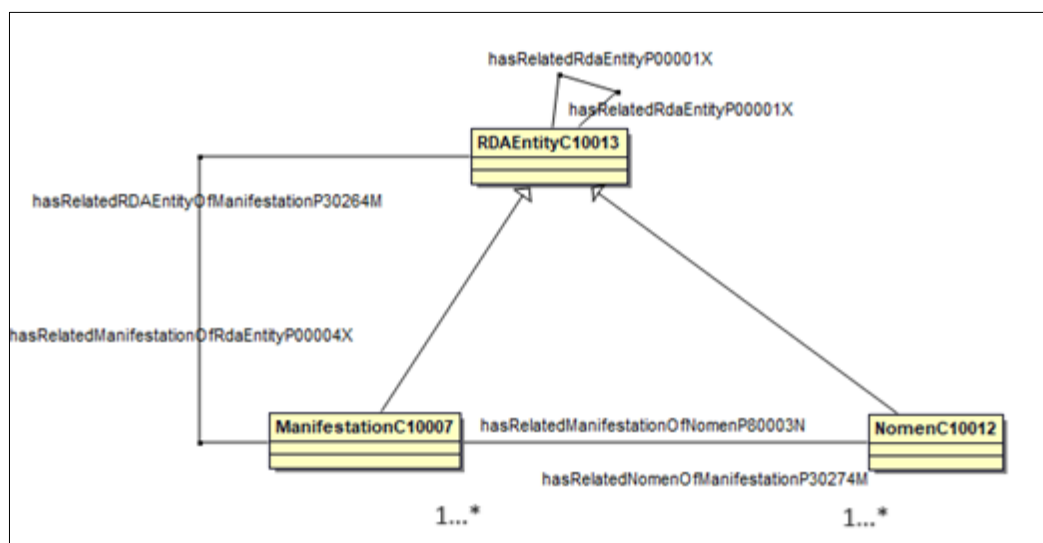


Figura C31 - Relações de *Manifestação*/Nomen

P30274M “has related nomen of manifestation” é subpropriedade de P30264M “has related RDA entity of manifestation” e de P100013X “has related nomen of RDA entity”, que por seu turno é subpropriedade de P00001X “has related RDA entity”.

P30274M “has related nomen of manifestation” tem as seguintes subpropriedades:

- P30377M “has appellation of manifestation” – é subpropriedade de P00017X “has appellation of RDA entity” e tem como subpropriedades:



- P30276M “has access point for manifestation” – é subpropriedade de P00016X “has access point for RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P30294M “has authorized access point for manifestation”
  - P30295M “has variant access point for manifestation”
- P30004M “has identifier for manifestation” – é subpropriedade de P00018X “has identifier for RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P30296M “has fingerprint”
  - P30066M “has plate number of notated music”
  - P3065M “has publisher number for notated music”
- P30134M “has title of manifestation” – é subpropriedade de P00019X “has name of RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P30131M “has abbreviated title”
  - P30203M “has parallel title proper”
  - P30157M “has title of series”
  - P30156M “has title proper”
  - P30128M “has variant title of manifestation”
- P30297M “has name of agent of manifestation” tem como subpropriedades:
  - P30176M “has name of publisher”
  - P30174M “has name of producer”
  - P30175M “has name of manufacturer”
- P30173M “has name of agent of distributor”
  - P30457M “is reference source of”
  - P30014M “has numbering within sequence”
  - P30147M “has first alphanumeric designation of sequence”
  - P30149M “has first chronological designation of sequence”
  - P30148M “has last alphanumeric designation of sequence”
  - P30150M “has last chronological designation of sequence”

#### C5.4 Relações de *Item C10003* com *Nomen C10012*

Domain: C10003 *Item*

Range: C10012 *Nomen*



Figura C32 - RDA - relações *Item/Nomen*

P40079I “has related nomen of item” é subpropriedade de P40068I “has related RDA entity of item” e de P100013X “has related nomen of RDA entity”, que por seu turno é subpropriedade de P00001X “has related RDA entity”.

P40079I “has related nomen of item” tem as seguintes subpropriedades:

- P40081I “has appellation of item” – é subpropriedade de P00017X “has appellation of RDA entity” e tem como subpropriedades:
  - P40001I “has identifier for item” - é subpropriedade de P00018X “has identifier for RDA entity”
  - P40080I “has access point for item” - é subpropriedade de P00016X “has access point for RDA entity” e tem como subpropriedades:
    - P40083I “has authorized access point for item”
    - P40084I “has variant access point for item”
  - P40082I “has title of item” - é subpropriedade de P00019X “has name of RDA entity” e tem como subpropriedades:
    - P40085I “has preferred title of item”
    - P40086I “has variant title of item”

## C6. Entity

Relações de C10013 Entity com entidades não-WEMI, i.e. que tenham como range:

- C10002 Agent – P00006X “has related agent of RDA Entity”
- C10010 TimeSpan – P00010X “has related timespan of RDA Entity”
- C10009 Place – P00009X “has related place of RDA Entity”
- C10012 Nomen – P00013X “has related nomen of RDA Entity”, que tem a seguinte subpropriedade:
  - P00017X “has appellation of RDA entity”, que tem as subpropriedades:
    - P00016X “has access point for RDA entity”, com as subpropriedades:
      - P00020X “has authorized access point for RDA entity”
      - P00022X “has variant access point for RDA entity”
    - P00018X “has identifier of RDA entity”
    - P00019X “has name of RDA entity”, com as subpropriedades:
      - P00020X “has preferred name for RDA entity”
      - P00022X “has variant name of RDA entity”

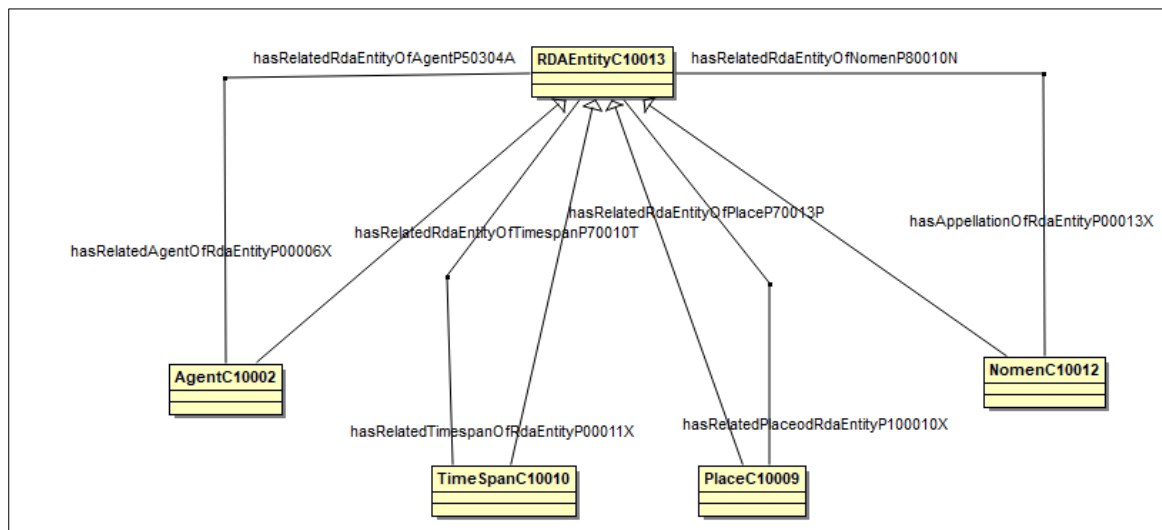


Figura C33 - Relações Entity/entidades não WEMI



## ANEXO D

### BIBFRAME (BF) - REPRESENTAÇÃO UML

#### Fontes (versão 2.0.1, válidas a 5/4/2021):

- Ontologia Owl: <https://github.com/lcnetdev/BIBFRAME-ontology/blob/main/archive/BIBFRAME-2.0.1.rdf>
- Lista de elementos por categoria: <https://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME-category.html>
- Lista alfabética de elementos: <https://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME-2-0-1.html>

O BF formaliza as relações entre classes como associações unidirecionais, com propriedades inversas, na UML não é, porém, possível representá-las dessa forma, pois esta linguagem não suporta a representação de associações unidirecionais inversas. Por esse motivo, as relações dos modelos-base foram representadas na UML como associações com roles representativos da propriedade e da sua inversa em cada extremidade da relação.

Para a edição dos diagramas de classes e de objetos UML utilizámos a ferramenta BOUML<sup>49</sup>, por se tratar de um *software* gratuito e que é comumente utilizado para fins de académicos e de investigação.

#### D1. Classes WEMI

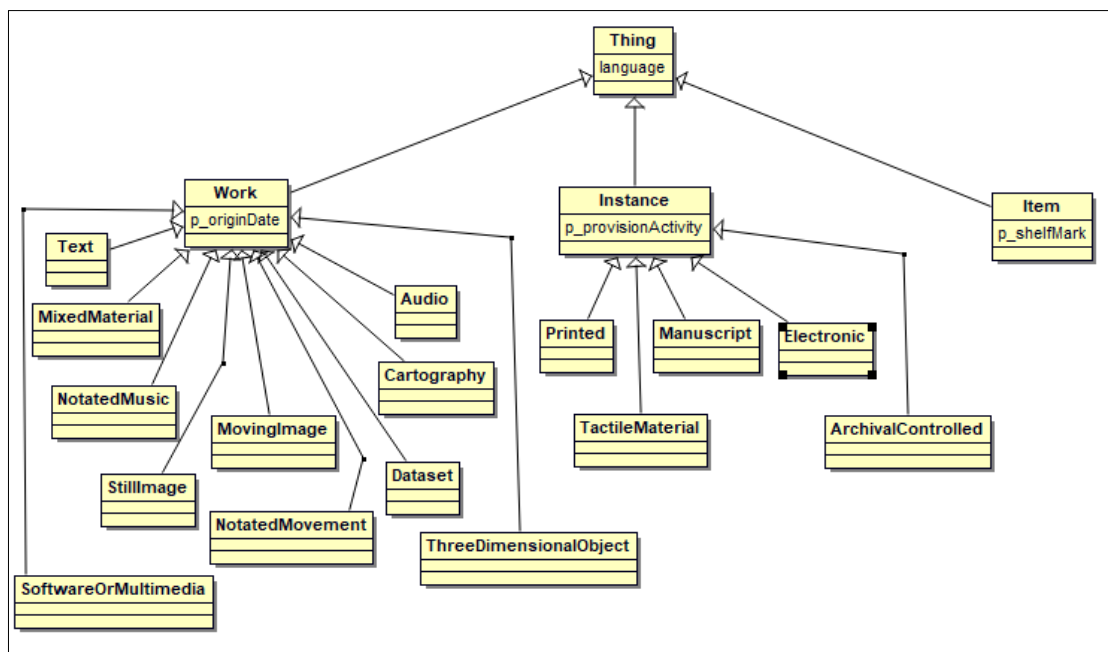


Figura D1 – Classes WEMI BF

<sup>49</sup> <https://www.bouml.fr/>

- **Work** – Recurso que reflete a essência conceptual do recurso descrito. Tem as seguintes subclasses:
  - **DataSet**
  - **Text**
  - **Cartography**
  - **Audio**
  - **Three-dimensional object**
  - **Software or multimedia**
  - **Moving image**
  - **Notated movement**
  - **Notated music**
  - **Mixed material**
  - **Object**
  - **Multimedia**
  -
- **Instance** – Recurso que reflete a materialização física de uma “Work”. Tem as seguintes subclasses:
  - **Manuscript**
  - **Printed**
  - **Electronic**
  - **Tactile material**
  - **Archival controlled**
- **Item** – um exemplo individual de uma Instance.

## D2. Relações bibliográficas

- **RelatedTo**

Qualquer relação entre entidades WII. Não tem domain, nem range. Todas as relações entre WII são suas subpropriedades

### D2.1. Relações primárias WII

Propriedades de ligação entre as classes WII (Work, Instance e Item). São todas subpropriedades de “relatedTo”.

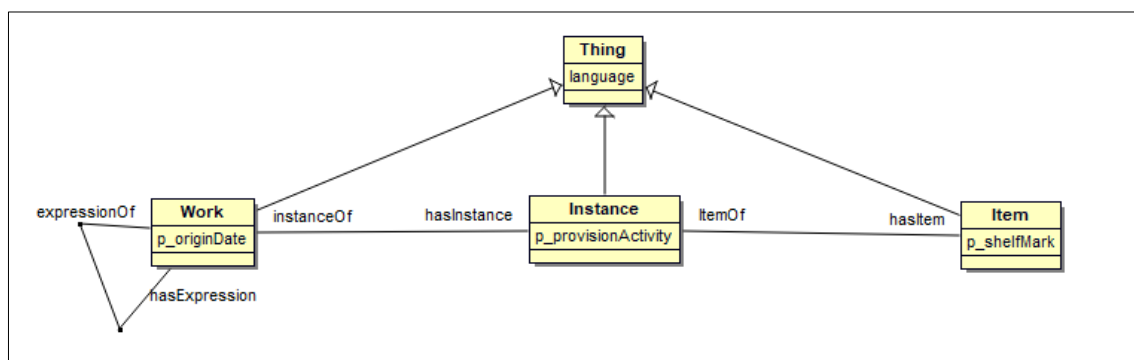


Figura D2 - Relações primárias WII BF

- **hasInstance** – Relaciona a *Obra* (Work) descrita com uma Instance.  
Domain: Work, Range:Instance  
Propriedade inversa: instanceOf
- **hasItem** – Descreve um *Item* como exemplo da Instance descrita  
Domain: Instance, Range:*Item*  
Propriedade inversa: isItemOf
- **hasExpression** – *Obra* (Work) que é uma expressão de outra obra (Work). Propriedade usada para relacionar obras (Works) no âmbito de implementações LRM/RDA.  
Domain e range: Work  
Propriedade inversa: expressionOf

## D2.2. Relações bibliográficas complementares

- **hasEquivalent** – Recurso que incorpora (embodies) o mesmo conteúdo que o recurso descrito. Tem as seguintes subpropriedades:
  - **hasReproduction** – Recurso que reproduz outro recurso  
Domain e range: Instance  
Propriedade inversa: reproductionOf
  - **otherPhysicalFormat** – Recurso que se manifesta noutro *carrier* físico  
Domain e range: Instance

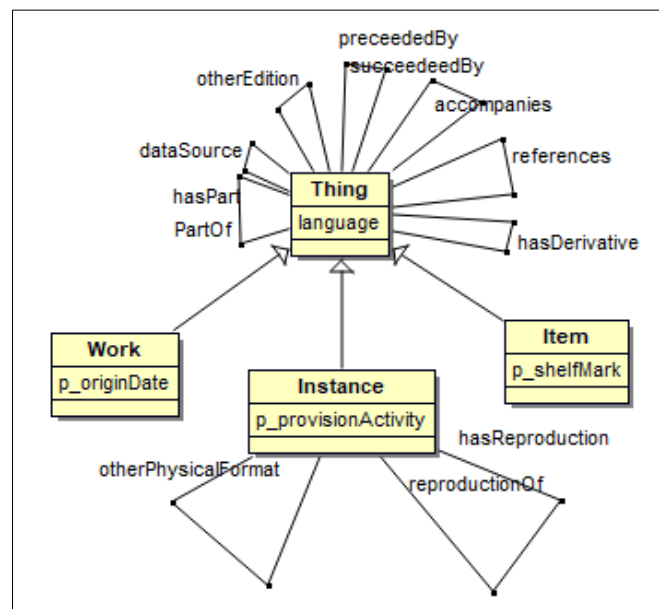


Figura D3– Relações WEMI complementares

Associações da classe Thing consigo mesma (todas são subpropriedades de relatedTo):

- **hasDerivative/derivativeOf** – Recurso que traduz o texto original noutra língua. Pode aplicar-se a Work ou Instance (não tem estas classes como domain, esta indicação consta de uma anotação). Tem as seguintes subpropriedades:
  - translation/translationOf
  - originalVersionOf
- **references/referencedBy** – Recurso que referencia o recurso descrito
- **accompanies/accompaniedBy** – Recurso adicionado ou publicado com o recurso descrito. Pode aplicar-se a Work ou Instance (não tem estas classes como domain, esta indicação consta de uma anotação). Tem as seguintes subpropriedades:
  - issuedWith
  - indexOf/index
  - findingAidOf/findingAid
  - supplement/supplementTo
- **succeededBy/PreceededBy** – Recurso que sucede ao recurso descrito, no âmbito temporal ou numa narrativa. Pode aplicar-se a Work ou Instance (não tem estas classes como domain, esta indicação consta de uma anotação). Tem as seguintes subpropriedades:
  - absorbed/absorbedBy
  - replacedBy/replacementOf
  - continues/continuedBy - Recurso cujo conteúdo continua um recurso anterior, com um novo título
  - continuesInPart/splitInto
  - separatedFrom/continuedInPartBy
  - mergerOf/mergedToFrom
- **dataSource** – Recurso que é uma fonte de dados com que o recurso descrito se relaciona. Pode aplicar-se a Work ou Instance (não tem estas classes como domain, esta indicação consta de uma anotação).
- **hasPart/partOf** – Recurso incluído física ou logicamente no recurso descrito. Pode aplicar-se a Work ou Instance (não tem estas classes como domain, esta indicação consta de uma anotação). Tem as seguintes subpropriedades:
  - **subseriesOf/hasSubseries**
  - **seriesOf/hasSeries**

### D3. Classes de Título

- **Classe Title** – regista informação relativa ao título de um recurso. Tem a seguinte subclasse:
  - a. **VariantTitle** – título de um recurso que é diferente do título da Work ou da Instance. Tem como subclasses:
    - i. **AbbreviatedTitle** – título abreviado, para citação, indexação ou identificação
    - ii. **ParallelTitle** – título noutra língua
    - iii. **KeyTitle** – título único de um recurso continuado (ISSN)



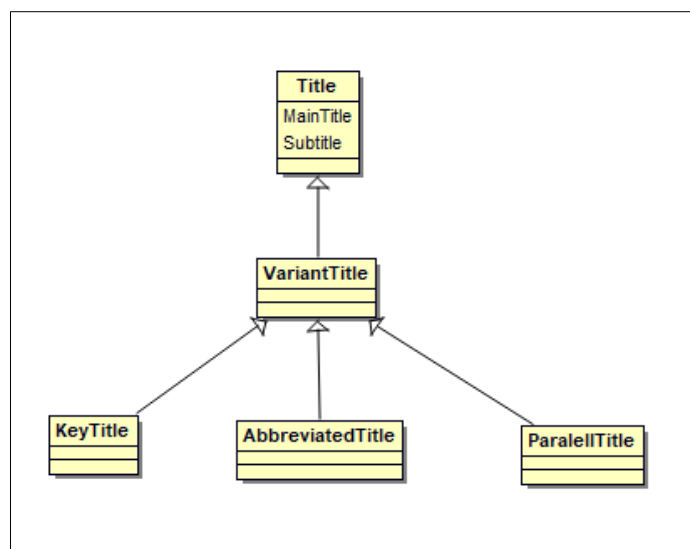


Figura D4 – Hierarquia de classes de Title

Os atributos de bf:Title têm valores literais.

As propriedades que permitem relacionar outras entidades com a classe Título são:

- **title** – Tem como range a classe Title. Não tem domain, portanto pode aplicar-se a qualquer entidade.
- **titleOf** – propriedade inversa de bf:title
- **variantTitle** – Tem como domain a classe “VariantTitle” e como range um valor literal. Pode ser usada para expressar um tipo de bf:VariantTitle, quando não houver classe para ele definida.



## ANEXO E

### COMPARAÇÃO GERAL DOS NORMATIVOS LRM, RDA E BF

Apresenta-se a comparação geral dos normativos bibliográficos que o MR e a OR visam alinhar: o modelo LRM (Library Reference Model), o RDA (Resource Description & Access) e o BIBFRAME (BIBliographic FRAMEwork Initiative). O quadro seguinte identifica as versões das ontologias/modelos LRM, RDA e BF consideradas na análise comparativa:

Quadro E1- Versões do LRM, BF e RDA consideradas na análise comparativa

Modelo	Versão	Data consulta	Formalização
LRM	Dezembro de 2017 <sup>50</sup>	Julho 2020	Modelo entidade-relação (E-R)
RDA	Versão 4.0.4 Março 2021 <sup>51</sup>	Abril 2021	OWL – Ontology Web Language
BIBFRAME	Versão 2.0 Maio 2016 <sup>52</sup>	Abril 2021	OWL – Ontology Web Language

#### E1. Representação em UML dos normativos LRM, RDA e BF

A comparação dos três normativos bibliográficos (LRM, RDA e BF) parte da sua modelação em UML efetuada nos ANEXOS B, C e D. A opção pela modelação em UML justifica-se por se tratar de uma linguagem que pode ser utilizada para especificar, documentar e visualizar modelos precisos, sem ambiguidades e completos. Por outro lado, a modelação dos diferentes modelos numa única linguagem comum permitir-nos-á partir diretamente dessas representações para a modelação, também em UML, do nosso Modelo de Referência.

A representação dos três modelos em UML também foi importante, pois quando a mesma foi efetuada e à data da criação do Modelo de Referência, os três modelos não tinham uma linguagem de modelação comum, uma vez que o LRM só foi representado em RDF/OWL em agosto de 2020 (v. ontologia LRMe<sup>53</sup>). Acresce que, apesar de expressos em RDF/OWL, os normativos LRM e RDA se baseiam conceptualmente no FRBR que foi originalmente modelado em E-R, sendo as suas formalizações em RDF/OWL – como apontam autores como Peponakis (2012), Baker, Coyle & Petyia (2014) e Karen Coyle (2016) – uma mera transcrição sintática do E-R que tira pouco partido das potencialidades das linguagens de modelação da adequada à Web Semântica. Foi, por estes motivos, que para melhor poder fazer a comparação entre os normativos LRM/RDA, fortemente marcados pelo modelo E-R, e o BF, originalmente formalizado em RDF/OWL, se procedeu à representação dos três normativos numa linguagem comum e distinta dos seus metamodelos de origem: a UML. Dada a

<sup>50</sup> [https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017\\_rev201712.pdf](https://www.ifla.org/files/assets/cataloguing/frbr-lrm/ifla-lrm-august-2017_rev201712.pdf)

<sup>51</sup> <http://www.rdaregistry.info/>

<sup>52</sup> <https://github.com/lcnetdev/BIBFRAME-ontology/blob/main/archive/BIBFRAME-2.0.1.rdf>

<sup>53</sup> <https://www.iflstandards.info/lrm>

extensão das ontologias LRM, RDA e BF e as limitações de tempo para a realização desta investigação, a comparação destes três normativos incidiu apenas nas relações entre as entidades bibliográficas nucleares, não abordando as relações com outras entidades, como os agentes, tempo, espaço, etc... Pelo mesmo motivo, também não foi possível incluir neste trabalho tipos particulares de obras como as publicações seriadas e recursos contínuos, tendo-nos focado apenas nas monografias.

Para além dos modelos e ontologias do LRM, RDA e BF, considerámos na sua análise comparativa também os seguintes mapeamentos que denominámos como “oficiais”, por terem sido realizados pelas próprias entidades que criaram e mantêm os modelos-base:

- Mapeamentos do RDA Registry (RSC, 2021a):
  - Alinhamento entre elementos e entidades RDA/LRM <sup>54</sup>
  - Mapeamentos entre classes e propriedades RDA/LRM <sup>55</sup>
- Mapeamentos da Library of Congress (LoC, 2014):
  - Mapeamento entre as classes WEMI LRM/RDA e as classes nucleares BF (Library of Congress, 2014) <sup>56</sup>

Estes mapeamentos não foram formalizados nem na ontologia RDA, nem na ontologia BF, havendo divergências entre a especificação RDA dos “alinhamentos” e a documentação RDA dos “mapeamentos” (por exemplo: é feito o “alinhamento” de classes como equivalentes e seu “mapeamento” como subclasses).

Nos pontos que se seguem, efetua-se uma comparação geral dos modelos-base, constando as suas representações em UML do ANEXO B (Diagramas de classes do LRM), ANEXO C (Diagramas de classes do RDA) e ANEXO D (Diagramas de classes do BIBFRAME).

## **E2. Entidades bibliográficas nucleares: comparação geral LRM/RDA/BF**

As entidades do domínio bibliográfico correspondem aos objetos de interesse para os utilizadores de sistemas de informação bibliográfica (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017).

### **E2.1. LRM**

No modelo LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), as principais entidades que compõem o domínio bibliográfico são as entidades nucleares ou recursos de informação - *Work*, *Expression*, *Manifestation* e *Item* (WEMI) – e as entidades contextuais ou autoridades – Agent, Time e Place.

No que respeita às entidades WEMI, as entidades lrm:E2 (*Work*), lrm:E3 (*Expression*) e lrm:E4 (*Manifestation*) correspondem aos dados bibliográficos e a entidade lrm:E5 (*Item*) corresponde às existências ou exemplares.

---

<sup>54</sup> <https://www.rdaregistry.info/Aligns/alignRDAEntity2LRM.html>; <https://www.rdaregistry.info/Aligns/alignRDA2LRM.html>

<sup>55</sup> <https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDAEntity2LRM.html> ; <https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDA2LRM.html>

<sup>56</sup> <https://www.loc.gov/BIBFRAME/docs/BIBFRAME-profiles.html>

Quanto à materialidade, as entidades WEMI são agrupadas no LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) em dois níveis de análise:

- Entidades imateriais, puramente conceptuais: lrm:E2 (Work) e lrm:E3 (Expression), entidades que refletem o conteúdo intelectual e artístico de um recurso. O LRM define lrm:E2 (Work) como uma entidade abstrata, que resulta da coincidência de conteúdo comum às diversas *Expressões* da *Obra*.

A *Expressão* lrm:E3 corresponde à realização intelectual ou artística de uma *Obra* através de palavras, frases, notas musicais, etc., não incluindo o formato físico.

- Entidades materiais, envolvem um processo de produção: as entidades lrm:E4 (Manifestation) e lrm:E5 (Item), que respeitam à forma física desse recurso, envolvendo sempre um processo de produção.

A entidade *Manifestação* lrm:E4 é definida pelo LRM como a materialização física de uma *Expressão* de uma *Obra*. A *Manifestação* representa todos os objetos físicos (Items) que têm as mesmas características relativamente ao conteúdo intelectual e ao formato físico. Sempre que o processo de produção envolve mudança de conteúdo (por exemplo, modificação de texto) ou de formato físico (por exemplo, nova paginação), temos uma *Manifestação*. O *Item* lrm:E5 *Item* é a unidade individual de uma *Manifestação*, sendo definido pelo LRM como uma entidade concreta, um objeto físico individual.

## E2.2. RDA

Verifica-se uma total similitude conceptual entre o RDA e o LRM na definição das entidades WEMI:

- *Work* (rda:C10001): corresponde a uma criação intelectual ou artística distinta. É o conteúdo intelectual e artístico, *obra* enquanto entidade abstrata.
- *Expression* (rda:C10006): corresponde à realização artística ou intelectual de uma obra, na forma de notação alfanumérica, musical, coreográfica, som, imagem, objeto, movimento, etc., ou por qualquer combinação dessas formas.
- *Manifestation* (rda:C10007): é a materialização física de uma *Expressão* de uma *Obra*.
- *Item* (rda:C10003): é o exemplar individual ou instância de uma *Manifestação*. Definida pelo RDA como uma “entidade concreta”.

Esta similitude com o LRM é confirmada pelo RDA Registry (RSC, 2021a), quer no alinhamento RDA/LRM<sup>57</sup>, que considera as entidades nucleares de ambos os normativos como equivalentes; quer

---

<sup>57</sup> <https://www.rdaregistry.info/Aligns/alignRDAEntity2LRM.html>

no mapeamento entre classes RDA /LRM<sup>58</sup> que considera as classes WEMI RDA como subclasses das WEMI do LRM:

Quadro E1 - Mapeamento e alinhamento RDA/LRM (RSC, 2021a)

LRM	Alinhamento RDAREgistry	Mapeamento RDAREgistry	RDA
E2 Work	Equivalente a	Superclasse de	C10001 Work
E3 Expression	Equivalente a	Superclasse de	C10006 Expression
E4 Manifestation	Equivalente a	Superclasse de	C10007 Manifestation
E5 <i>Item</i>	Equivalente a	Superclasse de	C10003 <i>Item</i>

### E2.3. BIBFRAME

As classes principais do modelo BIBFRAME são as seguintes (Miller, 2018; LoC, 2016):

- **bf:Work:** recurso que reflete a essência conceptual do item catalogado, trata-se de uma entidade abstrata que reflete o conteúdo das bf:Instances associadas a uma bf:Work. Tem como subclasses bf:Text; bf:Audio; bf:Cartography; bf:MovingImage, etc..
- **bf:Instance:** recurso que reflete uma materialização individual de uma bf:Work. Tem como subclasses bf:Manuscript; bf:Printed, etc..
- **bf:Item:** exemplo individual (single exemple) de uma bf:Instance. Cópia física ou digital de uma bf:Instance.

As correspondências entre as entidades bibliográficas nucleares do BIBFRAME e as WEMI dos modelos LRM/RDA definidas pelo mapeamento oficial da Library of Congress (LoC, 2014) e atualizado por Sally McCallum (2016) são as seguintes:

- **bf:Work:** Corresponde às classes LRM/RDA Work e Expression.
- **bf:Instance:** Corresponde à classe LRM/RDA Manifestation.
- **bf:Item:** Corresponde à classe LRM/RDA *Item*.

Consideramos que as subclasses de bf:Work (bf:Text e bf:Audio, por exemplo) correspondem a LRM/RDA Expression, pois representam a realização de uma *Obra* através de signos (palavras e sons, por exemplo).

### E2.4. Conclusões sobre a comparação geral de entidades e atributos WEMI

A comparação das entidades que cada modelo define como recursos bibliográficos nucleares resume-se no quadro seguinte:

<sup>58</sup> <https://www.rdaregistry.info/Maps/mapRDAEntity2LRM.html>

Quadro E2 - Comparação WEMI (BF, RDA, BF)

Entidades WEMI	LRM	RDA	BIBFRAME
<i>Work</i>	E2 Work	C10001 Work	bf:Work
<i>Expression</i>	E3 Expression	C10006 Expression	
<i>Manifestation</i>	E4 Manifestation	C10007 Manifestation	bf:Instance
<i>Item</i>	E5 Item	C10003 Item	bf:Item

No que respeita aos atributos das WEMI, apenas foram considerados os que melhor permitem elucidar sobre a semântica das entidades e que serão utilizados na exemplificação dos casos de descrição do Modelo de Referência:

#### Atributos de *Obra*

Os atributos que caracterizam uma *Obra* podem ser de três tipologias: atributos relativos à Categoria, atributos que decorrem da *Expressão* e atributos relativos aos signos que referenciam determinada *Obra*.

No que se refere aos atributos de *Obra* abstraídos de Expressões, considerámos os seguintes:

- No modelo LRM, “E2A2-hasRepresentativeExpressionAttribute” é o atributo essencial para caracterizar uma *Obra* e cujos valores são retirados de uma *Expressão* representativa da *Obra*, denominada por “expressão canónica”. Estes valores são inferidos a partir de uma *Expressão* particular que se considere melhor representar a *Obra* ou de características abstraídas de um conjunto de expressões similares, ou seja não tem de se identificar uma *Expressão* de forma precisa, nem tem de ser representada (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017). Este atributo LRM pode ser tipificado de forma variável, dependendo do contexto de utilização (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), tendo-se para este trabalho escolhido os atributos de “língua” e “data”, pois são os que melhor nos irão permitir distinguir as instâncias utilizadas nos exemplos dos Casos de Descrição.
- Seguindo o mapeamento LRM/RDA constante do RDAToolkit<sup>59</sup>, fazemos corresponder o atributo LRM “E2A2-hasRepresentativeExpressionAttribute” aos atributos RDA “P10353-languageOfRepresentativeExpression” e “P10398-dateOfRepresentativeExpression”.
- No BIBFRAME, os atributos “bf:language” e “bf:p\_originDate” permitem registar o valor de língua e data de uma *Obra*.

<sup>59</sup> <https://access.rdatoolkit.org/>

Apesar da similitude entre os modelos RDA e BIBFRAME para os atributos de *Obra* relativos aos valores de “data” e “língua”, registam-se as seguintes discrepâncias entre o BIBFRAME e o LRM/RDA:

- Os atributos “bf:language” e “bf:p\_originDate” não são inferidos, nem abstraídos da *Expressão*, caracterizam a *Obra* em si mesmos
- O atributo “bf:language” não tem restrição de domínio.

No que se refere aos atributos de *Obra* relacionados com a entidade *Nomen*, considerámos os seguintes atributos:

- No LRM/RDA, os atributos que relacionam a *Obra* com os signos que a referenciam são lrm:R13-hasAppellation, rda:P10329-appellationOfWork, rda:P10088.titleOfWork e bf:title.
- No caso do BIBFRAME, o atributo bf:title não tem Work como domain, i.e. não são específicos de *Obra*.

### **Atributos de *Expressão***

Os atributos de *Expressão* nos modelos LRM e RDA são muito similares, como se observa no quadro abaixo. Cumpre-nos, no entanto, salientar que o RDA determina que os valores dos elementos P2006-hasLanguageOfExpression e P20214-hasDateOfExpression podem ser usados, respetivamente, como valores nas propriedades de *Obra* P10353-languageOfRepresentativeExpression e P10398-dateOfRepresentativeExpression.

O modelo BIBFRAME não compreende a classe *Expressão*, pelo que não tem atributos relativos a esta entidade.

### **Atributos de *Manifestação* e de item**

Os atributos data e local existem tanto no BF, como no LRM/RDA. No RDA, contudo, são subpropriedades de um atributo mais geral, rda:P30288 (hasManifestationStatement). Ao contrário do que sucede no LRM/RDA, no BF não existe atributo “categoria de *carrier*”, dado essa categorização assumir no BF a forma de subclasses de bf:Instance, como por exemplo bf:Printed ou bf:Manuscript. Os atributos de *Item* são similares nos três modelos. A comparação geral dos atributos WEMI nos modelos LRM, RDA e BIBFRAME resume-se no quadro seguinte:



Quadro E3 - Comparação de atributos WEMI (LRM, RDA, BF)

Entidades WEMI	LRM		RDA		BIBFRAME	
	Atributo	Domain	Atributo	Domain	Atributo	Domain
Work	E2A1 Category	Work	X	X	X	X
	E2A2 hasRepresentative ExpressionAttribute	Work	P10353 languageOfRepresentation	Work	language	X
			P10398 dateOfRepresentationExpression	Work	p_originDate	Work
	R13 hasAppellation	RES	P10329 appellationOfWork	Work	p_title	Work Instance Item
			P10088 titleOfWork	Work		
Expression	E3A1 hasCategoryOfExpression	Expression	P20331 hasCategoryOfExpression	Expression	X	X
	E3A6 hasLanguageOfExpression	Expression	P20006 hasLanguageOfExpression	Expression	X	X
	R35 hasAssociationWithTimeSpan	Res	P20214 hasDateOfExpression	Expression	X	X
Manifestation (LRM/RDA) Instance (BF)	E3A1 hasCategoryOfCarrier	Manifestation	P30335 hasCategoryOfCarrier	Manifestation	X	X
	E4A1 hasManifestationStatement	Manifestation	P30288 hasManifestationStatement (superpropriedade de P30009 e P30086)	Manifestation	p_provisionActivity (place, date)	Instance
	R35 hasAssociationWithTimeSpan	Res	P30009 hasDateOfProduction	Manifestation	X	X
	R33 hasAssociationWithPlace	Res	P30086 hasPlaceOfProduction	Manifestation	X	X
Item	E5A1 hasLocationOfItem	Item	X	X	p_shelfMark	Item
	R13 hasAppellation	Res	P40001 hasIdentificationForItem	Item		

### E3. Relações primárias WEMI: comparação geral LRM/RDA/BF

As relações primárias WEMI correspondem às três relações definidas pelo LRM para a denominada “cadeia WEMI”: realização de uma *Obra* por uma ou mais Expressões, materialização de Expressões por Manifestações e exemplificação de uma *Manifestação* por um ou mais Itens.

#### E3.1. LRM

No LRM, não é definida hierarquia entre as entidades WEMI, sendo estabelecida a disjunção entre elas. O LRM permite que esta restrição de disjunção possa ser “contornada” por expansões ao modelo, de modo a permitir visões “contraditórias” que considerem um mesmo indivíduo simultaneamente

como *Obra* e como *Expressão*, por exemplo. Para que isto possa ser possível, o LRM admite a extensão do modelo no sentido de fundir duas entidades numa terceira entidade, devendo nesse caso serem criadas duas relações adicionais (“tem conteúdo conceptual” e “tem conteúdo simbólico” que liguem a terceira entidade a cada uma das entidades fundidas (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) (v. exemplo abaixo).

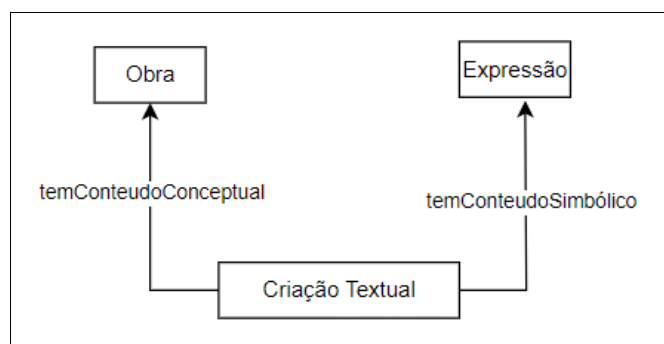


Figura E4 - Extensão LRM para disjunção

As WEMI têm relação hierárquica com a classe E1 RES, de que são subclasses (v. Ponto B3.1 do ANEXO B). A classe E1 Res é a classe de topo de todo o modelo LRM, tendo como subclasses não apenas as classes WEMI, mas todas as restantes classes do modelo, mesmo as não bibliográficas.

Neste modelo, a relação entre as WEMI é feita através de associações binárias entre: Work e Expression (R2 isRealizedThrough); Expression e Manifestation (R3 isEmbodiedIn) e Manifestation e Item (R4 isExemplifiedBy) (v. Ponto B.3.2 do ANEXO B). Para cada relação binária existe uma relação inversa, que assume o mesmo número da relação direta, com o sufixo “i”, mas nenhuma delas é transitiva, simétrica ou irreflexa.

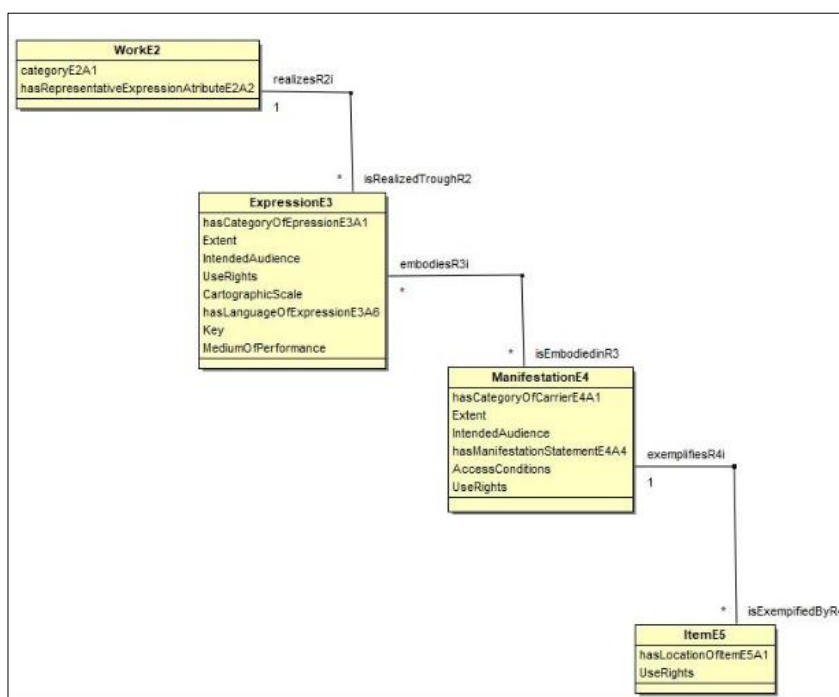


Figura E5 - Diagrama de classes UML - Relações de vinculação LRM

Em cada par de relações existem restrições de cardinalidade de 1 nas classes superiores e de 0...\* nas inferiores, exceto na relação entre *Expressão* e *Manifestação*, em que a relação é de 0...\* em ambos os extremos do par.

### E3.2. RDA

No RDA, as classes WEMI têm relação hierárquica com a classe C10013 RDAEntity, de que são subclasses. A classe C10013 RDAEntity é a classe de topo da ontologia RDA, tendo como subclasses não apenas as classes WEMI, mas todas as restantes classes do modelo, mesmo as não bibliográficas (v. ANEXO C).

Neste modelo, não existe hierarquia entre as classes WEMI, a relação entre as WEMI é feita através de associações binárias entre: *Work* e *Expression* (P10078 hasExpressionOfWork); *Expression* e *Manifestation* (P20059 hasManifestationOfExpression) e *Manifestation* e *Item* (P30103 hasExemplarOfManifestation). Existe uma relação adicional entre *Work* e *Manifestation* (P10072 hasManifestationOfWork) (v. Ponto C2.1 do ANEXO C). Para cada uma destas relações binárias existe uma relação inversa, mas nenhuma delas é transitiva, simétrica ou irreflexa.

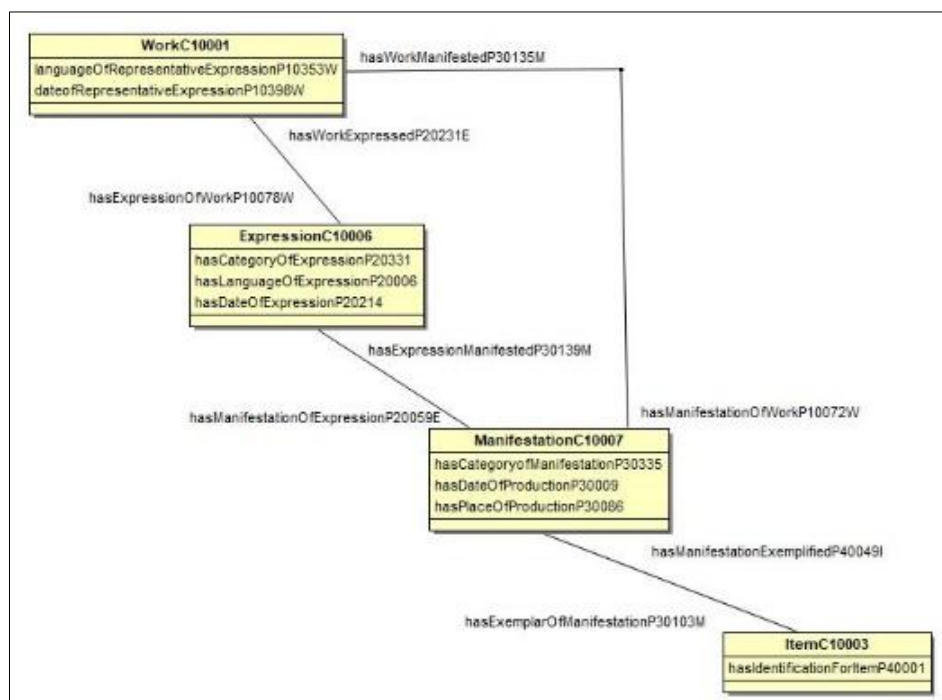


Figura E6 - Diagrama de classes UML - Relações de vinculação RDA

O RDA não expressa cardinalidades nas relações primárias WEMI, deixando a definição deste tipo de restrições para os perfis de aplicação (RSC, 2021b).

### E3.3. BIBFRAME

No BIBFRAME, as classes WII (Work, Instance e *Item*) têm relação hierárquica com a classe owl:Thing, de que são subclasses. A classe owl:Thing é a classe de topo da ontologia BIBFRAME, tendo como subclasses não apenas as classes WEMI, mas todas as restantes classes do modelo, mesmo as não bibliográficas.

Neste modelo, não existe hierarquia entre as classes WII, a relação entre as WII é feita através de associações binárias entre: Work e Instance (hasInstance) e Instance e *Item* (hasItem). Existe uma relação adicional entre Work e Work (hasExpression), que relaciona uma *Expressão* em implementações LRM com outra *Obra* (v. Ponto D2.1 do ANEXO D”). Para cada uma destas relações binárias existe uma relação inversa, mas nenhuma delas é transitiva, simétrica ou irreflexa. O BIBFRAME não expressa cardinalidades nas relações primárias WII.

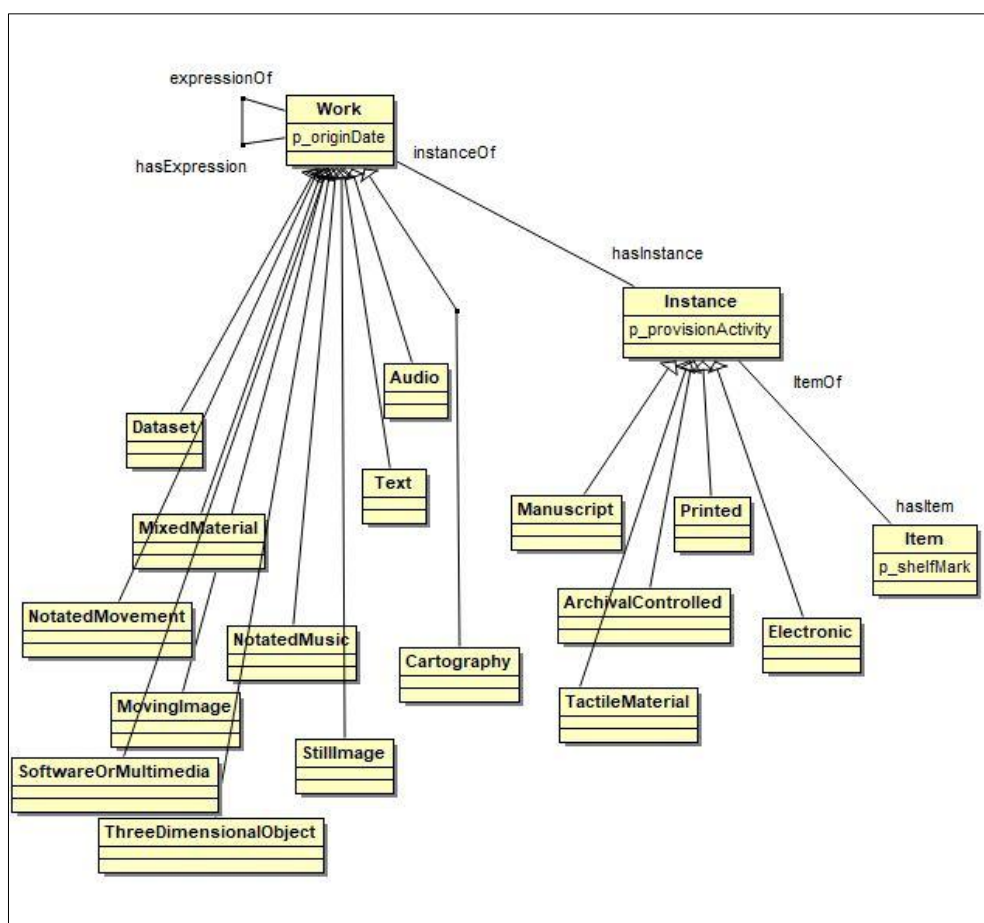


Figura E7 - Diagrama de classes UML - Relações de vinculação BF

### E3.4. Conclusões sobre a comparação geral das relações primárias WEMI

Nenhum dos normativos bibliográficos que estamos a comparar expressa as relações primárias entre as WEMI como relações de hierarquia. A maior discrepância surge entre o RDA e o LRM, quanto à relação primária entre *Obra* e *Manifestação*, que é possível através da propriedade rda:P10072, que

não tem correspondência no LRM. Outra heterogeneidade ocorre o nível das restrições de cardinalidade, que apenas estão definidas no LRM, não existindo nem no RDA, nem no BF.

O quadro abaixo resume a comparação das relações primárias entre WEMI nos três normativos bibliográficos:

Quadro E4 - Comparação geral relações primárias WEMI (LRM, RDA e BF)

Relações WEMI		FRBR/LRM	RDA	BIBFRAME
Range	Domain			
Work (LRM/RDA/BF)	Expression (LRM/RDA)	R2isRealizedThrough  Uma obra realiza-se através de uma ou mais expressões. (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)	P10078 – hasExpressionOfWork  Relaciona uma obra com uma expressão que é sua realização (RSC, 2021a)	hasExpression  Propriedade criada para resolver o problema de interoperabilidade com LRM e RDA, por ausência de expressão no BF (LC, 2021).
Work (RDA) Work (BF)	Manifestation (RDA) Instance (BF)	N.A.	P10072 – hasManifestationOfWork	hasInstance  Relaciona a obra descrita com Instance (LC, 2021).
Expression (LRM/RDA)	Manifestation (LRM/RDA)	R3isEmbodiedIn  Uma obra está materializada numa ou mais expressões. (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)	P20059 – hasManifestationOfExpression  Relaciona uma expressão com uma manifestação que é a sua materialização física (RSC, 2021a).	N.A.
Manifestation (LRM/RDA) Instance (BF)	Item (LRM/RDA/BF)	R4isExemplifiedBy  Uma manifestação é exemplificada por um ou mais itens. (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017)	P30103 – hasExemplarofManifestation  Relaciona uma manifestação com um item que é uma instância da manifestação (RSC, 2021a).	hasItem  Descreve um <i>Item</i> como exemplo da Instance descrita (LC, 2021).

## E4. Relações bibliográficas complementares

Na comparação da representação das relações bibliográficas complementares pelos modelos-base, utilizaremos a taxonomia definida por Barbara Tillett (2001) para este tipo de relações, que as agrupa

em duas grandes tipologias: relações de conteúdo (descrição, derivação e equivalência) e relações de estrutura (acompanhamento, sequência, todo-parte e agregação).

#### E4.1. Relações de descrição

As relações de descrição são muito mais detalhadas no RDA, que tem quatro tipos de propriedades para relações descritivas (relações de assunto; análise/comentário; catálogo/errata; resumo/paráfrase); do que no LRM, em que não existem propriedades com esta semântica específica; e no BIBFRAME, que tem apenas uma propriedade descritiva geral.

Quadro E5 - Comparação geral de relações de descrição (LRM, RDA, BF)

Relações descritivas	RDA	LRM	BF
Assunto	<p>Domain rda:Work e Range rda:RDAEntity:</p> <p>P10324 has subject RDAEntity P10360 is description of RDAEntity P10361 is evaluation of RDAEntity</p> <p>Domain Work e Range WEMI:</p> <p>P10257, P10258, P10259, P10260 has subject Work/Expression/Manifestation/Item</p> <p>P 10100, P10277, P 10271, P10265 is description of Work/Expression/Manifestation/Item</p> <p>P 10153, P10279, P10273, P10267 is evaluation of Work/Expression/Manifestation/Item</p>		
Análise/ comentário	<p>Domain Work e Range WEMI:</p> <p>P10140, P10278, P1022, P10266 is analysis of Work/Expression/Manifestation/Item</p> <p>P10187, P10282, P10276, P10270 is commentary on Work/Expression/Manifestation/Item</p>	<p>Domain lrm:Work e Range lrm:Res:</p> <p>R12 has as subject</p>	<p>bf:references</p> <p>Não tem Domain e Range definidos, em nota (elemento rdfs:comment) indica-se que pode ser usado com bf:Work, bf:Instance ou bf:Item</p>
Catálogo/ errata	<p>Domain Work e Range Work:</p> <p>P10180 is catalogue of Work</p> <p>Domain Work e Range Manifestation:</p> <p>P10406 is source consulted on</p> <p>Domain Expression e Range Expression:</p> <p>P20180 is catalogue of Expression</p>		
Resumo, paráfrase	<p>Domain Work e Range Work:</p> <p>P10126 is abstract of Work</p> <p>Domain Expression e Range Expression:</p> <p>P20090 is abstracted in Expression</p>		

No que respeita ao *domain/range* das propriedades de assunto, no RDA há propriedades que relacionam a entidade de topo rda:RDAEntity com rda:Work, pois qualquer entidade pode ser assunto de uma obra. O RDA prevê, ainda, que propriedades similares às relações de assunto, descrição e avaliação entre rda:RDAEntity e rda:Work, possam ter como domain rda:Work e como range qualquer WEMI. Para cada par de entidade relacionada (W-W, W-E, W-M, W-I) existe uma propriedade específica, o que quadruplica o número de relações gerais de assunto.

Tanto o LRM como o BF definem apenas uma propriedade descritiva genérica. No LRM a relação descritiva estabelece-se entre a *Obra* e qualquer entidade da ontologia (lrm:RES), não havendo como no RDA propriedades que tenham como objeto uma das WEMI. No BF não são definidas restrições *range/domain* para bf:references, definindo-se numa nota que a propriedade se aplica a qualquer uma das classes bibliográficas nucleares. Contudo, ao não definir restrições de domínio, a propriedade aplica-se a qualquer entidade da ontologia.

#### E4.2. Relações de derivação

No que respeita à relação geral de derivação, ao contrário do RDA e do LRM, no BF a propriedade bf:hasDerivative não tem Domain e Range definidos o que indica que pode ser usado com bf:Work ou bf:Instance ou aplicar-se a qualquer outra entidade da ontologia.

Quadro E6 - Comparação geral de relações de derivação (LRM, RDA, BF)

Relações de derivação	RDA	LRM	BF
Derivação em geral	Domain e range: Work (relacionam obras diferentes):	Domain e range: Work (relacionam obras diferentes):	Sem range, nem domain:
	- Transformação (P10337)	- Transformação (R22)	- bf:hasDerivative
	- Baseado em (P10148)		
	- Tradução livre (P10143)		bf:translation (subpropriedade de bf:hasDerivative)
	- Inspiração, comemoração (P10290, P10295)	- Inspiração (R21)	
	- Adaptação (10142)		
	Domain e range: Expression (relacionam expressões diferentes de uma mesma obra):	Domain e range: Expression (relacionam expressões diferentes, de uma mesma obra):	Sem range, nem domain:
	- Tradução fiel (P20141)	- R24 lrm:isDerivationOf	bf:translation (subpropriedade de bf:hasDerivative)
	- Baseado em (P20204)		

Relações de derivação	RDA	LRM	BF
	- Adaptação (P20152)		
Ampliação / Redução	Domain e range: Work (relacionam obras diferentes): - Redução (P10125) - Ampliação (P10125, P10192)		
	Domain e range: Expression (relacionam expressões diferentes de uma mesma obra): - Redução (P20121) - Ampliação (20192, P20116)		
Versão	Domain e range: Work (relacionam obras diferentes): - Versão regional (P10389) - Versão de carrier (P10390) - Tradução (P10385 hasLanguageVersion)		bf:translation (subpropriedade de bf:hasDerivative)

No que se refere às propriedades RDA de ampliação, redução ou versão, não há propriedades equivalentes no LRM/BF, tendo portanto de se recorrer às propriedades gerais de transformação/derivação para representar relações de ampliação/redução no LRM e no BF, conforme se pode observar no quadro acima.

#### E4.3. Relações de equivalência

No domínio da equivalência entre entidades bibliográficas, concentrámo-nos apenas nas relações de reprodução digital, que no LRM e no RDA relacionam três tipos de entidades: a manifestação analógica, a manifestação digital e o item analógico, a partir do qual se faz a reprodução.

Tanto no LRM, como no RDA, a relação de equivalência estabelece-se a dois níveis: (i) entre a *Manifestação* digital e o *Item* analógico (rda:P30303 – isReproductionOfItem e lrm:R28 - isReproductionOf) e (ii) entre a *Manifestação* digital e a *Manifestação* analógica (rda: P30043 - isReproductionOfManifestation e lrm:R27 - isReproduction). No primeiro caso (i) a manifestação digital resulta da digitalização de um item em formato analógico (ex: digitalização do exemplar da 1ª edição dos Lusíadas, que tem a cota CAM. 2 P.), no segundo caso (ii) a manifestação digital resulta da digitalização de uma manifestação em formato analógico (por exemplo: digitalização da 1ª edição dos Lusíadas).

O BF apenas representa a relação entre a manifestação (bf:Instance) digital e a manifestação (bf:Instance) analógica: bf:hasReproduction.

#### E4.4. Relações de acompanhamento e sequência



A relação de acompanhamento e de sequência relacionam as classes WEMI consigo mesmas no RDA, mas no LRM apenas se aplicam à classe Work. No BF, à semelhança do que ocorre nas restantes relações complementares não estão formalizadas restrições de domínio/range, pelo que se podem aplicar a qualquer entidade da ontologia.

Quadro E7 - Comparação geral de relações de acompanhamento e sequência (LRM, RDA, BF)

Tipo de relação	R.DA	LRM	BF
Acompanhamento	Range e Domain: Work - P10103	Range e Domain: Work - R20	Sem Domain e Range - bf:accompanies
	Range e Domain: Expression - P20100		
	Range e Domain: Manifestion - P30027		
	Range e Domain: <i>Item</i> - P400291		
Sequência	Range e Domain: Work - Sequela/prequela (P10020, P10122) - Precedido/sucedido (P10156, P10170) - Versão sequencial (P10380) - Versão serializada (P10381)	Range e Domain: Work - R19	Sem Domain e Range - bf:succeedBy - bf:preceededBy
	Range e Domain: Expression - Sequela/prequela (P20335, P20334) - Precedido/sucedido (P20169, P20154)	R22, R24	

#### E4.5. Relações todo-parte

O mapeamento entre as relações de todo-parte ou de contendor no RDA e no LRM que se apresentam no quadro abaixo foi estabelecido pelo RDA Toolkit (RSC, 2021b).

Quadro E8 - Comparação geral de relações todo-parte (LRM, RDA, BF)

Tipo de relação	RDA	LRM	BF
Todo-parte	Range e Domain: Work - P10019	Range e Domain: Work - R18i	Sem Domain e Range - bf:hasPart
	Range e Domain: Expression - P20074	Range e Domain: Expression - R23i	
	Range e Domain: Manifestion - P30020	Range e Domain: Manifestion - R26i	
	Range e Domain: <i>Item</i> - P40034	Range e Domain: <i>Item</i> - R1	

No RDA e no LRM a relação todo-parte foi representada no ANEXO C e no ANEXO B como uma agregação UML, pois tal é a semântica que resulta das respetivas definições textuais nos normativos, apesar de formalmente nem o LRM, nem o RDA as representarem dessa forma.

No BF a relação *bf:hasPart* é subpropriedade de uma relação geral, pelo que não considerámos haver elementos que nos permitissem concluir ser intenção do normativo representá-la como agregação.

### Agregação bibliográfica

A representação da agregação bibliográfica é feita, no RDA através da criação de entidades agregadoras: a *Obra Agregadora* (“aggregating work”) e a *Expressão Agregadora* (“aggregating expression”). A cadeia entre a *Obra* e a *Expressão Agregadoras* partilha a mesma *Manifestação* com a cadeia das entidades agregadas, nisto se distinguindo da relação todo-parte, segundo Oliver (2021), pois segundo este autor, na relação todo-parte, as partes podem ser publicadas de forma autónoma em relação ao todo. Este entendimento não nos parece, contudo, correto pois a *Obra Agregada* pode ter também uma *Manifestação* autónoma da *Obra Agregada*, sempre que é publicada autonomamente fora da compilação.

Quadro E9 - Comparação geral de agregação bibliográfica (LRM, RDA, BF)

Tipo relação	RDA	LRM	BF
Agregação bibliográfica	Range e Domain: Expression - P20319 (aggregates)	Range e Domain: Expression - R25 lrm:wasAggregatedBy	N.A.

O LRM (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017) declara expressamente que R25 não é uma relação todo-parte, pois as expressões agregadas não se tornam componentes da expressão agregadora. O BF não representa obras agregadas (Lorimer, 2019).

## E5. Nomen: comparação geral LRM/RDA/BF

A classe Nomen existe no LRM e no RDA, correspondendo a uma associação entre uma entidade e a denominação que a referencia. Nesta comparação não consideramos as denominações de autores, locais ou assuntos, concentrando-nos apenas nas denominações das entidades bibliográfica nucleares e, em especial, na denominação de Título.

As vantagens de considerar a “denominação” como classe e não como atributo consistem em, desta forma, poder agrupar denominações semelhantes como instâncias de uma mesma classe, poder atribuir-lhe atributos e relacioná-las com outras entidades.

No LRM a relação “Appellation” ocorre entre a classe de topo “Res” e Nomen. Esta relação “Appellation” tem cardinalidade de 1 nas instâncias Res e 0...\* nas instâncias de Nomen, o que significa que cada Nomen só pode ter uma entidade associada e que a existência de um Nomen para cada entidade não é obrigatória. No RDA existe uma relação geral entre *rda:Nomen* e a entidade de topo “RDA Entity”, para além de relações específicas entre cada classe bibliográfica nuclear (WEMI) e

“Nomen”. No RDA, um Nomen pode estar associado a uma ou mais entidades e a existência de um Nomen para cada entidade é obrigatória.

Para cada denominação de uma WEMI (propriedade *hasAppellation*), o RDA especifica, entre outras, as seguintes subpropriedades:

- *hasAccessPoint* – descrição estruturada – relaciona uma WEMI com um Nomen que é sua denominação e que usa esquemas de codificação de vocabulários ou de construção de strings.
- *hasTitle* – descrição não estruturada – relaciona uma WEMI com um Nomen que é a sua denominação e que usa linguagem natural do discurso comum – Tem as seguintes subpropriedades:
  - *hasKeyTitle*
  - *hasPreferredTitle*
  - *hasVariantTitle*

Ao contrário do que sucede no LRM e no RDA, no BF não existe uma classe geral para “Nome” enquanto denominação geral de título, nomes de autor, assunto, etc.. Existe uma generalização entre a classe geral *bf>Title* e a classe específica *bf:VariantTitle*, para denominações de título. A classe *bf:VariantTitle* tem, por sua vez, as subclasses *bf:KeyTitle*, *bf:ParalellTitle*, *bf:AbbreviatedTitle*, entre outras. O quadro abaixo resume a comparação dos três normativos quanto ao Nomen:

Quadro E10 - Comparação geral de Nomen (LRM, RDA, BF)

Denominação	LRM	RDA	BIBFRAME
Classe	Nomen (E9)	Nomen (C10012)	Title
Relação	Appellation (R13) – Relaciona Nomen (E9) e Res (E1)	<i>hasAppellationOf</i> (WEMI)  Subpropriedades: <i>hasTitleof</i> (WEMI) <i>hasAccessPointOf</i> (WEMI) <i>hasIdentifier</i> (WEMI)	Title TitleOf  Relaciona qualquer entidade com <i>bf&gt;Title</i>
Cardinalidade	0* em Nomen e 1 em Res.	1...* em Nomen e 0...* em RDAEntity	Não especificada



## ANEXO F

### EXEMPLOS PRÁTICOS LLULL PARA OS CASOS DE DESCRIÇÃO

Como exemplos demonstrativos dos problemas e das soluções que integram os Casos de Descrição do Modelo de Referência (MR) e da Ontologia de Referência (OR) utilizámos um conjunto de *Obras*, *Expressões*, *Manifestações* e *Itens* que compõem o método de lógica recombinatória inventado por Raimundo Lúlio, vulgarmente denominada por “Ars” ou “Arte de Lúlio”, que escolhemos pela riqueza de relações entre as obras e pelo vanguardismo deste autor medieval na modelação conceptual.

Considerado um dos precursores da Ciência da Informação e da Inteligência Artificial, tendo as suas ideias sido posteriormente desenvolvidas por Giordano Bruno e Gottfried Leibniz, Raimundo Lúlio (em catalão, Ramon Llull, 1232-1316) foi o primeiro pensador a conceber um sistema de “máquinas de papel de calcular ideias”, que permitia fazer deduções lógicas por métodos mecânicos, através de um sistema de discos de papel concêntricos e móveis, com primitivas inscritas que pela rotação dos discos possibilitavam diferentes combinações entre conceitos (Sowa, 1984).

O método luliano, que viria a ser denominado por *Ars Magna*, ou mais simplesmente por *Ars*, foi descrito pela primeira vez em 1274 na obra “*Ars compendiosa inveniendi veritatem*” (“Arte abreviada para encontrar a verdade”) e desenvolvido posteriormente em numerosos textos, produzidos ao longo da vida deste autor, até à obra que, em 1305-1308, fixa a sua última versão: a “*Ars generalis ultima*”.

A principal fonte a que recorremos para identificar as entidades bibliográficas que nos serviram de exemplo foi a base de dados “Ramon Llull Database” do Centre de Documentació Ramon Llull da Universidade de Barcelona ([www.ub.edu/llulldb](http://www.ub.edu/llulldb), <https://quisestlullus.narpan.net/en>). Identificámos as obras a partir das suas expressões originais materializadas na primeira manifestação da obra e que correspondem aos documentos referenciados como “textos autênticos” na Base de Dados LLull, i.e. as primeiras versões de textos comprovadamente da autoria de Raimundo Lúlio e não de autoria atribuída.

As *Obras* utilizadas para modelar os exemplos indicam-se em seguida, com as respetivas *Expressões*, *Manifestações* e *Itens* utilizados na exemplificação:

#### **OBRA ID 1 – *Ars Compendiosa Inveniendi Veritatem* – 1ª versão de *Ars***

Texto autêntico em latim: manuscrito de Maiorca, escrito em 1274

Contém as Figuras A, Escada A, S, T, V, X, Y e Z.

Antecede a obra **ID2 – *Ars Demonstrativa***

- *Expressão*: Texto em latim
  - ✓ *Manifestação*: Manuscrito de Maiorca, de 1274

#### **OBRA ID 2- AD - Ars Demonstrativa – 2ª versão de Ars**

Texto autêntico em catalão: manuscrito de Montpellier, escrito em 1283

Acrescenta as figuras “Elementalis” e “Demonstrativa” a **ID1 -Ars Compendiosa**.

- **Expressão (ID9):** Texto em catalão
  - ✓ **Manifestação (ID13):** Manuscrito de Montpellier, de 1283
    - **Item:** cópia manuscrita na BN Marciana – Veneza – Lat. VI, 2000=2757

#### **OBRA ID 3 – CAD - Compendium (seu comentum) Artis Demonstrativa – Explicação de Ars Demonstrativa**

Texto autêntico em latim: manuscrito de Paris, escrito em 1289.

Considerado por Llull como a sua obra mais importante.

Explica a obra **ID2 – Ars Demonstrativa**

- **Expressão (ID10):** Texto em latim (ID10)
  - ✓ **Manifestação (ID14):** Manuscrito de Alcobaça, de 1426-1475
    - **Item:** (ID18): Códice BNP – ALC. 203 (1426-1475)
  - ✓ **Manifestação (ID27):** Digitalização do ALC. 203
    - **Item (ID31):** <http://purl.pt/29488>
  - ✓ **Manifestação (ID15):** Manuscrito de Paris, de 1289
    - **Item (ID19):** Códice BNF – Lat. 16112 (1275-1300)
  - ✓ **Manifestação:** Digitalização do manuscrito da BNF LAT. 16112
    - **Item:** <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b10032139x>

#### **OBRA ID 4 - Liber Contemplationis**

- **Expressão:** Texto original escrito em árabe (perdida) provavelmente em 1273 ou 1274.
- **Expressão:** Texto em catalão
  - ✓ **Manifestação:** Manuscrito de 1280.
    - Originalmente em um só volume, foi dividido em dois volumes no século XIV.
    - **Item:** Códice original do manuscrito de 1280 disponível na Biblioteca Ambrosiana (Milão)
  - ✓ **Expressão (ID32):** Texto em espanhol
    - **Manifestação:** Manuscrito do século XVIII
      - **Item:** Manuscrito original do século XVIII perdido, só existe um fragmento na Biblioteca Diocesana de Maiorca.
    - **Manifestação (ID33):** Edição impressa em 3 volumes, em Madrid, pela Editorial Palas Atenea, entre 2018 e 2020

#### **OBRA ID 5 – AGU - Ars Generalis Ultima – Versão final de Ars**

Texto autêntico em latim: manuscritos de Leão/Pisa 1305, 1308.

Reformula profundamente a *Arts*, simplificando a sua estrutura e dando maior abstração às figuras.

- **Expressão (ID12):** Texto em latim
  - ✓ **Manifestação (ID7):** “Illuminati Sacre Pagine” - Impresso em Lyon, por Bernardo de Lavinheta, em 1517

- **Item (ID22):** Exemplar BNP – RES. 1062//1 P
- **Item (ID21):** Exemplar da Biblioteca Municipal de Lyon – Cota FC072
- **Expressão (ID24):** Texto em francês
  - ✓ **Manifestação (ID25):** “Le grande et dernier Art” - Impresso em Paris, em 1634
  - **Item (ID26):** Exemplar BNF – RES. 42376
- ✓ **OBRA ID 6 – AB - Ars Brevis – Versão abreviada de Ars Generalis Ultima (AGU)**  
 Texto autêntico em latim: manuscrito de Pisa, escrito em 1308.

#### Resume a obra **ID5 – AGU - Ars Generalis Ultima**

- **Expressão (ID11):** Texto em latim
  - ✓ **Manifestação:** Manuscrito de Pisa, de 1308
  - ✓ **Manifestação (ID29):** Impresso em Roma, por Jaume Mazochi, em 1513

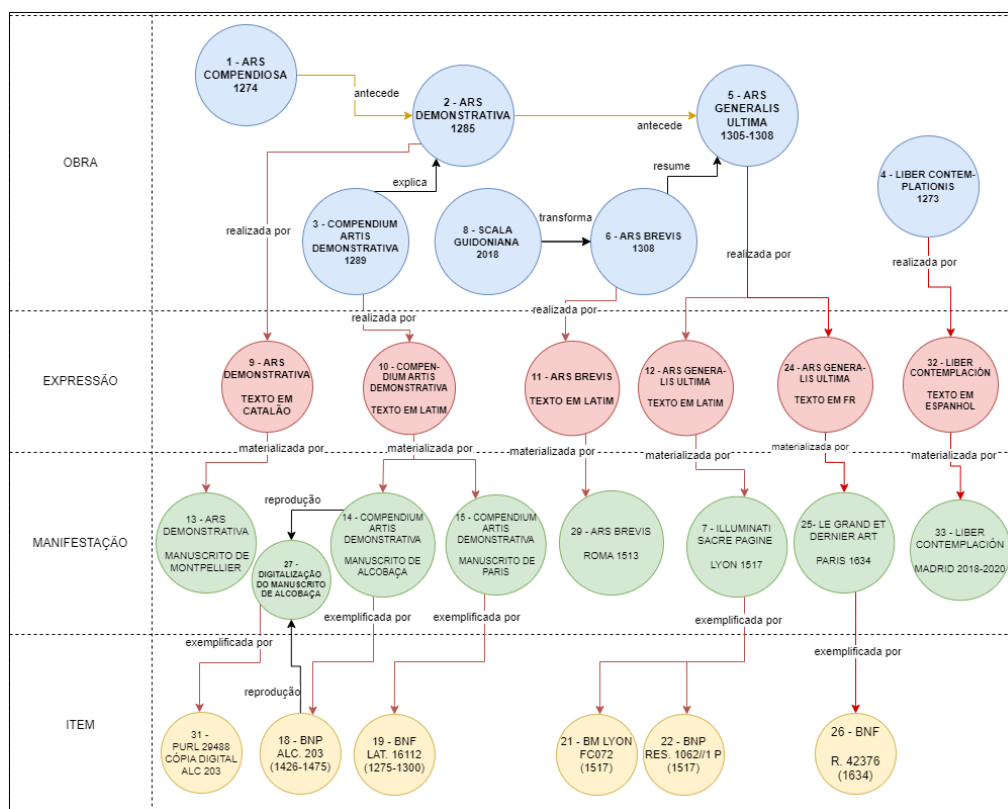
#### **OBRA ID 8 – Scala Guidoniana**

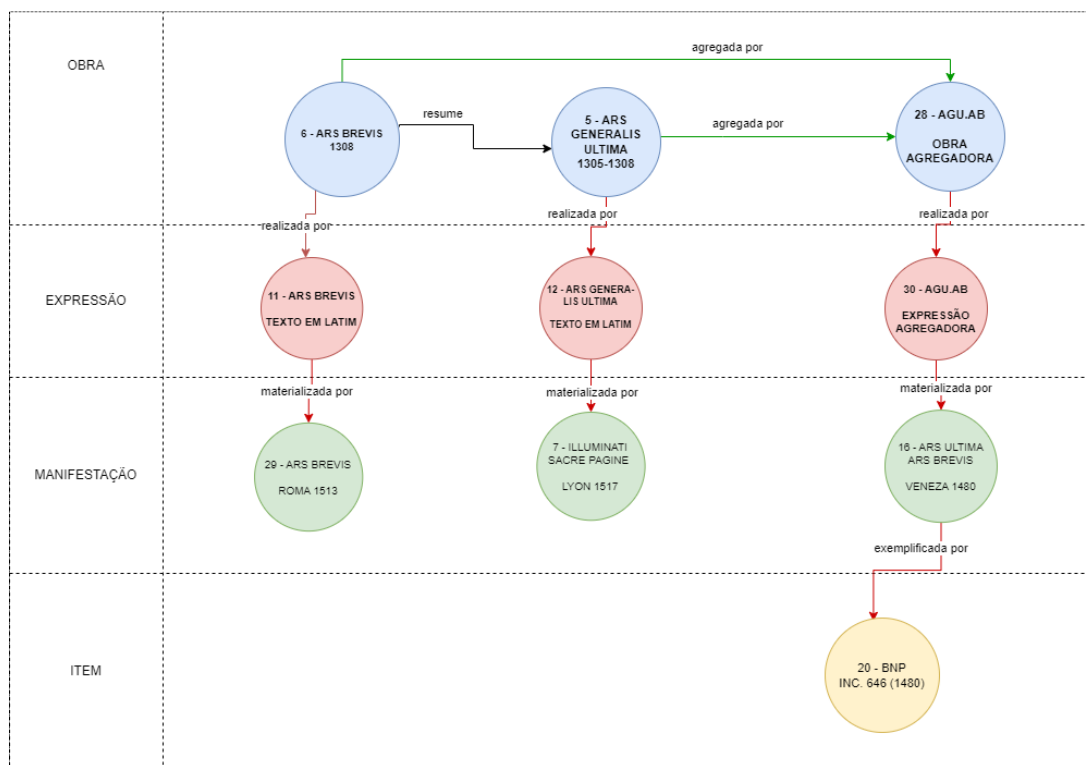
Instalação sonora, patente na exposição “Dia.logos” em 2018, que reproduz excerto de *Ars Brevis* transformando as palavras em melodia.

#### **OBRA ID28 – AGU.AB – Ars Generalis Ultima. Ars Brevis – Obra agregadora**

Agregação das obras “**ID5 - Ars Generalis Ultima (AGU)**” e “**ID6 - Ars Brevis (AB)**”

- **Expressão (ID30):** Texto em latim que realiza a obra agregadora
  - ✓ **Manifestação (ID16):** Impresso em Veneza, em 1480
  - **Item (ID20):** Exemplar da BNP - INC. 646







# ANEXO G

## QUADRO RESUMO DE SIMILITUDES E HETEROGENEIDADES ENTRE LRM, RDA E BF

Similitudes / Heterogeneidades	Normativos	Caso de Descrição
S01 – Níveis de materialidade WEMI	LRM, RDA, BF	CD1.1 - Entidades bibliográficas nucleares
H01 – Confusão conceptual relativa a <i>Work</i> e <i>Item</i>	LRM, RDA	
H02 – Polissemia de bf:Work	LRM, RDA, BF	
H03 – Sinonímia de manifestação	LRM, RDA	
H04 – Menor granularidade WEMI	LRM, RDA	
H08 – Omissão do Constructo de Hierarquia (OCH)	LRM, RDA, BF	CD2.1 – Hierarquia e vinculação WEMI
H08_1 – OCH: Ausência de inferência de pertença às classes superiores		
H08_2 – OCH: Ausência de herança de propriedades e valores		
H08_3 – OCH: Ausência de transitividade na relação de vinculação entre os indivíduos		
H08_4 – OCH: Heterogeneidade nas restrições de cardinalidade		
H08_5 – OCH: Ausência de outras propriedades lógicas		
H09 – Vinculações simultâneas	RDA	CD2.2 – Disjunção de classes bibliográficas
H10 – Subclasses de bf:Work	BF	
H11 – Disjunção WEMI	LRM	
H12 – União WEMI	LRM, RDA, BF	CD2.3 – União de classes bibliográficas
H13 – Interseção de subclasses BF	BF	CD2.4 – Interseção de classes bibliográficas
S02 – Relações similares de assunto	LRM, RDA, BF	CD3.1 – Relações de descrição
H16 – Proliferação de relações de derivação		CD3.2 – Relações de derivação
S04 – Relações similares reprodução digital		CD3.3 – Relações de equivalência
H19 – Omissão todo-parte		CD3.4 – Relação todo-parte
H20 – Manifestações de agregação	LRM, RDA	

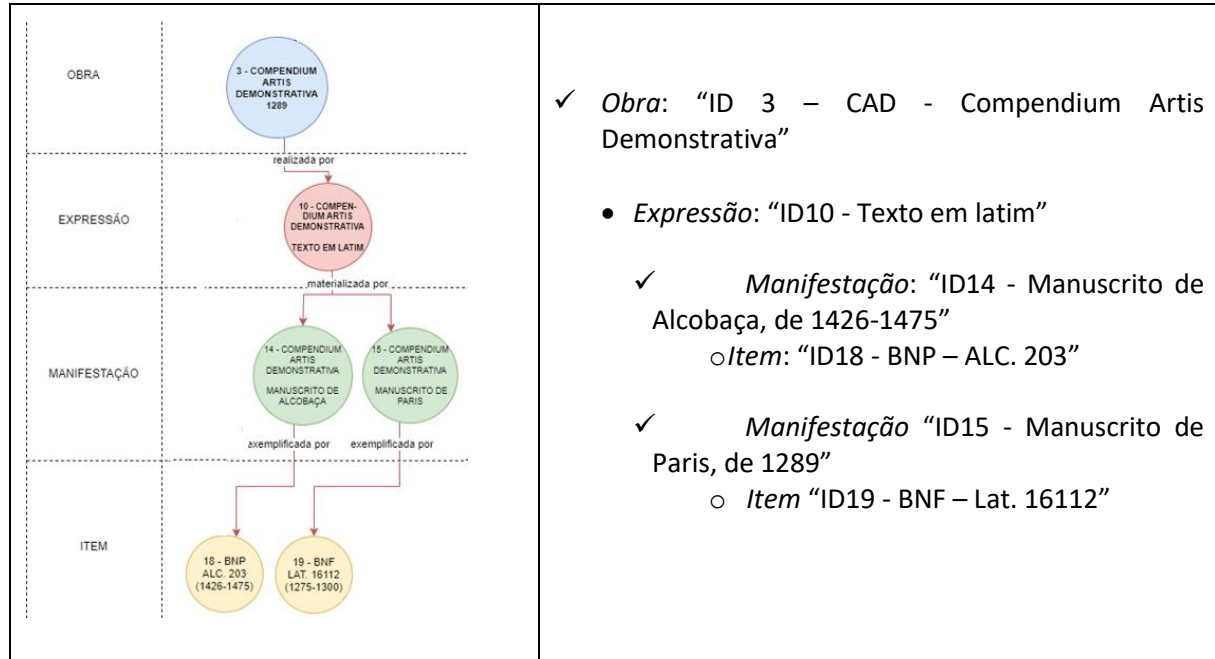


## ANEXO H

### DIAGRAMAS UML: EXEMPLIFICAÇÃO DE HETEROGENEIDADES E SIMILITUDES

Diagramas de classes e objetos UML utilizados para exemplificação das heterogeneidades e similitudes dos modelos-base no Capítulo 5.

#### H1. Exemplo cadeia WEMI com *Obra* ID3



#### ✓ Exemplificação de S01 - Níveis de materialidade WEMI

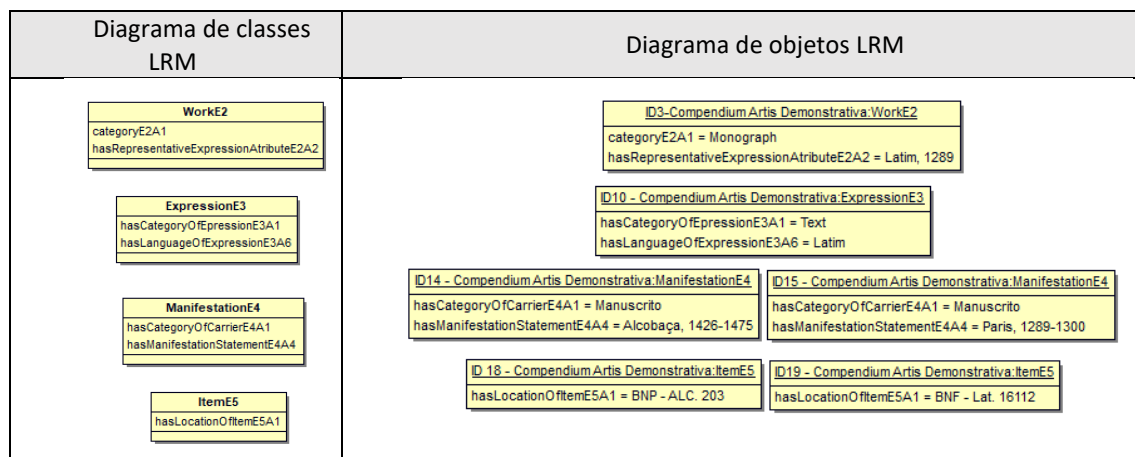


Figura H1- Exemplo S01 LRM

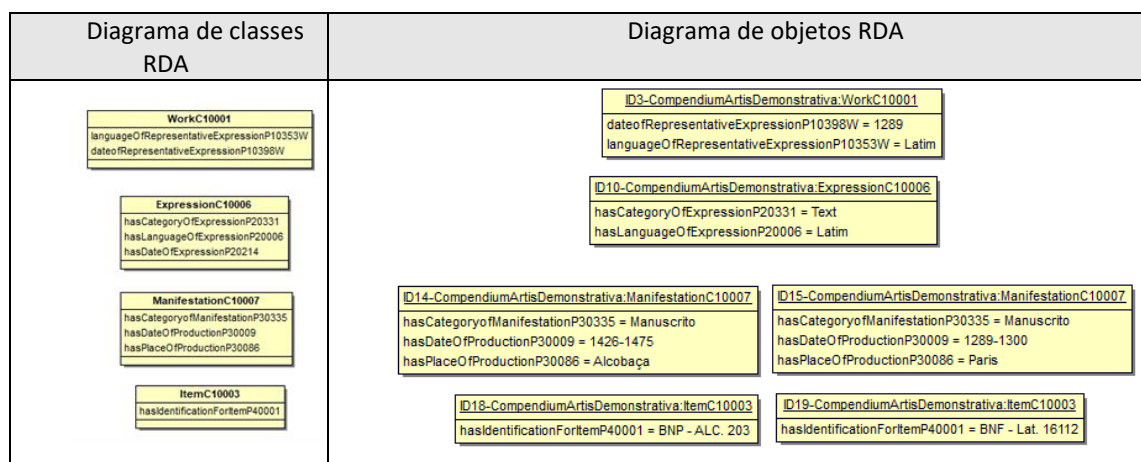


Figura H2 - Exemplo S01 RDA

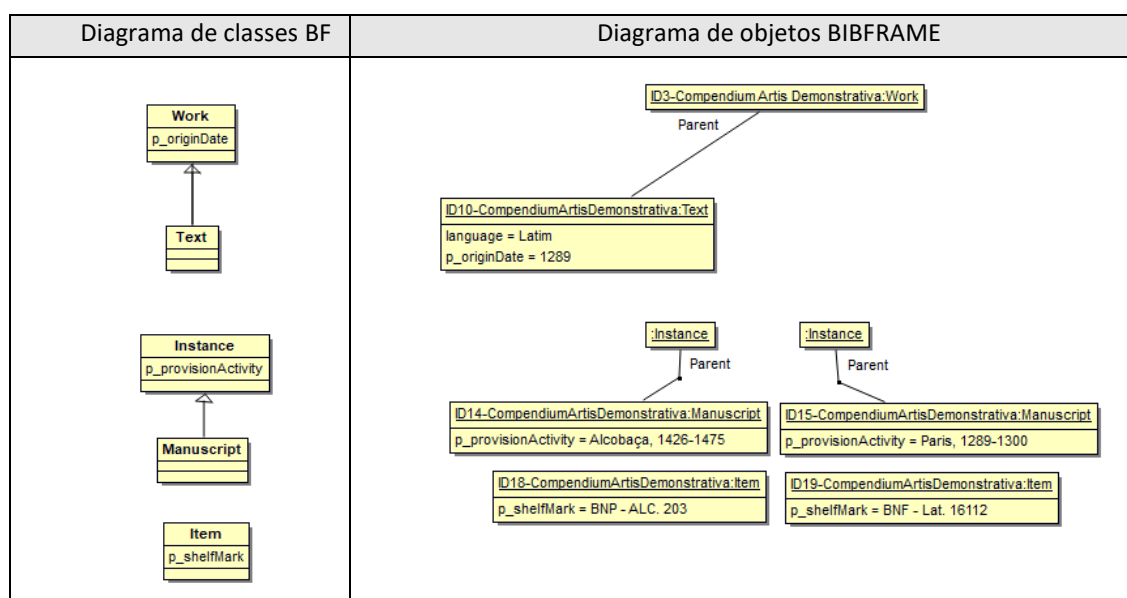


Figura H3 - Exemplo S01 BF

Nesta exemplificação foram apenas representadas as classes WEMI em si mesmas, omitindo as relações entre essas classes. Relativamente aos atributos das classes WEMI foram utilizadas as propriedades que melhor permitem elucidar sobre a semântica das entidades e, simultaneamente, exemplificá-las distinguindo as diferentes instâncias. Privilegiámos a utilização de atributos específicos de cada entidade WEMI, em detrimento de propriedades com *domain* de outras classes ou sem restrições de domínio, por serem as que melhor nos permitem caracterizar as classes em análise.

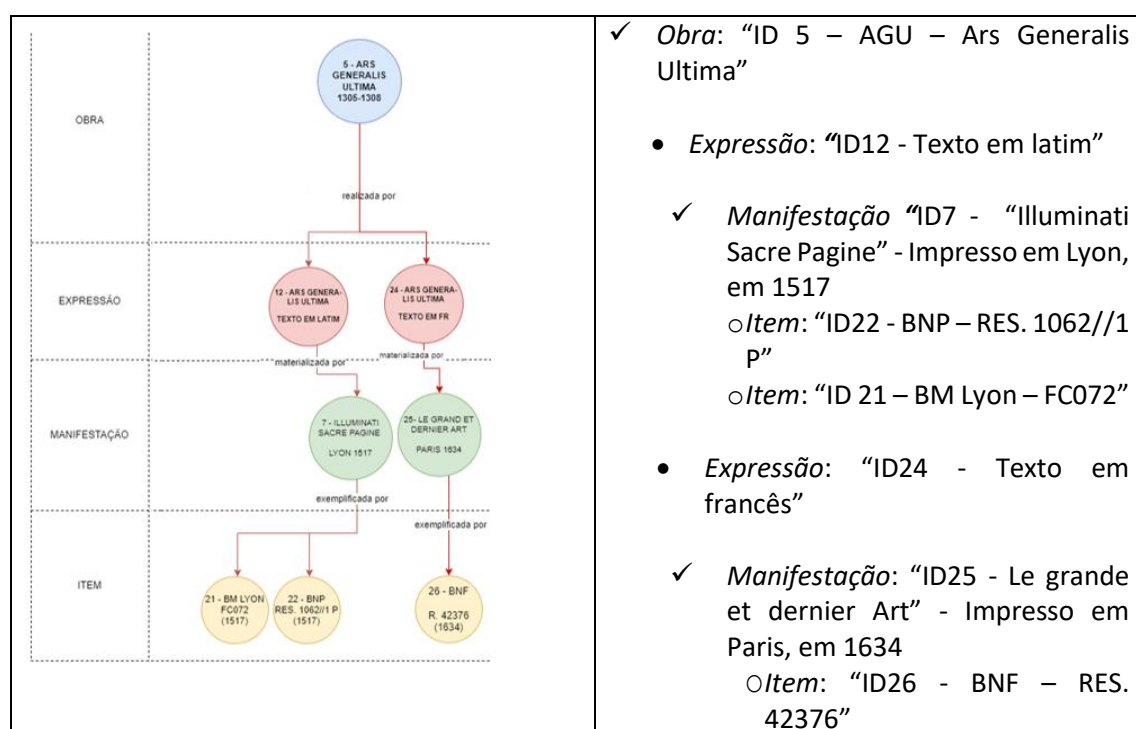
Considerámos como atributos da *Obra* “ID3 – CAD” os valores de língua e ano de publicação (lrm:hasRepresentativeExpressionAttributeE2A1; rda:dateOfRepresentativeExpressionP010398, rda:languageOfExpressionP10353), da expressão original da obra materializada na primeira manifestação da obra. Os atributos bf:language e bf:p\_originDate têm como *domain* respetivamente

bf:Thing e bf:Work. Nos diagramas BF estes atributos não foram considerados, por não se referirem à “expressão representativa” da obra, mas sim à própria *Obra*. Esta questão voltará a ser analisada a propósito da heterogeneidade dos modelos quanto à respetiva granularidade (H06).

Na representação da *Expressão* “ID10 – CAD – Texto em latim” em LRM/RDA recorreu-se ao atributo de língua (lrm:hasLanguageOfExpressionAttributeE3A6<sup>60</sup>; rda:hasLanguageOfExpressionP20006<sup>61</sup>). Na modelação BF, a subclasse bf:Text (subclasse de bf:Work) representa a expressão “ID10”, conforme se explicou no capítulo 5 “Comparação geral de modelos”. Esta heterogeneidade do BF face aos modelos LRM/RDA será abordada mais à frente, a propósito da heterogeneidade H04.

No que diz respeito ao exemplo da *Manifestação*, na representação da data de produção do manuscrito de Paris considerámos a data de 1289, que é mais recente do que a data de 1275, que consta no catálogo da BNF para o manuscrito LAT. 16112, pois a obra ID3 foi criada em 1289. O item da BNF conterá textos de outras obras mais antigas, mas o que considerámos na representação da *Manifestação* “ID15 – Manuscrito CAD de Paris” foi o limite temporal relativo ao Compendium Artis Demonstrativa, que não pode ser anterior a 1289, pois essa é a data de criação da obra.

## H2. Exemplo cadeia WEMI com a *Obra* ID5



<sup>60</sup> Não considerámos o atributo lrm:hasAssociationWithTimeSpanR35 para representar a data da *Expressão*, por se tratar de atributo geral que tem RES como *domain*, i.e. não é específico de Expression

<sup>61</sup> O atributo rda:P2006 tem Expression como domain mas pode ser usado na P10353, que aplicámos a Work

- ✓ Exemplificação de H02 – Polisssemia de bf:Work | H03 – Sinonímia de *Manifestação*

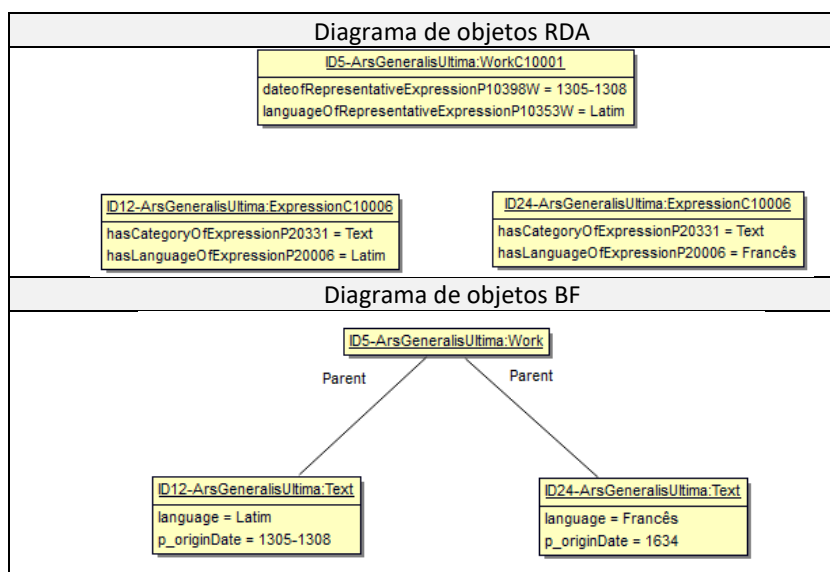


Figura H4 - Exemplo de atributos WORK BF e RDA

- ✓ Exemplificação de H04 – Menor granularidade WEMI

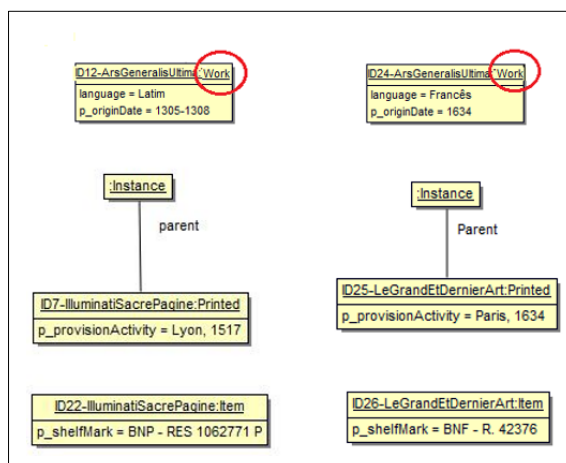


Figura H5 – Exemplo: “Ars Generalis Ultima” em latim e em francês, em BF sem subclasse bf:Text

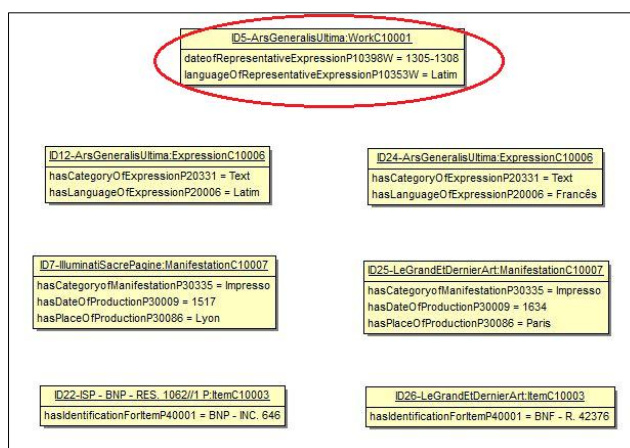


Figura H6 – Exemplo: “Ars Generalis Ultima” em latim e em francês em RDA

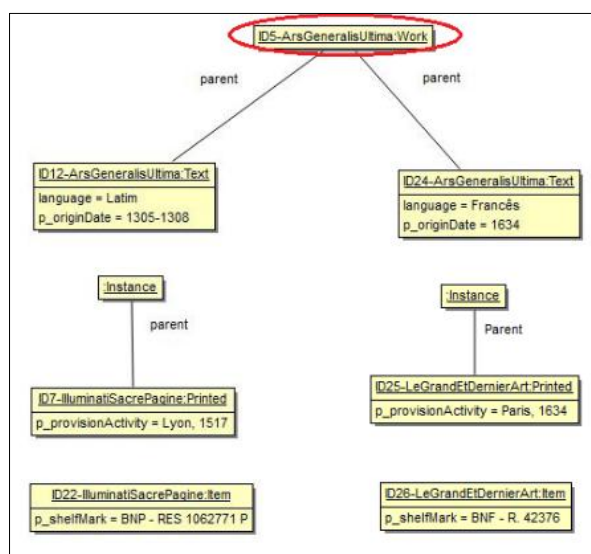
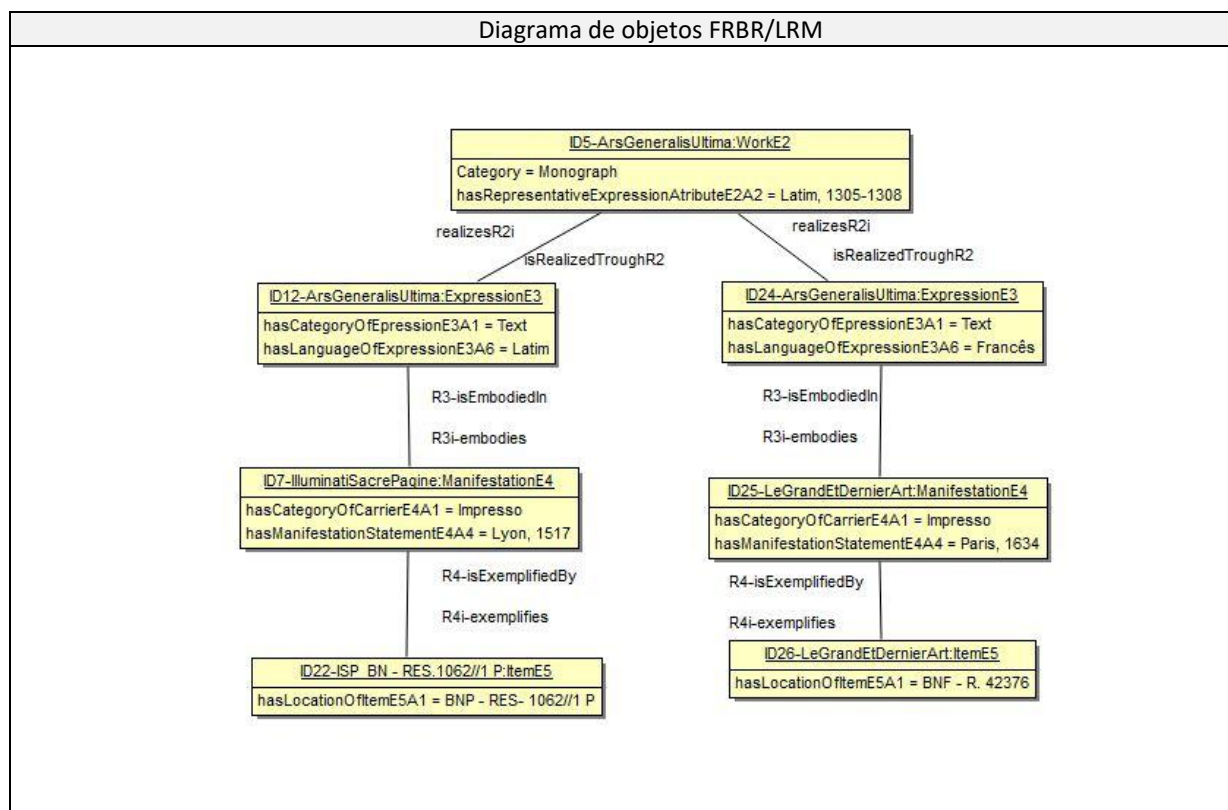


Figura H7 – Exemplo: “Ars Generalis Ultima...” em latim e em francês, em BF com subclasse bf:Text

Representámos a instância “ID5” de bf:Work sem atributos de Língua, pois no BF este atributo não se refere, ao contrário do que sucede no LRM/RDA, à expressão mais representativa da *Obra*, mas à própria *Obra* e, portanto, se tivesse o valor “latim”, por exemplo, seria erradamente herdado pela instância que representa a *Expressão* escrita em francês, conforme se referiu em H02.

✓ Exemplificação de H08 – Omissão de constructo de hierarquia





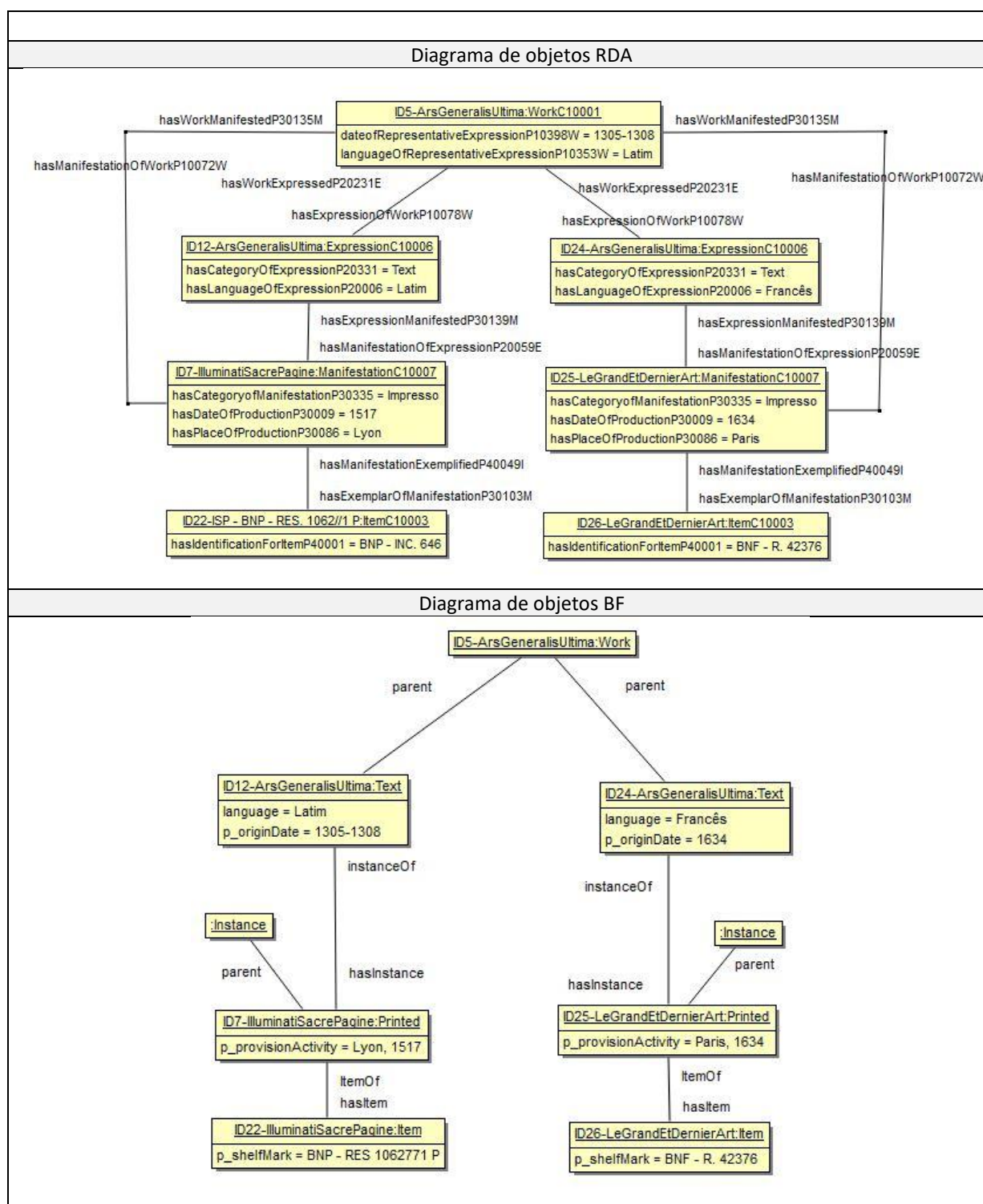


Figura H8 – Exemplo de relações binárias de vinculação nos modelos-base



✓ Exemplificação de H09 – Vinculações simultâneas

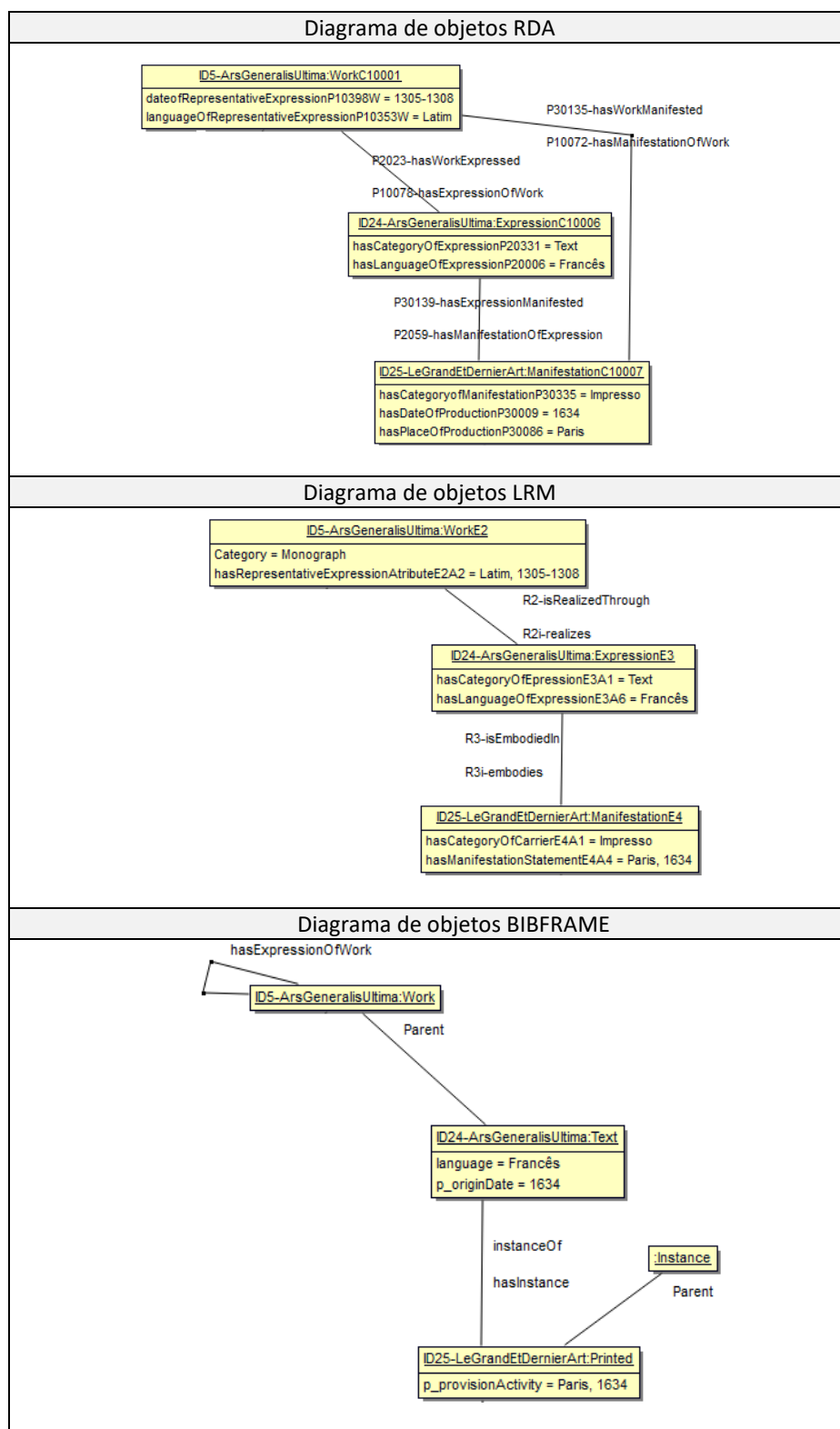


Figura H9– Exemplo de vinculação simultânea no RDA

✓ Exemplificação de H10 – Subclasses de bf:Work

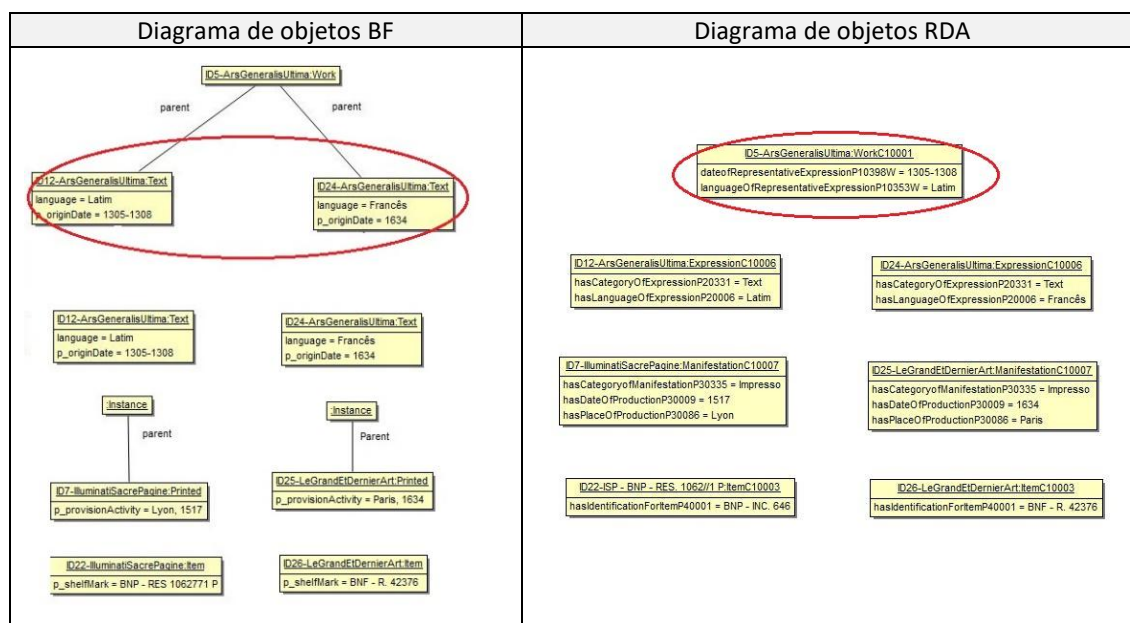


Figura H10 – Exemplo de uma obra com duas expressões no RDA e BF

✓ Exemplificação de H11 – Disjunção LRM

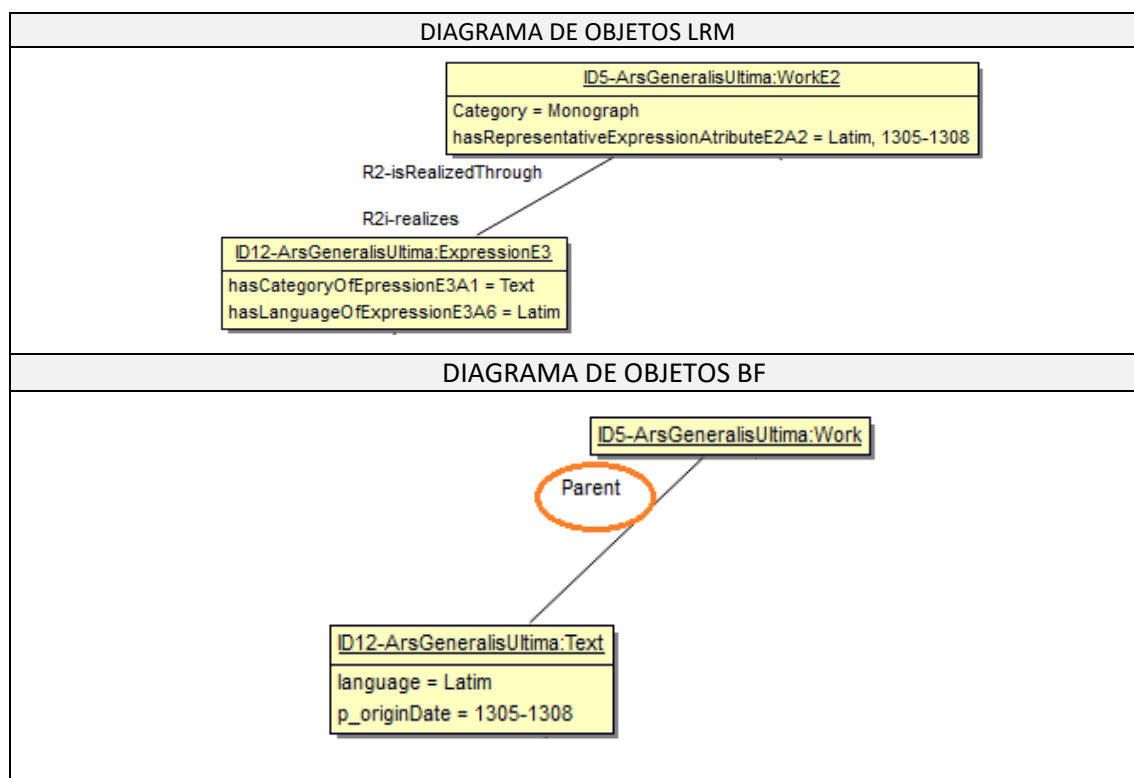


Figura H11 – Exemplo de disjunção WEMI LRM e não disjunção no BF

✓ Exemplificação de H17 – Relações de tradução

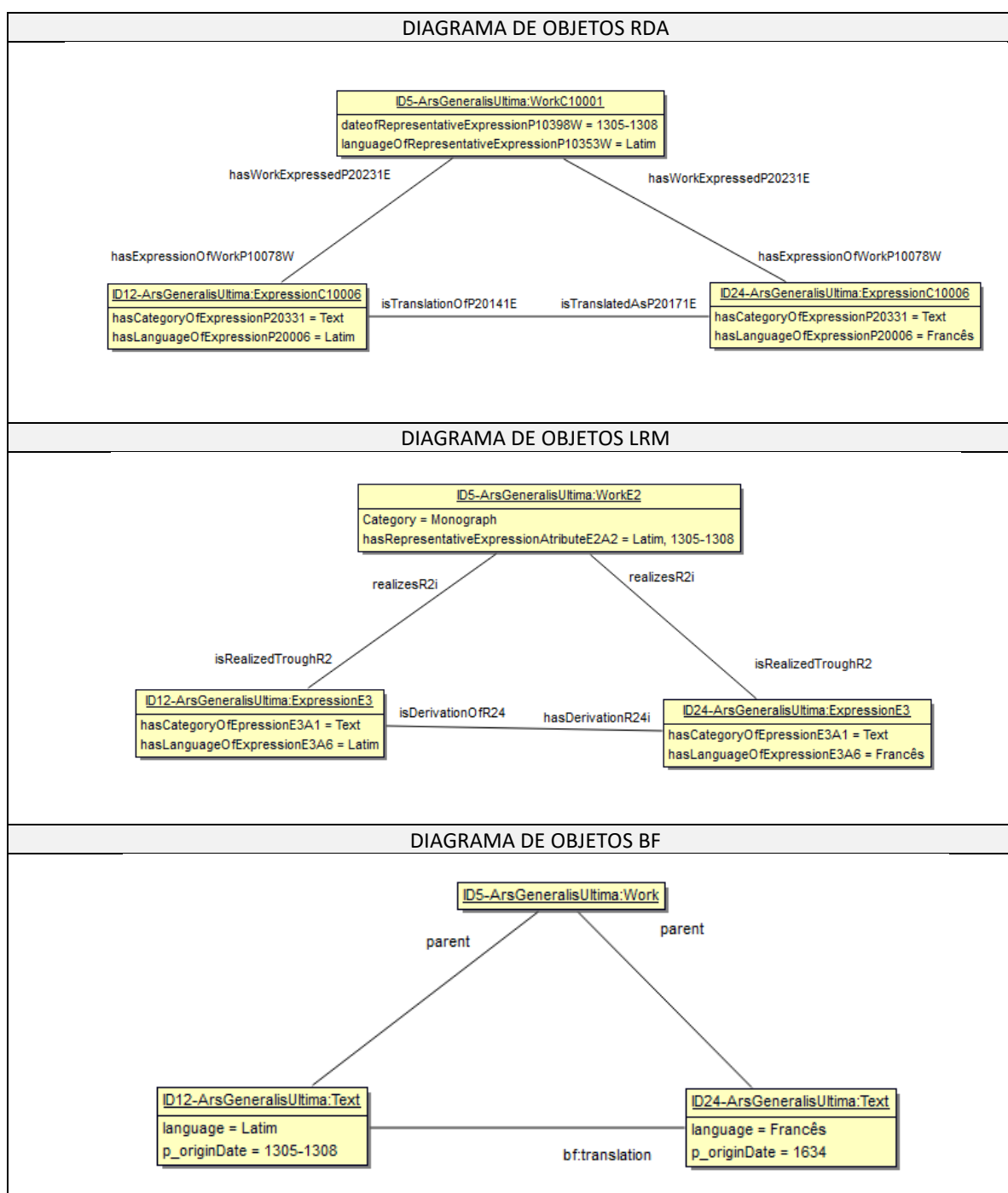
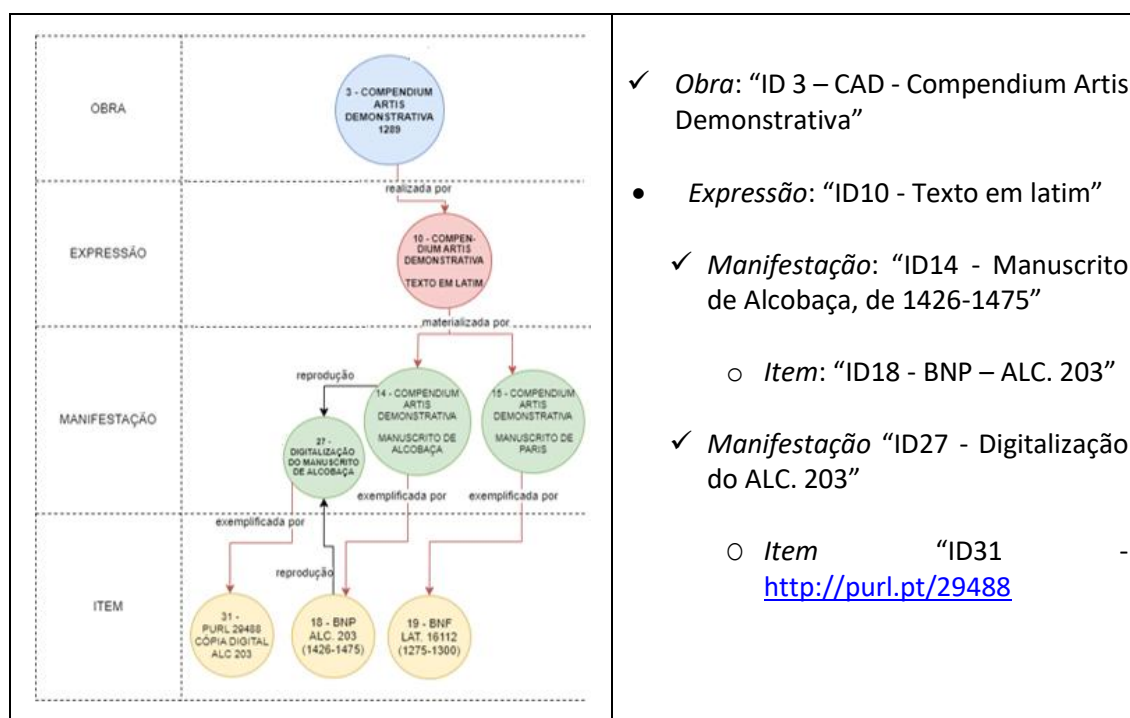


Figura H12 – Exemplo de relações de tradução

### H3. Relação de equivalência: reprodução digital



### ✓ Exemplificação de S04 – Relações de reprodução digital

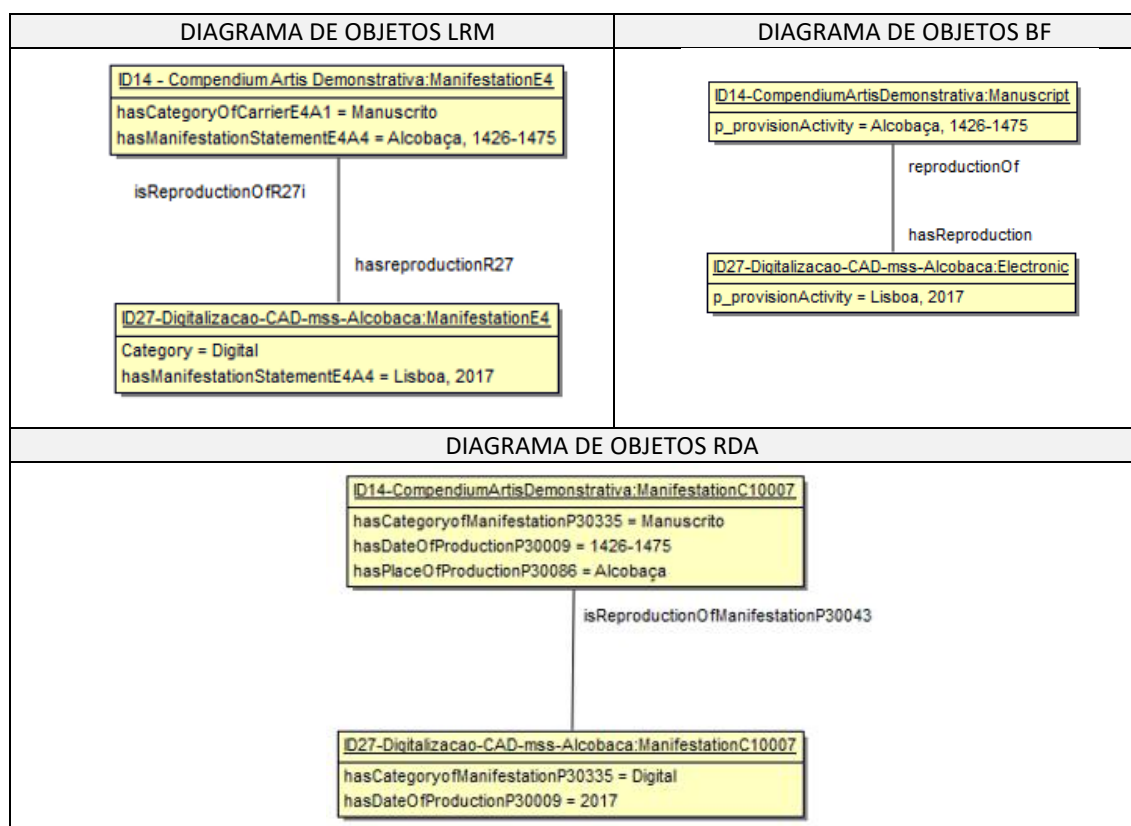


Figura H13 – Exemplo de S04 LRM/RDA/BF

✓ Exemplificação de H18 – Relações entre manifestação digital e item analógico

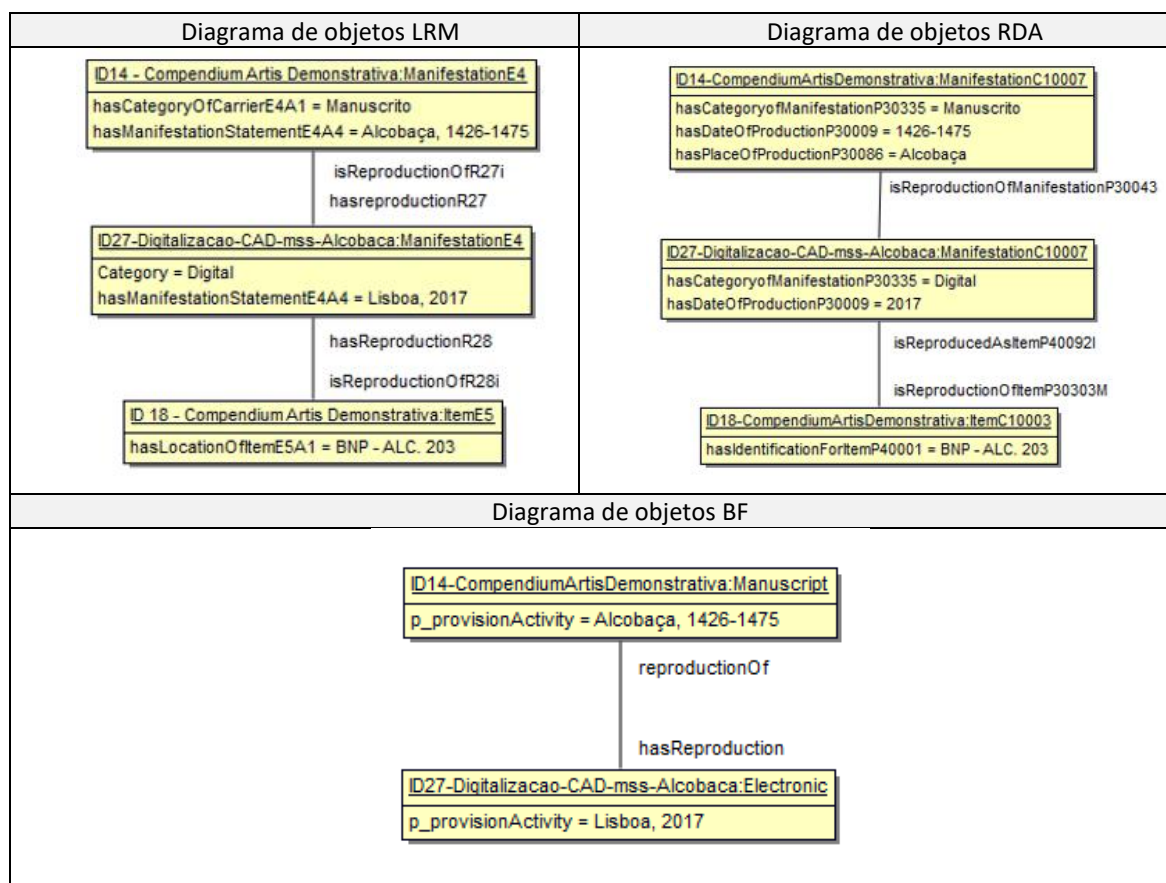
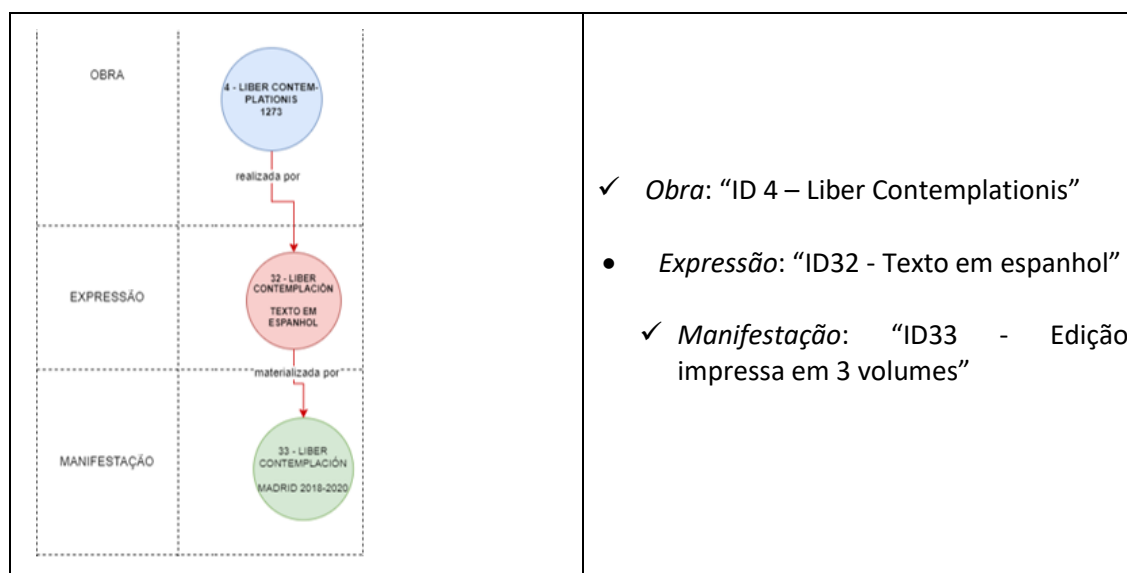


Figura H14 – Exemplo de relação com item analógico

#### H4. Relação todo-parte: volumes



- ✓ Exemplificação de H19 – omissão de constructo todo-parte

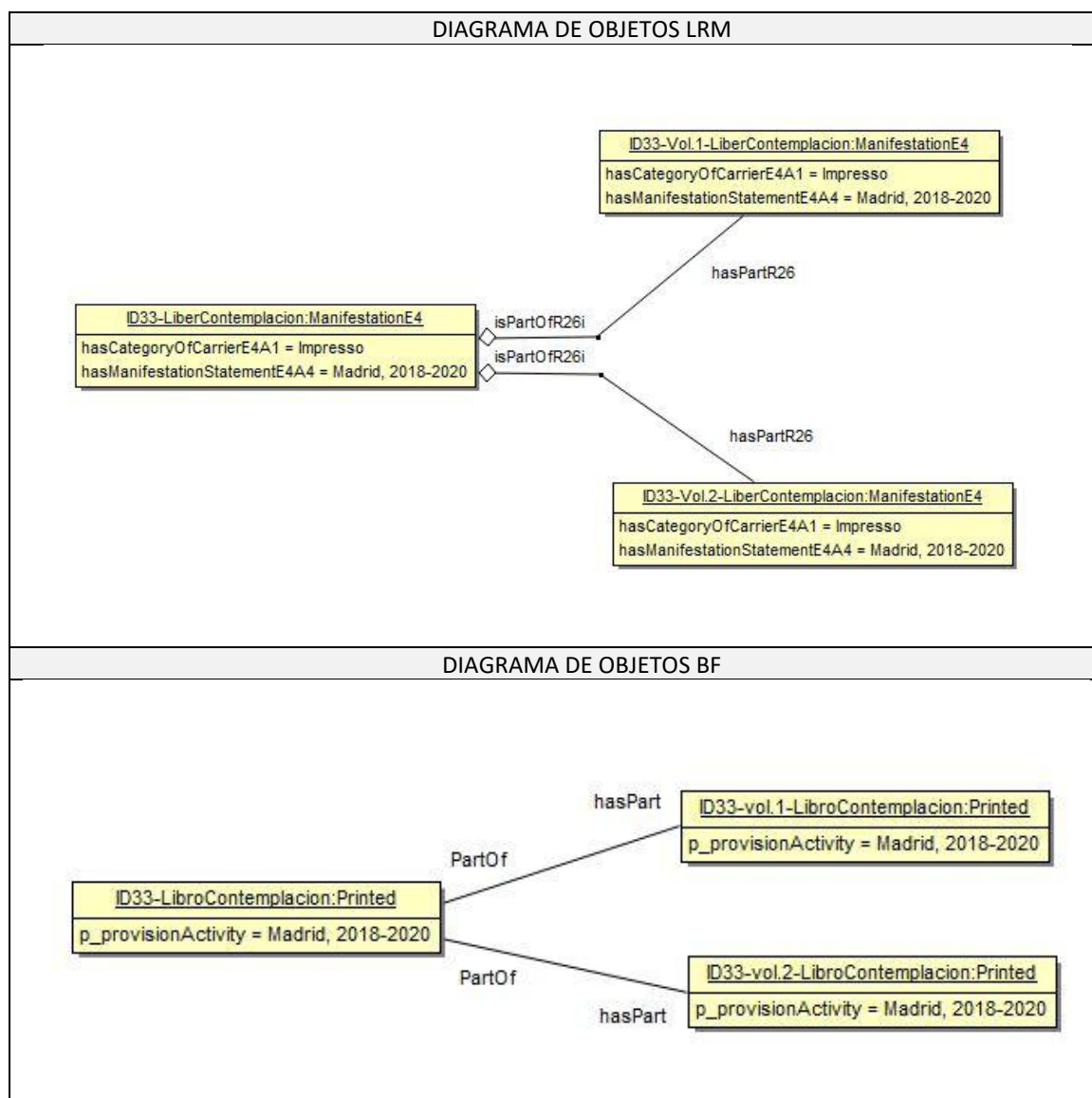
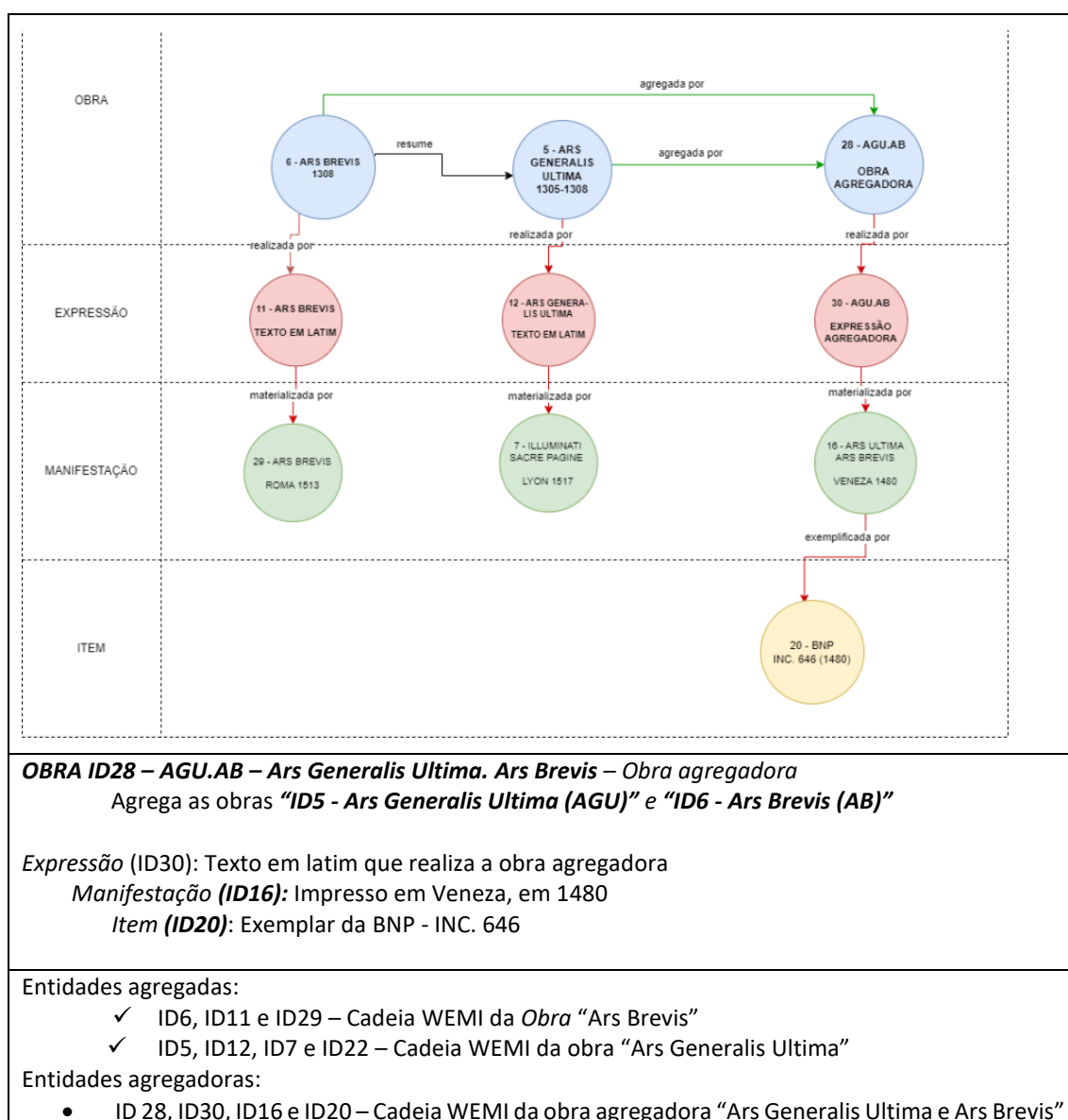


Figura H15 – Exemplo de obra em volumes

## H5. Relação todo-parte: agregação bibliográfica





✓ Exemplificação de H20 – Manifestações de Agregação

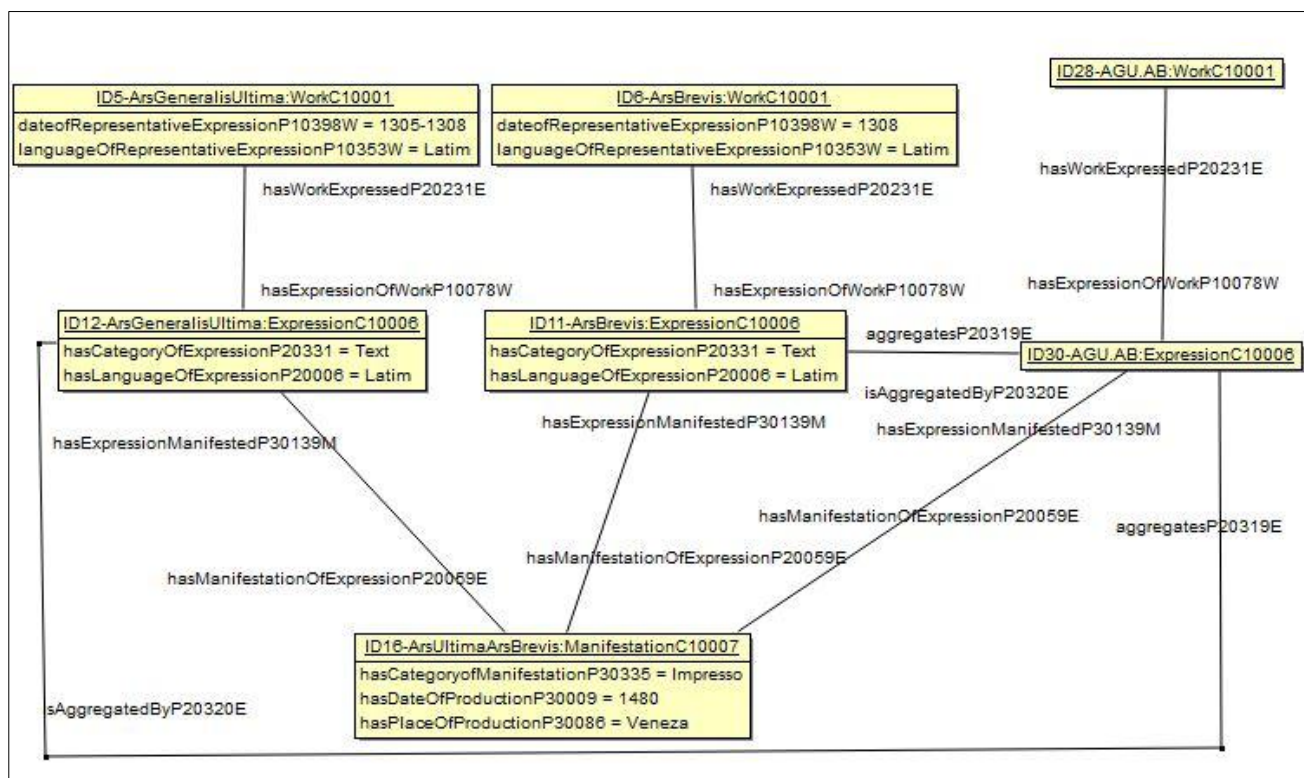
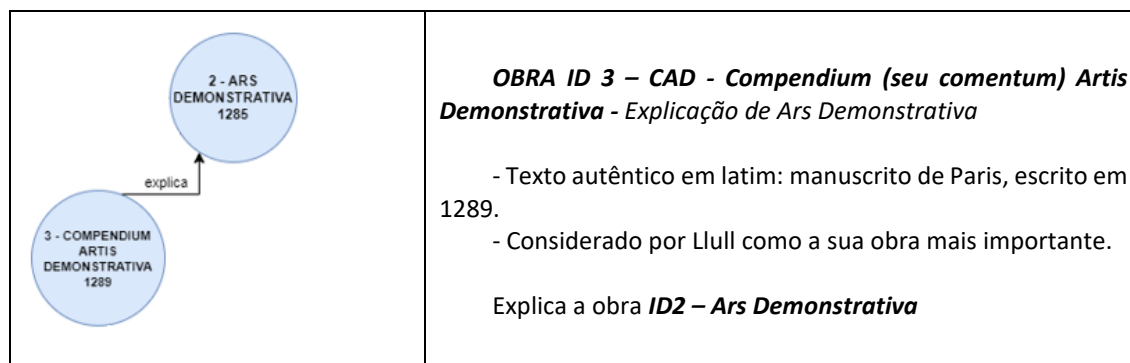


Figura H16 – Exemplo de agregação bibliográfica RDA

H6. Relações complementares: assuntos



✓ Exemplificação de S02 – Relações similares de assunto

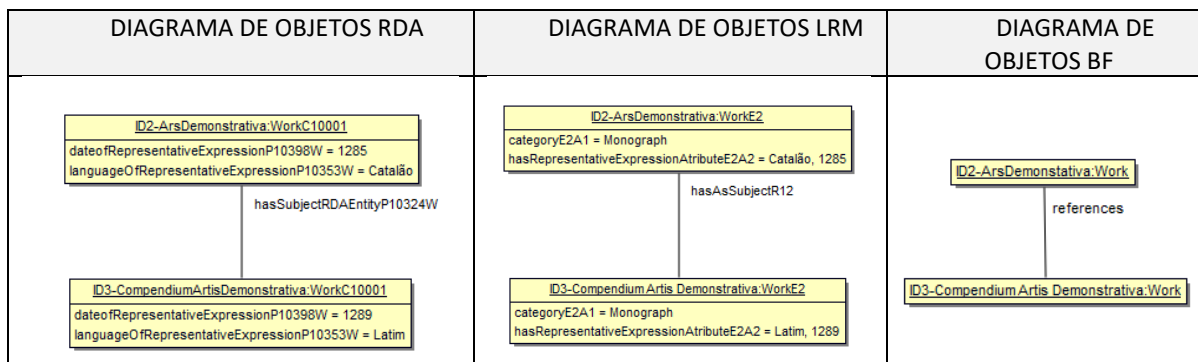
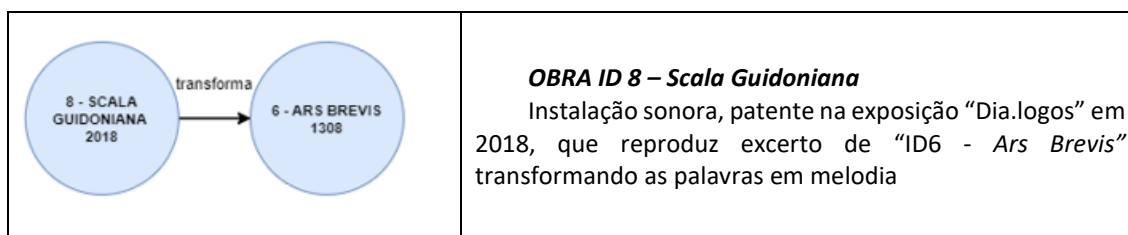


Figura H17 – Exemplo de S02 nas relações de assunto RDA, LRM, BF



## H7. Relações complementares: derivação



## ✓ Exemplificação de H16 – Relações de derivação

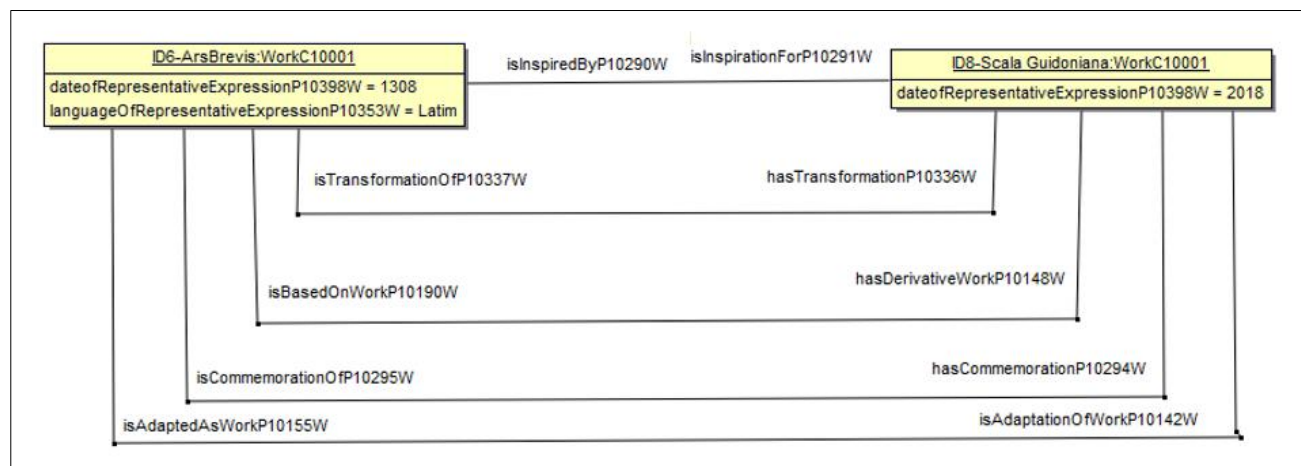


Figura H18 – Exemplo de relações de derivação RDA



## ANEXO I

### DIAGRAMAS UML DO MODELO DE REFÊNCIA

Diagramas UML ilustrativos da criação do MR em UML realizada no Capítulo 5.

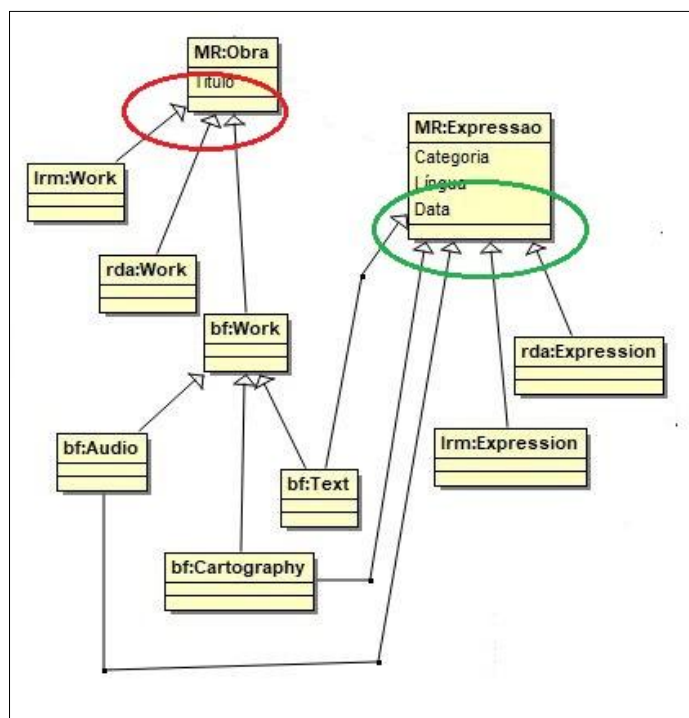


Figura I1 – Resolução de polissemia `bf:Work` (H02)

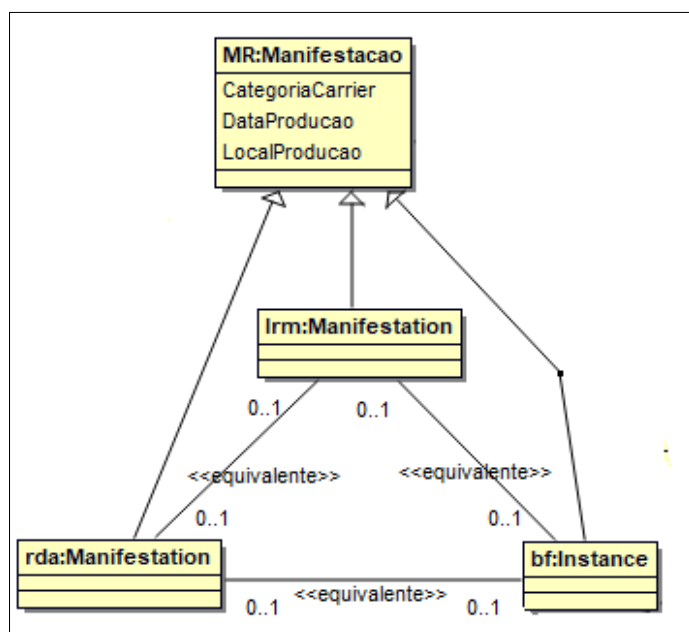


Figura I2 – Representação de S02 – Sinonímia de Manifestação

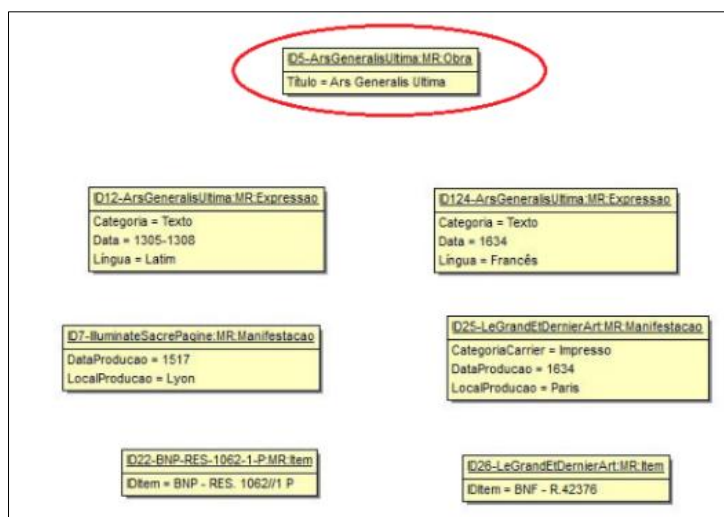


Figura 13 – Menor granularidade WEMI (H04)

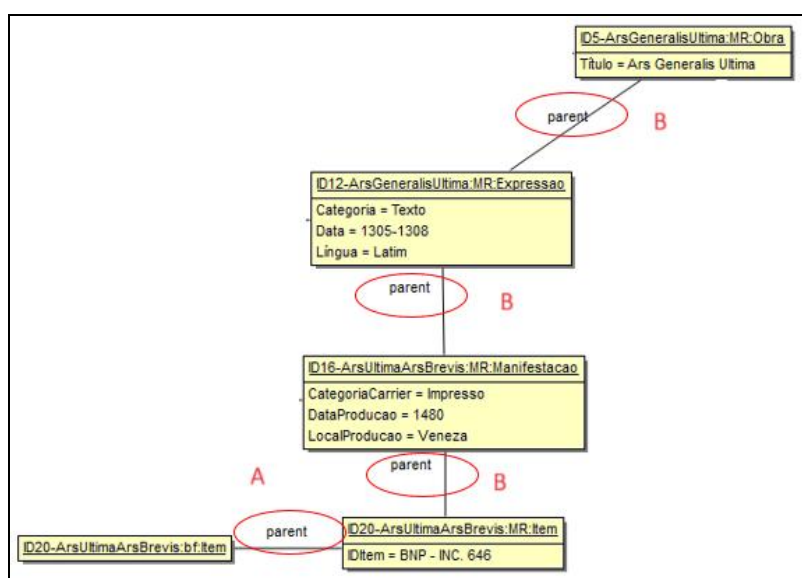


Figura 14 – Resolução de omissão de construto de hierarquia (H08\_3)

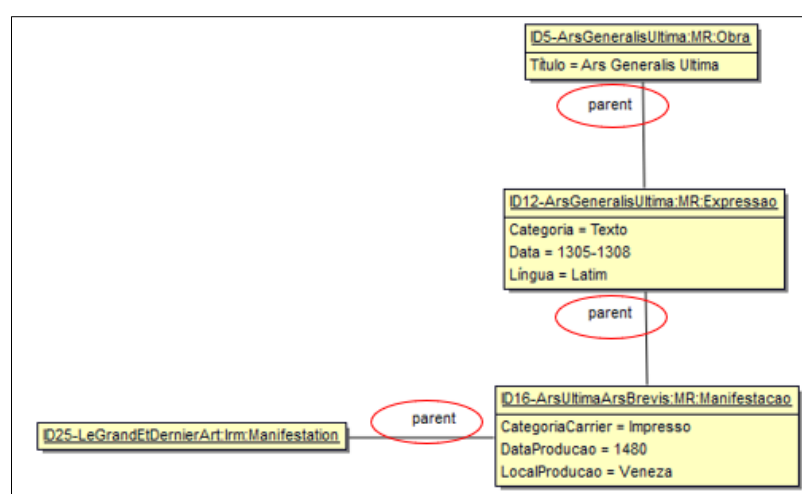


Figura 15 – Resolução de vinculações simultâneas (H09)

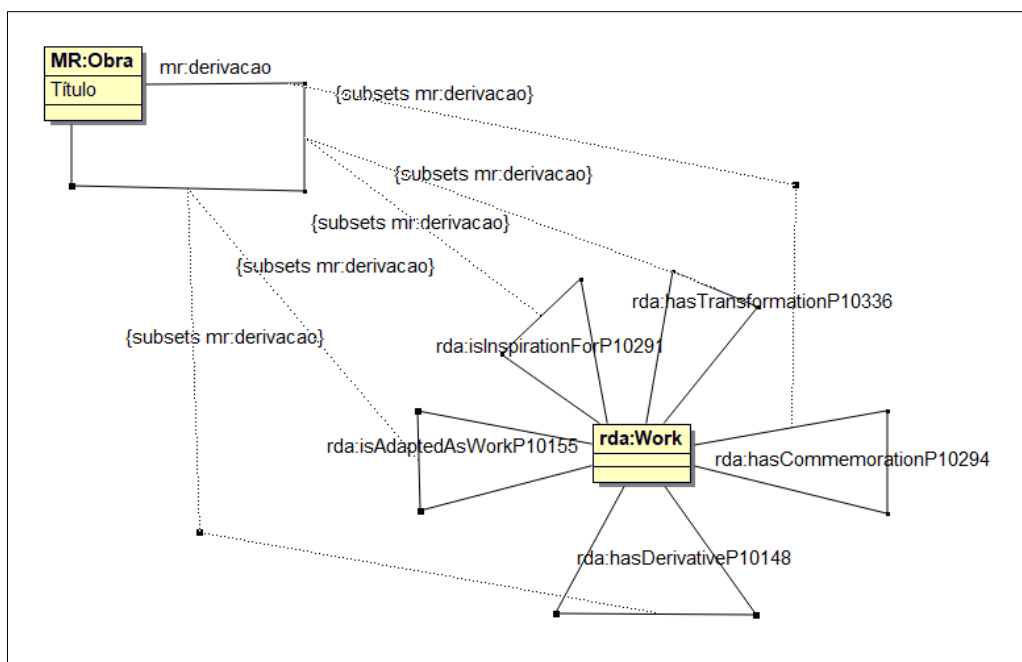


Figura I6 – Resolução da proliferação de relações de derivação (H16)

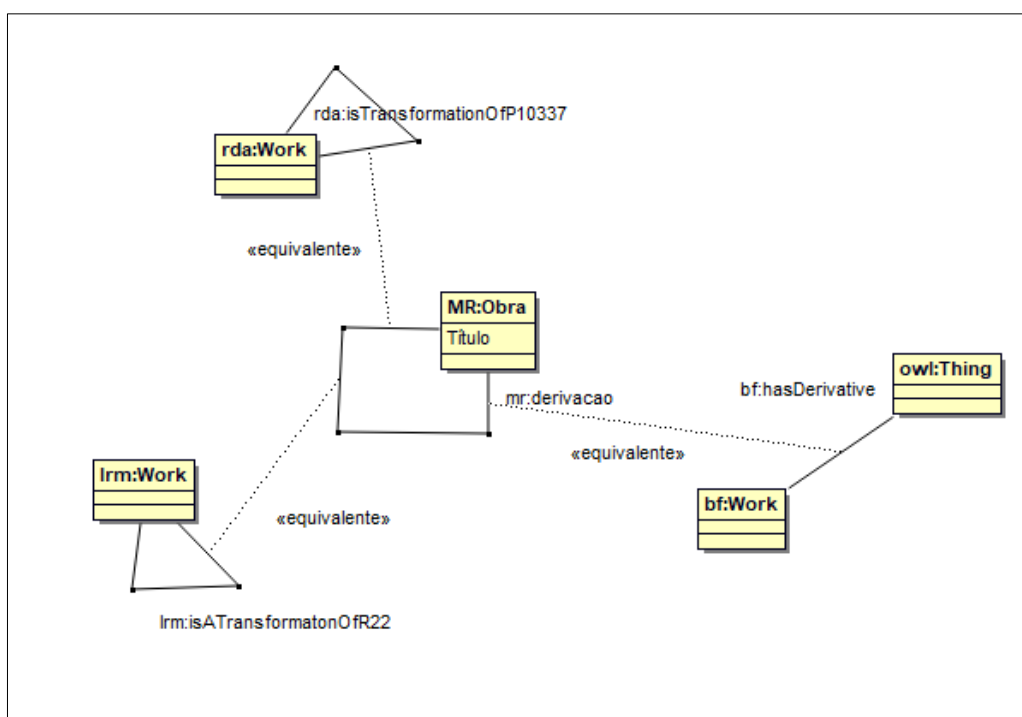


Figura I7 – Resolução da proliferação de relações de derivação (H16)

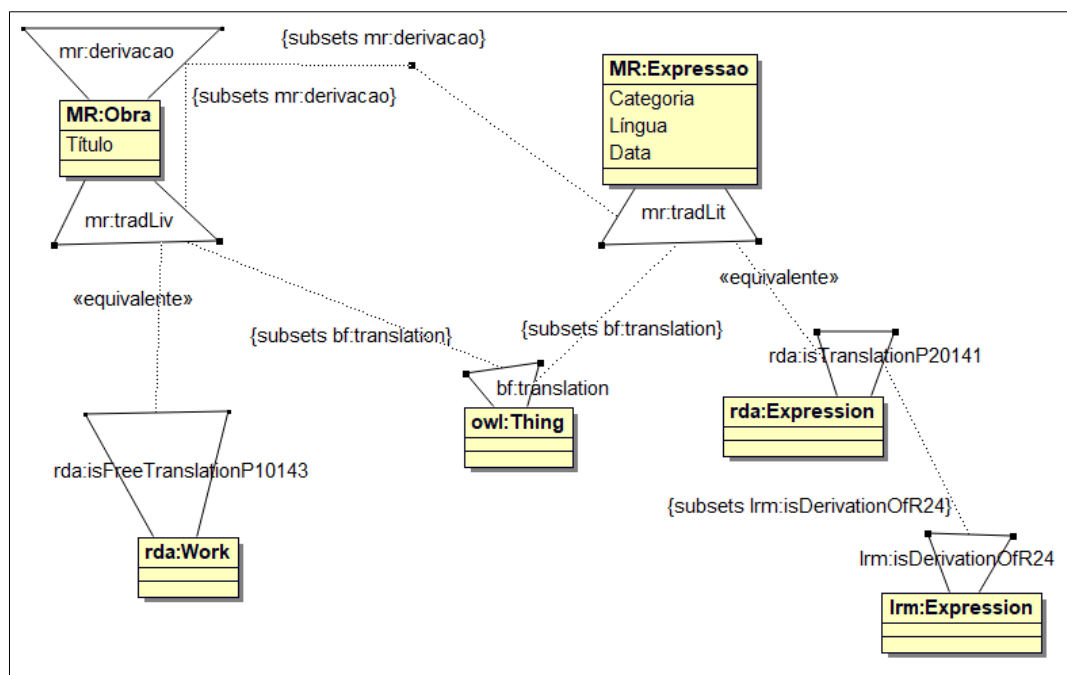


Figura I8 – Relações bibliográficas complementares

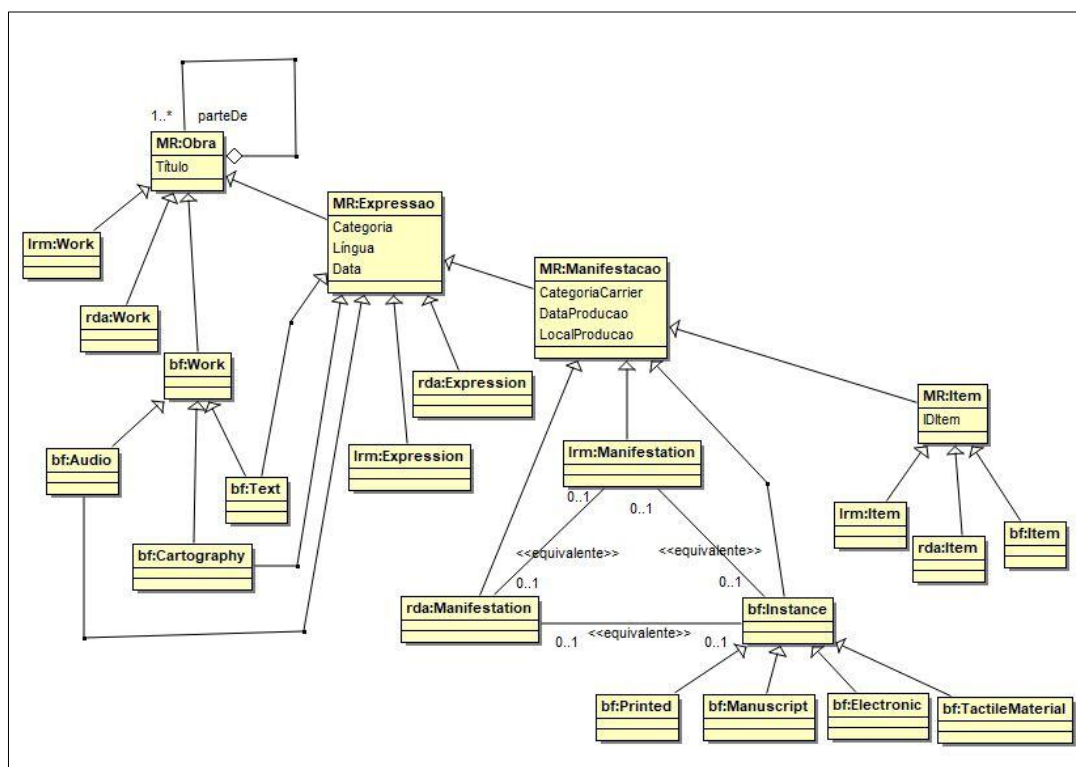


Figura I9 – Relações todo-parte (H20) – Diagrama de classes

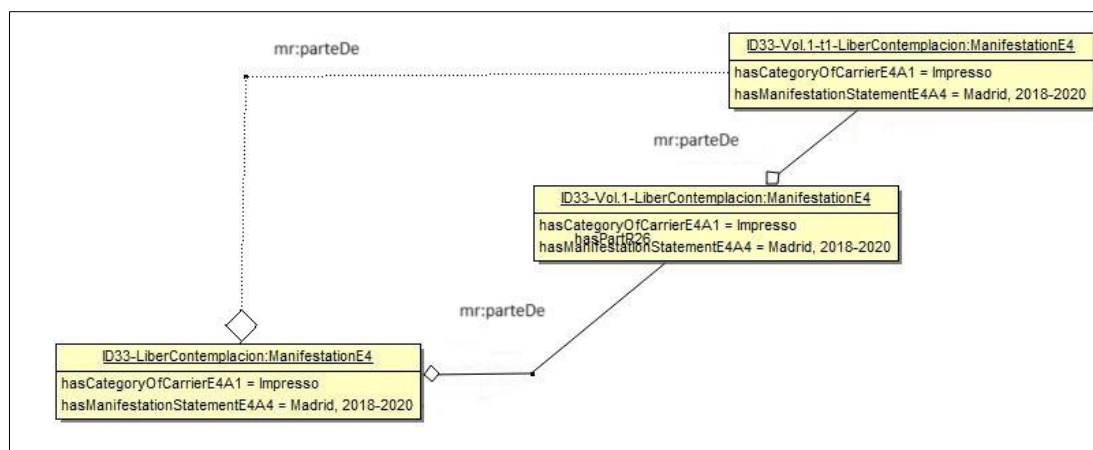


Figura I10 – Relações todo-parte (H19) – Diagrama de objetos





## ANEXO J

### RELAÇÕES HIERÁRQUICAS WEMI: ENQUADRAMENTO TEÓRICO E CARACTERIZAÇÃO

Conforme se refere no ponto 5.5, as relações primárias entre as classes bibliográficas nucleares (WEMI) têm, em nosso entender, natureza hierárquica. A sustentação deste entendimento, o respetivo enquadramento teórico e caracterização apresentam-se nos pontos seguintes:

- J1 - Enquadramento teórico do mecanismo de hierarquia;
- J2 - Análise das linguagens de modelação OWL e UML à luz do enquadramento teórico;
- J3 – Aplicação do enquadramento teórico do mecanismo de hierarquia às relações primárias WEMI no MR e na OR, sustentando a modelação feita nos Capítulos 5 e 6.

#### **J1. Enquadramento teórico**

Para uma análise comparativa mais aprofundada das linguagens de modelação quanto à hierarquia de classes é necessário um breve enquadramento teórico sobre esta abstração. Neste sentido e considerando que a UML se refere à generalização como uma “relação taxonómica” e havendo autores que enquadram as hierarquias bibliográficas no contexto da Teoria dos Conjuntos (Svenonius, 2001) e das taxonomias da biologia (Renear & Choi, 2006), identificámos três contextos teóricos que podem ajudar a compreender a natureza das relações hierárquicas em que as relações primárias das entidades bibliográficas nucleares (v. Caso de Descrição 2.1 no Capítulo 5) se podem enquadrar:

- Hierarquias taxonómicas de Knox (1998) (ponto J1.1);
- Hierarquias conceito-funcionais definidas por Wierzbicka (1984, 1996) (ponto J1.2);
- Relações de materialização definidas por Pirotte, et al. (1994) (ponto J1.3).

##### **J1.1. Hierarquias taxonómicas**

No âmbito das taxonomias da Biologia, apresentamos a abordagem sistémica da construção da hierarquia de Knox (1998), pois este autor aplica conceitos essenciais da Teoria dos Conjuntos a um modelo de hierarquia que combina critérios de derivação no tempo, que dão origem a “hierarquias de derivação”; e critérios da inclusão ou contenção, que originam “hierarquias de inclusão”.

Existe uma hierarquia de derivação (Woodger, 1952; Gregg, 1954 apud Knox, 1998) se o nível mais elevado for uma única entidade (A, na Figura J1), se as entidades dos níveis mais baixos (B e C na Figura J1) se relacionarem apenas com uma entidade do nível imediatamente anterior e se todas as entidades dos níveis mais baixos da hierarquia estiverem relacionadas por extensão com a entidade de topo.

O critério organizativo subjacente à hierarquia de derivação é a derivação no tempo (Henning, 1966 apud Knox, 1998), o tempo corre paralelamente à dimensão organizacional e, por isso, as alterações ao nível do tempo correspondem a alterações ao nível da organização. A Figura J2 ilustra

uma hierarquia de derivação no tempo, cujo exemplo mais comum são as hierarquias do tipo genealógico ou de descendência.

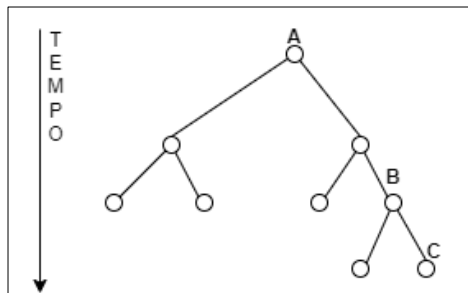


Figura J1 - Hierarquia de derivação

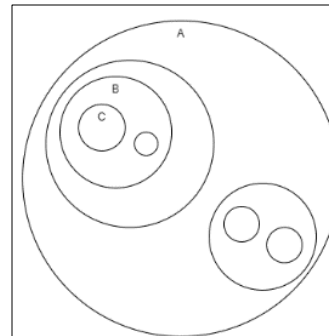


Figura J2 - Hierarquia de inclusão

Nas hierarquias de derivação ou de tipo genealógico (v. Figura J1), a linha hierárquica representa apenas a herança de propriedades dos níveis superiores pelos inferiores. Ou seja, a classe folha herda atributos da classe mãe, mas “as filhas não são os pais”, ou seja, não há relação de inclusão ou pertença entre elas.

Nas hierarquias de inclusão (v. Figura J2), pelo contrário, o critério organizativo que lhes está subjacente é a pertença ou “containment” (Henning, 1966 apud Knox, 1998), pelo que as entidades de nível superior contêm ou são compostas pelas entidades do nível seguinte da organização. Neste tipo de hierarquia o todo é a soma das partes. Nestes modelos, também denominados por “monofiléticos”, há partilha de património genético que uma classe que é o ancestral comum, mas não há derivação no tempo, a hierarquia limita-se a agrupar os descendentes (B e C, na Figura J2) desse ancestral comum (A, na Figura J2).

A diferença mais relevante entre os dois tipos de hierarquia consiste no facto de, na hierarquia de derivação, as classes mais específicas não estarem contidas nas gerais, ao contrário do que sucede na hierarquia de inclusão, em que as classes mais específicas estão contidas nas mais gerais (Knox, 1998).

O modelo hierárquico definido por Knox (1998) conjuga o modelo de derivação com o modelo de inclusão, correspondendo ao que denominamos “cone taxonómico de derivação e inclusão”. No modelo de Knox, o tempo é ortogonal à dimensão organizacional, fazendo parte intrínseca do modelo como sucede na hierarquia de derivação, mas as alterações no tempo não correspondem a modificações no nível da organização à semelhança do que sucede na hierarquia de inclusão, pelo que o nível de topo (A, na Figura J1) contém todos os níveis que dele derivam no tempo (B e C, na Figura J3).

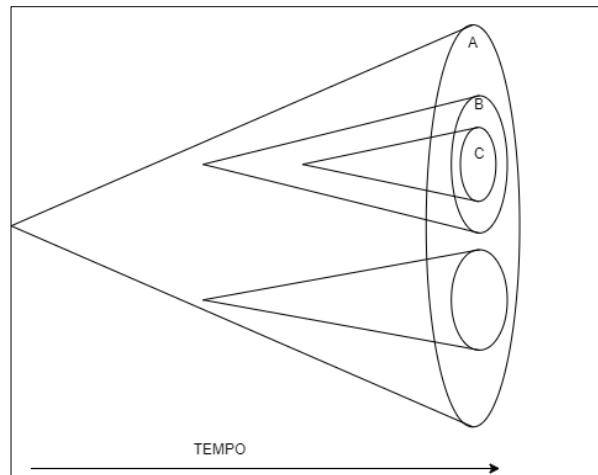


Figura J3 - Cone taxonómico de Knox

Cada cone hierárquico emerge de um ponto único (o vértice do cone A, por exemplo) que representa a classe ancestral comum. A expansão representa o aumento quantitativo de seres vivos em cada domínio e cada cone pode conter seres existentes ou já extintos. Cada cone resulta de um processo de diferenciação e pode haver diferentes cones incluídos num mesmo cone (Vasilyeva & Stephenson, 2008).

### J1.2. Hierarquias conceito-funcionais

As hierarquias taxonómicas procedem à categorização de seres vivos de uma forma que, na opinião de Wierzbicka (1996), apenas se pode aplicar ao domínio da biologia. Para esta autora, a classificação biológica tem características únicas que não se aplicam ao domínio dos artefactos, como é o caso do nosso objeto de modelação: os documentos. Com efeito, as categorias dos seres vivos são conceitos taxonómicos, que se baseiam na ideia de “tipo” (*kind*), por exemplo: cão é “um tipo de” animal. Estes “tipos naturais” (“natural kinds”) têm supercategorias que são elas próprias também taxonómicas, por exemplo: animal “é um tipo de” criatura. São categorias e supercategorias taxonómicas porque se baseiam no conceito “tipo de” (“kind of”), que está “no coração” da categorização humana do “conteúdo do mundo”, sendo uma primitiva semântica universal (Wierzbicka, 1996). Aplica-se, contudo, apenas ao domínio da categorização dos seres vivos.

O domínio dos artefactos, que é o nosso, tem conceitos e categorias, mas não são taxonómicos, são funcionais. Não se baseiam no conceito “tipo de” (taxonomia), mas em conceitos puramente funcionais, definidos em termos de “para que serve”, “quando”, “onde”, “porquê”. As categorias não taxonómicas não se definem em termos de “é um tipo de”, mas sim de “modo de utilização” (Wierzbicka, 1996).

Exemplo de classificação taxonómica:

- Supertipo ou supercategoria: Pássaro
- Categoria: Pardal

- Ligação taxonómica entre categoria e supercategoria: Pardal é um “tipo de” Pássaro

Exemplo de classificação de artefactos:

- Supercategoria: Livros de ficção
- Categoria ou conceito de artefacto: Livros

A inclusão hierárquica num conjunto pode assentar dois tipos diferentes de categorias: categorias taxonómicas e categorias funcionais (Wierzbicka, 1984). As categorias taxonómicas baseiam-se na similitude, tendo as classes superiores propriedades comuns às classes inferiores e havendo entre elas uma relação de “tipologia” (Wierzbicka, 1984). As categorias representam tipos de coisas e as supercategorias “supertipos” (*superkinds*) (Wierzbicka, 1996).

Por exemplo, a superclasse “Animais” é uma categoria taxonómica em que se inclui as subclasses “Aves” e “Mamíferos”. De modo diferente, as categorias funcionais são estruturas conceptuais que têm um sentido partilhado com as classes inferiores, representam uma função comum às classes inferiores. Por exemplo, a superclasse “Progenitor” tem como subclasses “Pai” e “Mãe”, estando o conceito superior incluído nos conceitos inferiores, mas estes não são “um tipo do” conceito superior. Não há aqui uma hierarquia taxonómica como na biologia, mas sim uma estrutura conceptual/funcional partilhada. Mais do que propriedades comuns, o que se partilha entre a classe superior e as inferiores é um sentido conceptual/função. O conceito superior é mais complexo do que os inferiores e está neles incluído (Wierzbicka, 1984).

As categorias ou conceitos de artefactos são definidas pelas formas e funções que servem. As supercategorias são definidas apenas pelas funções que servem, sendo por natureza “fuzzy” (imprecisas) porque não representam “tipos de coisas” como na biologia, mas sim coleções ou grupos heterogéneos de coisas (Wierzbicka, 1996).

### **J1.3. Relação de materialização e valores constantes**

Pirotte, Zimányi, Massart & Yakusheva (1994) definiram a abstração de “materialização”, que combina a classificação (relação “is-of”, “instance-of”) e a generalização (relação “is-a”), permitindo atribuir valores constantes às instâncias de uma determinada classe, em função de atributos de uma metaclasses. Este relacionamento de materialização ocorre entre uma metaclasses ou metacategoria (por exemplo: “Modelo de carro”, “Animal”) e uma classe (por exemplo, “Carro”, “Ave”), caracterizando-se pela herança de propriedades e por uma cardinalidade 1:1 na classe mais abstracta (metaclasses).

A metaclasses define atributos para serem instanciados pela classe. A classe é um constructo com duas facetas: uma faceta de classe e uma faceta de instância de metaclasses. Enquanto instância da

metaclasse, a classe atribui valores aos atributos da metaclasses que vão ser valores constantes (i.e. iguais) para todos os indivíduos da classe. No exemplo abaixo, a classe “Ave” define, enquanto instância da metaclasses, o valor “Penas” para o atributo da metaclasses “Revestimento”. Este atributo e valor será igual para todos os indivíduos da classe “Ave”, por isso a ave “Piu-piu” tem revestimento de penas e qualquer outra instância da classe “Ave” também terá esse “valor constante”.

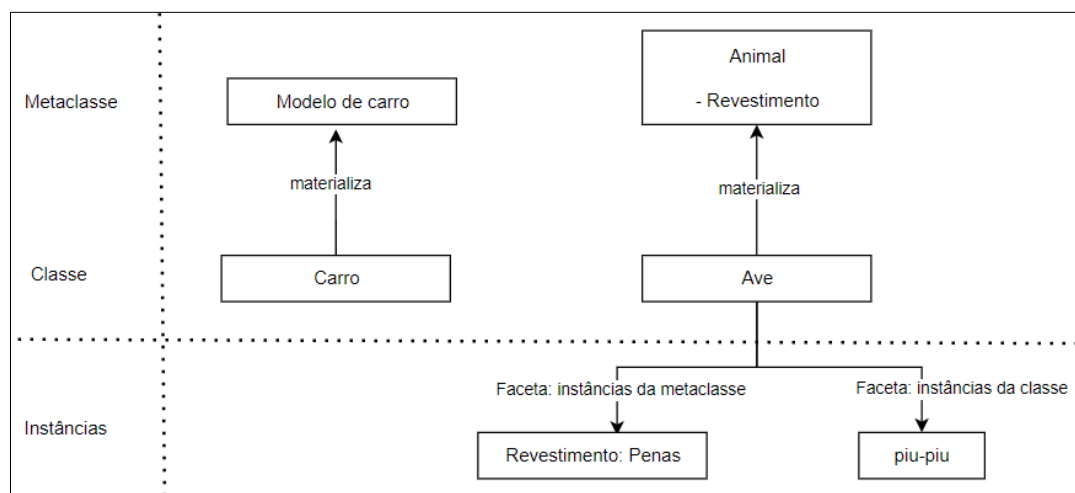


Figura J4 - Exemplo de relação de materialização e valor constante

Pelo mecanismo da materialização, os atributos da metaclasses são instanciados pela classe com um “valor constante” que se aplica a todos os indivíduos da classe (Pirotte, et al., 1994), porque são uma materialização da metaclasses.

## J2. Implementação UML e OWL

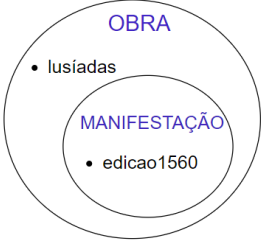
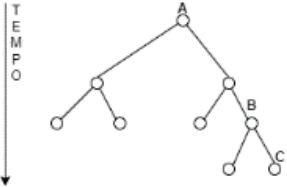
No ponto A1.2.2. apresentámos de forma genérica os constructos OWL e UML para a representação de relações hierárquicas. Neste ponto fazemos o enquadramento destas linguagens nos três contextos teóricos apresentados no ponto J1.

Distinguimos duas situações: (i) a hierarquia de classes, enquanto relação hierárquica entre classes, e (ii) a hierarquia de indivíduos, enquanto relação hierárquica entre instâncias de classes hierarquicamente relacionadas, que denominamos por relações de vinculação.

### (i) Hierarquia entre classes

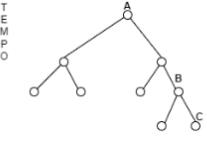
Quadro J1- Hierarquia de classes (comparação TC, OWL, UML)

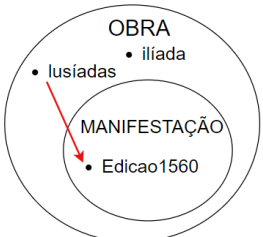
Características	Teoria dos conjuntos	OWL	UML
Hierarquia de inclusão (Knox, 1998):  Pertença ou inclusão conceptual da subclasse ( <i>Manifestação</i> , por exemplo) na superclasse (por ex. <i>Expressão</i> ).	Mecanismo: Subconjunto, inclusão de conjunto num conjunto.	Mecanismo: rdfs:subClassOf	Mecanismo: generalização/especialização  Relação taxonómica, em que todas as instâncias da

Características	Teoria dos conjuntos	OWL	UML
	Os membros da classe inferior são membros da(s) classe(s) superiore(s).	Infere-se que os indivíduos de uma classe são instâncias indiretas da superclasse.	subclasse são instâncias da superclasse.
<p>Hierarquia de derivação (Knox, 1998):</p> <p>Herança de propriedades das classes superiores pelas classes inferiores</p> 	Mecanismo: a linha hierárquica representa a herança de propriedades entre classes.	Não suportado.	<p>Mecanismo: generalização/especialização</p> <p>As subclasses herdam as propriedades das superclasses.</p>

### (ii) Hierarquia entre instâncias

Quadro J2– Hierarquia entre indivíduos (comparação OWL, UML)

Características	Modelação	OWL	UML
<p>Hierarquia de derivação (Knox, 1998):</p> <p>Herança de propriedades e valores da instância da classe superior pela instância da classe inferior</p> 	Instanciação conjunta	<p>Mecanismo:</p> <p>Não existe herança de propriedades na OWL.</p> <p>Contudo, na OWL a aplicação das propriedades não depende das classes, por isso, na prática, podemos utilizar qualquer propriedade em cada classe. Assim, a instância da subclasse pode utilizar as propriedades que tenham a superclasse como domínio.</p> <p>O validador não indicará erro, nem fará inferências erradas, pois os sujeitos da propriedade são instâncias inferidas da superclasse.</p>	<p>Mecanismo:</p> <p>Criação de uma só instância na subclasse mais específica que herda as propriedades das superclasses e que instancia com os seus valores essas propriedades herdadas e as propriedades específicas da sua subclasse.</p>
	Instanciação separada	<p>Mecanismo:</p> <p>Não há primitiva para que a instância da subclasse herde as propriedades e os valores da instância da superclasse.</p>	<p>Mecanismo:</p> <p>Vínculo entre os objetos, direcionado e com role, derivado da generalização entre as classes</p>
<p>Hierarquia de inclusão (Knox, 1998):</p> <p>Pertença ou inclusão conceptual entre indivíduos, a instância da</p>	Instanciação separada	<p>Mecanismo:</p> <p>Não existe primitiva para a relação hierárquica entre indivíduos</p>	<p>Mecanismo:</p> <p>Vínculo entre os objetos, direcionado e com role, derivado da generalização entre as classes</p>

Características	Modelação	OWL	UML
<p>classe superior (ex: Lusíadas) está contida na instância da subclasse (ex: Edição 1560)</p> 	<p>Instanciação conjunta</p>	<p>Não tem sentido considerar a instanciação conjunta no âmbito da inclusão conceptual, pois o que se pretende perceber é como se relacionam instâncias separadas de forma a que a instância da subclasse seja representada como subconceito da instância da classe mais geral.</p>	

### J3. Argumentos que sustentam a natureza hierárquica das relações primárias WEMI

Em nossa opinião tanto no LRM, como no RDA e no BF a natureza das relações primárias é semanticamente hierárquica, pois nos três normativos decorre do próprio conceito de cada classe a sua contenção na classe inferior (o conceito geral – por exemplo Manifestação – está contido no especial – por exemplo Item), com que partilha o seu sentido, o que evidencia uma relação hierárquica de inclusão, em que os conceitos mais específicos (classes WEMI inferiores) incluem os conceitos mais gerais (classe superiores). Há, assim, uma verdadeira hierarquia subjacente à cadeia WEMI no LRM, RDA e BF, não obstante estes normativos a não representarem como tal. A natureza hierárquica das relações primárias entre as classes e indivíduos WEMI decorre da análise dos próprios normativos LRM, RDA e BF, sustentando-se este entendimento nos seguintes argumentos:

- i. *Sentido inclusivo dos conceitos WEMI;*
- ii. *Restrições de cardinalidade LRM e na natureza das relações primárias;*
- iii. *Necessidade de criar uma “expressão representativa”;*
- iv. *Hierarquia parcial BF;*
- v. *Vinculação entre níveis WEMI não imediatos no LRM e no RDA.*

#### (i) Sentido inclusivo dos conceitos WEMI no LRM e no RDA

Conforme se pode observar no Quadro J3, no LRM e no RDA, as relações primárias são “parte integrante de definição das entidades envolvidas na relação” (IFLA, 2008). A “conexão lógica” entre os pares WEMI integra o próprio conceito de cada entidade nuclear, o que demonstra uma relação de pertença ou inclusão entre essas entidades. Nas definições do quadro abaixo estão sublinhadas as expressões que evidenciam que a entidade mais geral está contida nas entidades mais específicas.

Com efeito, a pertença das classes bibliográficas de nível inferior às classes superiores deriva da própria definição de cada nível feita pelos normativos bibliográficos. Conforme se demonstra em seguida, a relação de pertença resulta da própria descrição de cada classe bibliográfica, estando as classes de nível superior incluídas nas classes inferiores, tanto no LRM e no RDA, como no BF.

Assim, se partirmos do conceito LRM de *Obra* enquanto “coincidência de conteúdo comum às diversas Expressões da *Obra*” (Rica, 2017), constatamos que é a própria definição da entidade bibliográfica que denota a hierarquia de pertença na relação entre *Obra* e *Expressão*, ficando claro que a *Obra* inclui, por inferência, as instâncias da subclasse *Expressão*.

A hierarquia de pertença decorre, também, da própria definição LRM de *Expressão* enquanto “realização de uma *Obra*”, que determina a pertença à classe mais geral *Obra*. Relativamente à relação entre *Expressão* e *Manifestação*, a definição LRM de *Manifestação* como “materialização física de uma *Expressão* de uma *Obra*” (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), implica a pertença das suas instâncias às classes mais gerais *Expressão* e *Obra*.

Por último, as instâncias da classe mais específica, o *Item*, definido pelo LRM como “unidade individual de uma *Manifestação*” (Riva, Le Boeuf & Zumer, 2017), pertencem à superclasse *Manifestação*.

Quadro J3 - Relações de inclusão conceptual inerentes às definições WEMI

Entidades WEMI	FRBR/LRM	RDA	BIBFRAME
<b>Work</b>	Coincidência de conteúdo comum às diversas expressões da obra (IFLA, 2008).	Criação intelectual ou artística distinta (RSC, 2021a).	Essência conceptual do recurso (LC, 2021).
<b>Expression</b>	<i>Realização</i> intelectual ou artística de uma <u>obra</u> (IFLA, 2008).	<i>Realização</i> intelectual ou artística de uma <u>obra</u> (RSC, 2021a).	N.A.
<b>Manifestation (LRM/RDA)</b> <b>Instance (BF)</b>	<i>Materialização</i> física de uma <u>expressão</u> de uma obra (IFLA, 2008).	<i>Materialização</i> física de uma <u>expressão</u> de uma obra (RSC, 2021a).	Recurso que reflete a <i>materialização</i> física de uma <u>obra</u> (LC, 2021).
<b>Item</b>	<i>Exemplar</i> concreto de uma <u>manifestação</u> (IFLA, 2008).	Exemplar individual de uma <u>manifestação</u> (RSC, 2021a).	Exemplo individual de uma <u>Instance</u> (LC, 2021).

A relação de vinculação, em itálico no quadro acima, entre os pares WEMI integra também, nos modelos LRM, RDA e BF, o conceito de cada entidade bibliográfica nuclear.

## (ii) Restrições de cardinalidade

No LRM, a cardinalidade de “1” na primeira classe da associação entre *Obra-Expressão* e entre *Manifestação-Item* restringem a existência de qualquer instância da segunda classe à existência de



pelo menos uma instância da primeira classe de cada par relacionado. No nosso entender, a obrigatoriedade da existência de uma instância da classe superior sempre que ocorra uma instância de classe inferior evidencia uma relação hierárquica de inclusão em que o particular (classes inferiores – *Expressão* e *Item*) está contido no universal (classes superiores – *Obra* e *Manifestação*).

Ou seja, no LRM a relação de vinculação integra de tal forma o conceito de cada entidade nuclear, que a classe *Expressão* e *Item* não podem existir sem as classes superiores *Obra* e *Manifestação*, respetivamente.

### *(iii) Expressão representativa*

O facto de o LRM/RDA preverem a existência de uma “expressão canónica” ou *Expressão Representativa* (v. ponto 5.4.3 a)) cujos atributos essenciais para caracterizar uma obra são representados pelas propriedades `lrm:hasRepresentationAttribute` e `rda:hasLanguageOfRepresentativeExpression` (P10353), que têm a *Obra* como domínio, evidenciam que há uma relação hierárquica de inclusão entre *Obra* e *Expressão*, pois o conceito especial (*Expressão*) inclui o conceito mais geral (*Obra*), através da denominada “expressão canónica” (que mais não é do que uma *Expressão* que é simultaneamente *Obra*) e de atributos que, embora se refiram à *Expressão*, se aplicam à *Obra*. Parece-nos que o recurso à *Expressão Representativa* e a aplicação dos seus atributos a *Obra*, foi um mecanismo do LRM/RDA que visa colmatar a omissão da representação das cadeias WEMI como hierarquias, mas que seria evitável se a mesma assim tivesse sido formalizada.

Com efeito, a hierarquia permitiria obter ambas as consequências que se alcançam por via da *Expressão Representativa*:

- Inferir que determinada instância de uma *Expressão* também é instância de *Obra*;
- Considerar os atributos da classe superior com herdados pela classe inferior.

É a ausência de herança de pertença à superclasse que levou à necessidade criar estes atributos novos, ou seja, é a ausência de inferência, pela qual uma instância de *Expressão* também é instância de *Obra*, que levou à necessidade de criar a *Expressão Representativa* e seus atributos.

### *(iv) Hierarquia parcial BF*

Conforme demonstrámos no ponto E2.4. do ANEXO E, no BF as subclasses de Work (`bf:Text`, `bf:Audio`, etc.) equivalem ao conceito de *Expressão* no LRM/RDA, pelo que existe no BF uma relação hierárquica pelo menos entre dois níveis da cadeia WEMI: *Obra* e *Expressão*.

*(v) Vinculação entre níveis não imediatos no LRM/RDA*

Tanto o RDA como o LRM preveem a uma situação de vinculação simultânea, a relação de *Obra* com *Expressão* e *Manifestação*. Esta situação é reveladora da necessidade de, pelo menos quanto à *Manifestação*, definir que a relação de pertença se estabelece não apenas com o nível imediatamente superior (*Expressão*), mas também com a classe de topo (*Obra*).

Com efeito, o RDA e o LRM indiciam a existência de relações de inclusão, i.e. hierárquicas, entre as WEMI, ao admitirem a vinculação não segmentada ou simultânea de entidades WEMI. No caso do RDA essa relação de vinculação simultânea e não consecutiva é definida apenas para a *Manifestação*, podendo ter sido um mecanismo de obviar não só ao desconhecimento da existência de uma *Expressão* mas também de compensar a ausência de inferência. No caso do LRM, a vinculação contínua é reconhecida para qualquer uma das EMI, pese embora não o tenha sido formalizado em E-R.

### **J3.1 Adaptação das teorias de Knox, Wierzbicka e Pirotte à hierarquia WEMI**

Neste ponto apresentamos as propriedades de inclusão e derivação que caracterizam a hierarquia WEMI, adaptando ao domínio bibliográfico os conceitos de Knox (1998), Wierzbicka (1984, 1996) e Pirotte et al. (1994), que referenciámos no ponto J1.

Esta adaptação conceptual é necessária não só por a hierarquia WEMI não ser totalmente coincidente com as taxonomias do domínio da biologia, mas também porque aplicaremos essas propriedades tanto à hierarquia entre as classes WEMI, como à hierarquia entre as instâncias dessas classes, conforme se analisa em seguida.

#### ***i) Hierarquia conceptual/funcional***

Aplicando ao domínio bibliográfico o entendimento de Wierzbicka (1984, 1996), podemos afirmar que a hierarquia de pertença entre as entidades bibliográficas se distingue das hierarquias do tipo taxonómico, já que as classes inferiores não são “um tipo de” das classes superiores. De facto, a hierarquia de classes WEMI é uma hierarquia funcional de artefactos, em que as classes superiores são categorias conceptuais/funcionais que, ao contrário das taxonomias da biologia, agrupam objetos heterogéneos, tendo em conta a sua funcionalidade, sendo esse sentido partilhado pelas categorias de níveis inferiores.

Parece-nos, assim, que devemos considerar as WEMI como categorias conceptuais funcionais que agrupam os objetos ou conceitos que as instanciam não para os categorizar, como nas taxonomias de seres vivos, mas para discriminar planos mentais que servem funções (Antran, 1987, apud Wierzbicka, 1996). Trata-se, com efeito, de uma inclusão conceptual que resulta do carácter funcional inerente aos conceitos das classes WEMI. Com efeito, a relação de materialização das classes superiores *Obra*, *Expressão* e *Manifestação* pelas classes inferiores *Expressão*, *Manifestação* e *Item* decorre da própria natureza funcional (realizar, materializar, exemplificar) dos conceitos WEMI (v. ponto i) em J3).

## **ii) Hierarquia entre classes**

A hierarquia entre classes WEMI é, em nosso entender, simultaneamente uma hierarquia de inclusão e de derivação (Knox, 1998), caracterizando-se pelas respectivas propriedades conforme se apresenta em seguida.

A principal propriedade decorrente da hierarquia de inclusão que se aplica às relações hierárquicas entre as classes WEMI consiste na “pertença”, que corresponde a uma inclusão conceptual entre as classes hierarquicamente relacionadas (ex: conceito de *Obra* está incluído no conceito de *Expressão*). As propriedades de inclusão têm como consequência a pertença das instâncias das classes inferiores às classes superiores. A inferência da classificação da instância da subclasse na superclasse decorre da generalização entre as classes WEMI. A transitividade é inerente à generalização, pelo que se infere também a classificação da instância em todas as superclasses da cadeia de relações hierárquicas, ou seja, uma instância de *Item*, seria também instância não apenas de *Manifestação*, mas também de *Expressão* e *Obra*. Estas propriedades são aplicadas no MR para a resolução dos problemas causados pela discrepância H08\_1, utilizando o constructo UML da generalização (v. ponto 5.5.4.).

No que respeita à derivação, à medida que as classes inferiores se especializam, vão ganhando propriedades específicas que correspondem a um maior nível de materialização das classes mais gerais (por exemplo, a *Manifestação* “ID25 – LGEDA publicada em Paris em 1634” tem como propriedades específicas “Local de produção” e “Data de produção”). O mecanismo da derivação é transitivo, pelo que a subclasse herda não apenas as propriedades da superclasse com que está diretamente relacionada por generalização, mas também as propriedades de todas as superclasses da cadeia de generalizações, no caso a subclasse *Item* herda todas as propriedades da cadeia de superclasses: *Manifestação*, *Expressão* e *Obra*. Estas propriedades ajudam à resolução dos problemas de interoperabilidade provocados pelas heterogeneidades H008\_2, através da generalização UML (v. ponto 5.5.5.).

As propriedades da hierarquia entre classes WEMI que decorrem dos conceitos de inclusão e derivação de Knox (1998) são apresentadas no ponto 5.5.2..

## **iii) Relações hierárquicas entre indivíduos**

A inclusão ao nível da hierarquia de classes WEMI não assegura, por si só, a inclusão conceptual entre determinada instância da classe superior (por exemplo, a *Obra* “Os Lusíadas”) e a instância da subclasse que a materializa (por exemplo, a *Expressão* “Texto dos Lusíadas em francês”). De facto, a hierarquia entre as classes *Obra* e *Expressão* garante apenas que a instância “Texto dos Lusíadas em francês” tem as características conceptuais e funcionais de uma *Expressão*, enquanto sua instância

direta, e que é também uma instância inferida da classe *Obra*. Essa instância de *Expressão* não está, no entanto, relacionada com a *Obra* concreta “Os Lusíadas”, pois, conforme se exemplifica na imagem abaixo, não podemos saber se a expressão “Texto em francês” se relaciona com a obra “Os Lusíadas” ou com “A Ilíada”.

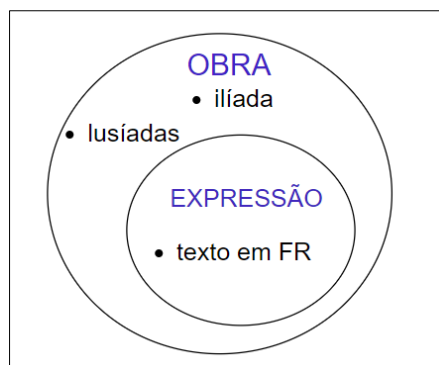


Figura J5- Exemplo de ausência de relação hierárquica entre indivíduos

Para poder aplicar a relação de inclusão aos indivíduos concretos que instanciam estas classes, por exemplo aos “Lusíadas” como instância de *Obra* e ao “Texto em francês” como instância de *Expressão*, temos duas possibilidades (v. Figura J6): a) transformar esses elementos/instâncias em conjuntos/classes, pois na Teoria dos Conjuntos um elemento não pode conter outro elemento; b) recorrer a uma relação hierárquica entre os elementos/instâncias.

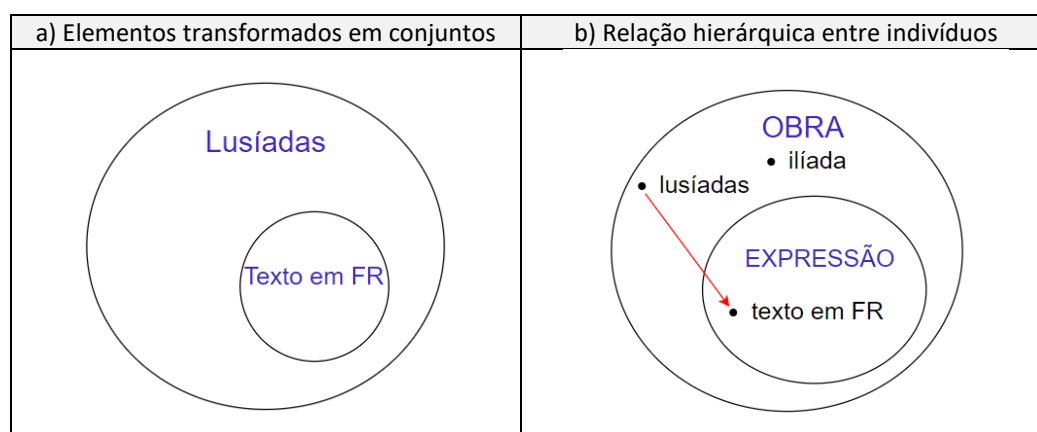


Figura J6- Exemplos de relações hierárquicas entre indivíduos

#### a) Transformação de elementos em conjuntos

A consideração de entidades bibliográficas concretas como conjuntos e não como elementos, corresponde à solução proposta por Svenonius (2001). O cenário de considerar os indivíduos das classes WEMI como conjuntos tem a vantagem de se poder aplicar plenamente a materialização de Piroette (1994), pois as instâncias de cada conjunto seriam todas estruturalmente similares, i.e. os valores das propriedades da metaclass (por exemplo: superconjunto “Os Lusíadas”, propriedade

“Título”) instanciados pelo classe (por exemplo: subconjunto “Texto FR”) teriam um “valor constante” que se aplicaria a todos os indivíduos do subconjunto. Neste exemplo, teríamos a seguinte materialização sucessiva:

Quadro J3- Exemplificação de materialização e valor constante de Pirotte

Metaclassse	Classe	Prop /valor constante <sup>62</sup>
Os Lusíadas	Texto em francês	Título/Os Lusíadas
Texto em francês	Edição Paris, 1700	Forma/Texto Língua/francês
Edição Paris, 1700	Exemplar BNP CAM-1-A	Local/Paris Data/1700

No MR e na OR não seria, contudo, viável considerar os indivíduos das classes WEMI como conjuntos, porque todos os modelos-base os consideram como instâncias. Com efeito, o modelo conceptual LRM não seguiu a proposta de Svenonius de considerar a Teoria dos Conjuntos como linguagem de modelação (Renear & Choi, 2006), tendo modelado as WEMI como entidades do modelo E-R e os respetivos indivíduos como suas instâncias. Apesar de terem optado pela OWL, o RDA e o BF não diferem neste aspeto do LRM, considerando as WEMI como classes e os seus indivíduos como instâncias.

Visando o MR e a OR resolver os problemas de interoperabilidade do LRM/RDA e BF, seria impossível optarmos por modelar os indivíduos WEMI como classes (por exemplo, não poderíamos fazer uma generalização entre bf:Work e uma classe mr:Lusíadas), para além de nessas circunstâncias se ter de recorrer a mapeamentos ao nível das instâncias (por exemplo, as instâncias “Os Lusíadas” de LRM/BF/RDA teriam de ser mapeadas como instâncias diretas de mr:OsLusíadas, dado não ser possível inferir essa classificação). Com efeito, o objetivo do MR/OR não é o de ser mais um modelo, ao nível dos modelos-base, com mapeamento *one-to-one* ao nível das instâncias, pelo que não nos seria útil recorrer à representação das instâncias WEMI como classes.

Por estas razões, não podemos considerar a modelação de uma instância conjunta para a resolução do problema da representação da inclusão conceptual ao nível dos indivíduos, pois os modelos-base preveem a instanciação separada de cada classe WEMI.

Para além desses motivos, não nos parece que a natureza dos objetos de descrição bibliográfica se adeque a uma modelação dos mesmos como classes ou conjuntos, pois estamos perante artefactos cujas categorias, como afirma Wierzbicka (1996), não representam “tipos de”, mas coleções heterogéneas de coisas. Essa heterogeneidade é, no caso da documentação, tão elevada que levaria

<sup>62</sup> Propriedade da metaclassse e “valor constante” definido pela classe para aplicação a todos os seus indivíduos

ao absurdo de ter de considerar uma classe por cada obra, por exemplo, o que contraria o próprio conceito de classificação enquanto abstração.

*b) Relação hierárquica entre instâncias*

No MR optámos, assim, por representar a inclusão conceptual como uma relação hierárquica entre indivíduos. A inclusão conceptual significa que a instância da classe mais geral está incluída nos indivíduos das classes mais específicas, por exemplo, as instâncias das Expressões, das Manifestações e dos Itens de “Os Lusíadas”, partilham o sentido da instância da obra “Os Lusíadas”.

No que respeita à hierarquia de derivação entre instâncias, a mesma impõe a aplicação não apenas das propriedades, mas também dos valores das propriedades das instâncias superiores às instâncias das classes inferiores. Para se aplicar ao indivíduo da classe inferior, não apenas as propriedades, mas também os valores da instância da classe superior, terá de se proceder a uma adaptação dos mecanismos de materialização de Pirotte, et al. (1994) à hierarquia de indivíduos para assegurar a derivação. Com efeito, na hierarquia WEMI, em que os indivíduos de cada classe são instâncias e não conjuntos, não é possível aplicar o método de Pirotte sem que haja uma adaptação, pois não temos categorias de indivíduos estruturalmente similares, mas categorias funcionais ou conjuntos de indivíduos heterogéneos, a cujas propriedades não poderão ser aplicados os mesmos valores.

Com efeito, na sua versão original, a materialização de Pirotte, et al. (1994) consiste em a classe materializar os atributos da metaclasses com “valores constantes” que se aplicam a todos os valores da classe. Por exemplo, para a metaclasses “Animal”, a classe “Pássaro” iria instanciar o valor “Penas” para a propriedade “Revestimento” de “Animal” como “valor constante” aplicável a todos os indivíduos da classe “Pássaro”. Isto não é, porém, possível na hierarquia WEMI, pois não se trata de uma taxonomia ou hierarquia de categorias (v. ponto 5.5.2.), mas sim de uma hierarquia conceptual ou funcional (Wierzbicka, 1994), pelo que tivemos de adaptar este mecanismo à hierarquia WEMI, em que as classes superiores não são categorias taxonómicas. Com efeito, as instâncias da classe inferior WEMI não são “um tipo de” da classe superior WEMI, uma vez que todos os indivíduos da classe inferior WEMI são heterogéneos, estando apenas conceptual ou funcionalmente agrupados na classe superior. É por este motivo que não existe na hierarquia de indivíduos WEMI um “valor constante” de uma propriedade da classe superior aplicável a todos os indivíduos da classe inferior<sup>63</sup>.

A caracterização das relações hierárquicas entre indivíduos é apresentada no ponto 5.5.3..

---

<sup>63</sup> Isto só ocorreria nos casos em que determinada *Obra* fosse não uma instância mas uma classe superior, como modelou Svenonius (2001).

## METODOLOGIA DE CRIAÇÃO DA ONTOLOGIA DE REFERÊNCIA (OROWL)

**K1. Metodologia adotada**

Ao contrário do sucedido na construção do MR, em que os modelos-base não estavam representados em UML, as OB já estão formalizadas como ontologias da Web Semântica, pelo que não foi necessário convertê-las para OWL, bastando importá-las, como se explica em seguida.

**K1.1.Importação de ontologias-base**

Foram importadas, para a criação da OR, as representações OWL das OB: RDA, BF e LRM. No que respeita ao RDA, não foi possível considerar a versão que tinha sido utilizada na modelação do MR (versão 4.0.4, de 2021), nem a partir de ficheiro local em formato .xml, nem a partir dos ficheiros disponíveis por importação “live” a partir do URL do RDARegistry, porque em ambos os casos os ficheiros não assumiam as restrições range/domain, nem a label. Considerou-se, por isso, a versão 5.0.9 (de novembro 2022), tendo-se importado para o Protégé os seguintes ficheiros rdf/xml descarregados de [www.rdaregistry.info](http://www.rdaregistry.info):

- O conjunto de elementos relativos a classes RDA
  - rdac: <http://rdaregistry.info/Elements/c>
- Os ficheiros conjuntos das propriedades do tipo “Object” e “Datatype” e os ficheiros que têm aquelas propriedades em separado, para as seguintes classes RDA:
  - RDA Entity
    - rdax: <http://www.rdaregistry.info/Elements/x>
    - rdaxd: <http://www.rdaregistry.info/Elements/x/datatype>
    - rdaxo: <http://www.rdaregistry.info/Elements/x/object>
  - Work
    - rdaw: <http://www.rdaregistry.info/Elements/w>
    - rdawo: <http://www.rdaregistry.info/Elements/w/object>
    - rdawd: <http://www.rdaregistry.info/Elements/w/datatype>
  - Expression
    - rdae: <http://www.rdaregistry.info/Elements/e>
    - rdaed: <http://www.rdaregistry.info/Elements/e/datatype>
    - rdaeo: <http://www.rdaregistry.info/Elements/e/object>
  - Item
    - rdai: <http://www.rdaregistry.info/Elements/i>
    - rdaid: <http://www.rdaregistry.info/Elements/i/datatype>

rdaio: <http://www.rdaregistry.info/Elements/i/object>

- Nomen

rdan: <http://www.rdaregistry.info/Elements/n>

rdand: <http://www.rdaregistry.info/Elements/n/datatype>

rdano: <http://www.rdaregistry.info/Elements/n/object>

Não tendo o RDA uma ontologia única, foi necessário fazer o “merge” das 16 ontologias RDA acima elencadas. Assim, foi criada uma ontologia nova no Protégé a que chamámos “rdauna” e para onde foram importadas as 16 ontologias parciais RDA. Como o editor de ontologias Protégé apenas faz fusões incompletas, as ontologias parciais não foram eliminadas, sendo apenas duplicadas na ontologia de destino “rdauna”. Por este motivo, depois de se ter gravado a ontologia “rdauna” como ficheiro rdf/xml, eliminou-se manualmente as ontologias parciais do separador de importação.

As restantes OB (LRM e BIBFRAME) foram importadas nas seguintes versões:

- LRM – LRMer (Versão 8.5.4, válida em abril de 2023 <sup>64</sup>)  
Importou-se o ficheiro local em formato xml, previamente descarregado a partir do URL <http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer.xml>.
- BIBFRAME - Versão 2.0.1, de 2021  
Importado o ficheiro local, previamente descarregado a partir do URL: <https://github.com/lcnetdev/BIBFRAME-ontology/blob/main/archive/BIBFRAME-2.0.1.rdf>.

### K1.2. Fusão e alinhamento de ontologias-base

Depois de importadas, procedeu-se à fusão das ontologias de origem “rdauna”, “lrmer” e “BIBFRAME” na ontologia de destino OR, com recurso aos comandos “Refactor/Merge” do *software* Protégé. Estes comandos asseguram uma mediação do tipo ontologia-ponte por parte da OR, correspondendo a uma fusão incompleta das OB, em que as mesmas não são substituídas pela OR, mas duplicam os seus conceitos e relações na ontologia de destino, onde posteriormente foi feito o respetivo alinhamento.

Seguiu-se, portanto, o método de ontologia-ponte (Bruijn, Ahrig & Feier, 2006), em que a OR é uma “vista” das ontologias importadas (Malik, Prakash & Rizvi, 2010), distingue-se quer da fusão completa, em que se procede à substituição das ontologias-base por uma ontologia central ou de destino; quer do mapeamento, em que as ontologias base se mapeiam entre si, não havendo uma ontologia central ou de destino. Com esta solução asseguramos, por um lado, que as OB não são substituídas, nem alteradas na origem e que, por outro lado, as mesmas possam ser reutilizadas de forma consistente (Noy, 2003).

---

<sup>64</sup> <https://www.iflastandards.info/lrm>



A consistência da reutilização é garantida por um alinhamento entre os conceitos/relações das OB feito através de “axiomas-ponte” (Bruijn, Ahrig & Feier, 2006), que não impedem a autonomia das ontologias de origem, uma vez que a OR nem as substitui, nem as modifica de nenhuma forma; dado esses elementos não serem removidos, nem alterados nas OB, sendo apenas duplicados, para reutilização, na OR. Com efeito, as entidades e relações das ontologias de origem ficam disponíveis num ficheiro OWL único, a OR, onde são organizadas de forma mais estruturada, permitindo maior interoperabilidade na sua re-utilização ou aplicação conjunta. O alinhamento entre as OB feito pela OR foi apresentado nas seções 6.1 e seguintes.

Nas linhas 4, 12-18, 22 e 24-35 do ANEXO M podemos observar os *namespaces* das OB importadas e fundidas parcialmente na OR. Na linha 546 do mesmo ANEXO, podemos observar um exemplo de “axioma-ponte” (no exemplo, o axioma `rdfs:subClassOf`) que se aplicará a qualquer A-Box (ontologia povoada com indivíduos) que utilize a T-Box BF, sem contudo alterar essa T-Box. Com efeito, no exemplo, a classe `bf:Instance` é duplicada na OR (v. linhas 542 a 550 do ANEXO M), fazendo-se o alinhamento da mesma com a superclasse `orowl:Manifestacao` e, consequentemente, com as classes correspondentes no LRM e no BF, enquanto subclasses de `orowl:Manifestacao`.

### K1.3. Criação das OB A-Box de exemplo

Para exemplificar o alinhamento entre as OB, foram criadas ontologias A-Box a partir de representações autónomas (i.e., não importadas na OR) das OB, povoadas com os indivíduos utilizadas nos exemplos dos Casos de Descrição (v. exemplos Llull no ANEXO F).

A correspondência entre as OB T-Box (normativos LRM, BF e RDA sem instâncias) e as OB A-Box (normativos povoados com instâncias) é a seguinte:

Quadro K1 - Namespaces das A-Box de exemplo

Ontologia A-Box	Namespace	Ontologia T-Box
Biblioteca1	bib1:	BF
Biblioteca2	bib2:	LRM
Biblioteca3	bib3:	RDA

No ANEXO S descrevemos o método de criação destas ontologias A-Box e reproduzimos o processo de criação de algumas instâncias, incluindo um excerto do ficheiro .rdf de cada ontologia de exemplos.

## K2. Ferramentas utilizadas

Na seleção do editor de ontologia utilizado para a representação da OR em OWL considerou-se, entre outras referências, o estudo de Alatrish (2013) que parte da comparação de mais de 15 *softwares* de edição para a Web Semântica e analisa uma seleção de cinco desses programas, em que se incluem os

editores Protégé, que utilizámos neste capítulo para a criação da OR em OWL, e TopBraid Composer Free Edition (TBC-FE), que seleccionámos para a edição de restrições SHACL (v. Capítulo 7). Denominamos a OR em OWL criada pelo *software* Protégé como “OROWL”<sup>65</sup> e as restrições SHACL criadas pelo TBC-FE como “ORSHACL”.

Não se recorreu a TBC FE para criar a OROWL, pois na sua versão gratuita este *software* não suporta inferências com regras SPARQL e só permite importar ficheiros em formato “.rdf”, o que dificultaria a importação tanto da ontologia LRMer, como da ontologia RDA que não estão disponíveis nesse formato. Por último, trata-se de um *software* que na sua edição livre não inclui visualizadores gráficos de ontologias (Alatrish, 2013).

Assim sendo, optámos por utilizar a ferramenta Protégé (versão desktop Protégé 5.6.1)<sup>66</sup> desenvolvida pela Universidade de Stanford, dado tratar-se de uma plataforma gratuita de *software* livre, com uma ampla comunidade de utilizadores, que permite editar e criar ontologias nos formatos OWL2, RDF/XML e Turtle (ttl) e cuja extensibilidade e escalabilidade permitem o processamento eficiente de ontologias de grandes dimensões (Alatrish, 2013). Por outro lado, trata-se de uma ferramenta que para além de permitir a criação, manipulação e visualização gráfica da OR, efetua a verificação da respetiva consistência e *debugging*, para além de ter *plugins* que permitem acionar raciocinadores para inferência, pesquisa SPARQL e pesquisa DL (*Description Logic*), a que recorreremos para a validação da OROWL no Capítulo 8. O próprio W3C (Hitzler et al., 2012) indica que o Protégé é o editor OWL mais utilizado, sobretudo pelos seus *plugins*, nomeadamente o raciocinador Hermit. Por último, o Protégé é o único editor gratuito que tem tido atualizações contínuas (Salam, Kadir & Azman, 2021).

Os alinhamentos das OB que se apresentam nos pontos 6.1 e seguintes foram feitos manualmente no Protégé, pois o recurso a ferramentas semi-automáticas como o PROMPT, SMART e ONTOMERGE não foi possível, dado estes *softwares* já não estarem disponíveis para a versão atual do Protégé ou estarem acessíveis online apenas para funções de mapeamento muito limitadas. Em 2021, Salam, Kadir & Azman testaram as ferramentas disponíveis nessa data (OWLOntologyMerger e OWL API), tendo concluído que os resultados eram idênticos aos alcançados com os comandos “Refactor/Merge” do Protégé, pelo que optámos por utilizar estes últimos no alinhamento da OR.

---

<sup>65</sup> O *namespace* da “orowl” é *orowl\_validacao*, pois corresponde ao nome da ontologia na sua versão definitiva que foi utilizada na validação, “orowl-validacao” (v. Capítulo 8). Por ser mais simples, no texto deste trabalho utilizamos o *namespace* abreviado “orowl”, mas nos exemplos, imagens gráficas do ANEXO L e no ANEXO M figurará o *namespace* “orowl\_validacao” ou o nome da ontologia “orowl-validacao”.

<sup>66</sup> <https://github.com/protegeproject/protege-distribution/releases/tag/protege-5.6.1>

## ANEXO L

### IMPRESSÕES DE ECRÃ DO SW PROTÉGÉ (OROWL)

Impressões de ecrã do *software* Protégé, ilustrativas da criação da OR em OWL (OROWL) realizada no Capítulo 6.

Description: bf:language

Equivalent To +

SubProperty Of +

Inverse Of +

Domains (intersection) +

● bf:Audio or bf:Cartography or bf:Text

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:range rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Language"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Figura L1- Modelação de restrição de domínio em H02

Description: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

Equivalent To +

<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance>

Explanation for <http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance> EquivalentTo <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to

2

Explanation 1    ☐ Display laconic explanation

Explanation for: <http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance> EquivalentTo <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance> EquivalentTo <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

```

<owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Instance">
  <owl:equivalentClass rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
  <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
  <rdfs:label>Instance</rdfs:label>
</owl:Class>

```

Figura L2- Inferência de equivalência

<pre> &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Titulo-Inferido-Obra"&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/&gt;   &lt;owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection"&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#temTitulo"/&gt;   &lt;/owl:propertyChainAxiom&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt; </pre>
<p>SuperProperty Of (Chain) </p> <p><b>■ orowl_validacao:vinculadaPor o orowl_validacao:temTitulo SubPropertyOf:</b>  <b>orowl_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra</b></p>
<pre> &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Traducao-Inferido-Exp"&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/&gt;   &lt;owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection"&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translationOf"/&gt;   &lt;/owl:propertyChainAxiom&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt; </pre>
<p>SuperProperty Of (Chain) </p> <p><b>■ orowl_validacao:vinculadaPor o bf:translationOf SubPropertyOf: orowl_validacao:vc-Traducao-Inferido-Exp</b></p>
<pre> &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Lingua-Inferido-Exp"&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/&gt;   &lt;owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection"&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language"/&gt;   &lt;/owl:propertyChainAxiom&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt; </pre>
<p>SuperProperty Of (Chain) </p> <p><b>■ orowl_validacao:vinculadaPor o bf:language SubPropertyOf: orowl_validacao:vc-Lingua-Inferido-Exp</b></p>
<pre> &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Local-Data-Inferido-manif"&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/&gt;   &lt;owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection"&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/&gt;     &lt;rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/provisionActivity"/&gt;   &lt;/owl:propertyChainAxiom&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt; </pre>
<p>SuperProperty Of (Chain) </p> <p><b>■ orowl_validacao:vinculadaPor o bf:provisionActivity SubPropertyOf:</b>  <b>orowl_validacao:vc-Local-Data-Inferido-manif</b></p>

Figura L3 - Implementação dos mecanismos de herança de propriedades e valores na OR (Protégé)

Description: orowl\_validacao:vinculadaPor

Equivalent To +

SubProperty Of +

Inverse Of +

orowl\_validacao:vincula

Domains (intersection) +

Ranges (intersection) +

Disjoint With +

SuperProperty Of (Chain) +

rdaio:P40049 SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

bf:instanceOf SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

bf:expressionOf SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

rdamo:P30139 SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

bf:itemOf SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

lrmer:R2i SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

lrmer:R3i SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

lrmer:R4i SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

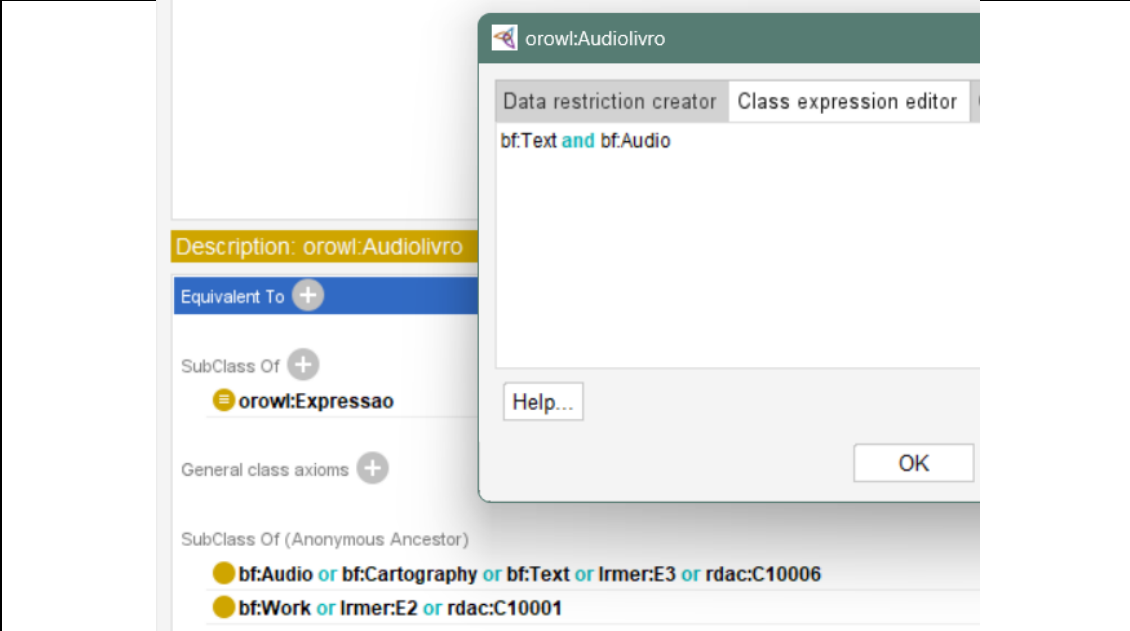
rdaco:P20231 SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-
validacao.owl#vinculadaPor">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/expressionOf"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/instanceOf"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/itemOf"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="http://iflstandards.info/ns/lrm/lrmer/R2i"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40049"/>
  </owl:propertyChainAxiom>

```

Figura L4 - Resolução de H08\_2 pela OR



The screenshot shows the Protege OWL editor interface. A dialog box titled 'orowl:Audiolivro' is open, displaying the 'Class expression editor' tab. The expression 'bf:Text and bf:Audio' is entered. The background shows the class hierarchy for 'orowl:Audiolivro', including 'Equivalent To', 'SubClass Of' (orowl:Expressao), and 'General class axioms'.

```

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Audiolivro">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
</owl:Class>

```

Figura L5 - Interseção de classes na OR

Description: orowl:assunto

Equivalent To +

SubProperty Of +

Inverse Of +

Domains (intersection) +

orowl:Obra

Description: <http://www.xpto.com/orowl.owl#assunto>

Equivalent To +

<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/references>

<http://iflstandards.info/ns/lrm/lrmer/R12>

<http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10324>

Figura L6 - Representação de S02 na OR



	<div>Annotations: rdawo:P10126</div> <div>Annotations +</div> <div><b>rdfs:label</b> [language: en] is abstract of</div> <div>Characteristics: rda [?] [I] [E] [S] [X]</div> <div> <input type="checkbox"/> Functional  <input type="checkbox"/> Inverse functional  <input type="checkbox"/> Transitive  <input type="checkbox"/> Symmetric  <input type="checkbox"/> Asymmetric         </div> <div>Description: rdawo:P10126</div> <div>SubProperty Of +</div> <div> <div>rdawo:P10179</div> <div>orowl_validacao:assunto</div> <div>rdawo:P10179</div> <div>inverse (rdawo:P10109)</div> </div>	
	<div>Annotations: rdawo:P10140</div> <div>Annotations +</div> <div><b>rdfs:label</b> [language: en] is analysis of work</div> <div>Characteristics: rda [?] [I] [E] [S] [X]</div> <div> <input type="checkbox"/> Functional  <input type="checkbox"/> Inverse functional  <input type="checkbox"/> Transitive  <input type="checkbox"/> Symmetric         </div> <div>Description: rdawo:P10140</div> <div>SubProperty Of +</div> <div> <div>orowl_validacao:assunto</div> <div>rdawo:P10100</div> <div>rdawo:P10100</div> <div>inverse (rdawo:P10118)</div> </div>	
<pre> &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10126"&gt;   &lt;rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt;  &lt;owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10140"&gt;   &lt;rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/&gt;   &lt;rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/&gt; &lt;/owl:ObjectProperty&gt; </pre>		

Figura L7 - Resolução de H14 pela OR

<p>Description: <a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLit">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLit&gt;</a></p> <p>Equivalent To <span>+</span></p> <p><a href="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20141">&lt;http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20141&gt;</a></p> <p>SubProperty Of <span>+</span></p> <p><a href="http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/translationOf">&lt;http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/translationOf&gt;</a></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#derivacao">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#derivacao&gt;</a></p> <p>Inverse Of <span>+</span></p> <p>Domains (intersection) <span>+</span></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao&gt;</a></p> <p>Ranges (intersection) <span>+</span></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao&gt;</a></p>	
<p>Description: <a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLiv">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLiv&gt;</a></p> <p>Equivalent To <span>+</span></p> <p><a href="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10143">&lt;http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10143&gt;</a></p> <p>SubProperty Of <span>+</span></p> <p><a href="http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/translationOf">&lt;http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/translationOf&gt;</a></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#derivacao">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#derivacao&gt;</a></p> <p>Inverse Of <span>+</span></p> <p>Domains (intersection) <span>+</span></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra&gt;</a></p> <p>Ranges (intersection) <span>+</span></p> <p><a href="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra">&lt;http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra&gt;</a></p>	

Figura L8 - Resolução de H17 na OR

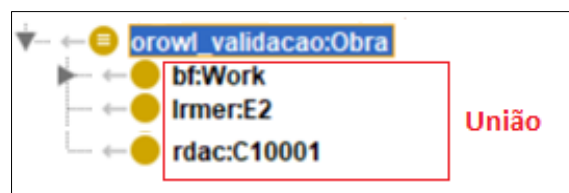


Figura L9 – União de classes Obra

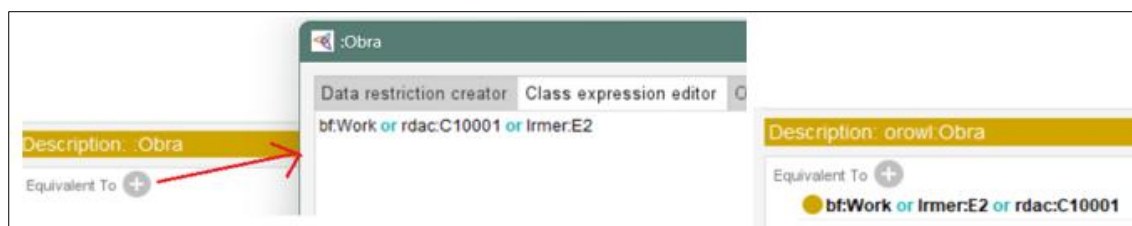


Figura L10 – Equivalência de classes Obra

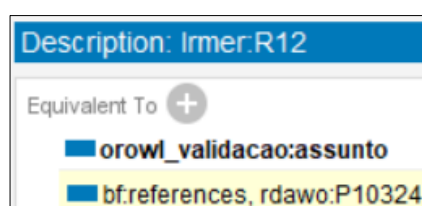


Figura L11 – Equivalência de propriedades de assunto



## ANEXO M

### DECLARAÇÕES RDF DA OROWL

Neste anexo reproduz-se parcialmente o ficheiro RDF da OR em OWL, gerado pelo Protégé<sup>67</sup>. O ficheiro OROWL está integralmente disponível em formato RDF/XML em:

<https://libraryreferenceontology.com/>

Ficheiro RDF: Linha 1

```
1      <?xml version="1.0"?>
2      <rdf:RDF xmlns="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#"
3          xml:base="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl"
4          xmlns:bf="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/"
5          xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
6          xmlns:ns="http://creativecommons.org/ns#"
7          xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
8          xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
9          xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
10         xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
11         xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
12         xmlns:rdac="http://rdaregistry.info/Elements/c/"
13         xmlns:rdae="http://rdaregistry.info/Elements/e/"
14         xmlns:rdai="http://rdaregistry.info/Elements/i/"
15         xmlns:rdam="http://rdaregistry.info/Elements/m/"
16         xmlns:rdan="http://rdaregistry.info/Elements/n/"
17         xmlns:rdaw="http://rdaregistry.info/Elements/w/"
18         xmlns:rdax="http://rdaregistry.info/Elements/x/"
19         xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
20         xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
21         xmlns:vann="http://purl.org/vocab/vann/"
22         xmlns:lrmer="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/"
23         xmlns:orowl="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#"
24         xmlns:rdaed="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/"
25         xmlns:rdaeo="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/"
26         xmlns:rdaid="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/"
27         xmlns:rdaio="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/"
28         xmlns:rdamd="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/"
29         xmlns:rdamo="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/"
30         xmlns:rdand="http://rdaregistry.info/Elements/n/datatype/"
31         xmlns:rdano="http://rdaregistry.info/Elements/n/object/"
32         xmlns:rdawd="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/"
33         xmlns:rdawo="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/"
34         xmlns:rdaxd="http://rdaregistry.info/Elements/x/datatype/"
35         xmlns:rdaxo="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/"
36         xmlns:regap="http://metadataregistry.org/uri/profile/regap/"
37         xmlns:terms="http://purl.org/dc/terms/"
38         xmlns:rdakit="http://metadataregistry.org/uri/profile/rdakit/"
39         xmlns:orowl_validacao="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#">
40      <owl:Ontology rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl">
41          <owl:versionIRI rdf:resource="http://www.xpto.com/orowlvalidacao-01"/>
42          <owl:imports rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1-01"/>
43          <owl:imports rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2-01"/>
44          <owl:imports rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3-01"/>
45          <rdfs:label>Ontologia de Referência</rdfs:label>
46      </owl:Ontology>
47
48  Ficheiro RDF: Linha 60.222
```

<sup>67</sup> Neste anexo indica-se a linha do ficheiro original precedida de “Ficheiro RDF”. Estão numeradas lateralmente as linhas referenciadas nos Capítulos 6 e 8.

```

49
50 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/hasDerivative -->
51
52 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/hasDerivative">
53   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
54   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/relatedTo"/>
55   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
56   <terms:modified>2016-04-29 (added inverse)</terms:modified>
57   <rdfs:comment>Expected value Work or Instance</rdfs:comment>
58   <rdfs:comment>Used with Work or Instance</rdfs:comment>
59   <rdfs:label>Has derivative</rdfs:label>
60   <skos:definition>Resource that is a modification of the described work.</skos:definition>
61 </owl:ObjectProperty>
62
63 Ficheiro RDF: Linha 60.524
64
65 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language -->
66
67 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language">
68   <rdfs:domain>
69     <owl:Class>
70       <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
71         <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
72         <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography"/>
73         <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
74       </owl:unionOf>
75     </owl:Class>
76   </rdfs:domain>
77   <rdfs:range rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Language"/>
78   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
79   <rdfs:comment>Used with Unspecified</rdfs:comment>
80   <rdfs:label>Language information</rdfs:label>
81   <skos:definition>Language associated with a resource or its parts.</skos:definition>
82 </owl:ObjectProperty>
83
84 Ficheiro RDF: Linha 60.851
85
86 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/references -->
87
88 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/references">
89   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/>
90   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/relatedTo"/>
91   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
92   <terms:modified>2016-04-29 (added inverse)</terms:modified>
93   <rdfs:comment>Expected value Work, Instance or Item</rdfs:comment>
94   <rdfs:comment>Used with Work, Instance or Item</rdfs:comment>
95   <rdfs:label>References</rdfs:label>
96   <skos:definition>Resource that is referenced by the described resource.</skos:definition>
97 </owl:ObjectProperty>
98
99 Ficheiro RDF: Linha 61.370
100
101 <!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R12 -->
102
103 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R12">
104   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/>
105   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R1"/>
106   <owl:inverseOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R12i"/>
107   <rdfs:domain rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
108   <rdfs:range rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E1"/>
109   <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/hasAsSubject"/>
110   <regap:name>hasAsSubject</regap:name>
111   <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>

```

112 <rdfs:comment xml:lang="en">The logical connection between a work and a related subject entity serves as the  
113 basis both for identifying the subject of an individual work and for ensuring that all works relevant to a given subject are  
114 linked to that subject.</rdfs:comment>

```
115 <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
116 <rdfs:label xml:lang="en">has as subject</rdfs:label>
117 <skos:definition xml:lang="en">Relates a work to its topic(s)</skos:definition>
118 </owl:ObjectProperty>
```

119  
120 Fichero RDF: Linha 61.718

121  
122 <!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R22 -->

```
123
124 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R22">
125   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
126   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R1"/>
127   <owl:inverseOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R22i"/>
128   <rdfs:domain rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
129   <rdfs:range rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
130   <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/isATransformationOf"/>
131   <regap:name>isATransformationOf</regap:name>
132   <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
133   <rdfs:comment xml:lang="en">Some transformations may be considered as being only inspired by a previous
134 work.</rdfs:comment>
135   <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
136   <rdfs:label xml:lang="en">is a transformation of</rdfs:label>
137   <skos:definition xml:lang="en">Relates a work to a previous work from which it was created by changing the scope
138 or editorial policy (as in a serial or aggregating work), the genre or literary form (dramatization, novelization), target audience
139 (adaptation for children), or style (paraphrase, imitation, parody)</skos:definition>
140 </owl:ObjectProperty>
```

141  
142 Fichero RDF: Linha 70.793

143  
144 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20141 -->

```
145
146 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20141">
147   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLit"/>
148   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20574"/>
149   <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20171"/>
150   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
151 </owl:ObjectProperty>
```

152  
153 Fichero RDF: Linha 81.048

154  
155 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/u/P60355 -->

```
156
157 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60355">
158   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60367"/>
159   <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60925"/>
160   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
161     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#variantTitle"/>
162   </owl:propertyChainAxiom>
163   <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/variantTitleOfResource.en"/>
164   <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
165   <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/">
166   <rdfs:label xml:lang="fi">aineiston varianttinameke</rdfs:label>
167   <rdfs:label xml:lang="da">har varianttitel for ressource</rdfs:label>
168   <rdfs:label xml:lang="en">has variant title of resource</rdfs:label>
169   <rdfs:label xml:lang="de">hat abweichenden Titel einer Ressource</rdfs:label>
170   <rdfs:label xml:lang="nl">heeft variant titel van resource</rdfs:label>
171   <rdfs:label xml:lang="ar">لمصدر مختلف عنوان له</rdfs:label>
172   <skos:definition xml:lang="fi">Liittää aineiston aineiston nimekkeeseen, jota ei ole valittu ensisijaiseksi nimikkeeksi
173 tiettyssä sovelluksessa tai kontekstissa.</skos:definition>
```

```

174      <skos:definition xml:lang="da">Relaterer en ressource til en titel, der er knyttet til en ressource, der afviger fra en
175 titel, der er registreret som hovedtitel, parallel hovedtitel, andre titeloplysninger, andre parallel titeloplysninger, tidligere
176 hovedtitel, senere hovedtitel, nøgletitel eller forkortet titel.</skos:definition>
177      <skos:definition xml:lang="en">Relates a resource to a title of resource that is not selected for preference in a
178 specific application or context.</skos:definition>
179      <skos:definition xml:lang="de">Setzt eine Ressource in Beziehung zu einem Titel einer Ressource, der in einer
180 bestimmten Anwendung oder in einem bestimmten Kontext nicht als Vorzugsform bestimmt wird.</skos:definition>
181      <skos:definition xml:lang="ar">سياق أو محدد تطبيق في مفضل مختلف كعنوان اختياريه يتم لم مصدر وعنوان مصدر بين يربط</skos:definition>
182 محدد.</skos:definition>
183      </owl:ObjectProperty>
184
185 Fichero RDF: Linha 81.083
186
187      <!-- http://rdaregistry.info/Elements/u/P60367 -->
188
189      <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60367">
190        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60369"/>
191        <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60367"/>
192        <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60912"/>
193        <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
194          <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#abbreviatedTitle"/>
195        </owl:propertyChainAxiom>
196      </owl:ObjectProperty>
197
198 Fichero RDF: Linha 81.119
199
200      <!-- http://rdaregistry.info/Elements/u/P60515 -->
201
202      <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60515">
203        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60369"/>
204        <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/u/P60957"/>
205        <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
206          <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#title"/>
207        </owl:propertyChainAxiom>
208      </owl:ObjectProperty>
209
210 Fichero RDF: Linha 82.294
211
212      <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10126 -->
213
214      <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10126">
215        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10179"/>
216        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/>
217        <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
218      </owl:ObjectProperty>
219
220 Fichero RDF: Linha 82.422
221
222      <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10140 -->
223
224      <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10140">
225        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10100"/>
226        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/>
227        <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
228      </owl:ObjectProperty>
229
230 Fichero RDF: Linha 82.451
231
232      <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10143 -->
233
234      <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10143">
235        <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLiv"/>
236        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10341"/>

```



```

237     <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
238 </owl:ObjectProperty>
239
240 Ficheiro RDF: Linha 82.500
241
242 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10148 -->
243
244 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10148">
245   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10342"/>
246   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
247   <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10190"/>
248   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
249 </owl:ObjectProperty>
250
251 Ficheiro RDF: Linha 83.566
252
253 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10155 -->
254
255 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10155">
256   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10148"/>
257   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
258   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
259 </owl:ObjectProperty>
260
261 Ficheiro RDF: Linha 83.743
262
263 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10291 -->
264
265 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10291">
266   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10198"/>
267   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
268   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
269 </owl:ObjectProperty>
270
271 Ficheiro RDF: Linha 83.771
272
273 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10294 -->
274
275 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10294">
276   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10198"/>
277   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
278   <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10295"/>
279   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
280 </owl:ObjectProperty>
281
282 Ficheiro RDF: Linha 84.025
283
284 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10324 -->
285
286 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10324">
287   <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto"/>
288   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10307"/>
289   <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00014"/>
290   <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
291 </owl:ObjectProperty>
292
293 Ficheiro RDF: Linha 84.133
294
295 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10336 -->
296
297 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10336">
298   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10198"/>
299   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>

```

```

300     <owl:inverseOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10337"/>
301     <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
302 </owl:ObjectProperty>
303
304 Ficheiro RDF: Linha 84.144
305
306 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10337 -->
307
308 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10337">
309     <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
310     <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10198"/>
311     <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
312 </owl:ObjectProperty>
313
314 Ficheiro RDF: Linhas 87.166 a 87.427
315
316 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#TesteAudiobook -->
317
318 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#TesteAudiobook">
319     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Audiolivro"/>
320 </owl:ObjectProperty>
321
322 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#abbreviatedTitle -->
323
324 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#abbreviatedTitle">
325     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
326     <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
327 </owl:ObjectProperty>
328
329 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto -->
330
331 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#assunto">
332     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
333 </owl:ObjectProperty>
334
335 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao -->
336
337 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao">
338     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
339     <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
340 </owl:ObjectProperty>
341
342 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#itemReproduzido -->
343
344 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#itemReproduzido">
345     <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#reproducaoDigital"/>
346     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>
347     <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
348 </owl:ObjectProperty>
349
350 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#manifestacaoAnalogica -->
351
352 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#manifestacaoAnalogica">
353     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>
354     <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
355 </owl:ObjectProperty>
356
357 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#manifestacaoDigital -->
358
359 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#manifestacaoDigital">
360     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>
361     <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
362 </owl:ObjectProperty>

```

```

363
364 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#parteDe -->
365
366 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#parteDe">
367   <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
368   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
369   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
370 </owl:ObjectProperty>
371
372 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#reproducaoDigital -->
373
374 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#reproducaoDigital">
375   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
376   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>
377 </owl:ObjectProperty>
378
379 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#temTitulo -->
380
381 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#temTitulo">
382   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
383 </owl:ObjectProperty>
384
385 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#title -->
386
387 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#title">
388   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
389   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
390 </owl:ObjectProperty>
391
392 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLit -->
393
394 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLit">
395   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translationOf"/>
396   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R24"/>
397   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
398   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
399   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
400 </owl:ObjectProperty>
401
402 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLiv -->
403 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#tradLiv">
404   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translationOf"/>
405   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#derivacao"/>
406   <rdfs:domain>
407     <owl:Class>
408       <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
409         <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
410         <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
411         <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
412       </owl:unionOf>
413     </owl:Class>
414   </rdfs:domain>
415   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
416 </owl:ObjectProperty>
417
418 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#variantTitle -->
419
420 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#variantTitle">
421   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
422   <rdfs:range rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
423 </owl:ObjectProperty>
424
425 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Lingua-Inferido-Exp -->

```

```

426
427 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Lingua-Inferido-Exp">
428   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
429   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
430     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/>
431     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language"/>
432   </owl:propertyChainAxiom>
433 </owl:ObjectProperty>
434
435 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Local-Data-Inferido-manif -->
436
437 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Local-Data-Inferido-manif">
438   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
439   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
440     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/>
441     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/provisionActivity"/>
442   </owl:propertyChainAxiom>
443 </owl:ObjectProperty>
444
445 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Titulo-Inferido-Obra -->
446
447 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Titulo-Inferido-Obra">
448   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
449   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
450     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/>
451     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#temTitulo"/>
452   </owl:propertyChainAxiom>
453 </owl:ObjectProperty>
454
455 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Traducao-Inferido-Exp -->
456
457 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vc-Traducao-Inferido-Exp">
458   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
459   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
460     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/>
461     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translationOf"/>
462   </owl:propertyChainAxiom>
463 </owl:ObjectProperty>
464
465 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vincula -->
466
467 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vincula">
468   <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor"/>
469 </owl:ObjectProperty>
470
471 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor -->
472
473 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#vinculadaPor">
474   <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
475   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
476     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/expressionOf"/>
477   </owl:propertyChainAxiom>
478   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
479     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/instanceOf"/>
480   </owl:propertyChainAxiom>
481   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
482     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/itemOf"/>
483   </owl:propertyChainAxiom>
484   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
485     <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R2i"/>
486   </owl:propertyChainAxiom>
487   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
488     <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R3i"/>

```

```

489     </owl:propertyChainAxiom>
490     <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
491       <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R4i"/>
492     </owl:propertyChainAxiom>
493     <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
494       <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20231"/>
495     </owl:propertyChainAxiom>
496     <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
497       <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40049"/>
498     </owl:propertyChainAxiom>
499     <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
500       <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30139"/>
501     </owl:propertyChainAxiom>
502   </owl:ObjectProperty>
503
504   Ficheiro RDF: Linhas 88.205 a 88.216
505
506   <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#dataDigitalizacao -->
507
508   <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#dataDigitalizacao">
509     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>
510   </owl:DatatypeProperty>
511
512   <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#entidadeDigitalizadora -->
513
514   <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#entidadeDigitalizadora"/>
515   Ficheiro RDF: Linha 88.341
516
517   <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio -->
518
519   <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio">
520     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
521     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
522     <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
523     <rdfs:label>Audio</rdfs:label>
524     <skos:definition>Resources expressed in an audible form, including music or other sounds.</skos:definition>
525   </owl:Class>
526
527   Ficheiro RDF: Linha 88.467
528
529   <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography -->
530
531   <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography">
532     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
533     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
534     <terms:modified>2016-04-25 (fixed typo in definition)</terms:modified>
535     <rdfs:label>Cartography</rdfs:label>
536     <skos:definition>Resource that shows spatial information, including maps, atlases, globes, digital, and other
537   cartographic resources.</skos:definition>
538   </owl:Class>
539
540   Ficheiro RDF: Linha 89.002
541
542   <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Instance -->
543
544   <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Instance">
545     <owl:equivalentClass rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>
546     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
547     <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
548     <rdfs:label>Instance</rdfs:label>
549     <skos:definition>Resource reflecting an individual, material embodiment of a Work.</skos:definition>
550   </owl:Class>
551

```

```

552 Ficheiro RDF: Linha 89.144
553
554 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item -->
555
556 <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item">
557   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
558   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
559   <rdfs:label>Item</rdfs:label>
560   <skos:definition>Single example of an Instance.</skos:definition>
561 </owl:Class>
562
563 Ficheiro RDF: Linha 90.075
564
565 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text -->
566
567 <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text">
568   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
569   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
570   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
571   <rdfs:label>Text</rdfs:label>
572   <skos:definition>Resource intended to be perceived visually and understood through the use of language in written
573 or spoken form.</skos:definition>
574 </owl:Class>
575
576 Ficheiro RDF: Linha 90.216
577
578 <!-- http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work -->
579
580 <owl:Class rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work">
581   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
582   <terms:modified>2016-04-21 (New)</terms:modified>
583   <rdfs:label>Work</rdfs:label>
584   <skos:definition>Resource reflecting a conceptual essence of a cataloging resource.</skos:definition>
585 </owl:Class>
586
587 Ficheiro RDF: Linha 90.821
588
589 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006 -->
590
591 <owl:Class rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006">
592   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
593   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
594   <rdakit:instructionNumber>5.1.2</rdakit:instructionNumber>
595   <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An intellectual or artistic realization of a work in the form of alpha-numeric,
596 musical or choreographic notation, sound, image, object, movement, etc., or any combination of such
597 forms.</rdakit:toolkitDefinition>
598
599 Ficheiro RDF: Linhas 90.288 a 90.358
600
601 <!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2 -->
602
603 <owl:Class rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2">
604   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E1"/>
605   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
606   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3"/>
607   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>
608   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
609   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E6"/>
610   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>
611   <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/Work"/>
612   <regap:name>Work</regap:name>
613   <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>

```

<rdfs:comment xml:lang="en">A work is an abstract entity that permits the grouping of expressions that are considered functional equivalents or near equivalents. A work is a conceptual object, no single material object can be identified as the work. The essence of the work is the constellation of concepts and ideas that form the shared content of what we define to be expressions of the same work. A work is perceived through the identification of the commonality of content between and among various expressions. However, similarity of factual or thematic content alone is not enough to group several expressions as realizing the same instance of work. For example, two textbooks both presenting an introduction to calculus, or two oil paintings of the same view (even if painted by the same artist), would be considered distinct works if independent intellectual or artistic effort was involved in their creation. In the case of aggregating works and serial works, the essence of the work is the concept or plan for the selection, assembly and ordering of the expressions of other works to be embodied in the resulting aggregate manifestation. A work comes into existence simultaneously with the creation of its first expression, no work can exist without there being (or there having been at some point in the past) at least one expression of the work. A work can be recognized retrospectively from an examination of the individual realizations or expressions of the work. The work consists of the intellectual or artistic creation that lies behind all the various expressions of the work. As a result, the content identified with an instance of work can evolve as new expressions of it are created. Bibliographic and cultural conventions play a crucial role in determining the exact boundaries between similar instances of works. User needs are the basis for determining whether instances of expression are considered to belong to the same instance of work. When the majority of users, for most general purposes, would regard the expression instances as being intellectually equivalent, then these expressions are considered to be expressions of the same work. Generally, when a significant degree of independent intellectual or artistic effort is involved in the production of an expression, the result is viewed as a new work with a transformation relationship to the source work. Thus paraphrases, rewritings, adaptations for children, parodies, musical variations on a theme and free transcriptions of a musical composition are usually considered to represent new works. Similarly, adaptations of a work from one literary or art form to another (e.g., dramatizations, adaptations from one medium of the graphic arts to another, etc..) are considered to represent new works. Abstracts, digests and summaries are also considered to represent new works.</rdfs:comment>

```
<rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
<rdfs:label xml:lang="en">Work</rdfs:label>
<skos:definition xml:lang="en">The intellectual or artistic content of a distinct creation</skos:definition>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3 -->
```

```
<owl:Class rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E1"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E6"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>
  <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/Expression"/>
  <regap:name>Expression</regap:name>
  <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
  <rdfs:comment xml:lang="en">An expression is a distinct combination of signs of any form or nature (including visual, aural or gestural signs) intended to convey intellectual or artistic content and identifiable as such. The term "sign" is intended here in the meaning used in semiotics. An expression is an abstract entity distinct from the carriers used to record it. An expression is the specific intellectual or artistic form that a work takes each time it is "realized". Expression encompasses, for example, the specific words, sentences, paragraphs, etc.. that result from the realization of a work in the form of a text, or the particular sounds, phrasing, etc.. resulting from the realization of a musical work. The boundaries of the entity expression are defined, however, so as to exclude incidental aspects of physical form, such as typeface and page layout for a text, unless, due to the nature of the work, these are integral to the intellectual or artistic realization of the work as such. An expression comes into existence simultaneously with the creation of its first manifestation, no expression can exist without there being (or there having been at some point in the past) at least one manifestation. The process of abstraction leading to the identification of the entity expression indicates that the intellectual or artistic content embodied in one manifestation is in fact the same, or substantially the same, as that embodied in another manifestation even though the physical embodiment may differ and differing attributes of the manifestations may obscure the fact that the content is similar in both. On a practical level, the degree to which bibliographic distinctions are made between variant expressions of a work will depend to some extent on the nature of the work itself, on the anticipated needs of users and on what the cataloguer can reasonably be expected to recognize from the instance of the manifestation being described. Variations within substantially the same expression (e.g., slight variations that can be noticed between two states of the same edition in the case of hand press production) would be ignored in most applications. However, for some applications of the model (e.g., comprehensive databases of early printed texts, complete listings of the states of prints), each variation may be viewed as a different expression. Inasmuch as the form of expression is an inherent characteristic of the expression, any change in form (e.g., from written notation to spoken word) results in a new expression. Similarly, changes in the intellectual conventions or instruments that are employed to express a work (e.g., translation of a textual work from one language to another) result in
```

the production of a new expression. If a text is revised or modified, the resulting expression is considered to be a new expression of the work. Minor changes, such as corrections of spelling and punctuation, etc., may be considered as variations within the same expression. When an expression of a work is accompanied by augmentations, such as illustrations, notes, glosses, etc., that are not integral to the intellectual or artistic realization of the work, such augmentations are considered to be separate expressions of their own separate work(s). Such augmentations may, or may not, be considered significant enough to warrant distinct bibliographic identification.

```
<rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
<rdfs:label xml:lang="en">Expression</rdfs:label>
<skos:definition xml:lang="en">A distinct combination of signs conveying intellectual or artistic
content</skos:definition>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4 -->
```

```
<owl:Class rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E1"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E6"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>
  <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/Manifestation"/>
  <regap:name>Manifestation</regap:name>
  <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
  <rdfs:comment xml:lang="en">A manifestation results from the capture of one or more expressions onto a carrier
or set of carriers. As an entity, manifestation represents the common characteristics shared by those carriers, in respect to
both intellectual or artistic content and physical form. A manifestation is recognized from the common characteristics
exhibited by the items resulting from the same production process. The specification of the production process is an intrinsic
part of the manifestation. The production may be explicitly planned so as to take place over time, as, for example, in printing
on demand. The production plan may involve aspects that are not under the direct control of the producer, such as the
specific digital storage media onto which an online file is downloaded by different end-users. Whatever storage media is used,
the downloaded files are instances of the same manifestation as the online file. Production processes cover the range from
formal industrial processes to artisanal or artistic processes. A production process may result in a set of multiple items that
are interchangeable for most purposes. The manifestation can be defined by the specific properties and attributes that any
item belonging to that manifestation should portray. In other cases, such as for holograph manuscripts, many artisanal or
artistic productions or reproductions for preservation purposes, the intention is that the production process result in a single,
unique item. The manifestation in this case is the singleton set (a set with a single member) that captures the idea of the item
in question. The boundaries between one manifestation and another are drawn on the basis of both intellectual or artistic
content and physical form. When the production process involves changes in physical form, the resulting product is
considered a new manifestation. Changes in physical form include changes affecting display characteristics that are incidental
to the conception of the work (e.g., a change in typeface, size of font, page layout, etc.), changes in physical medium (e.g., a
change from paper to microfilm as the medium of conveyance), and changes in the container (e.g., a change from cassette
to cartridge as the container for a tape). Where the production process involves a publisher, producer, distributor, etc., and
there are changes signalled in the product that are related to publication, marketing, etc. (e.g., a change in publisher,
repackaging, etc.), the resulting product may be considered a new manifestation. Whenever the production process involves
modifications, additions, deletions, etc. (other than minor changes to spelling, punctuation, etc.) that affect the intellectual
or artistic content, the result is a new expression of the work which is embodied in a new manifestation. On a practical level,
the degree to which distinctions between manifestations are accounted for in catalogues will depend to some extent on the
anticipated needs of users and on the differences that the cataloguer can reasonably be expected to recognize. Certain minor
variations or differences in packaging may not be considered bibliographically significant and will not warrant the recognition
of a new manifestation. Changes that occur deliberately or inadvertently during the production process that affect the items
result, strictly speaking, in a new manifestation of the same expression. A manifestation resulting from such a change may
be identified as a particular "state" or "issue" of the publication. Changes that occur to an individual item after the production
process is complete (damage, wear and tear, the loss of a page, repairs, rebinding into multiple volumes, etc.) are not
considered to result in a new manifestation. That item is simply considered to be an exemplar of the manifestation that no
longer fully reflects the original production plan. However, when multiple items from different manifestations are physically
combined or joined (books or pamphlets bound together, audio tapes spliced together, etc.) the result is a new singleton
manifestation.</rdfs:comment>
```

```
<rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
<rdfs:label xml:lang="en">Manifestation</rdfs:label>
<skos:definition xml:lang="en">A set of all carriers that are assumed to share the same characteristics as to
intellectual or artistic content and aspects of physical form. That set is defined by both the overall content and the production
plan for its carrier or carriers</skos:definition>
</owl:Class>
```



```

740
741 <!-- http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5 -->
742
743 <owl:Class rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5">
744   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E1"/>
745   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
746   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E6"/>
747   <owl:disjointWith rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>
748   <regap:lexicalAlias rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/Item"/>
749   <regap:name>Item</regap:name>
750   <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
751   <rdfs:comment xml:lang="en">In terms of intellectual or artistic content and physical form, an item exemplifying a
752 manifestation normally reflects all the characteristics that define the manifestation itself. An item is in many instances a single
753 physical object, but in other cases, an item may consist of multiple physical pieces or objects. An item may be a part of a
754 larger physical object, for example, when a file is stored on a disc which also contains other files, the portion of the disc
755 holding the file is the physical carrier or item.</rdfs:comment>
756   <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"/>
757   <rdfs:label xml:lang="en">Item</rdfs:label>
758   <skos:definition xml:lang="en">An object or objects carrying signs intended to convey intellectual or artistic
759 content</skos:definition>
760 </owl:Class>
761
762 Ficheiro RDF: Linha 90.424
763
764 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001 -->
765
766 <owl:Class rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001">
767   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
768   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra"/>
769   <rdakit:instructionNumber>5.1.2</rdakit:instructionNumber>
770   <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A distinct intellectual or artistic creation, that is, the intellectual or artistic
771 content.</rdakit:toolkitDefinition>
772
773 Ficheiro RDF: Linha 90.586
774
775 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003 -->
776
777 <owl:Class rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003">
778   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
779   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item"/>
780   <rdakit:instructionNumber>1.1.5</rdakit:instructionNumber>
781   <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A single exemplar or instance of a manifestation.</rdakit:toolkitDefinition>
782
783 Ficheiro RDF: Linha 90.821
784
785 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006 -->
786
787 <owl:Class rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006">
788   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
789   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
790   <rdakit:instructionNumber>5.1.2</rdakit:instructionNumber>
791   <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An intellectual or artistic realization of a work in the form of alpha-numeric,
792 musical or choreographic notation, sound, image, object, movement, etc., or any combination of such
793 forms.</rdakit:toolkitDefinition>
794
795 Ficheiro RDF: Linha 90.900
796
797 <!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007 -->
798
799 <owl:Class rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007">
800   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
801   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao"/>
802   <rdakit:instructionNumber>1.1.5</rdakit:instructionNumber>

```

<rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A physical embodiment of an expression of a work.</rdakit:toolkitDefinition>

Ficheiro RDF: Linhas 91.459 a 91.575

```
<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Audiolivro -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Audiolivro">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Expressao"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#ConteudoAbstrato -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#ConteudoAbstrato"/>

<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#ConteudoConcreto -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#ConteudoConcreto"/>

<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Expressao -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Expressao">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E3"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Obra"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Item -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Item">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E5"/>
        <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Manifestacao"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Manifestacao -->

<owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/owwl-validacao.owl#Manifestacao">
  <owl:equivalentClass>
```

```

866     <owl:Class>
867         <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
868             <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Instance"/>
869             <rdf:Description rdf:about="http://iflstandards.info/ns/Irm/Irmer/E4"/>
870             <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>
871         </owl:unionOf>
872     </owl:Class>
873 </owl:equivalentClass>
874 <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto"/>
875 <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao"/>
876 </owl:Class>
877
878 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle -->
879
880 <owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
881
882 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra -->
883 <owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra">
884     <owl:equivalentClass>
885         <owl:Class>
886             <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
887                 <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
888                 <rdf:Description rdf:about="http://iflstandards.info/ns/Irm/Irmer/E2"/>
889                 <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
890             </owl:unionOf>
891         </owl:Class>
892     </owl:equivalentClass>
893 <owl:equivalentClass>
894     <owl:Restriction>
895         <owl:onProperty rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#temTítulo"/>
896         <owl:minQualifiedCardinality
897 rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">1</owl:minQualifiedCardinality>
898         <owl:onClass rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#NomenTitle"/>
899     </owl:Restriction>
900 </owl:equivalentClass>
901 <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoAbstrato"/>
902 </owl:Class>
903
904 <!-- http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital -->
905
906 <owl:Class rdf:about="http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ReproducaoDigital"/>

```



## ANEXO N

### METODOLOGIA DE CRIAÇÃO DE RESTRIÇÕES SHACL NA OR (ORSHACL)

#### N1. Metodologia adotada

Seguindo a orientação de Knublauch (2017), manteve-se a formalização da OR em OWL e em SHACL como ficheiros separados, respetivamente denominados por “OROWL” (v. ANEXO M) e “ORSHACL” (v. ANEXO Q), uma vez que o validador SHACL não precisa de axiomas OWL (e vice-versa) e porque assim se mantêm independentes as utilizações que cada tipo de linguagem permite (por exemplo, uma restrição *rdfs:range* na OROWL serve para inferir, enquanto a correspondente restrição *sh:class* na ORSHACL serve para constranger a utilização de determinada propriedade).

Para a criação da ontologia ORSHACL importaram-se as seguintes ontologias:

- Ontologia SHACL – importada a partir do TopBraidComposer (TBC)
- Vocabulário “DASH – Data Shapes Vocabulary”<sup>68</sup> – importado a partir do TBC
- OROWL (ficheiro rdf criado no Protégé – v. Capítulo 6)

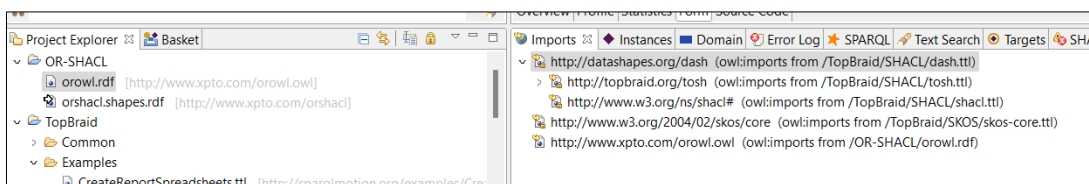


Figura N1 - Ontologias importadas para ORSHACL

Cada SHAPE foi nomeada com o nome da Heterogeneidade ou Similitude que visa resolver ou representar.

#### N2. Ferramentas utilizadas

Para a edição da ORSHACL utilizou-se o editor de ontologias “TopBraid Composer – Free Edition (TBC-FE)” (versão 5.3.1), por ser um editor de ontologias bem referenciado nos principais estudos comparativos de ferramentas para a Web Semântica (Alatrish, 2013; Gayo et al., 2018), que suporta não apenas a linguagem SHACL, mas também a ontologia “DASH – Data Shapes Vocabulary” que especifica um vocabulário de extensões à SHACL que foram reutilizadas na formalização da ORSHACL. É, ainda, um *software* desenvolvido pela empresa TopQuadrant, que criou a linguagem predecessora da SHACL, o SPIN, e a que pertence Holger Knublauch, um dos criadores da SHACL. Por último, o *software* inclui um validador SHACL com suporte gráfico para a edição e validação das restrições.

<sup>68</sup> <https://datashapes.org/dash>

O TBC-FE respondeu perfeitamente às necessidades de validação da OR, pelo que não foi necessário recorrer ao plugin “SHACL4P do Protégé”, que não tem interface gráfica amigável para a edição da ontologia; nem ao *software* Astrea<sup>69</sup>, que se limita a fazer um mapeamento automático da OWL para a SHACL e que, portanto, não abrangeria os aspetos não representados em OWL, por ausência de constructo.

---

<sup>69</sup> <https://astrea.linkeddata.es/index.html>

## ANEXO O

### SHACL: ENQUADRAMENTO TEÓRICO E CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Para compreender e enquadrar o surgimento da linguagem SHACL (Shapes Constraint Language), é necessário considerar os seguintes princípios inerentes ao ambiente aberto e distribuído da Web Semântica (Hebeler, et al., 2009; Willer & Dunsire, 2013; Baker, et al., 2014):

- Princípio de um mundo aberto (Open World Assumption – OWA) – assenta na presunção de que a informação disponível é incompleta, ou seja, não saber se uma declaração é verdadeira, não significa que a mesma seja falsa. A nova informação é cumulativa, pode ser contraditória com informação anterior, mas não a pode remover. A inexistência de uma declaração RDF não significa que a mesma seja falsa ou não aplicável, mas apenas quer dizer que a declaração ainda não foi feita, ou seja a qualquer momento pode-se descobrir nova informação. Num mundo fechado, passa-se o contrário: podemos presumir como sendo falso tudo o que não sabemos ser verdadeiro, o sistema é um mundo fechado, em que a toda a informação é completa e conhecida.
- Princípio da múltipla identificação (Non-Unique Naming Assumption - NUNA) – os recursos descritos com dados RDF podem ter mais o que um nome, uma vez que se usam URIs para as identificar. Com efeito, o mesmo recurso pode ser identificado por múltiplos URIs, pois é descrito de forma distribuída. O princípio dos nomes múltiplos estabelece que não se pode inferir que recursos identificados por múltiplos URIs correspondam a diferentes recursos. A redundância e ambiguidade dos dados é assumida, pelo que podemos fazer equivaler recursos sem destruir informação que lhes está associada.

Ao contrário do que sucede nas bases de dados, na Web Semântica a existência de nomes diferentes não é sinónimo de entidades diferentes. Por outro lado, no mundo fechado das bases de dados, toda a informação é conhecida e, portanto, pode-se atribuir um identificador único a cada recurso.

- Princípio de que “qualquer pessoa pode dizer qualquer coisa sobre qualquer recurso” (Anyone can say Anything about Any Topic - AAA) - efeito que decorre da própria gramática de triplos RDF, que está desenhada para a fusão de dados de várias fontes, usando os URIs partilhados para alinhar camadas de informação num todo unificado.

O RDFS e a OWL permitem a inferência, mas os princípios OWA, NUNA e AAA impedem que esses mecanismos possam usados para a validação. Por este motivo, nem o RDFS, nem a OWL

são verdadeiras linguagens de esquema, pois não asseguram a conformidade dos dados RDF face a determinado esquema de dados. Foi a falta de *standards* para expressar constrangimentos de dados e esquemas num contexto de “mundo fechado” que conduziu à criação da SHACL, um vocabulário de alto nível para expressão de constrangimentos de dados, que é também uma linguagem para ontologias, com ferramentas que permitem a análise da estrutura de uma classe, por exemplo (Knublauch, 2017). Efetivamente, a linguagem OWL foi desenhada essencialmente para tarefas de classificação e de “inferência num mundo aberto”, enquanto a SHACL visa a validação de dados num “mundo fechado”, de forma similar ao que sucede com as linguagens de validação de esquemas XML. Apesar desta diferença de papéis, a SHACL e a OWL podem ser usadas em conjunto (Knublauch, 2017).

O formalismo SHACL é uma recomendação do Consórcio W3C desde julho de 2017<sup>70</sup> (Knublauch & Kontokostas, 2017), criada para permitir a validação de dados RDF (grafos de dados), através constrangimentos estruturais (grafos de Shapes) definidos em SHACL (Gayo et al., 2018). O grafo de dados ou nodo (*node*) é o alvo da validação e o grafo da *shape* especifica o que se vai validar. O *namespace* SHACL é “sh:”.

A SHACL é uma linguagem de esquema para RDF que permite a especificação de restrições para a validação de grafos RDF, essas restrições denominam-se por “Shapes”. Uma Shape SHACL declara os alvos da validação (*targets*) e os constrangimentos a validar. Os constructos básicos da SHACL são os seguintes (Knublauch & kontokostas, 2017):

- Shape: são as restrições especificadas pela SHACL. Uma Shape é uma coleção de *Constraints* que têm de ser satisfeitas relativamente a um FocusNode;
- FocusNodes: são os nodos de triplos RDF (sujeito, propriedade ou objeto) que são alvo das restrições. Um FocusNode é o termo RDF que é validado face a uma Shape ou a um *Constraint*;
- ValuesNodes: são os valores das propriedades dos triplos dos grafos de dados a que se aplicam as restrições.

---

<sup>70</sup> <https://www.w3.org/TR/shacl/>



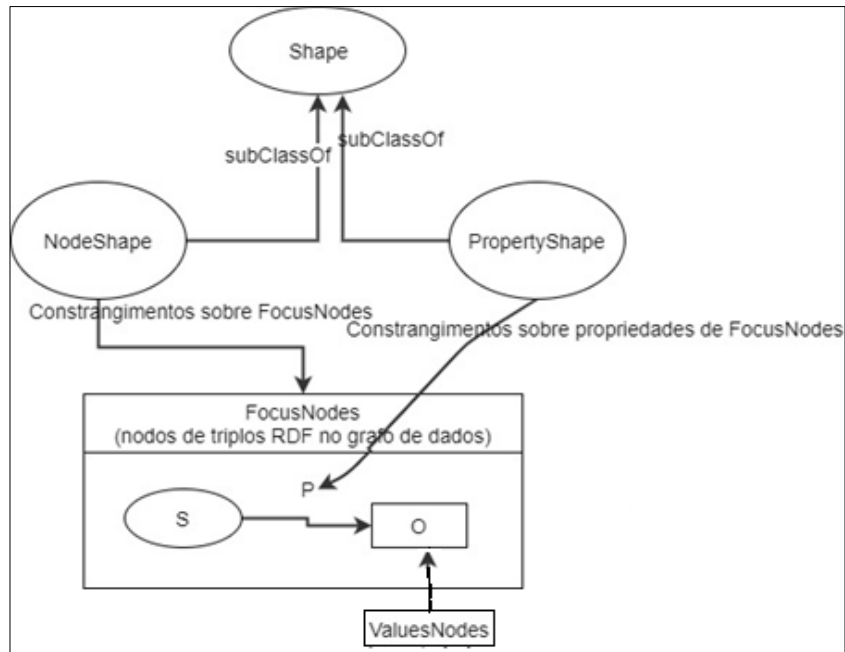


Figura O1 – Constructos essenciais SHACL

Os mecanismos de validação ou restrições da SHACL podem ser declarados através dos seguintes constructos (Knublauch & Kontokostas, 2017):

- Shapes, em triplos denominados por “Target declarations”, que têm como sujeito instâncias de Shapes e predicados do tipo “target” (exemplo: targetClass, targetObject, etc.);
- *Constraints*, constrangimentos ou restrições que referenciam uma Shape em parâmetros do tipo “shape-expecting constraint”. São utilizados predicados do tipo “shape-expecting” (por exemplo, sh:node, sh:or listas shacl, etc.) e a instância de Shapes é o valor dessas propriedades;
- Como input explícito num processador SHACL, para validação de um termo RDF específico.

O exemplo abaixo especifica que a propriedade bf:language de qualquer instância da classe bf:Text tem de ter obrigatoriamente 1 ocorrência e no máximo 10 ocorrências.

Componentes	Shape SHACL em turtle	Explicação
	<pre> orshacl:xpto sh:NodeShape ;  sh:targetclass bf:Text </pre>	Nome da Shape é “xpto” e pertence à classe “Node Shape” O 1º target é a classe bf:Text
	<pre> sh:property [ sh:path bf:language ; sh:minCount 1; sh:maxCount 10 ]; </pre>	O 2º target é a propriedade bf:language
		Constrangimentos a validar.

Figura O2 - Exemplo de NodeShape e PropertyShape

O “Focus Node” é o alvo ou target a que a Shape se aplica, no exemplo acima os targets são a classe bf:Text (as restrições aplicam-se a todas as instâncias da classe bf:Text) e a propriedade bf:language.

Há dois tipos de Shapes (Gayo, et al., 2018):

- “Node Shapes”: especificam constrangimentos em classes (no exemplo acima, “xpto”), sendo compostas por 3 elementos:
  - sh:NodeShape – classe a que pertence este tipo de Shape;
  - sh:targetClass, sh:targetSubjectOf, sh:targetObjectOf ou sh:targetNode – identificam as instâncias de uma classe, o domain de uma propriedade, o range de uma propriedade ou uma instância em concreto que devem estar conformes com as restrições, i.e. o alvo a que os constrangimentos se aplicam;
  - Componentes do constrangimento.

É possível modelar “Node Shapes” sem recorrer ao elemento (ii) (i.e. às propriedades “target”), bastando nesse caso associá-las a uma classe que já exista ou considerá-las como uma classe.

- “Property Shapes”: especificam constrangimentos em propriedades e respetivos valores (no exemplo acima o nó branco “[...]” aberto depois de sh:property), sendo compostas composta por três elementos:
  - sh:Property: declara a Property Shape;
  - sh:path: declara a propriedade a que se aplica a restrição;
  - Componentes do constrangimento.

Os constrangimentos de cada Shape são compostos por várias componentes (no exemplo temos duas componentes, `sh:minCount` e `sh:maxCount`) expressas em declarações conjuntivas. Se pretendermos que essas componentes sejam disjuntivas, temos de utilizar o elemento `sh:or` para as relacionar. Os constrangimentos aplicam-se tanto da `NodeShapes` como a `PropertyShapes`, havendo no entanto alguns que apenas são suportados por `PropertyShapes`, por exemplo `sh:minCount` (Knublauch & Kontokostas, 2017).



## ANEXO P

### IMPRESSÕES DE ECRÃ DO SW TOPBRAID COMPOSER (ORSHACL)

Impressões de ecrã do *software* TopBraid Composer Free-Edition, ilustrativas da criação das restrições SHACL para a OR (ORSHACL) efetuada no Capítulo 7:

The screenshot shows the 'Node Shape Form' for the shape 'orshacl:H002'. The 'Name' field is set to 'orshacl:H002'. Under 'Annotations', 'rdfs:label' is set to 'H002'. Under 'Targets', 'sh:targetSubjectsOf' is set to 'bf:language'. Under 'Constraints', 'sh:property' is set to 'sh:sparql'. Under 'Other Properties', 'dash:closedByTypes' is set to 'rdf:type', which is set to 'sh:NodeShape'. The 'sh:and' constraint is set to 'sh:class', which is set to 'bf:Text', 'bf:Audio', and 'bf:Cartography'.

Figura P1 – SHAPE H02

The screenshot shows the 'Node Shape Form' for the shape 'orowl:Obra'. The 'Name' field is set to 'orowl:Obra'. Under 'Annotations', 'rdfs:subClassOf' is set to 'orowl:ConteudoAbstrato'. Under 'Class Axioms', 'owl:equivalentClass' is set to 'bf:Work', 'or Irmer:E2', and 'or rdac:C10001'. Under 'Other Properties', 'dash:abstract' is set to 'true'. The 'rdf:type' is set to 'owl:Class' and 'sh:NodeShape'. Red arrows point to the 'sh:NodeShape' property and the 'dash:abstract' property.

Figura P2 – SHAPE H08\_2A

\*orshacl.shapes.rdf

### Node Shape Form

Name: Irmer:E5

**Annotations**

regap:lexicalAlias  
Irmer:Item

regap:name  
Item

regap:status  
<http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001>

rdfs:comment  
In terms of intellectual or artistic content and physical form, an item exemplifying a manifestation normally reflects all the characteristics that define the manifestation itself. An item is in many instances a single physical object, but in other cases, an item may consist of multiple physical pieces or objects. An item may be a part of a larger physical object, for example, when a file is stored on a disc which also contains other files, the portion of the disc holding the file is the physical carrier or item. {en}

rdfs:isDefinedBy  
<http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer>

**Constraints**

sh:property

sh:sparql

**Other Properties**

dash:abstract

dash:closedByTypes

dash:stem

rdf:type

owl:Class

sh:NodeShape

rdfs:subClassOf

Irmer:E1

orowl:Item

owl:disjointUnionOf

owl:disjointWith

Irmer:E6

Irmer:F9

Figura P3 – SHAPE H08\_3 - Item

**Constraints**

sh:property

Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=Irmer:E4

sh:path

orowl:vinculadaPor

sh:name

sh:description

sh:minCount

sh:maxCount

sh:datatype

sh:class

dash:coExistsWith

dash:hasValueWithClass

Irmer:E4

Figura P4 – SHAPE H08\_3

\*orshacl.shapes.rdf

### Node Shape Form

Name: Irmer:E4

**Annotations**

regap:lexicalAlias  
Irmer:Manifestation

regap:name  
Manifestation

regap:status  
<http://metadataregistrv.org/uri/RegStatus/1001>

**Constraints**

sh:property

Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=Irmer:E3

**Other Properties**

rdf:type

owl:Class

sh:NodeShape

Figura P5 – SHAPE H08\_3 - Manifestação

\*orshacl.shapes.rdf

### Node Shape Form

Name: Irmer:E3

**Annotations**

regap:lexicalAlias  
Irmer:Expression

regap:name  
Expression

regap:status  
<http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001>

rdfs:comment  
An expression is a distinct combination of signs of any form or nature (including visual, aural or gestural signs) intended to convey intellectual or artistic content and identifiable as such. The term "sign" is intended here in the meaning used in semiotics. An expression is an abstract entity distinct from the carriers used to record it. An expression is the specific intellectual or artistic form that a work takes each time it is "realized". Expression encompasses, for example, the specific words, sentences, paragraphs, etc. that result from the realization of a work in the form of a text, or the particular sounds, shapes, etc. resulting from the realization of a

**Constraints**

sh:property  
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=Irmer:E2

sh:path  
orowl:vinculadaPor

sh:name

sh:description

sh:minCount

sh:maxCount

sh:datatype

sh:class

dash:coExistsWith

dash:hasValueWithClass  
Irmer:E2

dash:nonRecursive

Figura P6 – SHAPE H08\_3 - Expressão

Property Irmer:R23:

Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1

sh:path  
orowl:vinculadaPor

sh:name

dash:hasValueWithClass

sh:description

sh:minCount  
1

sh:maxCount  
1

Figura P7 – SHAPE H08\_4

Property orowl:vinculadaPor: nonRecursive

sh:path  
orowl:vinculadaPor

sh:name

dash:nonRecursive  
true

Figura P8 – SHAPE H08\_5

**▼ Targets**

sh:targetClass ▼

sh:targetObjectsOf ▼

sh:targetSubjectsOf ▼

orowl:tradLiv

sh:targetNode ▼

sh:target ▼

sh:deactivated ▼

**▼ Incoming References**

**▼ Other Properties**

dash:closedByTypes ▼

dash:stem ▼

rdf:type ▼

sh:NodeShape

sh:and ▼

sh:class ▼

bf:Work

or rdac:C10001

or Irmer:E2

or orowl:Obra

Figura P9 – SHAPE H12\_1

**Node Shape Form**

Name: orshacl:H12\_2

**▼ Annotations**

rdfs:label ▼

H12\_2

**▼ Targets**

sh:targetClass ▼

sh:targetObjectsOf ▼

orowl:tradLit

sh:targetSubjectsOf ▼

sh:targetNode ▼

sh:target ▼

sh:deactivated ▼

**▼ Incoming References**

**▼ Constraints**

sh:property ▼

sh:sparql ▼

**▼ Other Properties**

dash:closedByTypes ▼

dash:stem ▼

rdf:type ▼

sh:NodeShape

sh:and ▼

sh:class ▼

rdac:C10006

or Irmer:E3

or orowl:Expressao

Figura P10 – SHAPE H12\_2

**Resource Form**

Name: orshacl:S2-LRM

**▼ Annotations**

rdfs:label ▼

DomainPropLRM

**▼ Incoming References**

**▼ Other Properties**

rdf:type ▼

sh:PropertyShape

sh:or ▼

Irmer:E2 or orowl:Obra

sh:targetSubjectsOf ▼

Irmer:R12

Figura P11 – SHAPE S2\_LRM



\*orshacl.shapes.rdf orowl.rdf

### Object Property Form

Name: orowl:parteDe

▼ Annotations

▼ Property Axioms

rdfs:domain ▼  
orowl:Obra

rdfs:range ▼  
orowl:Obra

rdfs:subPropertyOf ▼  
orshacl:relBibComp

owl:equivalentProperty ▼

owl:inverseOf ▼

owl:propertyDisjointWith ▼

owl:propertyChainAxiom ▼

▼ Other Properties

rdf:type ▼

- owl:ObjectProperty
- owl:TransitiveProperty
- owl:AsymmetricProperty
- owl:IrreflexiveProperty

Figura P12 – Restrições a “orowl:parteDe”

### Node Shape Form

Name: orowl:Obra

▼ Annotations

▼ Constraints

sh:property ▼  
Property orowl:parteDe: disjoint=orowl:temParte

sh:path ▼  
orowl:parteDe

sh:name ▼

sh:description ▼

sh:disjoint ▼  
orowl:temParte

sh:minCount ▼

sh:maxCount ▼

Figura P13 - -- SHAPE H19\_1

**Node Shape Form**

Name:

▼ Annotations

▼ Targets

sh:targetClass ▼

sh:targetObjectsOf ▼

sh:targetSubjectsOf ▼

sh:targetNode ▼

sh:target ▼

sh:deactivated ▼

▼ Constraints

sh:property ▼

Property orowl:parteDe: nonRecursive

sh:path ▼

sh:name ▼

dash:nonRecursive ▼

sh:description ▼

Figura P14 – SHAPE H19\_2

## ANEXO Q

### DECLARAÇÕES RDF DA ORSHACL

Neste anexo reproduz-se parcialmente o ficheiro RDF da OR em SHACL (ORSHACL), gerado pelo TBC-FE <sup>71</sup>.

O ficheiro ORSHACL está integralmente disponível em formato RDF/XML em:

<https://libraryreferenceontology.com/>

```
1      <?xml version="1.0"?>
2      <rdf:RDF
3          xmlns:orshacl="http://www.xpto.com/orshacl#"
4          xmlns:rdac="http://rdaregistry.info/Elements/c/"
5          xmlns:rdae="http://rdaregistry.info/Elements/e/"
6          xmlns:rdai="http://rdaregistry.info/Elements/i/"
7          xmlns:bf="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/"
8          xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"
9          xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
10         xmlns:rdaxo="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/"
11         xmlns:rdam="http://rdaregistry.info/Elements/m/"
12         xmlns:lrmer="http://iflstandards.info/ns/lrm/lrmer/"
13         xmlns:rdamd="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/"
14         xmlns:rdawo="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/"
15         xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
16         xmlns:sh="http://www.w3.org/ns/shacl#"
17         xmlns:rdaw="http://rdaregistry.info/Elements/w/"
18         xmlns:ns="http://creativecommons.org/ns#"
19         xmlns:vann="http://purl.org/vocab/vann/"
20         xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
21         xmlns:rdawd="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/"
22         xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
23         xmlns:rdaiobj="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/"
24         xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
25         xmlns:rdamobj="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/"
26         xmlns:biblioteca2="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#"
27         xmlns:rdaid="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/"
28         xmlns:tosh="http://topbraid.org/tosh#"
29         xmlns:rdaeobj="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/"
30         xmlns:orowl="http://www.xpto.com/orowl.owl#"
31         xmlns:rdand="http://rdaregistry.info/Elements/n/datatype/"
32         xmlns:rdan="http://rdaregistry.info/Elements/n/"
33         xmlns:swa="http://topbraid.org/swa#"
34         xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
35         xmlns:rdaxd="http://rdaregistry.info/Elements/x/datatype/"
36         xmlns:rdaed="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/"
37         xmlns:rdano="http://rdaregistry.info/Elements/n/object/"
38         xmlns:regap="http://metadataregistry.org/uri/profile/regap/"
39         xmlns:rdax="http://rdaregistry.info/Elements/x/"
40         xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
41         xmlns:dash="http://datashapes.org/dash#"
42         xmlns:rdakit="http://metadataregistry.org/uri/profile/rdakit/"
43         xml:base="http://www.xpto.com/orshacl">
```

---

<sup>71</sup> Estão numeradas lateralmente as linhas referenciadas nos Capítulos 7 e 8.

```

44 <owl:Ontology rdf:about="">
45   <owl:imports rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl"/>
46   <owl:imports rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core"/>
47   <owl:versionInfo>Created with TopBraid Composer</owl:versionInfo>
48   <owl:imports rdf:resource="http://datashapes.org/dash"/>
49 </owl:Ontology>
50 <owl:ObjectProperty rdf:ID="superInstanceOf"/>
51 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#temParte">
52   <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
53   <rdfs:range>
54     <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra">
55       <sh:property rdf:parseType="Resource">
56         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
57         <sh:disjoint rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#temParte"/>
58       </sh:property>
59       <sh:property rdf:parseType="Resource">
60         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
61         <dash:nonRecursive rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
62           >true</dash:nonRecursive>
63       </sh:property>
64       <dash:closedByTypes rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
65         >true</dash:closedByTypes>
66       <sh:property rdf:parseType="Resource">
67         <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2A1"/>
68         <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R13"/>
69         <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/references"/>
70       <sh:path>
71         <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#assunto">
72           <rdfs:subPropertyOf>
73             <owl:ObjectProperty rdf:ID="relBibComp"/>
74           </rdfs:subPropertyOf>
75         </rdf:Description>
76       </sh:path>
77       <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R2"/>
78       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/P10353"/>
79       <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/instanceOf"/>
80       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20059"/>
81       <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R28i"/>
82       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10155"/>
83       <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/originDate"/>
84       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20319"/>
85       <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
86       <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R18"/>
87       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10078"/>
88       <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLiv"/>
89       <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vincula"/>
90       <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R12"/>
91       <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10337"/>
92     </sh:path>
93     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#temTítulo">
94       <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
95     </rdf:Description>
96   </sh:path>
97   <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10072"/>
98   <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10290"/>
99   <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10142"/>
100  <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#superInstanceOf"/>

```

```

101     <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#subInstanceOf"/>
102     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10148"/>
103     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10190"/>
104     <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/title"/>
105     <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/hasExpression"/>
106     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10295"/>
107     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10336"/>
108     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30134"/>
109     <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/derivativeOf"/>
110     <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E2A2"/>
111     <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#temSuperObra"/>
112     <sh:path          rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#E2A2-
113 hasRepresentativeExpressionAttribute"/>
114     <sh:path>
115         <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#derivacao">
116             <rdfs:subPropertyOf>
117                 <owl:ObjectProperty rdf:about="#relBibComp"/>
118             </rdfs:subPropertyOf>
119         </rdf:Description>
120     </sh:path>
121     <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/hasItem"/>
122     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/P10398"/>
123     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10294"/>
124     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10291"/>
125     <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R22i"/>
126     <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10042"/>
127     <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R18i"/>
128     <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R22"/>
129     <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translationOf"/>
130 </sh:property>
131 </sh:NodeShape>
132 </rdfs:range>
133 <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
134 <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
135 <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
136 </owl:ObjectProperty>
137 <owl:ObjectProperty rdf:about="#relBibComp">
138     <rdfs:label>rel bib comp</rdfs:label>
139     <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"/>
140 </owl:ObjectProperty>
141 <owl:ObjectProperty rdf:ID="testePropNova">
142     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
143 </owl:ObjectProperty>
144 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#data">
145     <skos:prefLabel>data</skos:prefLabel>
146     <rdfs:label>data</rdfs:label>
147     <rdfs:domain>
148         <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao">
149             <dash:closedByTypes rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
150 >true</dash:closedByTypes>
151         <sh:property rdf:parseType="Resource">
152             <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R23i"/>
153             <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E3A6"/>
154             <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language"/>
155             <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vinculadaPor"/>
156             <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R25i"/>

```

```

157 <sh:path>
158 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#lingua"/>
159 </sh:path>
160 <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLit"/>
161 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E3A4"/>
162 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R24i"/>
163 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R25"/>
164 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20006"/>
165 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20171"/>
166 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R3"/>
167 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20006"/>
168 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20141"/>
169 <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#data"/>
170 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R24"/>
171 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20320"/>
172 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20331"/>
173 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20059"/>
174 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R23"/>
175 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20231"/>
176 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R2i"/>
177 <sh:path>
178 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#categoria"/>
179 </sh:path>
180 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E3A1"/>
181 <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/translation"/>
182 <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/hasInstance"/>
183 </sh:property>
184 <sh:property rdf:parseType="Resource">
185 <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vinculadaPor"/>
186 <sh:minCount rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
187 >1</sh:minCount>
188 <sh:maxCount rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
189 >1</sh:maxCount>
190 </sh:property>
191 </sh:NodeShape>
192 </rdfs:domain>
193 </owl:DatatypeProperty>
194 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#dataProducao">
195 <skos:prefLabel>data producao</skos:prefLabel>
196 <rdfs:label>data producao</rdfs:label>
197 <rdfs:domain>
198 <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Manifestacao">
199 <dash:closedByTypes rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
200 >true</dash:closedByTypes>
201 <sh:property rdf:parseType="Resource">
202 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R27"/>
203 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E4A4"/>
204 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R4"/>
205 <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#dataProducao"/>
206 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R26i"/>
207 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R26"/>
208 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30135"/>
209 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E4A1"/>
210 <sh:path>
211 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#localProducao"/>
212 </sh:path>
213 <sh:path>

```

```

214     <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#categoriaCarrier"/>
215 </sh:path>
216 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30131"/>
217 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P30009"/>
218 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30103"/>
219 <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/provisionActivity"/>
220 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R27i"/>
221 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P30086"/>
222 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R3i"/>
223 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P30335"/>
224 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30139"/>
225 <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/P30128"/>
226 <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R28"/>
227 </sh:property>
228 </sh:NodeShape>
229 </rdfs:domain>
230 </owl:DatatypeProperty>
231 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#categoria">
232   <skos:prefLabel>categoria</skos:prefLabel>
233   <rdfs:label>categoria</rdfs:label>
234   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao"/>
235 </owl:DatatypeProperty>
236 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#idItem">
237   <skos:prefLabel>id item</skos:prefLabel>
238   <rdfs:label>id item</rdfs:label>
239   <rdfs:domain>
240     <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Item">
241       <dash:closedByTypes rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
242       >true</dash:closedByTypes>
243       <sh:property rdf:parseType="Resource">
244         <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/itemOf"/>
245         <sh:path rdf:resource="#superInstanceOf"/>
246         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#reproducaoDigital"/>
247         <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R28i"/>
248         <sh:path rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/shelfMark"/>
249         <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/R4i"/>
250         <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40049"/>
251         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#idItem"/>
252         <sh:path rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40001"/>
253         <sh:path rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E5A1"/>
254       </sh:property>
255     </sh:NodeShape>
256   </rdfs:domain>
257 </owl:DatatypeProperty>
258 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#categoriaCarrier">
259   <skos:prefLabel>categoria carrier</skos:prefLabel>
260   <rdfs:label>categoria carrier</rdfs:label>
261   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Manifestacao"/>
262 </owl:DatatypeProperty>
263 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#localProducao">
264   <skos:prefLabel>local producao</skos:prefLabel>
265   <rdfs:label>local producao</rdfs:label>
266   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Manifestacao"/>
267 </owl:DatatypeProperty>
268 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#lingua">
269   <skos:prefLabel>lingua</skos:prefLabel>

```

```

270     <rdfs:label>lingua</rdfs:label>
271     <rdfs:domain rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao"/>
272 </owl:DatatypeProperty>
273 <sh:PropertyShape rdf:ID="H19_3">
274     <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
275     <rdfs:label>Cardinalidade de parteDe</rdfs:label>
276     <sh:maxCount rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
277     >1</sh:maxCount>
278     <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
279     <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
280 </sh:PropertyShape>
281 <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Title">
282     <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#NomenTitle"/>
283 </rdf:Description>
284 <sh:PropertyShape rdf:ID="S2-RDA">
285     <sh:or rdf:parseType="Collection">
286         <rdf:Description>
287             <sh:class rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
288         </rdf:Description>
289         <rdf:Description>
290             <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
291         </rdf:Description>
292     </sh:or>
293     <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P10324"/>
294     <rdfs:label>DomainPropTitRDA</rdfs:label>
295 </sh:PropertyShape>
296 <sh:NodeShape rdf:ID="H05_2">
297     <rdfs:label>H05_2 domain e range variantTitle</rdfs:label>
298     <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#NomenTitle"/>
299     <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#variantTitle"/>
300     <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#variantTitle"/>
301 </sh:NodeShape>
302 <orowl:Expressao rdf:ID="ICLRM-ID5-24">
303     <lrmer:E2A2>Catalão - 1285</lrmer:E2A2>
304     <lrmer:E3A1>Text</lrmer:E3A1>
305     <lrmer:E3A6>francês</lrmer:E3A6>
306     <lrmer:E2A1>Monograph</lrmer:E2A1>
307     <orshacl:superInstanceOf rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24-
308 ArsGeneralisUltima"/>
309     <orshacl:superInstanceOf rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID5-
310 ArsGeneralisUltima"/>
311 </orowl:Expressao>
312 <orowl:Item rdf:ID="IC5-26">
313     <orowl:categoriaCarrier>Impresso</orowl:categoriaCarrier>
314     <orshacl:superInstanceOf rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID26-
315 LeGrandEtDernierArt"/>
316     <orowl:lingua>francês</orowl:lingua>
317     <orowl:idItem>BNF - R. 42376</orowl:idItem>
318     <orowl:data>1634</orowl:data>
319     <orowl:dataProducao>1634</orowl:dataProducao>
320     <orowl:categoria>Texto</orowl:categoria>
321     <orowl:localProducao>Paris</orowl:localProducao>
322 </orowl:Item>
323 <sh:NodeShape rdf:ID="H002">
324     <rdfs:label>H002</rdfs:label>
325     <sh:class>
326         <owl:Class>

```



```

327     <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
328     <sh:NodeShape rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text"/>
329     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Audio"/>
330     <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Cartography"/>
331     </owl:unionOf>
332   </owl:Class>
333 </sh:class>
334 <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/language"/>
335 </sh:NodeShape>
336 <rdac:C10001 rdf:ID="bib3-ID3CompendiumArtisDemonstrativa">
337   <lrmer:R12 rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>
338   <rdawo:P10324 rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>
339 </rdac:C10001>
340 <sh:NodeShape rdf:ID="H05_3">
341   <rdfs:label>H05_3 domain e range abbreviatedTitle</rdfs:label>
342   <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#NomenTitle"/>
343   <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#abbreviatedTitle"/>
344   <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#abbreviatedTitle"/>
345 </sh:NodeShape>
346 <orowl:Item rdf:ID="ICBF-ID5-20">
347   <bf:provisionActivity rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Veneza-1480"/>
348   <bf:mainTitle>Ars Generalis Ultima</bf:mainTitle>
349   <orshacl:superInstanceOf>
350     <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-ArsGeneralisUltima">
351       <bf:mainTitle>Ars Generalis Ultima</bf:mainTitle>
352     </rdf:Description>
353   </orshacl:superInstanceOf>
354   <bf:language rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim"/>
355   <orshacl:superInstanceOf
356     ArsUltima.ArsBrevis"/>
357     <bf:shelfMark rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-INC-646"/>
358     <bf:originDate>1305-1308</bf:originDate>
359     <orshacl:superInstanceOf>
360       <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-ArsGeneralisUltima">
361         <orowl:vinculadaPor
362           CompendiumArtisDemonstrativa"/>
363         </rdf:Description>
364       </orshacl:superInstanceOf>
365       <orshacl:superInstanceOf
366         ArsUltima.ArsBrevis"/>
367       </orowl:Item>
368     <orowl:Expressao rdf:ID="IC5-24">
369       <orowl:lingua>Dinamarquês</orowl:lingua>
370       <orowl:temTítulo>
371         <orowl:NomenTitle rdf:ID="AGU">
372           <skos:prefLabel>AGU</skos:prefLabel>
373           <rdfs:label>AGU</rdfs:label>
374         </orowl:NomenTitle>
375       </orowl:temTítulo>
376     </orowl:Expressao>
377     <rdf:Description
378       CompendiumArtisDemonstrativa">
379       <rdawo:P10324 rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>
380     </rdf:Description>
381     <sh:PropertyShape rdf:ID="S2-LRM">
382     <sh:or rdf:parseType="Collection">

```

```

383     <rdf:Description>
384         <sh:class rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
385     </rdf:Description>
386     <rdf:Description>
387         <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
388     </rdf:Description>
389 </sh:or>
390 <rdfs:label>DomainPropLRM</rdfs:label>
391 <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/R12"/>
392 </sh:PropertyShape>
393 <sh:NodeShape rdf:ID="H05_1">
394     <rdfs:label>H05_1 domain e range title</rdfs:label>
395     <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#NomenTitle"/>
396     <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#title"/>
397     <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#title"/>
398 </sh:NodeShape>
399 <rdf:Description                                rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID18-
400 CompendiumArtisDemonstrativa">
401     <orowl:vinculadaPor                                rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID10-
402 CompendiumArtisDemonstrativa"/>
403 </rdf:Description>
404 <owl:Thing rdf:ID="TesteTrad1">
405     <orowl:tradLiv>
406         <owl:Thing rdf:ID="TesteTrad2"/>
407     </orowl:tradLiv>
408 </owl:Thing>
409 <foaf:Person rdf:ID="testeDomR12">
410     <rdawo:P10324 rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>
411     <lrmer:R12 rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>
412 </foaf:Person>
413 <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID50-ArsGeneraliUltima">
414     <orowl:abbreviatedTitle rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID60-AGU"/>
415 </rdf:Description>
416 <rdf:Description rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID26-LeGrandEtDernierArt">
417     <bf:provisionActivity rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-1634"/>
418     <bf:language rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#francês"/>
419     <bf:mainTitle>Le Grand et Dernier Art</bf:mainTitle>
420 </rdf:Description>
421 <sh:PropertyShape rdf:ID="assimetriateste_1">
422     <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
423     <sh:not>
424         <sh:NodeShape>
425             <sh>equals rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#temParte"/>
426             <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
427         </sh:NodeShape>
428     </sh:not>
429 </sh:PropertyShape>
430 <sh:NodeShape rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5">
431     <sh:property rdf:parseType="Resource">
432         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vinculadaPor"/>
433         <dash:hasValueWithClass>
434             <sh:NodeShape rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4">
435                 <sh:property rdf:parseType="Resource">
436                     <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vinculadaPor"/>
437                     <dash:hasValueWithClass>
438                         <sh:NodeShape rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3">
439                             <sh:property rdf:parseType="Resource">

```

```

440         <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#vinculadaPor"/>
441         <dash:hasValueWithClass rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
442     </sh:property>
443 </sh:NodeShape>
444 </dash:hasValueWithClass>
445 </sh:property>
446 </sh:NodeShape>
447 </dash:hasValueWithClass>
448 </sh:property>
449 </sh:NodeShape>
450 <sh:PropertyShape rdf:ID="assimetriaTeste">
451     <sh:not>
452         <sh:NodeShape>
453             <sh:subjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
454         </sh:NodeShape>
455     </sh:not>
456     <sh:path rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
457     <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#parteDe"/>
458 </sh:PropertyShape>
459 <sh:NodeShape rdf:ID="H12_2">
460     <rdfs:label>H12_2 domain de tradLit</rdfs:label>
461     <sh:targetObjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLit"/>
462     <sh:class>
463         <owl:Class>
464             <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
465                 <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
466                 <sh:NodeShape rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3"/>
467                 <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Expressao"/>
468             </owl:unionOf>
469         </owl:Class>
470     </sh:class>
471 </sh:NodeShape>
472 <sh:TripleRule rdf:ID="subPropRelComp-H016-Rule">
473     <sh:condition>
474         <sh:PropertyShape>
475             <sh:not rdf:parseType="Resource">
476                 <sh:path rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subClassOf"/>
477             </sh:not>
478             <rdfs:label>condicoes-supproprelbibcomp</rdfs:label>
479             <skos:prefLabel>condicoes-supproprelbibcomp</skos:prefLabel>
480         </sh:PropertyShape>
481     </sh:condition>
482     <sh:subject>sh:this</sh:subject>
483     <sh:predicate>rdfs:subPropertyOf</sh:predicate>
484     <sh:object>orshacl:relBibComp</sh:object>
485     <rdfs:label></rdfs:label>
486     <skos:prefLabel></skos:prefLabel>
487 </sh:TripleRule>
488 <bf:Work rdf:ID="teste-prop-errada">
489     <bf:language rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim"/>
490 </bf:Work>
491 <sh:NodeShape rdf:ID="H12_1">
492     <sh:class>
493         <owl:Class>
494             <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
495                 <rdf:Description rdf:about="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>

```

```

496     <rdf:Description rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
497     <rdf:Description rdf:about="http://iflastandards.info/ns/Irm/Irmer/E2"/>
498     <sh:NodeShape rdf:about="http://www.xpto.com/orowl.owl#Obra"/>
499     </owl:unionOf>
500   </owl:Class>
501 </sh:class>
502 <sh:targetSubjectsOf rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#tradLiv"/>
503 <rdfs:label>H12_1 - domain tradLiv</rdfs:label>
504 </sh:NodeShape>
505 <orowl:Manifestacao rdf:ID="LibroContemp">
506   <orowl:temTítulo>
507     <orowl:NomenTitle rdf:ID="LibroContempDios">
508       <rdfs:label>Libro contempen dios</rdfs:label>
509       <skos:prefLabel>Libro contempen dios</skos:prefLabel>
510     </orowl:NomenTitle>
511   </orowl:temTítulo>
512   <orowl:parteDe>
513     <orowl:Manifestacao rdf:ID="LibroContempVol.1">
514       <orowl:parteDe rdf:resource="#LibroContemp"/>
515       <orowl:parteDe rdf:resource="#LibroContempVol.1"/>
516       <orowl:temParte>
517         <orowl:Manifestacao rdf:ID="LibroContempVol.1-tomo1">
518           <orowl:parteDe rdf:resource="#LibroContemp"/>
519           <orowl:parteDe rdf:resource="#LibroContempVol.1"/>
520         </orowl:Manifestacao>
521       </orowl:temParte>
522     </orowl:Manifestacao>
523   </orowl:parteDe>
524   <orowl:temParte rdf:resource="#LibroContempVol.1"/>
525 </orowl:Manifestacao>
526 <skos:Concept rdf:ID="EntidadeBibliografica">
527   <sh:property>
528     <sh:PropertyShape rdf:ID="EntidadeBibliografica-subClassOf">
529       <sh:path rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subClassOf"/>
530       <sh:or rdf:parseType="Collection">
531         <rdf:Description>
532           <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#ConteudoAbstrato"/>
533         </rdf:Description>
534         <rdf:Description>
535           <sh:class rdf:resource="http://www.xpto.com/orowl.owl#ConteudoConcreto"/>
536         </rdf:Description>
537       </sh:or>
538     </sh:PropertyShape>
539   </sh:property>
540   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource"/>
541   <skos:prefLabel>Entidade bibliográfica nuclear</skos:prefLabel>
542   <rdfs:label>Entidade bibliográfica nuclear</rdfs:label>
543   <rdfs:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
544   <sh:rule>
545     <sh:TripleRule>
546       <sh:condition rdf:resource="#EntidadeBibliografica-subClassOf"/>
547       <sh:object rdf:resource="#EntidadeBibliografica"/>
548       <sh:predicate>rdfs:type</sh:predicate>
549       <sh:subject>sh:this</sh:subject>
550     <sh:condition rdf:parseType="Resource">
551       <sh:minCount rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
552       >1</sh:minCount>

```

```
553         <sh:path rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subClassOf"/>
554     </sh:condition>
555     <rdfs:label></rdfs:label>
556 </sh:TripleRule>
557 </sh:rule>
558 <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/ns/shacl#NodeShape"/>
559 </skos:Concept>
560 </rdf:RDF>
561
562 <!-- Created with TopBraid -->
```



## ANEXO R

### METODOLOGIA DE VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA DE REFERÊNCIA

A metodologia adoptada na validação da OR, a que se procede no Capítulo 8, assenta na adaptação dos dois eixos de ação, definidos por Steyskal & Wimmer (2016) para o acesso a dados baseado em ontologias (OBDA – Ontology-Based Data Access): o raciocínio ou “reasoning” por inferência lógica e a validação de dados face a constrangimentos ou restrições de integridade.

#### **R1. Operações de inferência lógica**

As operações de “reasoning” ou raciocínio lógico visam demonstrar que a inferência a partir dos mecanismos de abstração da OR permite representar as similitudes e resolver as heterogeneidades das OB. O objeto das operações de reasoning são os indivíduos das A-Box das ontologias-base, em que foram modelados os indivíduos utilizados como exemplo dos processos de inferência. Neste primeiro eixo de ação não se pretendeu validar a OR, pois tal seria impossível apenas com recurso à OWL, mas fazer o “reasoning” para inferir informação implícita e provar que o mapeamento entre ontologias-base e a OR está correcto, demonstrando como resolve os problemas de interligação entre os normativos bibliográficos.

Para realizar as operações de inferência utilizou-se o raciocinador OWL HerMIT (plugin do Protégé) para verificar, com base nos exemplos concretos instanciados nas A-Box, se a OR resolve os problemas das heterogeneidades e representa as similitudes identificadas nos capítulos anteriores. Recorreu-se, ainda, à funcionalidade “DL Query” do Protégé, que permite a realização de “queries” em DL (Description Logics) seguindo a sintaxe de Manchester. Nestas interrogações não foi possível recorrer às propriedades RDF/LRM do tipo “data properties”, nem às que foram assumidas pelo Protégé como “annotation properties”, pois os raciocinadores não operam sobre esse tipo de propriedades, pelo que nos limitámos às “object properties” desses normativos.

Para a interrogação da OROWL utilizou-se uma cópia nomeada como “orowl-validacao”, para onde se importaram as ontologias A-Box BIB1, BIB2, BIB3, que correspondem a ontologias BF, RDA e LRM povoadas com indivíduos (v. ANEXO S). Estas ontologias de exemplos não se fundiram com a OROWL, i.e. não se efectuou o “merge” no Protégé, mas um simples “import”, de modo a que as instâncias das ontologias-base A-Box não populassem a OR, assim se evitando qualquer enviesamento nos resultados da inferência e das queries.

Com efeito, conforme se pode observar abaixo relativamente à instância “ID18”, no ficheiro RDF da OROWL não estão incluídos os indivíduos que popularam as A-Boxes das OB, pelo que as mesmas podem ser interrogadas de modo independente.

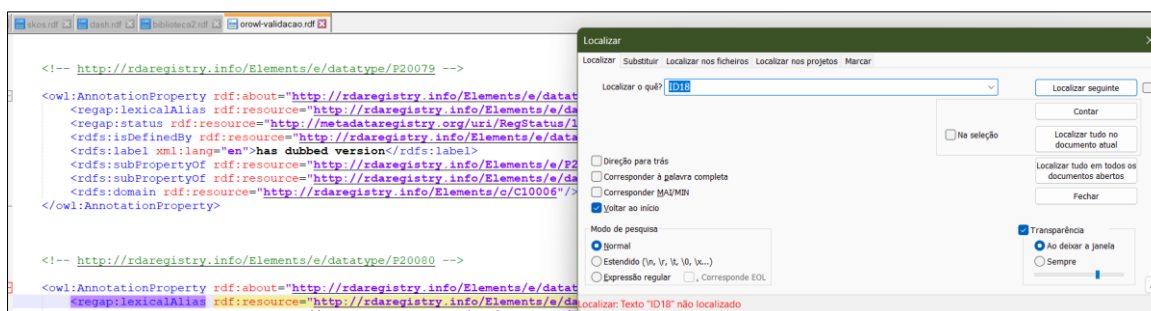


Figura R1 - Demonstração de ausência de indivíduos das OB na OR

Esses indivíduos também não integram as OB T-Box fundidas na OR, aparecendo associados às respetivas classes na OR, apenas enquanto membros da A-Box. Por exemplo na imagem abaixo, ID2 é instância de bf:Work (T-Box BF), mas indivíduo de “Biblioteca1”(A-Box BF). De facto, se eliminarmos as A-Box da lista de ontologias importadas, os indivíduos deixam de aparecerem associados às classes das T-Box das OB.

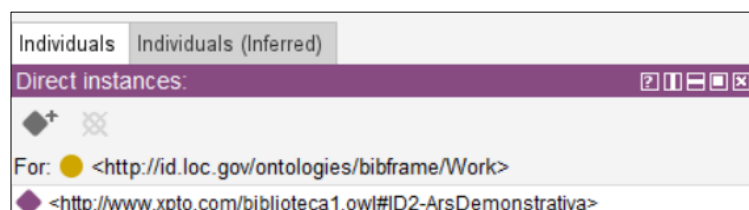


Figura R2 - Demonstração de ausência de indivíduos das OB nas T-Box importadas

## R2. Validação por conformidade com restrições SHACL

Por a validação de dados assentar no Princípio do Mundo Fechado (Closed World Assumption), não é possível recorrer à OWL, sendo necessário recorrer à SHACL, pois como já se referiu anteriormente a OWL apenas assegura a inferência, mas não valida dados

O objeto das operações de validação são os elementos e as relações de mapeamento entre as ontologias-base e a OR que transformamos em Shapes no Capítulo 7. Procede-se, assim, à aplicação da ORSHACL como mecanismo de verificação da validade da OR, através do validador SHACL do TBC-FE.



## ANEXO S

### ONTOLOGIAS A-BOX EXEMPLIFICATIVAS

A correspondência entre as ontologias-base T-Box (normativos LRM, BF e RDA sem instâncias) e as ontologias-base A-Box (normativos povoados com instâncias) utilizadas na validação da OR (Capítulo 8) é a seguinte:

Ontologia A-Box	Prefixo	Ontologia T-Box
Biblioteca1	Bib1	BIBFRAME
Biblioteca2	Bib2	LRM
Biblioteca3	Bib3	RDA

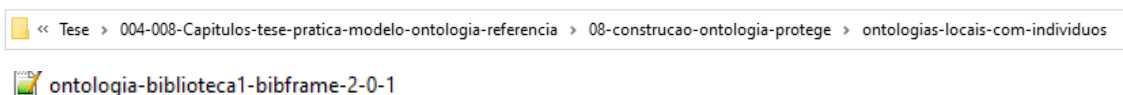
Os ficheiros RDF/XML destas ontologias A-Box estão integralmente disponíveis em: <https://libraryreferenceontology.com>.

As ontologias A-Box não importam, nem resultam da fusão (merge) das ontologias T-Box que povoam. Os elementos dessas ontologias são aplicados diretamente na modelação das instâncias. Com efeito, optou-se por abrir o ficheiro T-Box da ontologia-base para criar uma ontologia nova, a que se atribui um nome distinto. Se o T-Box fosse importado, o Protégé alteraria a ontologia T-Box, com a referência direta e constituição de ficheiro distinto, evitou-se essa consequência.

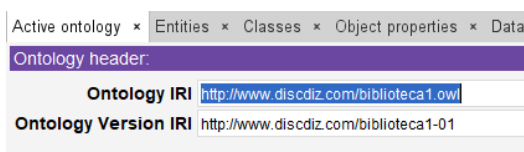
Por outro lado, as T-Box (re-)utilizadas não podem ter ontologias importadas, pois se assim fosse o Protégé iria representar os indivíduos nas ontologias importadas. Por este motivo, no caso do RDA optou-se por, depois do merge, apagar as ontologias importadas do projeto Protégé.

Os passos seguidos foram os seguintes:

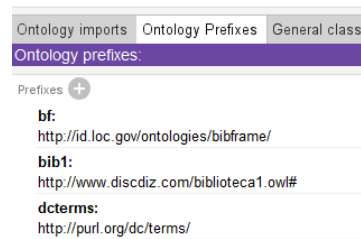
- Criar cópia do ficheiro owl do normativo no protégé file/open e apontar para esse ficheiro.



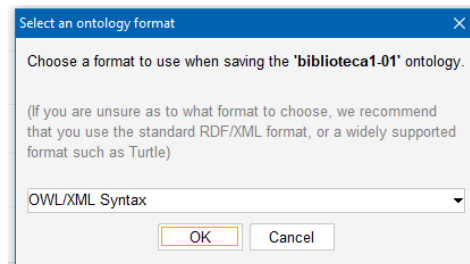
- Em protégé file/open, apontar para esse ficheiro (estamos a referir a A-Box para reutilização directa na A-Box – i.e. não estamos a importar, nem a fundir ontologias)
- Especificar IRI



- Especificar namespace da ontologia A-Box ("bibN:")



- Guardar cópia local (file/Save as) e escolher formato owl/xml



- Escolher nome para esse ficheiro: bibliotecaN

« Tese » 004-008-Capitulos-tese-pratica-modelo-ontologia-referencia » 08-construcao-ontologia-protege » ontologias-locais-com-individuos

	Nome	Estado	Data de modificação	Tipo	Tamanho
Trabalho	biblioteca1	✓ R	16/05/2023 14:37	Ficheiro OWX	421 KB
	ontologia-biblioteca1-bibframe-2-0-1	✓ R	16/05/2023 13:35	Ficheiro RDF	215 KB

- Criar as instâncias de exemplo (indivíduos) em bibliotecaN
- Save as RDF/XML – para ter ficheiro .rdf

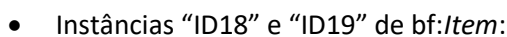
O ficheiro OWX é um ficheiro de desenvolvimento, por isso tenho de guardar sempre uma segunda cópia em formato rdf com sintaxe correcta e poder ingeri-lo no TopBraid

## S1. Ontologia A-Box BIBFRAME: Biblioteca1

A ontologia “Biblioteca1” foi criada a partir da ontologia T-Box BIBFRAME - Versão 2.0.1 ,de 2021 – ficheiro local descarregado em Maio de 2023 da seguinte localização: <https://github.com/lcnetdev/BIBFRAME-ontology/blob/main/archive/BIBFRAME-2.0.1.rdf>.

**Exemplos de instâncias de entidades bibliográficas nucleares bf:Work, bf:Instance e bf:Item:**

- Instância “ID10” de bf:Text (subclasse de bf:Work)



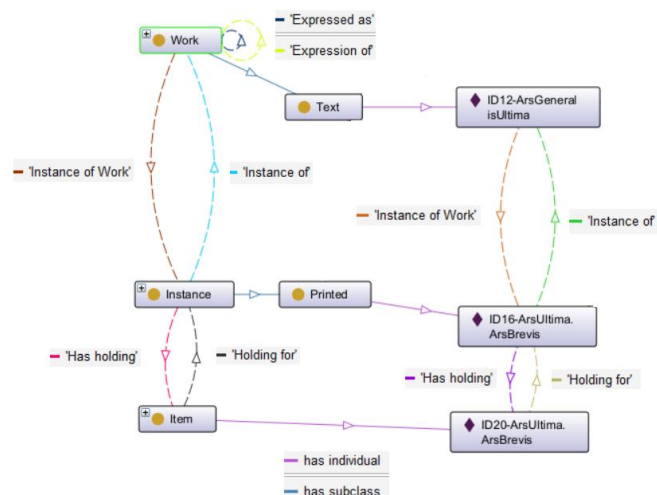
The top screenshot shows the class hierarchy for `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/ParallelTitle>`. The hierarchy includes classes like `Sublocation`, `Summary`, `SupplementaryContent`, `SystemRequirement`, `TableOfContents`, `Temporal`, `Title`, `VariantTitle`, `AbbreviatedTitle`, `CollectiveTitle`, `KeyTitle`, `ParallelTitle`, `Topic`, and `Unit`. The right panel shows annotations for `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D70-LGDA>` and property assertions for `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D70-LGDA>`.

The bottom screenshot shows the class hierarchy for `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance>`. The hierarchy includes classes like `Archival`, `Electronic`, `Manuscript`, `Print`, `Tactile`, `IntendedAudience`, `Issuance`, and `Item`. The right panel shows property assertions for `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D16-ArsUltimaArsBrevis>` and object property assertions for `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/title>` and `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D40-ArsUltima>`.

## Relações primárias

Relação `bf:hasInstance` entre `Work/Text` (ID12) e `Instance` (ID16)

The screenshot shows the class hierarchy for `bf:Text`. The hierarchy includes classes like `bf:UsageAndAccessPolicy`, `bf:VideoCharacteristic`, `bf:Work`, `bf:Audio`, `bf:Cartography`, `bf:Dataset`, `bf:MixedMaterial`, `bf:MovingImage`, `bf:Multimedia`, `bf:NotatedMovement`, `bf:NotatedMusic`, `bf:Object`, `bf:StillImage`, and `bf:Text`. The right panel shows annotations for `bib1:ID12-ArsGeneralisUltima` and property assertions for `bf:hasInstance` and `bf:language`.



## Relações de descrição:

The interface displays a list of individuals under the class `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Work>`. The list includes:

- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D3-CompendiumArtisDemonstrativa>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID2-ArsDemonstrativa>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID3-CompendiumArtisDemonstrativa>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-ArsGeneralisUltima>`

Property assertions for `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D3-CompendiumArtisDemonstrativa>` are shown on the right, including:

- `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/references>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID2-ArsDemonstrativa>`

## Relação de equivalência:

The interface displays a list of individuals under the class `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Instance>`. The list includes:

- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Lisboa-2017>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca>`

Property assertions for `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Lisboa-2017>` are shown on the right, including:

- `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/provisionActivity>`
- `<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID14-CompendiumArtisDemonstrativa>`

## Relação de derivação

The interface displays a list of individuals under the class `<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/Work>`. The list includes:

- `ID6-ScalaGuidoniana`
- `ID2-ArsDemonstrativa`
- `ID3-CompendiumArtisDemonstrativa`
- `ID5-ArsGeneralisUltima`
- `ID6-ArsBrevis`
- `ID8-ScalaGuidoniana`

Property assertions for `ID6-ArsBrevis` are shown on the right, including:

- `'Is derivative of' ID6-ArsBrevis`

## Tradução

Property assertions: <http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D24-ArsGeneralisUltima>	
Object property assertions +	
<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/hasInstance>	<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D25-LeGrandEtDernierArt>
<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/language>	<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Francês>
<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/translationOf>	<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#D12-ArsGeneralisUltima>
Data property assertions +	
<http://id.loc.gov/ontologies/bibframe/originDate>	1634

### Excerto do ficheiro RDF (biblioteca1.rdf)

Não houve qualquer alteração à ontologia T-Box BF, pelo que apenas se representam os indivíduos criados na A-Box “Biblioteca 1”<sup>72</sup>:

<?xml version="1.0"?>	
<rdf:RDF	
xmlns="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#"	<!--
xml:base="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl"	
	////////////////////////////////////
	////////////////////////////////////
xmlns:bf="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/"	//
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"	// Individuals
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"	//
	////////////////////////////////////
	////////////////////////////////////
xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"	-->
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"	
	<!--
xmlns:bib1="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#"	http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Alcobaca-1426-
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"	1475 -->
xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"	<owl:NamedIndividual
xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"	rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Alcobaca-1426-1475">
<owl:Ontology	<rdf:type
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl">	rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Production"/>
<owl:versionIRI	</owl:NamedIndividual>
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1-01"/>	
<rdfs:label>Exemplificacao de	
BIBFRAME</rdfs:label>	
</owl:Ontology>	<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-
	LAT-16112 -->
(...)	

<sup>72</sup> A versão integral da A-Box está disponível em: <https://libraryreferenceontology.com/>

```

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-
LAT-16112">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Shelf
Mark"/>

    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-R-
42376 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-R-
42376">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Shelf
Mark"/>

    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
ALC-203 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
ALC-203">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Shelf
Mark"/>

    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
INC-646 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
INC-646">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Shelf
Mark"/>

    </owl:NamedIndividual>

```

```

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#francês
-->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#francês"
>

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Lang
uage"/>

    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID10-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID10-
CompendiumArtisDemonstrativa">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text
"/>

    <bf:language
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim
"/>

    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima">

    <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text
"/>

    <bf:hasInstance
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

    <bf:language
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim
"/>

    <bf:translation
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima"/>

```

```

</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa">
  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Man
uscript"/>
  <bf:provisionActivity
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Alcob
aca-1426-1475"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID15-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID15-
CompendiumArtisDemonstrativa">
  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Man
uscript"/>
  <bf:provisionActivity
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1289-1300"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis">
  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Print
"/>
  <bf:hasItem
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

```

```

<bf:instanceOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima"/>
  <bf:provisionActivity
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Vene
za-1480"/>
  <bf:title
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID40-
ArsUltima"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa">
  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item
"/>
  <bf:shelfMark
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
ALC-203"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID2-
ArsDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID2-
ArsDemonstrativa">
  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Wor
k"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis">

```



```

        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item
"/>

        <bf:ItemOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

        <bf:shelfMark
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNP-
INC-646"/>

        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima">

        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Text
"/>

        <bf:hasInstance
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt"/>

        <bf:language
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#franc
ês"/>

        <bf:translationOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima"/>

        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt">

        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Print
"/>

        <bf:hasItem
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt"/>

```

```

        <bf:instanceOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima"/>

        <bf:provisionActivity
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1634"/>

        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt">

        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item
"/>

        <bf:ItemOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt"/>

        <bf:shelfMark
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-
R-42376"/>

        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca">

        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Elect
ronic"/>

        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID3-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

```

```

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID3-
CompendiumArtisDemonstrativa">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
        <bf:references
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID2-
ArsDemonstrativa"/>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID40-
ArsUltima -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID40-
ArsUltima">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Title"/>
        <bf:mainTitle>Ars Ultima</bf:mainTitle>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
        <bf:hasExpression
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima"/>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID50-
ArsGeneraliUltima -->

```

```

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID50-
ArsGeneraliUltima">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/VariantTitle"/>
        <bf:mainTitle>Ars Generali Ultima</bf:mainTitle>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID6-
ArsBrevis -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID6-
ArsBrevis">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Work"/>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID60-
AGU -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID60-
AGU">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/AbbreviatedTitle"/>
        <bf:mainTitle>AGU</bf:mainTitle>
        </owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID70-
LGDA -->

        <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID70-
LGDA">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/ParallelTitle"/>

```

```

        <bf:mainTitle>Le      Grand      et      Dernier
Art</bf:mainTitle>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--      http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID8-
ScalaGuidoniana -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID8-
ScalaGuidoniana">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Wor
k"/>
        <bf:derivativeOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID6-
ArsBrevis"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim --
>

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#latim">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Lang
uage"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Lisboa-
2017 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Lisboa-
2017">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Provi
sionActivity"/>
        <bf:provisionActivity
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Lisbo
a-2017"/>

```

```

        <bf:reproductionOf
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--      http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1289-1300 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1289-1300">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Prod
uction"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!--      http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1634 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Paris-
1634">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Publi
cation"/>
    </owl:NamedIndividual>

    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Veneza-
1480 -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#Veneza-
1480">
        <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Publi
cation"/>
    </owl:NamedIndividual>

```

```

<!--
http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID19:CompendiumA
rtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID19:Co
mpendiumArtisDemonstrativa">

  <rdf:type
rdf:resource="http://id.loc.gov/ontologies/BIBFRAME/Item
"/>

```

```

<bf:shelfMark
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#BNF-
LAT-16112"/>

</owl:NamedIndividual>

</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 4.5.25.2023-
02-15T19:15:49Z) https://github.com/owlcs/owlapi -->

```

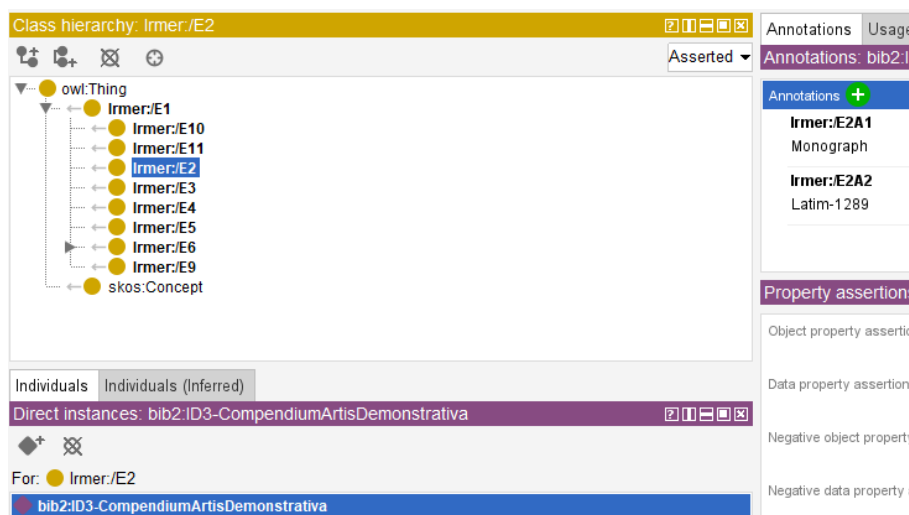
## S2. Ontologia A-Box LRM: Biblioteca2

O LRM foi aberto a partir do formato rdf/xml<sup>73</sup> (não tem formato OWL disponível). Como a partir do URL no GitHub não assumiu o namespace “Irmr”, optámos por abrir a partir de ficheiro local.

O LRMer não tem nenhuma DataProperty OWL especificada, os atributos são formalizados como AnnotationProperties OWL (v. por exemplo abaixo atributo hasLocationOfItem – atributo de item E5A1). Como os raciocinadores do Protégé não agem sobre “annotation properties”, mas apenas sobre “Datatype properties” ou “Object properties”, sempre que foi necessário validar com propriedades deste tipo, procedeu-se à criação manual das mesmas como “Datatype Properties” ou “Object Properties”.<sup>74</sup>

### Criação de instâncias de entidades bibliográficas nucleares

Exemplo de instância de Irm:Work (E2) – “ID3”



Exemplo de instância de Irm:Expression (E3) – “ID10”

<sup>73</sup> Versão de 2020 – disponível em: <http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer.xml> . Não é tem extensão .rdf, é um simples xml, por isso não foi possível importar para TOPBRAID

<sup>74</sup> Tal foi o caso do atributo A2A2 que modeliei manualmente como “Datatype property”, com domain em E2. Para validar a resolução da heterogeneidade H001.

Class hierarchy: Irmer:/E3

Annotations: bib2:ID

Annotations: Irmer:/E3A1 Text, Irmer:/E3A6 Latim

Property assertions:

Object property assertion:

Data property assertions

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Direct instances: bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa

For: Irmer:/E3

bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa

Exemplo de instâncias de Irm:Manifestation (E4) – “ID14” e “ID15”

Class hierarchy: Irmer:/E4

Annotations: bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa

Annotations: Irmer:/E4A1 Manuscrito, Irmer:/E4A4 Paris-1289-1300

Property assertions: bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa

Object property assertions

Data property assertions

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Direct instances: bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa

For: Irmer:/E4

bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa

bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa

Exemplo de instâncias de bf:Item (E5) - “ID18” e “ID19”

Class hierarchy: Irmer:/E5

Annotations: bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Annotations: Irmer:/E5A1 BNP-ALC-203

Property assertions: bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Object property assertions

Data property assertions

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Direct instances: bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

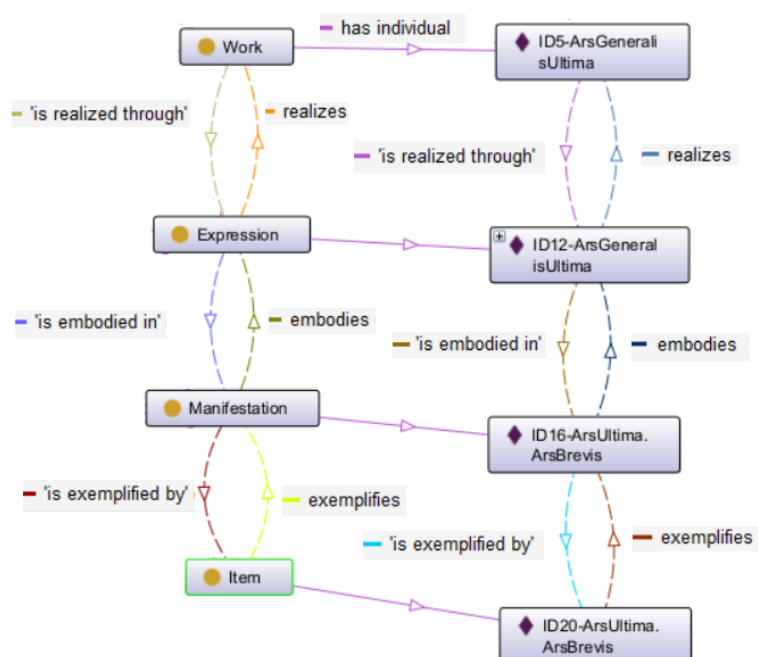
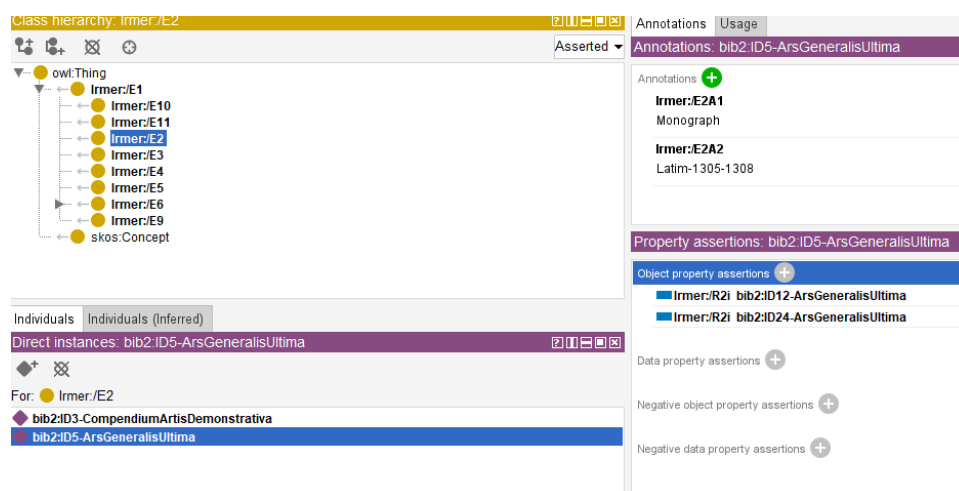
For: Irmer:/E5

bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

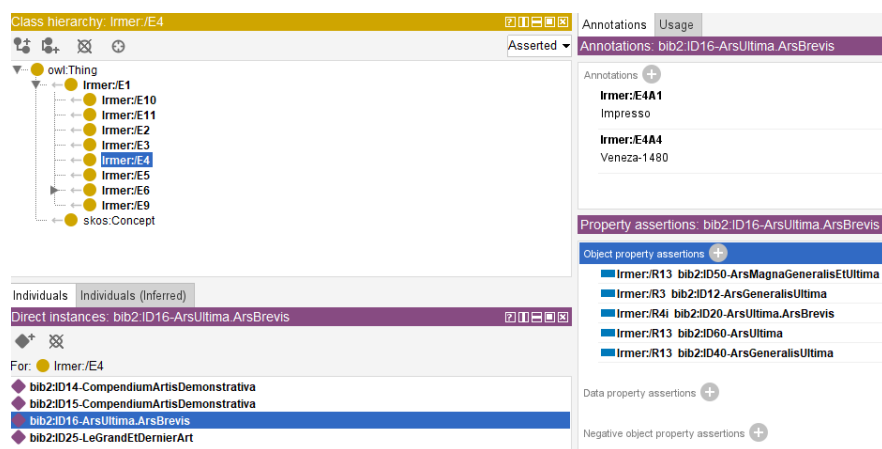
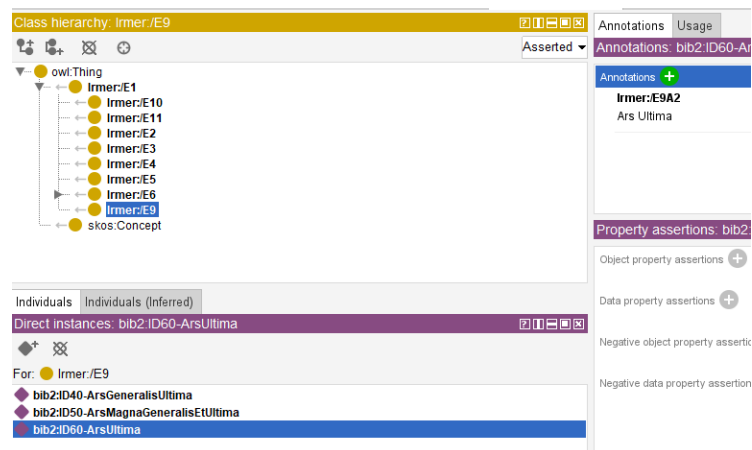
bib2:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa

## Relações primárias

Exemplo de relação de “realização” entre Work (ID5) e Expression (ID12, ID24)



## Nomen



## Relações de descrição



## Relações derivadas



Class hierarchy: Irmer:/E3

Annotations: bib2:ID12-ArsGeneralisUltima

Annotations: Irmer:E3A1 Text  
Irmer:E3A6 Latim

Property assertions: bib2:ID12-ArsGeneralisUltima

Object property assertions: Irmer/R3i bib2:ID16-ArsUltima.ArsBrevis  
Irmer/R2 bib2:ID5-ArsGeneralisUltima  
Irmer/R24i bib2:ID24-ArsGeneralisUltima

Data property assertions: +

Negative object property assertions: +

Negative data property assertions: +

Individuals: Individuals (Inferred)

Direct instances: bib2:ID12-ArsGeneralisUltima

For: Irmer:/E3

◆ bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa  
 ◆ bib2:ID12-ArsGeneralisUltima  
 ◆ bib2:ID24-ArsGeneralisUltima

Property assertions: ID8-ScalaGuidoniana

Object property assertions: 'is a transformation of' ID6-ArsBrevis

Data property assertions: +

Negative object property assertions: +

Negative data property assertions: +

Individuals: Individuals (Inferred)

Direct instances: ID8-ScalaGuidoniana

For: Work

◆ ID2-ArsDemonstrativa  
 ◆ ID3-CompendiumArtisDemonstrativa  
 ◆ ID5-ArsGeneralisUltima  
 ◆ ID6-ArsBrevis  
 ◆ ID8-ScalaGuidoniana

## Relação de reprodução digital

Class hierarchy: Irmer:/E4

Annotations: bib2:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Annotations: Irmer:E4A1 Digital  
Irmer:E4A4 Lisboa,2017

Property assertions: bib2:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Object property assertions: Irmer/R27i bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa  
Irmer/R28i bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Data property assertions: +

Negative object property assertions: +

Negative data property assertions: +

Individuals: Individuals (Inferred)

Direct instances: bib2:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

For: Irmer:/E4

◆ bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa  
 ◆ bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa  
 ◆ bib2:ID16-ArsUltima.ArsBrevis  
 ◆ bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt  
 ◆ bib2:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

## Excerto do ficheiro RDF (biblioteca 2.rdf)

Não houve qualquer alteração à ontologia T-Box LRM, pelo que apenas se representam os indivíduos criados na A-Box “Biblioteca 2”<sup>75</sup>:

<pre> &lt;?xml version="1.0"?&gt; &lt;rdf:RDF xmlns="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#"   xml:base="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl"   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"    xmlns:reg="http://metadataregistry.org/uri/profile/regap/"    xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"    xmlns:bib2="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#"     xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"     xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"    xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"    xmlns:lrmer="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer"    xmlns:lrmer1="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/"&gt;   &lt;owl:Ontology rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl"&gt;     &lt;owl:versionIRI rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2-01"/&gt;     &lt;/owl:Ontology&gt;     (...)   &lt;!--  //////////////////////////////////// //////////////////////////////////// // // Individuals //  //////////////////////////////////// //////////////////////////////////// </pre>	<pre> --&gt; &lt;!-- http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001 --&gt;      &lt;owl:NamedIndividual rdf:about="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"&gt;         &lt;rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"/&gt;         &lt;skos:prefLabel xml:lang="en"&gt;Published&lt;/skos:prefLabel&gt;     &lt;/owl:NamedIndividual&gt;      &lt;!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID10- CompendiumArtisDemonstrativa --&gt;      &lt;owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID10- CompendiumArtisDemonstrativa"&gt;         &lt;rdf:type rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3"/&gt;         &lt;lrmer1:E3A1&gt;Text&lt;/lrmer1:E3A1&gt;         &lt;lrmer1:E3A6&gt;latim&lt;/lrmer1:E3A6&gt;     &lt;/owl:NamedIndividual&gt;      &lt;!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID12- ArsGeneralisUltima --&gt;      &lt;owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID12- ArsGeneralisUltima"&gt;         &lt;rdf:type rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3"/&gt;         &lt;lrmer1:R24i rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24- ArsGeneralisUltima"/&gt; </pre>
---	---

<sup>75</sup> Versão integral do ficheiro A-Box disponível em: <https://libraryreferenceontology.com/>

```

<lrmer1:R2i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima"/>

<lrmer1:R3
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

<lrmer1:E3A1>Text</lrmer1:E3A1>
<lrmer1:E3A6>latim</lrmer1:E3A6>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>

<lrmer1:R27
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca"/>

<lrmer1:R4
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa"/>

<lrmer1:E4A1>Manuscrito</lrmer1:E4A1>
<lrmer1:E4A4>Alcobaca-1426-
1475</lrmer1:E4A4>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID15-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID15-
CompendiumArtisDemonstrativa">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>

<lrmer1:E4A1>Manuscrito</lrmer1:E4A1>
<lrmer1:E4A4>Paris-1289-1300</lrmer1:E4A4>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>

<lrmer1:R13
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID40-
ArsGeneralisUltima"/>

<lrmer1:R13
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID50-
ArsMagnaGeneralisEtUltima"/>

<lrmer1:R13
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID60-
ArsUltima"/>

<lrmer1:R3
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima"/>

<lrmer1:R4
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

<lrmer1:E4A1>Impresso</lrmer1:E4A1>
<lrmer1:E4A4>Veneza-1480</lrmer1:E4A4>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>

<lrmer1:R28
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca"/>

<lrmer1:R4i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa"/>

<lrmer1:E5A1>BNP-ALC-203</lrmer1:E5A1>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID19-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID19-
CompendiumArtisDemonstrativa">

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
    <lrmer1:E5A1>BNF-LAT-16112</lrmer1:E5A1>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-
ArsDemonstrativa -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-
ArsDemonstrativa">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
    <lrmer1:E2A1>Monograph</lrmer1:E2A1>
    <lrmer1:E2A2>Catalão-1285</lrmer1:E2A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID20-
ArsUltima.ArsBrevis">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
    <lrmer1:R4i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>
    <lrmer1:E5A1>BNP-INC-646</lrmer1:E5A1>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E3"/>
    <lrmer1:R2
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima"/>
    <lrmer1:R24
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima"/>

```

```

    <lrmer1:R3i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt"/>
    <lrmer1:E3A1>Text</lrmer1:E3A1>
    <lrmer1:E3A6>francês</lrmer1:E3A6>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>
    <lrmer1:R3
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima"/>
    <lrmer1:R4
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt"/>
    <lrmer1:E4A1>Impresso</lrmer1:E4A1>
    <lrmer1:E4A4>Paris-1634</lrmer1:E4A4>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID26-
LeGrandEtDernierArt">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E5"/>
    <lrmer1:R4i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID25-
LeGrandEtDernierArt"/>
    <lrmer1:E5A1>BNF-R-42376</lrmer1:E5A1>
</owl:NamedIndividual>
    <!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca -->

    <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID27-
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E4"/>

```

```

<lrmer1:R27i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa"/>

<lrmer1:R28i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID18-
CompendiumArtisDemonstrativa"/>

<lrmer1:E4A1>Digital</lrmer1:E4A1>
<lrmer1:E4A4>Lisboa,2017</lrmer1:E4A4>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID3-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID3-
CompendiumArtisDemonstrativa">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>

<lrmer1:R12
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID2-
ArsDemonstrativa"/>

<lrmer1:E2A1>Monograph</lrmer1:E2A1>
<lrmer1:E2A2>latim-1289</lrmer1:E2A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID40-
ArsGeneralisUltima -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID40-
ArsGeneralisUltima">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>

<lrmer1:R13i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

<lrmer1:E9A2>Ars Generalis
Ultima</lrmer1:E9A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>

<lrmer1:R2
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima"/>

<lrmer1:R2
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima"/>

<lrmer1:E2A1>Monograph</lrmer1:E2A1>
<lrmer1:E2A2>latim-1305-1308</lrmer1:E2A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID50-
ArsMagnaGeneralisEtUltima -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID50-
ArsMagnaGeneralisEtUltima">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>

<lrmer1:R13i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>

<lrmer1:E9A2>Ars Magna, Generalis et
Ultima</lrmer1:E9A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID6-
ArsBrevis -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID6-
ArsBrevis">

<rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID60-
ArsUltima -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID60-
ArsUltima">

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E9"/>
    <lrmer1:R13i
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>
    <lrmer1:E9A2>Ars Ultima</lrmer1:E9A2>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID8-
ScalaGuidoniana -->

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID8-
ScalaGuidoniana">
    <rdf:type
rdf:resource="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer/E2"/>
    <lrmer1:R22
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca2.owl#ID6-
ArsBrevis"/>
    </owl:NamedIndividual>
    <!--

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Annotations
//

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

-->

```

```

<rdf:Description
rdf:about="http://iflastandards.info/ns/lrm/lrmer">
    <dc:title xml:lang="en">LRMer (IFLA Library
Reference Model Entity Relationship)</dc:title>
    <skos:note xml:lang="en">IFLA LRM is a high-
level conceptual reference model developed within an
entity-relationship modelling framework. It is the
consolidation of the separately developed IFLA conceptual
models: FRBR, FRAD, FRASAD.

    IFLA LRM was developed to resolve inconsistencies
between the three separate models. Every user task, entity,
attribute and relationship from the original three models
was examined, definitions had to be revised, but also some
remodeling was required in order to develop a meaningful
consolidation. The result is a single, streamlined, and
logically consistent model that covers all aspects of
bibliographic data and that at the same time brings the
modelling up-to-date with current conceptual modelling
practices.

    IFLA LRM was designed to be used in linked data
environments and to support and promote the use of
bibliographic data in linked data environments.

    </skos:note>
    <foaf:homepage
rdf:resource="https://www.ifla.org/publications/node/114
12"/>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 4.5.25.2023-
02-15T19:15:49Z) https://github.com/owlcs/owlapi -->

```

### S3. Ontologia A-Box RDA: Biblioteca 3

Não existe uma ontologia T-Box única para o RDA, mas sim mais de uma dezena de ontologias T-Box parciais autónomas. Por este motivo, tivemos de efectuar as seguintes operações prévias à criação do ficheiro A-Box RDA:

- A ontologia A-Box do RDA foi criada a partir da ontologia “rdauna” (Open/File), que considerámos a nossa A-Box para o RDA<sup>76</sup> (File/Open/rdauna). Guardámos esse ficheiro como sendo “Biblioteca3”
- Foram criados, como instâncias de “Biblioteca3”, os indivíduos necessários para os exemplos utilizados nos Casos de Descrição.

As DataProperties estão erradamente formalizadas pelo RDA como “annotation properties”.

#### Lista de prefixos dos *namespaces* de cada ontologia parcial RDA na ontologia “biblioteca3”<sup>77</sup>

Sintaxe utilizada:

- Ontologia que engloba as propriedades datatype e as propriedades Object

<inicial da classe a que a propriedade se aplica>:

(exemplo: m)

- Ontologia que engloba as propriedades datatype

<inicial da classe a que a propriedade se aplica>datatype:

(ex: mdatatype:)

- Ontologia que engloba as propriedades Object

<inicial da classe a que a propriedade se aplica>object:

(ex: mobject:)

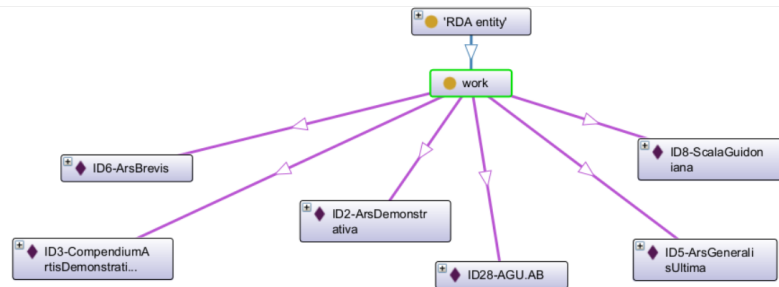
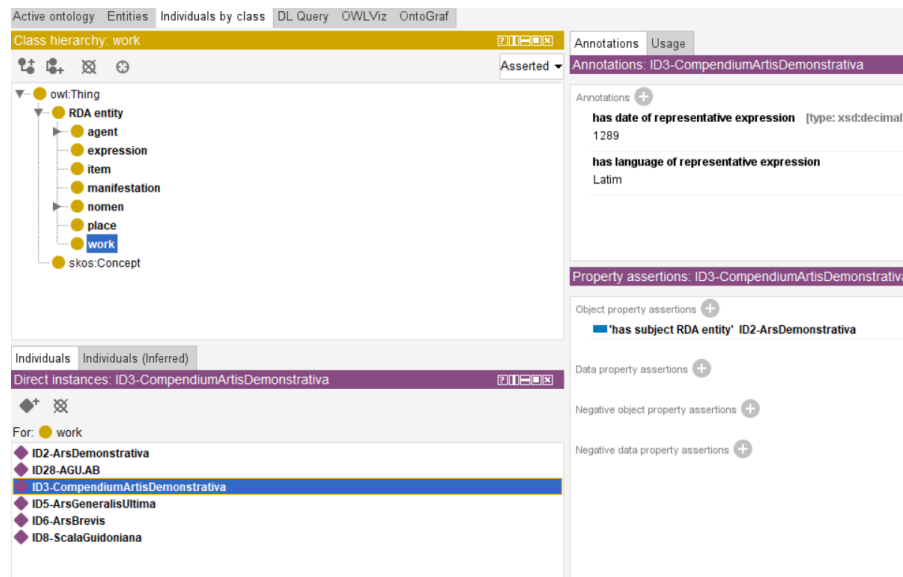
Ontology prefixes:	
	<a href="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/">http://rdaregistry.info/Elements/m/object/</a>
<b>m:</b>	<a href="http://rdaregistry.info/Elements/m/">http://rdaregistry.info/Elements/m/</a>
<b>mdatatype:</b>	<a href="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/">http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/</a>
<b>mobject:</b>	<a href="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/">http://rdaregistry.info/Elements/m/object/</a>

<sup>76</sup> Não tendo o RDA uma ontologia única, foi necessário fazer o “merge” (Protégé Merge/Refactor<sup>76</sup>) das 8 ontologias RDA parciais que nos interessam. Se esta fusão não fosse feita, o Protégé só permitiria criar instâncias em cada uma das ontologias fracionadas o que não permitiria a modelação dos exemplos. Por exemplo: a propriedade P40001, que tem a classe *Item* como domain, não surge nas instâncias da ontologia “C”, em que são criadas as instâncias de *Item*, surge apenas na ontologia de propriedades de *Item* (ontologia “i”)

<sup>77</sup> Os elementos RDA são referenciados/aplicados diretamente/reutilizados na nossa ontologia local biblioteca3

## Criação de instâncias de classes bibliográficas nucleares:

### Exemplo de instância de rda:Work



Exemplo de criação de *Obra* – instância “ID3” de *rda:Work* – e dos respectivos atributos – valor “latim” de *rda:P10353*:

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID3-CompendiumArtisDemonstrativa">
  <rdf:type rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
  <wdatatype:P10353>latim</wdatatype:P10353>
  <wdatatype:P10398 rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal">1289</wdatatype:P10398>
</owl:NamedIndividual>
```

Definição do namespace “wdatatype” para atributos ou propriedades owl:Datatype de *rda:Work* (ex: P10353 LanguageOfRepresentativeExpression – atributo de *rda:Work*)

xmlns:wdatatype=<http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/>

```
<owl:AnnotationProperty rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/P10353">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/languageOfRepresentativeExpression.en"/>
  <regap:status rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"/>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has language of representative expression</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/P10353"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
</owl:AnnotationProperty>
```



ID3-CompendiumArtsDemonstrativa

URI: <http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID3-CompendiumArtsDemonstrativa>

**Object property assertions:**

- ID3-CompendiumArtsDemonstrativa 'has subject RDA entity'
- ID2-ArsDemonstrativa

**Annotations:**

- 'has language of representative expression' "Latim"
- 'has date of representative expression' 1289

## Exemplo de instância de rda:Expression

Class hierarchy: expression

Annotations

Usage

Annotations: ID24-ArsGeneralisUltima

Annotations +

has category of expression  
Text

has language of expression  
Francês

Description: ID24-ArsGeneralisUltima

Types +

expression

Same Individual As +

Different Individuals +

Individuals

Individuals (Inferred)

Direct instances: ID24-ArsGeneralisUltima

For: expression

ID10-CompendiumArtsDemonstrativa  
ID12-ArsGeneralisUltima  
ID24-ArsGeneralisUltima

## Exemplo de instâncias de rda:Manifestation

Class hierarchy: manifestation

Annotations

Usage

Annotations: ID16-ArsUltima ArsBrevis

Annotations +

has category of manifestation  
Impresso

has date of production [type: xsd:decimal]  
1480

has place of production  
Veneza

Description: ID16-ArsUltima ArsBrevis

Types +

manifestation

Same Individual As +

Different Individuals +

Individuals

Individuals (Inferred)

Direct instances: ID16-ArsUltima ArsBrevis

For: manifestation

ID14-CompendiumArtsDemonstrativa  
ID15-CompendiumArtsDemonstrativa  
ID16-ArsUltima ArsBrevis  
ID25-LeGrandEtDernierArt

## Exemplo de instâncias de rda:Item

Active ontology x Entities x Classes x Object properties x Data properties x Individuals by class x

Class hierarchy: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>

Annotations: Usage

Annotations: bib3:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Annotations +

owl:Thing

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>

- bib3:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa

Property assertions: bib3:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Object property assertions +

- ibobject:P40001 bib3:BNP-ALC-203

Data property assertions +

Negative object property assertions +

Relações primárias:

owl:Thing

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Annotations +

wdatatype:P10353

Latim

wdatatype:P10398

1305-1308

Property assertions: bib3:ID5-ArsGeneralisUltima

Object property assertions +

- wobject:P10078 bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- wobject:P10072 bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis
- wobject:P10078 bib3:ID24-ArsGeneralisUltima

Data property assertions +

Negative object property assertions +

Negative data property assertions +

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID5-ArsGeneralisUltima

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>

- bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3:ID5-ArsGeneralisUltima

owl:Thing

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Annotations +

L00111

edatatype:P20331

Text

Property assertions: bib3:ID12-ArsGeneralisUltima

Object property assertions +

- eoobject:P20059 bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis
- eoobject:P20023 bib3:ID5-ArsGeneralisUltima

Data property assertions +

Negative object property assertions +

Negative data property assertions +

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID12-ArsGeneralisUltima

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>

- bib3:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- bib3:ID24-ArsGeneralisUltima

owl:Thing

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Annotations +

Property assertions: bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis

Object property assertions +

- mobject:P30135 bib3:ID5-ArsGeneralisUltima
- mobject:P30103 bib3:ID20-ArsUltimaArsBrevis
- mobject:P30139 bib3:ID12-ArsGeneralisUltima

Data property assertions +

Negative object property assertions +

Negative data property assertions +

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

- bib3:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis
- bib3:ID25-LeGrandEtDernierArt

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID26-LeGrandEtDernierArt

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>

- ◆ bib3:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib3:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib3:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib3:ID26-LeGrandEtDernierArt

Property assertions: bib3:ID26-LeGrandEtDernierArt

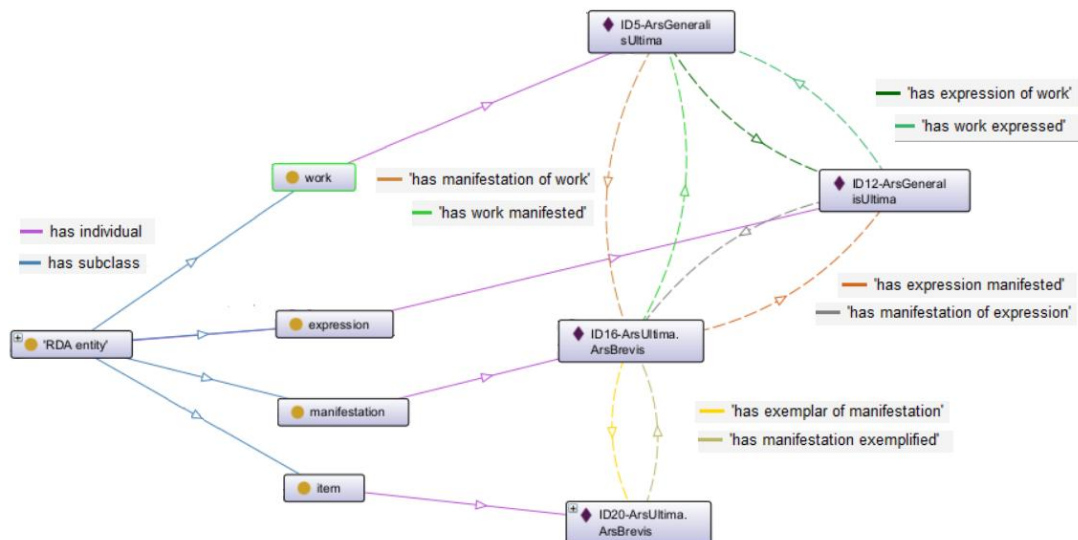
Object property assertions +

- iobject:P40001 bib3:BNF-R-42376
- iobject:P40049 bib3:ID25-LeGrandEtDernierArt

Data property assertions +

Negative object property assertions +

Negative data property assertions +



Nomen:

Class hierarchy <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>

owl:Thing

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10004>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10011>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Annotations Usage

Asserted

Annotations: bib3:ID60-

Annotations +

ndatatype:P80068

Ars Ultima

Property assertions: bib3:ID60-ArsUltima

Object property assertions

Data property assertions +

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3:ID60-ArsUltima

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>

- ◆ bib3:BNF-LAT-16112
- ◆ bib3:BNF-R-42376
- ◆ bib3:BNP-ALC-203
- ◆ bib3:BNP-INC-646
- ◆ bib3:ID40-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID50-ArsMagnaGeneralisEtUltima
- ◆ bib3:ID60-ArsUltima

The screenshot displays a SPARQL query result. On the left, a tree view shows the hierarchy of individuals, including `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>` and `skos:Concept`. Below this, the 'Individuals' tab shows 'Direct instances' for `bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis`. The 'For' section lists `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>` and its instances: `bib3:ID14-CompendiumArtsDemonstrativa`, `bib3:ID15-CompendiumArtsDemonstrativa`, `bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis`, and `bib3:ID25-LeGrandEtDernierArt`. On the right, the 'Property assertions' section for `bib3:ID16-ArsUltimaArsBrevis` lists several object property assertions, including `mobjectP30135 bib3:ID5-ArsGeneralisUltima`, `mobjectP30128 bib3:ID50-ArsMagnaGeneralisEtUltima`, `mobjectP30103 bib3:ID20-ArsUltimaArsBrevis`, `mobjectP30131 bib3:ID60-ArsUltima`, `mobjectP30139 bib3:ID12-ArsGeneralisUltima`, and `mobjectP30134 bib3:ID40-ArsGeneralisUltima`.

## Relação de assunto:

The screenshot displays a SPARQL query result. On the left, a tree view shows the hierarchy of individuals, including `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013>` and `skos:Concept`. Below this, the 'Individuals' tab shows 'Direct instances' for `bib3:ID3-CompendiumArtsDemonstrativa`. The 'For' section lists `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>` and its instances: `bib3:ID2-ArsDemonstrativa`, `bib3:ID3-CompendiumArtsDemonstrativa`, and `bib3:ID5-ArsGeneralisUltima`. On the right, the 'Property assertions' section for `bib3:ID3-CompendiumArtsDemonstrativa` lists several object property assertions, including `wobjectP10324 bib3:ID2-ArsDemonstrativa`.

## Relações de derivação

The screenshot displays a SPARQL query result. On the left, a tree view shows the hierarchy of individuals, including `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>` and `skos:Concept`. Below this, the 'Individuals' tab shows 'Direct instances' for `bib3:ID6-ArsBrevis`. The 'For' section lists `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>` and its instances: `bib3:ID2-ArsDemonstrativa`, `bib3:ID3-CompendiumArtsDemonstrativa`, `bib3:ID5-ArsGeneralisUltima`, `bib3:ID6-ArsBrevis`, and `bib3:ID8-ScalaGuidoniana`. On the right, the 'Property assertions' section for `bib3:ID6-ArsBrevis` lists several object property assertions, including `wobjectP10148 bib3:ID8-ScalaGuidoniana`, `wobjectP10142 bib3:ID8-ScalaGuidoniana`, `wobjectP10336 bib3:ID8-ScalaGuidoniana`, `wobjectP10291 bib3:ID8-ScalaGuidoniana`, and `wobjectP10294 bib3:ID8-ScalaGuidoniana`.

## Relação de tradução

The screenshot displays a SPARQL query result. On the left, a tree view shows the hierarchy of individuals, including `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>` and `skos:Concept`. Below this, the 'Individuals' tab shows 'Direct instances' for `bib3:ID24-ArsGeneralisUltima`. The 'For' section lists `<http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>` and its instances: `bib3:ID10-CompendiumArtsDemonstrativa`, `bib3:ID12-ArsGeneralisUltima`, and `bib3:ID24-ArsGeneralisUltima`. On the right, the 'Property assertions' section for `bib3:ID24-ArsGeneralisUltima` lists several object property assertions, including `mobjectP20059 bib3:ID25-LeGrandEtDernierArt`, `mobjectP20023 bib3:ID5-ArsGeneralisUltima`, and `mobjectP20141 bib3:ID12-ArsGeneralisUltima`.

## Relação de equivalência

- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Property assertions: bib3.ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Object property assertions

■ mobjectP20043 bib3.ID14-CompendiumArtisDemonstrativa

Data property assertions

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3.ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>

- bib3.ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3.ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3.ID16-ArsUltima-ArsBrevis
- bib3.ID25-LeGrandEtDernierArt
- bib3.ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Property assertions: bib3.ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Object property assertions

■ mobjectP40001 bib3.BNP-ALC-203

■ mobjectP40092 bib3.ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Data property assertions

Negative object property assertions

Negative data property assertions

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3.ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>

- bib3.ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3.ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3.ID20-ArsUltima-ArsBrevis
- bib3.ID26-LeGrandEtDernierArt

## Agregação

- owl:Thing
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010>
- <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012>
- skos:Concept

Annotations

Property assertions: bib3.ID27-AGU-AB

Object property assertions

■ eobjectP20391 bib3.ID11-ArsBrevis

■ eobjectP20319 bib3.ID12-ArsGeneralisUltima

■ eobjectP20059 bib3.ID16-ArsUltima-ArsBrevis

■ eobjectP20231 bib3.ID28-AGU-AB

Data property assertions

Negative object property assertions

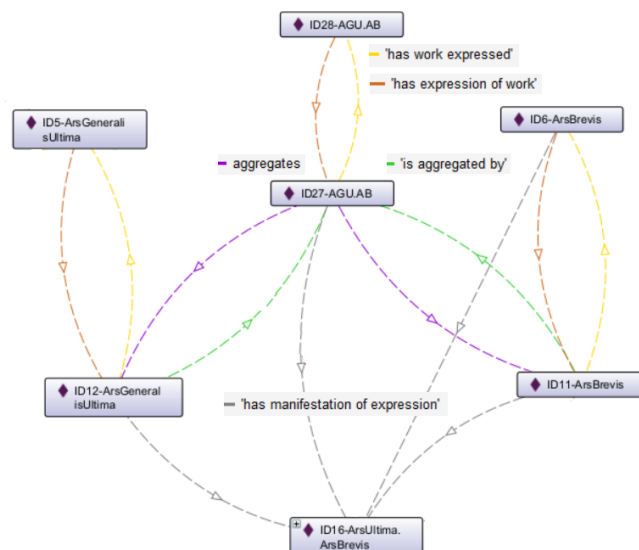
Negative data property assertions

Individuals Individuals (Inferred)

Direct instances: bib3.ID27-AGU-AB

For: <http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006>

- bib3.ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib3.ID11-ArsBrevis
- bib3.ID12-ArsGeneralisUltima
- bib3.ID24-ArsGeneralisUltima
- bib3.ID27-AGU-AB



Omitiram-se as relações que têm como sujeito a manifestação “ID-16” e como objeto as instâncias de classes superiores, para facilitar a leitura do grafo.

### Excertos do ficheiro RDF “Biblioteca3” (ontologia rdauna povoada com instâncias)<sup>78</sup>

<pre> &lt;?xml version="1.0"?&gt; &lt;rdf:RDF xmlns="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#"   xml:base="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl"   xmlns:e="http://rdaregistry.info/Elements/e/"   xmlns:i="http://rdaregistry.info/Elements/i/"   xmlns:m="http://rdaregistry.info/Elements/m/"   xmlns:n="http://rdaregistry.info/Elements/n/"   xmlns:w="http://rdaregistry.info/Elements/w/"   xmlns:x="http://rdaregistry.info/Elements/x/"   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"   xmlns:ns="http://creativecommons.org/ns#"   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"   xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"   xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"   xmlns:bib3="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#"   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"   xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"   xmlns:vann="http://purl.org/vocab/vann/"   xmlns:regap="http://metadataregistry.org/uri/profile/regap/"   xmlns:rdakit="http://metadataregistry.org/uri/profile/rdakit/"   xmlns:rdauna="http://www.xpto.com/rdauna.owl#"   xmlns:eobject="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/"   xmlns:iobject="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/"   xmlns:mobject="http://rdaregistry.info/Elements/m/object/"   xmlns:nobject="http://rdaregistry.info/Elements/n/object/"   xmlns:wobject="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/"   xmlns:xobject="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/"    xmlns:edatatype="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/"   "    xmlns:idatatype="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/"    xmlns:mdatatype="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/"   e/"    xmlns:ndatatype="http://rdaregistry.info/Elements/n/datatype/"   /"    xmlns:wdatatype="http://rdaregistry.info/Elements/w/datatype/"   e/"    xmlns:xdatatype="http://rdaregistry.info/Elements/x/datatype/"   "&gt; &lt;owl:Ontology   rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl"&gt;   &lt;owl:versionIRI   rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3-01"/&gt;    &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaed&lt;/vann:preferredName   spacePrefix&gt;    &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaeo&lt;/vann:preferredName   spacePrefix&gt;    &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaid&lt;/vann:preferredName   spacePrefix&gt; </pre>	<pre>     &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaio&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdamd&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdamo&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaand&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaano&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaaw&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaawo&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaax&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;      &lt;vann:preferredNamespacePrefix&gt;rdaaxo&lt;/vann:preferredName     spacePrefix&gt;   &lt;/owl:Ontology&gt;    &lt;!--    //////////////////////////////////////   //////////////////////////////////////   //   // Annotation properties   //    //////////////////////////////////////   //////////////////////////////////////   --&gt;   (...&gt;    &lt;!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/P20001 --&gt;    &lt;owl:AnnotationProperty   rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20001"/&gt;    &lt;!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/P20002 --&gt;    &lt;owl:AnnotationProperty   rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20002"/&gt; </pre>
--	--

<sup>78</sup>Ficheiro da A-Box integralmente disponível em: <https://libraryreferenceontology.com/>

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/P20003 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20003"/>

(...)
<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/P20577 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20577"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20001 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P2000
1">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/con
tentType.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has content type</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20001"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20002 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P2000
2">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/ide
ntifierForExpression.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has identifier for
expression</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20002"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20
311"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/datatype/P00
018"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:AnnotationProperty>
(...)
<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20577 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P2057
7">

  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/con
cordanceWork.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has concordance work</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="fi">konkordanssihakemisto
(teos)</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20577"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/datatype/P20
298"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20002 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20002">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20002"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20004 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20004">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20004"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20009 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20009">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20009"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:AnnotationProperty>

(...)
<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20577 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20577">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/P20577"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/P40001 -->

```



```

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40001"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/P40003 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40003"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/P40004 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40004"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/P40005 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40005"/>

(...)

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/P40164 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40164"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/P40001 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/P40001"
">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/iden
tifierForItem.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has identifier for item</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40001"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/P400
81"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/datatype/P00
018"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/datatype/P40003 -->

(...)

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40163 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40163">

```

```

  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40163"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40164 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/i/object/P40164">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/i/P40164"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/m/P30001 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/P30001"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/m/P30002 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/P30002"/>
(...)

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/m/P30466 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/P30466"/>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P30001 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P3000
1">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/car
rierType.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/">
  <rdfs:label xml:lang="en">has carrier type</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/P30001"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P30002 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/P3000
2">
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/me
diaType.en"/>

```



```

    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/datatype/">
    <rdfs:label xml:lang="en">has media type</rdfs:label>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/m/P30002">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007">
</owl:AnnotationProperty>

..... Repete o padrão anterior para as propriedades
das restantes classes: Nomen, Work e RDAEntity .....

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00030 -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00030">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/P00030">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001">
</owl:AnnotationProperty>

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#altLabel -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#altLabel"/>

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#definition -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#definition"/
>

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#note -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#note"/>

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel"/
>

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#scopeNote -->

<owl:AnnotationProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#scopeNote"
/>

<!--

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Datatypes

```

```

//

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date -->

<rdfs:Datatype
rdf:about="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date"/>

<!--

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Object Properties
//

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P50001 -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P50001">
    <owl:inverseOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P1000
1"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P50002 -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P50002">
    <owl:inverseOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P1000
5"/>
</owl:ObjectProperty>
(...)
<!-- http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P51122 -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/a/object/P51122">
    <owl:inverseOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/w/object/P1063
8"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20002 -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20002">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P2031
1"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P0001
8"/>

```

```

    <owl:inverseOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/n/object/P8004
6"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20004 -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20004">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P2021
4"/>
  <owl:inverseOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/t/object/P7002
3"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
</owl:ObjectProperty>

::::::::::::Repete o padrão anterior para as propriedades das
restantes classes: Item, Manifestation, Nomen, Place, Time,
Work, RDAEntity ::::::::::::::::::::
<!--

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Classes
//

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

:::::::::::: Apaguei as definições SKOS nas várias línguas, deixei
apenas o inglês ::::::::::::::
<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
  <rdakit:instructionNumber>5.1.2</rdakit:instructionNumber>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A distinct intellectual
or artistic creation, that is, the intellectual or artistic
content.</rdakit:toolkitDefinition>
  <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/Work.en"/>
  <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
  <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/"/>
  <rdfs:label xml:lang="es">Obra</rdfs:label>
  <skos:definition xml:lang="en">A distinct intellectual or
artistic creation, that is, the intellectual or artistic
content.</skos:definition>
</owl:Class>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002">

```

```

  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An entity who is
capable of deliberate actions, of being granted rights, and of
being held accountable for its actions.</rdakit:toolkitDefinition>
</owl:Class>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
  <rdakit:instructionNumber>1.1.5</rdakit:instructionNumber>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A single exemplar or
instance of a manifestation.</rdakit:toolkitDefinition>
</owl:Class>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10004 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10004">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002"/>
  <rdakit:instructionNumber>8.1.2</rdakit:instructionNumber>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="fr">Agent qui est un être
humain individuel qui vit ou est réputé avoir
vécu.</rdakit:toolkitDefinition>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="da">Agent som er et
individuel menneske, som lever eller antages at have
levet.</rdakit:toolkitDefinition>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An agent who is an
individual human being who lives or is assumed to have
lived.</rdakit:toolkitDefinition>
</owl:Class>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10005 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10005">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10011"/>
  <rdakit:instructionNumber>8.1.2</rdakit:instructionNumber>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A collective agent
who is composed of persons who are organized for a common
purpose or activity.</rdakit:toolkitDefinition>
</owl:Class>

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006 -->

<owl:Class
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
  <rdakit:instructionNumber>5.1.2</rdakit:instructionNumber>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An intellectual or
artistic realization of a work in the form of alpha-numeric,
musical or choreographic notation, sound, image, object,
movement, etc., or any combination of such
forms.</rdakit:toolkitDefinition>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="lv">Darba intelektuāla vai
mākslinieciska īstenošana burtu - ciparu, mūzikas vai
horeogrāfijas, skaņu un attēlu, priekšmetu, kustību, utt.,

```

```

    pierakstu veidā vai citās šo veidu kombinācijās.
    (FRBR)</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
    <rdakit:instructionNumber>1.1.5</rdakit:instructionNumber>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A physical
    embodiment of an expression of a
    work.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10008 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10008">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10011"/>
    <rdakit:instructionNumber>8.1.2</rdakit:instructionNumber>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A collective agent
    who is composed of persons who are related by birth, marriage,
    adoption, civil union, or similar legal status, or who otherwise
    present themselves as a family.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10009">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A given extent of
    space.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10010">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A finite period of
    time.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10011 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10011">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10002"/>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="fr">Agent qui est un
    groupement ou une association de deux ou plusieurs personnes
    portant un nom particulier et disposant de la faculté d'agir
    collectivement.</rdakit:toolkitDefinition>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="da">Agent, som er en
    forsamling eller organisation af to eller flere personer med et

```

```

    bestemt navn, der kan agere som en
    enhed.</rdakit:toolkitDefinition>

```

```

    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An agent who is a
    gathering or organization of two or more persons that bears a
    particular name and that is capable of acting as a
    unit.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013"/>
    <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">A label for any RDA
    entity except a nomen.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013 -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10013">
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="hu">A tárgyalási
  univerzum kulcsfogalmi objektumainak elvont osztálya, amely az
  RDA-metaadathasználók érdeklődésének középpontjában áll a
  forráskereső rendszerek használata
  során.</rdakit:toolkitDefinition>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="da">Abstrakt klasse af
  begrebsmæssige nøglekomponenter af interesse for brugere af
  RDA-metadata i et system til
  resourcesøgning.</rdakit:toolkitDefinition>
  <rdakit:toolkitDefinition xml:lang="en">An abstract class of
  key conceptual objects in the universe of human discourse that
  are a focus of interest to users of RDA metadata in a system for
  resource discovery.</rdakit:toolkitDefinition>
  </owl:Class>

```

```

<!-- http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept -->

```

```

<owl:Class
  rdf:about="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"/>

```

```

<!--

```

```

//////////
//////////
//

```

```

// Individuals
//

```

```

//////////
//////////
-->

```

```

<!-- http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
  rdf:about="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001">

```

```

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept
"/>
<skos:prefLabel xml:lang="en">Published</skos:prefLabel>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1008 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1008">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept
"/>
<skos:prefLabel xml:lang="en">Deprecated</skos:prefLabel>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-LAT-16112 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-LAT-
16112">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-R-42376 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-R-
42376">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-ALC-203 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-ALC-
203">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-INC-646 -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-INC-
646">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID10-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID10-
CompendiumArtisDemonstrativa">

```

```

<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
<edatatype:P20006>latim</edatatype:P20006>
<edatatype:P20331>Text</edatatype:P20331>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID11-ArsBrevis -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID11-
ArsBrevis">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
<eobject:P20059
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>
<eobject:P20231
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-
ArsBrevis"/>
<eobject:P20320
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-
AGU.AB"/>
<edatatype:P20006>latim</edatatype:P20006>
<edatatype:P20331>Text</edatatype:P20331>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-
ArsGeneralisUltima">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>
<eobject:P20059
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-
ArsUltima.ArsBrevis"/>
<eobject:P20171
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID24-
ArsGeneralisUltima"/>
<eobject:P20231
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID5-
ArsGeneralisUltima"/>
<eobject:P20320
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-
AGU.AB"/>
<edatatype:P20006>latim</edatatype:P20006>
<edatatype:P20331>Text</edatatype:P20331>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID14-
CompendiumArtisDemonstrativa">
<rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>
<mdatatype:P30009>1426-1475</mdatatype:P30009>
<mdatatype:P30086>Alcobaça</mdatatype:P30086>
<mdatatype:P30335>Manuscrito</mdatatype:P30335>
</owl:NamedIndividual>

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID15-  
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID15-  
CompendiumArtisDemonstrativa">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>  
 <mdatatype:P30009>1289-1300</mdatatype:P30009>  
 <mdatatype:P30086>Paris</mdatatype:P30086>  
 <mdatatype:P30335>Manuscrito</mdatatype:P30335>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-  
ArsUltima.ArsBrevis -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-  
ArsUltima.ArsBrevis">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>  
 <mobject:P30103  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID20-  
ArsUltima.ArsBrevis"/>  
 <mobject:P30128  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID50-  
ArsMagnaGeneralisEtUltima"/>  
 <mobject:P30131  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID60-  
ArsUltima"/>  
 <mobject:P30134  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID40-  
ArsGeneralisUltima"/>  
 <mobject:P30135  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID5-  
ArsGeneralisUltima"/>  
 <mobject:P30139  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID11-  
ArsBrevis"/>  
 <mobject:P30139  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-  
ArsGeneralisUltima"/>  
 <mobject:P30139  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-  
AGU.AB"/>  
 <mdatatype:P30009  
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal"  
>1480</mdatatype:P30009>  
 <mdatatype:P30086>Veneza</mdatatype:P30086>  
 <mdatatype:P30335>Impresso</mdatatype:P30335>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID18-  
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID18-  
CompendiumArtisDemonstrativa">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>  
 <iobject:P40001  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-ALC-  
203"/>  
 <iobject:P40092  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-  
Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID19-  
CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID19-  
CompendiumArtisDemonstrativa">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>  
 <iobject:P40001  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-LAT-  
16112"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID2-  
ArsDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID2-  
ArsDemonstrativa">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>  
 <wdatatype:P10353>Catalão</wdatatype:P10353>  
 <wdatatype:P10398  
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal"  
>1285</wdatatype:P10398>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID20-  
ArsUltima.ArsBrevis -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID20-  
ArsUltima.ArsBrevis">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>  
 <iobject:P40001  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNP-INC-  
646"/>  
 <iobject:P40049  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-  
ArsUltima.ArsBrevis"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID24-  
ArsGeneralisUltima -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID24-  
ArsGeneralisUltima">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>  
 <eobject:P20059  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID25-  
LeGrandEtDernierArt"/>  
 <eobject:P20141  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-  
ArsGeneralisUltima"/>  
 <eobject:P20231  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID5-  
ArsGeneralisUltima"/>  
 <edatatype:P20006>francês</edatatype:P20006>  
 <edatatype:P20331>Text</edatatype:P20331>

</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID25-LeGrandEtDernierArt -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID25-LeGrandEtDernierArt">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>  
 <mobject:P30103  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID26-LeGrandEtDernierArt"/>  
 <mobject:P30139  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID24-ArsGeneralisUltima"/>  
 <mdatatype:P30009  
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal"  
>1634</mdatatype:P30009>  
 <mdatatype:P30086>Paris</mdatatype:P30086>  
 <mdatatype:P30335>Impresso</mdatatype:P30335>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID26-LeGrandEtDernierArt -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID26-LeGrandEtDernierArt">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10003"/>  
 <iobject:P40001  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#BNF-R-42376"/>  
 <iobject:P40049  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID25-LeGrandEtDernierArt"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-AGU.AB -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-AGU.AB">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10006"/>  
 <eobject:P20059  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-ArsUltima.ArsBrevis"/>  
 <eobject:P20231  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID28-AGU.AB"/>  
 <eobject:P20319  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID11-ArsBrevis"/>  
 <eobject:P20319  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-ArsGeneralisUltima"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10007"/>  
 <mobject:P30043  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID14-CompendiumArtisDemonstrativa"/>  
 <mobject:P30303  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID18-CompendiumArtisDemonstrativa"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID28-AGU.AB -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID28-AGU.AB">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>  
 <mobject:P10078  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID27-AGU.AB"/>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID3-CompendiumArtisDemonstrativa -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID3-CompendiumArtisDemonstrativa">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>  
 <mobject:P10324  
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID2-ArsDemonstrativa"/>  
 <wdatatype:P10353>latim</wdatatype:P10353>  
 <wdatatype:P10398  
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal"  
>1289</wdatatype:P10398>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID40-ArsGeneralisUltima -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID40-ArsGeneralisUltima">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>  
 <ndatatype:P80068>Ars  
Ultima</ndatatype:P80068>  
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID5-ArsGeneralisUltima -->

<owl:NamedIndividual  
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID5-ArsGeneralisUltima">  
 <rdf:type  
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>

```

    <wobject:P10072
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-ArsUltima.ArsBrevis"/>
    <wobject:P10078
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID12-ArsGeneralisUltima"/>
    <wobject:P10078
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID24-ArsGeneralisUltima"/>
    <wdatatype:P10353>latim</wdatatype:P10353>
    <wdatatype:P10398>1305-1308</wdatatype:P10398>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID50-ArsMagnaGeneralisEtUltima -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID50-ArsMagnaGeneralisEtUltima">
    <rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
    <ndatatype:P80068>Ars Magna, Generalis et
Ultima</ndatatype:P80068>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis">
    <rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
    <eobject:P20059
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID16-ArsUltima.ArsBrevis"/>
    <wobject:P10078
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID11-ArsBrevis"/>
    <wobject:P10142
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana"/>
    <wobject:P10148
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana"/>
    <wobject:P10291
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana"/>
    <wobject:P10294
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana"/>
    <wobject:P10336
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID60-ArsUltima -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID60-ArsUltima">
    <rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10012"/>
    <ndatatype:P80068>Ars Ultima</ndatatype:P80068>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!-- http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana -->

```

```

<owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID8-ScalaGuidoniana">
    <rdf:type
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/c/C10001"/>
    <wobject:P10155
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis"/>
    <wobject:P10190
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis"/>
    <wobject:P10290
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis"/>
    <wobject:P10295
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis"/>
    <wobject:P10337
rdf:resource="http://www.xpto.com/biblioteca3.owl#ID6-ArsBrevis"/>
</owl:NamedIndividual>

```

```

<!--

```

```

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Annotations
//

```

```

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

```

```

<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20002">
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/identifierForExpression.en"/>
    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object"/>
    <rdfs:label xml:lang="en">has identifier for
expression</rdfs:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20004">
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/dateOf
Capture.en"/>
    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object"/>
    <rdfs:label xml:lang="en">has date of capture</rdfs:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/P20009">
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/adapte
dAsMotionPictureExpression.en"/>

```

```

    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/e/object/">
    <rdfs:label xml:lang="en">is adapted as motion picture
expression</rdfs:label>
</
(...)
..... Repete padrão para "Object proprieties" das
restantes classes: Item, Manifestation, Nomen, Work e RDA
Entity .....

<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00025">
    <regap:hasSubproperty
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P0003
0"/>
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/rdaEnt
ityDescribedBy.en"/>
    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/">
    <rdfs:label xml:lang="en">is RDA entity described
by</rdfs:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00026">
    <regap:hasSubproperty
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P0002
4"/>
    <regap:hasSubproperty
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P0002
7"/>
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/rdaEnt
ityEvaluatedBy.en"/>

```

```

    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/">
    <rdfs:label xml:lang="en">is RDA entity evaluated
by</rdfs:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00027">
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/rdaEnt
ityReviewedBy.en"/>
    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/">
    <rdfs:label xml:lang="en">is RDA entity reviewed
by</rdfs:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description
rdf:about="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/P00030">
    <regap:lexicalAlias
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/rdaEnt
ityDescribedWithMetadataBy.en"/>
    <regap:status
rdf:resource="http://metadataregistry.org/uri/RegStatus/1001"
/>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:resource="http://rdaregistry.info/Elements/x/object/">
    <rdfs:label xml:lang="fi">RDA-entiteettiä metatiedoilla
kuvaileva teos</rdfs:label>
    <rdfs:label xml:lang="en">is RDA entity described with
metadata by</rdfs:label>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```



## ANEXO T

### VALIDAÇÃO DA OR POR REASONING OU INFERÊNCIA OWL

Impressões de ecrã do *software* Protégé, ilustrativas das *queries* e operações de inferência para validação da Ontologia de Referência realizadas no Capítulo 8.

#### S01 – Níveis de materialidade WEMI

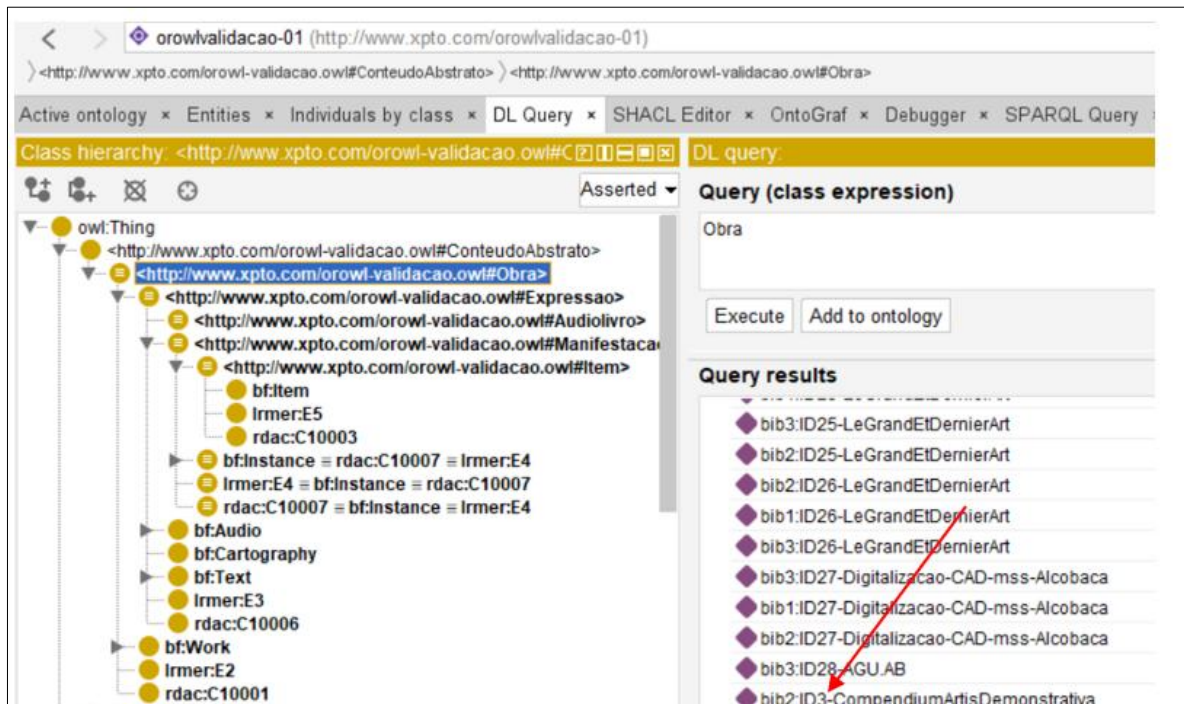


Figura T1 – Query S01\_1

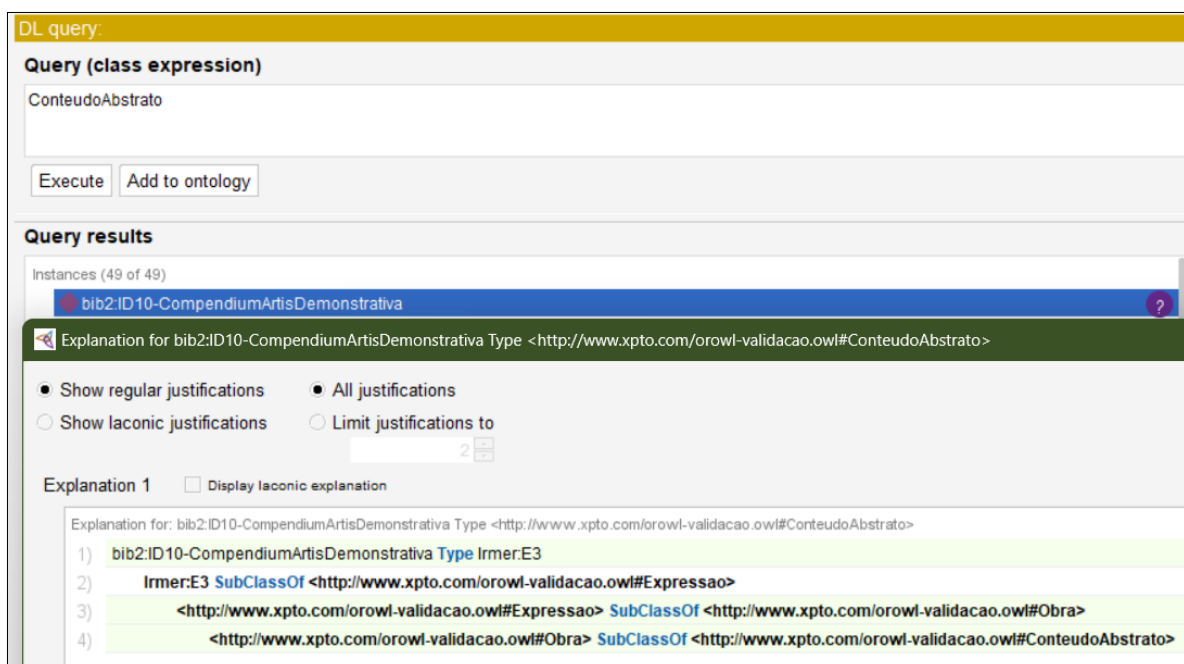


Figura T2 – Query S01\_2

DL query:

**Query (class expression)**

ConteudoConcreto and ConteudoAbstrato

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (24 of 24)

- bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa

Explanation for bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa Type <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoAbstrato> and <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa Type <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoAbstrato> and <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>

- 1) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao>
- 2) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoAbstrato>
- 3) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Expressao> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Obra>
- 4) bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa Type Irmer:E4
- 5) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>
- 6) Irmer:E4 SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao>

Figura T3 – Query S01\_3

DL query:

**Query (class expression)**

ConteudoConcreto

Execute Add to ontology

**Query results**

- bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- bib1:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

Explanation for bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa Type <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa Type <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>

- 1) bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa Type Irmer:E5
- 2) Irmer:E5 SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item>
- 3) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Item> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao>
- 4) <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#Manifestacao> SubClassOf <http://www.xpto.com/orowl-validacao.owl#ConteudoConcreto>

Figura T4 – Query S01\_4

DL query:

**Query (class expression)**

Expressao

**Query results**

- ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ID24-ArsGeneralisUltima
- ID24-ArsGeneralisUltima
- ID24-ArsGeneralisUltima
- ID25-LeGrandEtDernierArt
- ID25-LeGrandEtDernierArt
- ID25-LeGrandEtDernierArt
- ID26-LeGrandEtDernierArt
- ID26-LeGrandEtDernierArt
- ID26-LeGrandEtDernierArt
- ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- ID30-AGU.AB
- ID6-ArsBrevis
- Lisboa-2017

Figura T5 – Instâncias de orowl:Expressao

## H02 – Polissemia de bf:Work

DL query:

**Query (class expression)**

bf:Work

**Query results**

Instances (9 of 9)

- bib1:ID-24A-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID12-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID2-ArsDemonstrativa
- bib1:ID24-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID5-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID6-ArsBrevis
- bib1:ID8-ScalaGuidoniana

DL query:

**Query (class expression)**

bf:Text

**Query results**

Instances (3 of 3)

- bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID12-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID24-ArsGeneralisUltima

DL query:

**Query (class expression)**

bf:Audio

**Query results**

Instances (1 of 1)

- bib1:ID-24A-ArsGeneralisUltima

Figura T6 – Queries H02\_BF

**DL query:**

**Query (class expression)**

Irmer:E3

**Execute** **Add to ontology**

**Query results**

Instances (3 of 3)

- ◆ bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib2:ID24-ArsGeneralisUltima

**DL query:**

**Query (class expression)**

rdac:C10006

**Execute** **Add to ontology**

**Query results**

Instances (5 of 5)

- ◆ bib3:ID11-ArsBrevis
- ◆ bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID30-AGU.AB
- ◆ bib3:ID6-ArsBrevis

Figura T7 – Query H02 – LRM, RDA

**DL query**

**Query (class expression)**

Expressao

**Execute** **Add to ontology**

**Query results**

Instances (36 of 36)

- ◆ bib1:ID24A-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib2:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib1:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib1:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib1:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib1:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib1:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib2:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib3:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ bib3:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib2:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID24-ArsGeneralisUltima

Figura T8 – Query H02 – orowl:Expressao

**Property assertions: bib1:ID5-ArsGeneralisUltima**

Object property assertions +

- ◆ **bf:hasExpression bib1:ID5-ArsGeneralisUltima**
- ◆ **bf:language bib1:Francês**
- ◆ bf:expressionOf bib1:ID5-ArsGeneralisUltima
- ◆ bf:relatedTo bib1:ID5-ArsGeneralisUltima

Figura T9 – Exemplo de violação de restrição de domínio

### H03 – Sinonímia de *Manifestação*

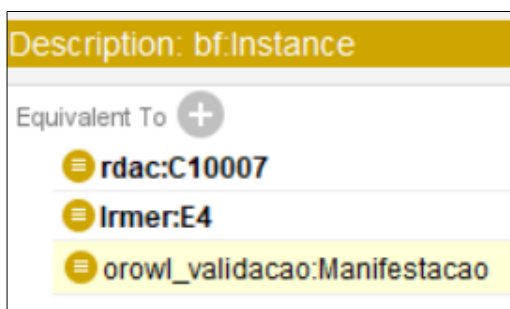


Figura T10 – Violação de disjunção WEMI LRM pela equivalência entre Manifestações

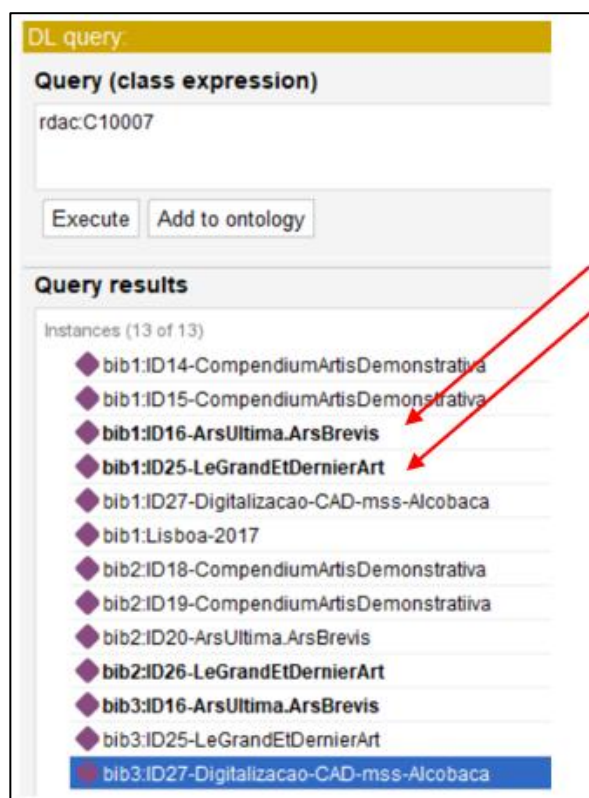


Figura T11 – Query H03\_1

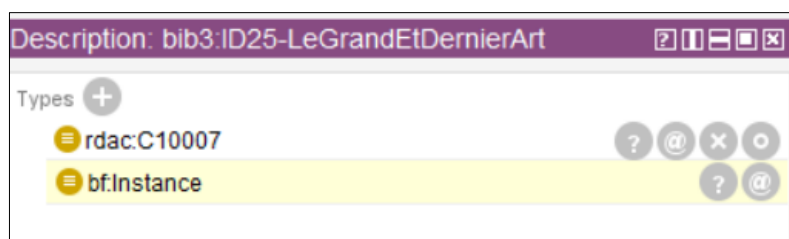


Figura T12 – Inferência com base na equivalência



DL query:

**Query (class expression)**

bf.Instance

**Query results**

Instances (13 of 13)

- ◆ bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib1:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ **bib1:ID16-ArsUltima.ArsBrevis**
- ◆ **bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt**
- ◆ bib1:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- ◆ bib1:Lisboa-2017
- ◆ bib2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- ◆ **bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt**
- ◆ **bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis**
- ◆ bib3:ID25-LeGrandEtDernierArt
- ◆ bib3:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Figura T13 – Query H03\_2

#### H08 – Omissão de constructo de hierarquia

DL query:

**Query (class expression)**

Irmer:E2

**Query results**

Instances (5 of 5)

- ◆ **bib2:ID2-ArsDemonstrativa**
- ◆ **bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa**
- ◆ **bib2:ID5-ArsGeneralisUltima**
- ◆ **bib2:ID6-ArsBrevis**
- ◆ **bib2:ID8-ScalaGuidoniana**

Figura T14 – Validação de H08\_1

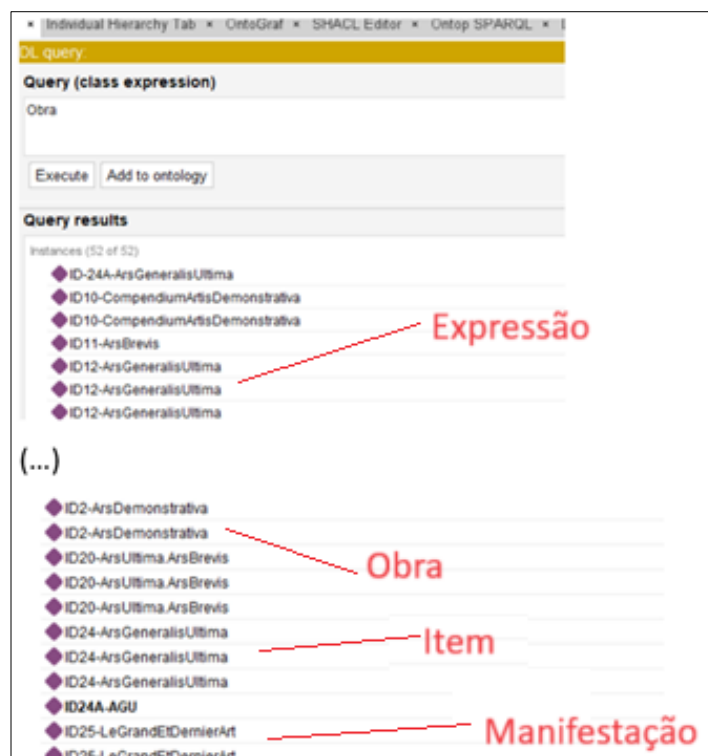


Figura T15 – Validação de H08\_1

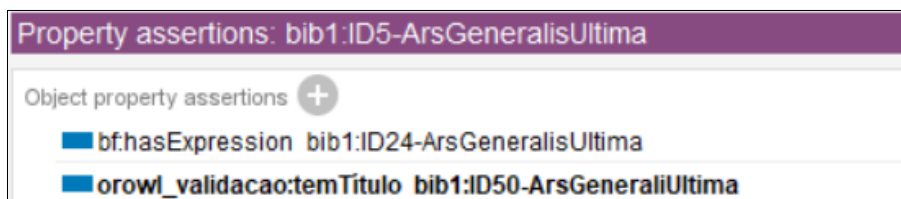


Figura T16 – Validação de H08\_2 (valor da propriedade orowl:temTitulo = ID50)

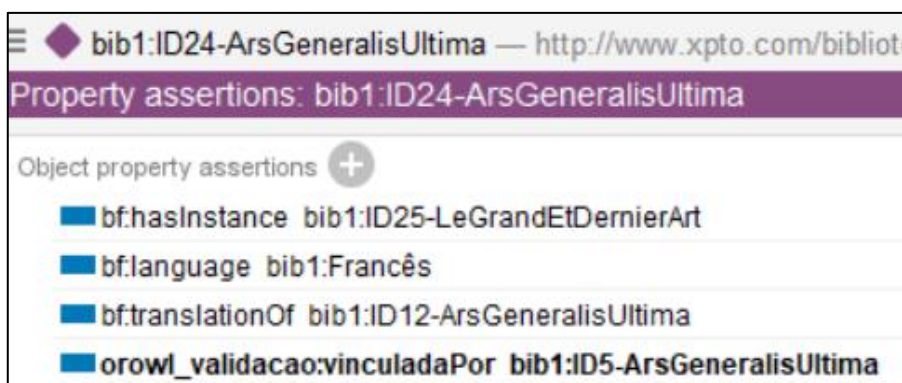



Figura T17 - Figura T16 – Validação de H08\_2 (vinculação ID24-ID5)

DL query:

Query (class expression)

Query results

Instances (1 of 1)

 bib1:ID50-ArsGeneralisUltima

**DL query:**

**Query (class expression)**

inverse owl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra some

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (2 of 2)

bib1:ID50-ArsGeneralisUltima
owl_validacao:ID50-ArsMagnaGeneralisUltima

Explanation for owl\_validacao:ID50-ArsMagnaGeneralisUltima Type inverse (owl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra) some owl:Thing

Show regular justifications ☒ All justifications  
Show laconic justifications ☐ Limit justifications to

2

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: owl\_validacao:ID50-ArsMagnaGeneralisUltima Type inverse (owl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra) some owl:Thing

- owl\_validacao:vinculadaPor o owl\_validacao:temTitulo SubPropertyOf: owl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra
- bib3:ID24-ArsGeneralisUltima owl\_validacao:vinculadaPor bib3:ID5-ArsGeneralisUltima
- bib3:ID5-ArsGeneralisUltima owl\_validacao:temTitulo owl\_validacao:ID50-ArsMagnaGeneralisUltima



DL query:

**Query (class expression)**

inverse orowl\_validacao:vc-Lingua-Inferido-Exp some

Execute

Add to ontology

**Query results**

Instances (2 of 2)

bib1:Francês

bib1:Latim

Figura T20 – Query H08\_2 (objetos de VC-Língua)

DL query:

**Query (class expression)**

inverse orowl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra value bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt

Execute

Add to ontology

**Query results**

Instances (1 of 1)

bib1:ID50-ArsGeneraliiUltima

Figura T21– Query H08\_2 (inferência de VC-Título para ID25-Manifestação)

DL query:

**Query (class expression)**

inverse orowl\_validacao:vc-Local-Data-Inferido-manif value bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt

Execute

Add to ontology

**Query results**

Instances (1 of 1)


 bib1:Paris-1634

Figura T22 – Query H08\_2 (inferência de VC-Local-Data para ID26-Item)

DL query:

**Query (class expression)**

inverse orowl\_validacao:vc-Traducao-Inferido-Exp value bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt

Execute

Add to ontology

**Query results**

Instances (1 of 1)




 bib1:ID12-ArsGeneralisUltima

Figura T23 – Query H08\_2 (inferência de VC-Traducao para ID26-Item)

Property assertions: bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt

Object property assertions 

- bf.shelfMark bib1:BNF-R-42376
- bf.itemOf bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt**
- bf.relatedTo bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt
- orowl\_validacao:vc-Lingua-Inferido-Exp bib1:Francês
- orowl\_validacao:vc-Local-Data-Inferido-manif bib1:Paris-1634
- orowl\_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra bib1:ID50-ArsGeneralisUltima
- orowl\_validacao:vc-Traducao-Inferido-Exp bib1:ID12-ArsGeneralisUltima
- orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID5-ArsGeneralisUltima
- orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt** 
- orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID24-ArsGeneralisUltima

Explanation for bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID25-L

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID25-LeGran

- 1) **bf:itemOf** **SubPropertyOf**: orowl\_validacao:vinculadaPor
- 2) bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt bf:itemOf bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt

Explanation 2 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt orowl\_validacao:vinculadaPor bib1:ID25-LeGran

- 1) **bf:itemOf** **SubPropertyOf**: orowl\_validacao:vinculadaPor
- 2) bf:hasItem **InverseOf** bf:itemOf
- 3) bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt bf:hasItem bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt

Figura T24 - -- Query H08\_3 (inferência das relações de vinculação entre instâncias no BF)

DL query:

Query (class expression)

Irmer:R4 value bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt

Execute

Add to ontology

Query results

Instances (1 of 1)



 bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

Figura T25 – Query H08\_3 (Irm:R4)

Property assertions: bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt

Object property assertions 


Irmer:R4i bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

Irmer:R1 bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

orowl\_validacao:vinculadaPor bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

orowl\_validacao:vinculadaPor bib2:ID5-ArsGeneralisUltima

orowl\_validacao:vinculadaPor bib2:ID24-ArsGeneralisUltima

 Explanation for bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt orowl\_validacao:vinculadaPor bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

☒ Show regular justifications
☒ All justifications

☐ Show laconic justifications
☐ Limit justifications to

2

Explanation 1

☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt orowl\_validacao:vinculadaPor bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

1) Irmer:R4i SubPropertyOf: orowl\_validacao:vinculadaPor

2) bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt Irmer:R4i bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt

Figura T26 – Inferência H08\_3

DL query:

**Query (class expression)**

orowl\_validacao:vincula value bib2:ID26-LeGrandEtDernierArt

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (3 of 3)

- ◆ bib2:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ **bib2:ID25-LeGrandEtDernierArt**
- ◆ bib2:ID5-ArsGeneralisUltima

Figura T27 – Query H08\_3 (utilizando orowl:vincula)

Property assertions: bib3:ID20-ArsUltima.ArsBrevis

Object property assertions +

■ rdaio:P40049	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ rdaio:P40001	bib3:BNP-INC-646
■ rdaio:P40068	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ rdaio:P40068	bib3:BNP-INC-646
■ rdaio:P40071	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ rdaio:P40079	bib3:BNP-INC-646
■ rdaio:P40081	bib3:BNP-INC-646
■ rdaxo:P00001	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ rdaxo:P00001	bib3:BNP-INC-646
■ rdaxo:P00004	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ rdaxo:P00013	bib3:BNP-INC-646
■ rdaxo:P00017	bib3:BNP-INC-646
■ rdaxo:P00018	bib3:BNP-INC-646
■ orowl_validacao:vc-Titulo-Inferido-Obra	orowl_validacao:ID50
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID30-AGU.AB
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID28-AGU.AB
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID5-ArsGeneralisUltima
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID6-ArsBrevis
■ orowl_validacao:vinculadaPor	bib3:ID11-ArsBrevis

Figura T28 – Inferência H08\_3 – Relações de vinculação entre instâncias no RDA

## H11 – Disjunção WEMI

DL query:

Query (class expression)

orowl\_validacao:Expressao

Execute Add to ontology

Query results

Instances (39 of 39)

- bib1:ID-24A-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID12-ArsGeneralisUltima**
- bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- bib1:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa**
- bib1:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- bib1:ID24-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt
- bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt
- bib1:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- bib1:Lisboa-2017
- bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID12-ArsGeneralisUltima**

Figura T29 – Query H11

DL query:

Query (class expression)

orowl\_validacao:Obra

Execute Add to ontology

Query results

Instances (53 of 53)

- bib1:ID-24A-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID12-ArsGeneralisUltima**
- bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID15-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID16-ArsUltima.ArsBrevis
- bib1:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID2-ArsDemonstrativa
- bib1:ID20-ArsUltima.ArsBrevis
- bib1:ID24-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID25-LeGrandEtDernierArt
- bib1:ID26-LeGrandEtDernierArt
- bib1:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib1:ID5-ArsGeneralisUltima
- bib1:ID6-ArsBrevis
- bib1:ID8-ScalaGuidoniana
- bib1:Lisboa-2017
- bib2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID12-ArsGeneralisUltima**

Figura T30 – Query H11

## H12 – União de classes WEMI

Description: orowl\_validacao:TesteTrad1

Property assertions: orowl\_validacao:TesteTrad1

Types

orowl\_validacao:Obra

Object property assertions

orowl\_validacao:tradLivre orowl\_validacao:TesteTrad2

Explanation for orowl\_validacao:TesteTrad1 Type orowl\_validacao:Obra

• Show regular justifications • All justifications

○ Show laconic justifications ○ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteTrad1 Type orowl\_validacao:Obra

- 1) orowl\_validacao:TesteTrad1 orowl\_validacao:tradLivre orowl\_validacao:TesteTrad2
- 2) orowl\_validacao:tradLivre Domain bf:Work or Irmer:E2 or rdac:C10001
- 3) orowl\_validacao:Obra EquivalentTo bf:Work or Irmer:E2 or rdac:C10001

Explanation 2 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteTrad1 Type orowl\_validacao:Obra

- 1) orowl\_validacao:TesteTrad1 orowl\_validacao:tradLivre orowl\_validacao:TesteTrad2
- 2) bf:Work SubClassOf orowl\_validacao:Obra
- 3) rdac:C10001 SubClassOf orowl\_validacao:Obra
- 4) orowl\_validacao:tradLivre Domain bf:Work or Irmer:E2 or rdac:C10001
- 5) Irmer:E2 SubClassOf orowl\_validacao:Obra

Figura T31 – Inferência H12



DL query:	DL query:	DL query:
<b>Query (class expression)</b> lrmr:E2	<b>Query (class expression)</b> bf:Work	<b>Query (class expression)</b> rdac:C10001
<input type="button" value="Execute"/> <input type="button" value="Add to ontology"/>	<input type="button" value="Execute"/> <input type="button" value="Add to ontology"/>	<input type="button" value="Execute"/> <input type="button" value="Add to ontology"/>
<b>Query results</b>	<b>Query results</b>	<b>Query results</b>
Instances (14 of 14)	Instances (11 of 11)	Instances (15 of 15)
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ bib1:ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib1:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib1:ID8-ScalaGuidoniana</li> <li>◆ bib2:ID2-ArsDemonstrativa</li> <li>◆ bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib2:ID5-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib2:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib2:ID8-ScalaGuidoniana</li> <li>◆ bib3:ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib3:ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib3:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib3:ID8-ScalaGuidoniana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ bib1:ID24A-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib1:ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID2-ArsDemonstrativa</li> <li>◆ bib1:ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib1:ID5-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib1:ID8-ScalaGuidoniana</li> <li>◆ orowl_validacao:TesteAudiolivro1</li> <li>◆ orowl_validacao:teste-prop-errada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ bib1:ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib1:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib1:ID8-ScalaGuidoniana</li> <li>◆ bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ bib2:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib2:ID8-ScalaGuidoniana</li> <li>◆ bib3:ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib3:ID2-ArsDemonstrativa</li> <li>◆ bib3:ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib3:ID28-AGU.AB</li> <li>◆ bib3:ID5-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ bib3:ID6-ArsBrevis</li> <li>◆ bib3:ID8-ScalaGuidoniana</li> </ul>

Figura T32 – Query H12

### H13 – Intersecção de classes WEMI

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Text</li> <li>Audiolivro</li> <li>Three-dimensional object</li> </ul>
Individuals	Individuals (Inferred)
<b>Direct instances (inferred):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ID10-CompendiumArtisDemonstrativa</li> <li>◆ ID12-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ ID24-ArsGeneralisUltima</li> <li>◆ teste-prop-errada</li> <li>◆ TesteAudiolivro1</li> </ul>	

Figura T33 – Inferência H13

DL query.

Asserted

Query (class expression)

bf:Audio

Execute

Add to ontology

Query results

Instances (6 of 6)

:ID-24A-ArsGeneralisUltima

:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa

:ID12-ArsGeneralisUltima

:ID24-ArsGeneralisUltima

orowl\_validacao:TesteAudiolivro1

Explanation for orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf:Audio

Show regular justifications

Show laconic justifications

All justifications

Limit justifications to

2

Explanation 1

Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf:Audio

orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 orowl\_validacao:TesteAudiobook :Francês

orowl\_validacao:Audiolivro EquivalentTo bf:Audio and bf:Text

orowl\_validacao:TesteAudiobook Domain orowl\_validacao:Audiolivro



DL query: Asserted

**Query (class expression)**

bf.Text

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (5 of 5)

- ◆ :ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ :ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ :ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ **orowl\_validacao:TesteAudiolivro1**
- ◆ orowl\_validacao:teste-prop-errada

Explanation for orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf.Text

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to 2

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf.Text

- orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 orowl\_validacao:TesteAudiobook :Francês
- orowl\_validacao:Audiolivro **EquivalentTo** bf:Audio **and** bf:Text
- orowl\_validacao:TesteAudiobook **Domain** orowl\_validacao:Audiolivro

Figura T34 – Query H13

DL query:

**Query (class expression)**

bf:Work

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (11 of 11)

- ◆ bib1:ID-24A-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ **bib1:ID12-ArsGeneralisUltima**
- ◆ bib1:ID2-ArsDemonstrativa
- ◆ **bib1:ID24-ArsGeneralisUltima**
- ◆ bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ **bib1:ID5-ArsGeneralisUltima**
- ◆ bib1:ID6-ArsBrevis
- ◆ bib1:ID8-ScalaGuidoniana
- ◆ **orowl\_validacao:TesteAudiolivro1**
- ◆ orowl\_validacao:teste-prop-errada

Explanation for orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf:Work

☒ Show regular justifications    ☒ All justifications  
☐ Show laconic justifications    ☐ Limit justifications to 2

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf:Work

- 1) orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 orowl\_validacao:TesteAudiobook bib1:Francês
- 2) bf:Audio **SubClassOf** bf:Work
- 3) orowl\_validacao:Audiolivro **EquivalentTo** bf:Audio **and** bf:Text
- 4) orowl\_validacao:TesteAudiobook **Domain** orowl\_validacao:Audiolivro

Explanation 2 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 Type bf:Work

- 1) orowl\_validacao:TesteAudiolivro1 orowl\_validacao:TesteAudiobook bib1:Francês
- 2) orowl\_validacao:Audiolivro **EquivalentTo** bf:Audio **and** bf:Text
- 3) orowl\_validacao:TesteAudiobook **Domain** orowl\_validacao:Audiolivro
- 4) bf:Text **SubClassOf** bf:Work

Figura T35 – Query H13

## S02 – Relações similares de assunto

The screenshot displays a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Description: bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa', lists types: 'bf:Work', 'Irmr:E2', and 'rdac:C10001'. The right panel, titled 'Property assertions: bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa', lists object property assertions: 'bf:references bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'bf:relatedTo bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'Irmr:R1 bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'Irmr:R12 bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'rdawo:P10307 bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'rdawo:P10324 bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'rdaxo:P00001 bib1:ID2-ArsDemonstrativa', and 'orowl\_validacao:assunto bib1:ID2-ArsDemonstrativa'. A red arrow points from the 'orowl\_validacao:assunto' assertion to an 'Explanation' dialog box. The dialog box has options for 'Show regular justifications', 'Show laconic justifications', 'All justifications', and 'Limit justifications to'. It shows 'Explanation 1' with the text: 'Explanation for: bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa orowl\_validacao:assunto bib1:ID2-ArsDemonstrativa', 'bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa bf:references bib1:ID2-ArsDemonstrativa', and 'bf:references EquivalentTo orowl\_validacao:assunto'.

Figura T36 – Inferência S02

The screenshot displays a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Description: bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa', lists types: 'Irmr:E2' and 'rdac:C10001'. The right panel, titled 'Property assertions: bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa', lists object property assertions: 'Irmr:R12 bib2:ID2-ArsDemonstrativa', 'bf:references bib2:ID2-ArsDemonstrativa', 'bf:relatedTo bib2:ID2-ArsDemonstrativa', and 'Irmr:R1 bib2:ID2-ArsDemonstrativa'. A red arrow points from the 'bf:references' assertion to an 'Explanation' dialog box. The dialog box has options for 'Show regular justifications', 'Show laconic justifications', 'All justifications', and 'Limit justifications to'. It shows 'Explanation 1' with the text: 'Explanation for: bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa bf:references bib2:ID2-ArsDemonstrativa', 'Irmr:R12 EquivalentTo orowl\_validacao:assunto', 'bf:references EquivalentTo orowl\_validacao:assunto', and 'bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa Irmr:R12 bib2:ID2-ArsDemonstrativa'.

Figura T37 - Inferência S02

Description: bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa Property assertions: bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa

Types +

- rdac:C10001
- Irmer:E2

Same Individual As +

Different Individuals +

Object property assertions +

- rdawo:P10324 bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- bf.references bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- bf.relatedTo bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- Irmer:R1 bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- Irmer:R12 bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- rdawo:P10307 bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- rdaxo:P00001 bib3:ID2-ArsDemonstrativa
- orowl\_validacao:assunto bib3:ID2-ArsDemonstrativa

Explanation for bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa orowl\_validacao:assunto bib3:ID2-ArsDemonstrativa

☒ Show regular justifications
 ☒ All justifications
 ☐ Show laconic justifications
 ☐ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa orowl\_validacao:assunto bib3:ID2-ArsDemonstrativa

rdawo:P10324 **EquivalentTo** orowl\_validacao:assunto

bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa rdawo:P10324 bib3:ID2-ArsDemonstrativa

Figura T38 Inferência S02

DL query:

Asserted

Query (class expression)

bf.references some

Execute Add to ontology

Query results

Instances (4 of 4)

- bib1:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa
- bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa**
- bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- bib3:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa

Explanation for bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa Type bf.references some owl:Thing

☒ Show regular justifications
 ☒ All justifications
 ☐ Show laconic justifications
 ☐ Limit justifications to

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa Type bf.references some owl:Thing

Irmer:R12 **EquivalentTo** orowl\_validacao:assunto

bf.references **EquivalentTo** orowl\_validacao:assunto

bib2:ID3-CompendiumArtisDemonstrativa Irmer:R12 bib2:ID2-ArsDemonstrativa

Figura T39 Query S02

## H16 – Proliferação de relações de derivação

**DL query:**

**Query (class expression)**

orowl\_validacao:derivacao **some**

Execute Add to ontology

**Query results**

Instances (10 of 10)

- ◆ bib1:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib1:ID6-ArsBrevis
- ◆ bib1:ID8-ScalaGuidoniana
- ◆ bib2:ID6-ArsBrevis
- ◆ bib2:ID8-ScalaGuidoniana
- ◆ bib3:ID12-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID24-ArsGeneralisUltima
- ◆ bib3:ID6-ArsBrevis
- ◆ bib3:ID8-ScalaGuidoniana

Figura T40 – Query H16

**Annotations: bib2:ID8-ScalaGuidoniana**

**Descriptive** **Property assertions: bib2:ID8-ScalaGuidoniana**

Types +

● I ? @ x o

● rdac:C1? @

Same Individual As +

Object property assertions +

- Irmer:R22 bib2:ID6-ArsBrevis
- bf.derivativeOf bib2:ID6-ArsBrevis
- bf.hasDerivative bib2:ID6-ArsBrevis
- bf.relatedTo bib2:ID6-ArsBrevis
- Irmer:R1 bib2:ID6-ArsBrevis

**Explanation for bib2:ID8-ScalaGuidoniana bf:hasDerivative bib2:ID6-ArsBrevis**

☒ Show regular justifications ☒ All justifications

☐ Show laconic justifications ☐ Limit justifications to

2

**Explanation 1** ☐ Display laconic explanation

Explanation for: bib2:ID8-ScalaGuidoniana bf:hasDerivative bib2:ID6-ArsBrevis

- Irmer:R22 **EquivalentTo** orowl\_validacao:derivacao
- bib2:ID8-ScalaGuidoniana Irmer:R22 bib2:ID6-ArsBrevis
- bf:hasDerivative **EquivalentTo** orowl\_validacao:derivacao

Figura T41 - Inferência H16

## S04 – Relações de reprodução digital

**DL query:**

**Query (class expression)**

`inverse orowl_validacao:manifestacaoAnalogica some`

**Query results**

Instances (2 of 2)

- ◆ bib1:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa
- ◆ bib2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa

Figura T42 – Query S04

**DL query:**

**Query (class expression)**

`inverse orowl_validacao:manifestacaoDigital some`

**Query results**

Instances (2 of 2)

- ◆ bib1:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca
- ◆ bib2:ID27-Digitalizacao-CAD-mss-Alcobaca

Figura T43 – Query S04

## H19 – Omissão de constructo todo-parte

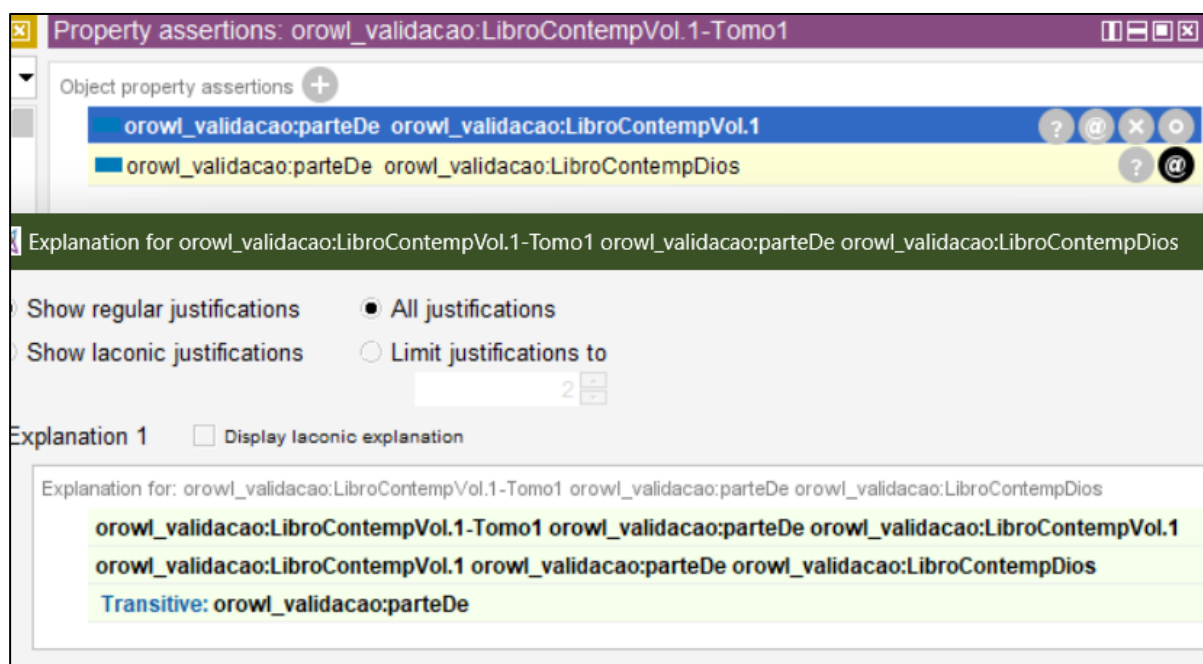


Figura T44 – Inferência H19

## H20 – Manifestação de Agregação

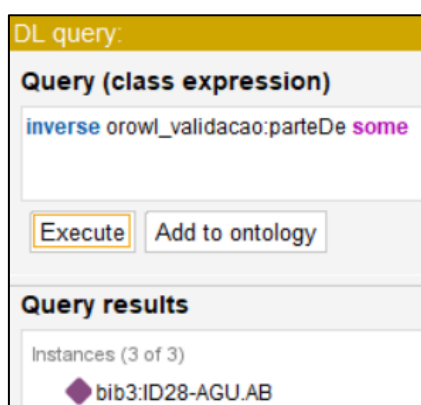


Figura T45 – Query H20\_1

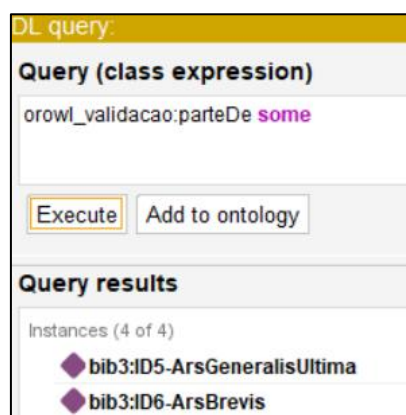


Figura T46– Query H20\_2



## ANEXO U

### VALIDAÇÃO DA OR POR RESTRIÇÕES SHACL

Impressões de ecrã do *software* TopBraidComposer Free-Edition, ilustrativas da validação das restrições SHACL para a OR (ORSHACL) efetuada no Capítulo 8.

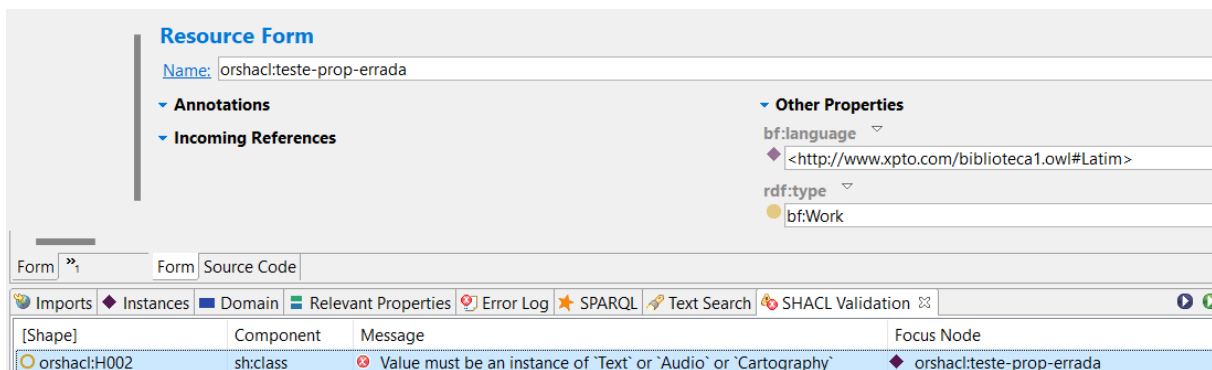


Figura U1 – Validação da SHAPE H02

[Shape]	Component	Message	Focus Node	Path
orowl:Obra	dash:closedByTypes	Property orshacl:superInstanceOf is not among those permitted for any of the types	orshacl:ICLRM-ID5-24	orshacl:superInstanceOf
orowl:Obra	dash:closedByTypes	Property orowl:vinculadaPor is not among those permitted for any of the types	<http://www.xpto.com/b...	orowl:vinculadaPor
orowl:Obra	dash:closedByTypes	Property Language information is not among those permitted for any of the types	orshacl:teste-prop-errada	bf:language

Figura U2 - – Validação da SHAPE H08\_2

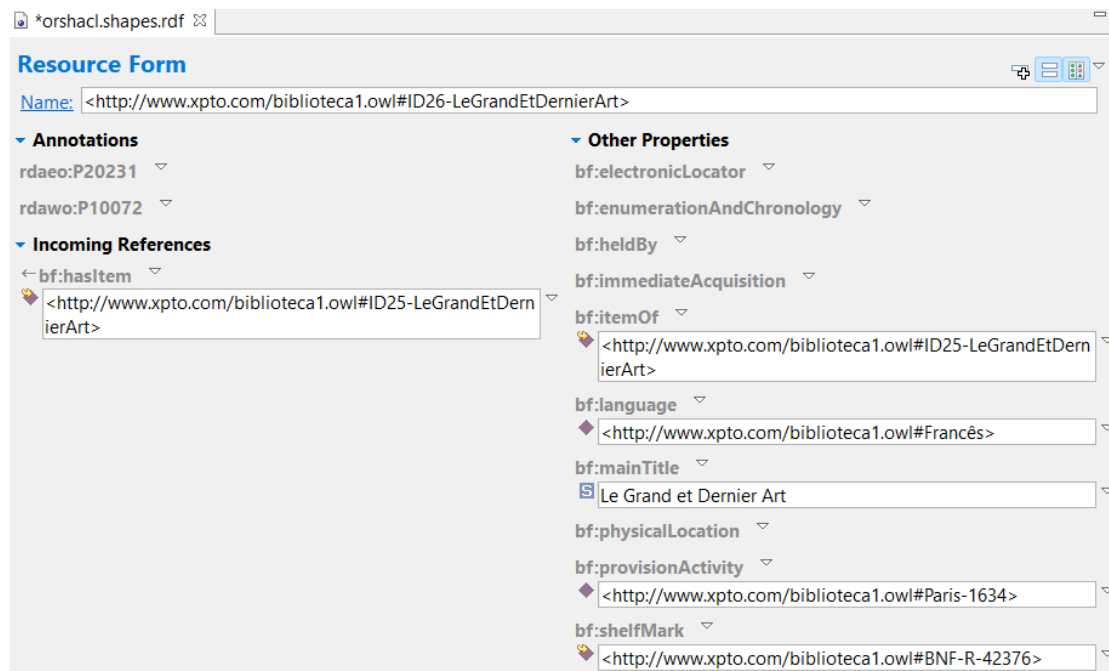


Figura U3 – Validação da SHAPE H08\_2

Shape	Component	Message	[Focus Node]	Path
orowl:Expressao	dash:closedByTypes	Property orowl:vinculadaPor is not am...	biblioteca2:ID26-LeGrandEtDemierArt	orowl:vinculadaPor
orowl:Manifestacao	dash:closedByTypes	Property orowl:vinculadaPor is not am...	biblioteca2:ID26-LeGrandEtDemierArt	orowl:vinculadaPor
orowl:item	dash:closedByTypes	Property orowl:vinculadaPor is not am...	biblioteca2:ID26-LeGrandEtDemierArt	orowl:vinculadaPor
orowl:Obra	dash:closedByTypes	Property orowl:vinculadaPor is not am...	biblioteca2:ID26-LeGrandEtDemierArt	orowl:vinculadaPor

Figura U4 – Validação da SHAPE H08\_2

orowl:vinculadaPor

biblioteca2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa

orshacl:temParte

Incoming References

Form Source Code

Imports Instances Domain Error Log SPARQL Text Search Inferences Local Resources Targets SHACL Validation

[Resource]

biblioteca2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa

biblioteca2:ID19-CompendiumArtisDemonstrativa

biblioteca2:ID20-ArsUltima.ArsBrevis

biblioteca2:ID26-LeGrandEtDemierArt

sh:predicate

sh:prefix

sh:prefixes

sh:property

sh:property

rdf:type

Irmer:E5, owl:NamedIndividual

Irmer:E5, owl:NamedIndividual

Irmer:E5, owl:NamedIndividual

Irmer:E5, owl:NamedIndividual

Figura U5 – Simulação de erro para validação da SHAPE H08\_3

Shape	Component	Message	[Focus Node]	Path
Property orowl:vinculadaP...	dash:hasValueWithClass	At least one of the values must have class Manifestation	biblioteca2:ID18-Compendiu...	orowl:vinculadaPor
Property orowl:vinculadaP...	dash:hasValueWithClass	At least one of the values must have class Expressao	biblioteca2:ID16-ArsUltima Ar...	orowl:vinculadaPor

Figura U6 - Simulação de erro para validação da SHAPE H08\_3

orowl:vinculadaPor

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID3-CompendiumArtisDemonstrativa>

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID5-ArsGeneralisUltima>

orshacl:temParte

Incoming References

bf:instanceOf

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-ArsUltima.ArsBrevis>

bf:translationOf

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID24-ArsGeneralisUltima>

orowl:vinculadaPor

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID16-ArsUltima.ArsBrevis>

orshacl:superInstanceOf

orshacl:ICBF-ID5-20

Form Source Code

Imports Instances Domain Error Log SPARQL Text Search Inferences Local Resources Targets SHACL Validation

[Resource]

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID-24A-ArsGeneralisUltima>

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID10-CompendiumArtisDemonstrativa>

<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-ArsGeneralisUltima>

Figura U7 - Simulação de erro para validação das SHAPES H08\_4



Imports			Instances	Domain	Error Log	SPARQL	Text Search	Inferences	Local Resources	Targets	SHA
Shape									Component		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									sh:minCount		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									dash:hasValueWithClass		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									sh:minCount		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									dash:hasValueWithClass		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									sh:maxCount		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									dash:hasValueWithClass		
Property orowl:vinculadaPor: hasValueWithClass=orowl:Obra, minCount=1, maxCount=1									sh:minCount		
ACL Validation											
Message			[Focus Node]						Path		
Property needs to have at least 1 values, but found 0			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID-24A-...						orowl:vinculadaPor		
At least one of the values must have class orowl:Obra			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID-24A-...						orowl:vinculadaPor		
Property needs to have at least 1 values, but found 0			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID10-Co...						orowl:vinculadaPor		
At least one of the values must have class orowl:Obra			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID10-Co...						orowl:vinculadaPor		
Property may only have 1 values, but found 2			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID12-Ars...						orowl:vinculadaPor		
At least one of the values must have class orowl:Obra			<http://www.xpto.com/biblioteca1.owl#ID14-Co...						orowl:vinculadaPor		

Figura U8 - Simulação de erro para validação das SHAPES H08\_4 (cardinalidade máxima)

Imports			Instances	Domain	Error Log	SPARQL	Text Search	Inferences	Local Resources	Targets	SHACL Validation
Shape			[Component]						Message		
Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1			sh:minCount						Property needs to have at least 1 values, but found 0		
Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1			sh:minCount						Property needs to have at least 1 values, but found 0		
			Focus Node						Path		
			biblioteca2:ID18-CompendiumArtisDemonstrativa						orowl:vinculadaPor		
			biblioteca2:ID16-ArsUltimaArsBrevis						orowl:vinculadaPor		

Figura U9 - Simulação de erro para validação das SHAPES H08\_4 (cardinalidade mínima)

Shape			Component		Message	
Property sh:path: editWidget= <http://topbraidd.org/tosh.ui#Path...			sh:minCount		Property needs to have at least 1 values, but found 0	
Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1			sh:minCount		Property needs to have at least 1 values, but found 0	
Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1			sh:minCount		Property needs to have at least 1 values, but found 0	
Property orowl:vinculadaPor: minCount=1, maxCount=1			sh:minCount		Property needs to have at least 1 values, but found 0	
			[Focus Node]		Path	
			Property <Missing path>: label=condicoes-suproprelbibcomp, n...		sh:path	
			biblioteca2:ID10-CompendiumArtisDemonstrativa		orowl:vinculadaPor	
			biblioteca2:ID12-ArsGeneralisUltima		orowl:vinculadaPor	
			biblioteca2:ID14-CompendiumArtisDemonstrativa		orowl:vinculadaPor	

Figura U10 - Simulação de erro para validação das SHAPES H08\_4 (cardinalidade mínima)

Imports				Instances	Domain	Relevant Properties	Error Log	SPARQL	Text Search	SHACL Validation	
[Shape]		Component	Message					Focus Node			
orshacl:H12_1		sh:class	Value must be an instance of 'Work [bf:Work]' or 'work' or 'Work [lmer:E2]' or 'orowl:Obra'					orshacl:TesteTrad1			

Figura U11 - Validação da SHAPE H12\_1

**Resource Form**

Name: orshacl:testeDomR12

**Annotations**  
 rdawo:P10324  
 biblioteca2:ID2-ArsDemonstrativa

**Other Properties**  
 Irmer:R12  
 biblioteca2:ID2-ArsDemonstrativa  
 rdf:type  
 foaf:Person

Form Source Code

Imports Instances Domain Error Log SPARQL Text Search Inferences Local Resources Targets SHACL Valid

[Shape]	Component	Message	Focus Node
orshacl:S2-RDA	sh:or	Focus node has none of the shapes from the 'or' list	orshacl:testeDomR12
orshacl:S2-LRM	sh:or	Focus node has none of the shapes from the 'or' list	orshacl:testeDomR12

Figura U12 - Vldação das SHAPE S02

**Resource Form**

Name: orshacl:LibroContempVol.1

**Annotations**

**Other Properties**  
 rdf:type  
 orowl:Manifestacao  
 orowl:parteDe  
 orshacl:LibroContemp  
 orowl:temParte  
 orshacl:LibroContempVol.1-tomo1

Figura U13 – Exemplo para validação da SHAPE H19

**Resource Form**

Name: orshacl:LibroContemp

**Annotations**

**Other Properties**  
 rdf:type  
 orowl:Manifestacao  
 orowl:parteDe  
 orshacl:LibroContempVol.1  
 orowl:temParte  
 orshacl:LibroContempVol.1  
 orowl:temTítulo  
 orshacl:LibroContempenDios

**Incoming References**  
 orowl:parteDe  
 orshacl:LibroContempVol.1  
 orshacl:LibroContempVol.1-tomo1

Figura U14 – Criação de erro para validação da SHAPE H19



**Formalização de Ontologia de Referência para estruturação, interligação  
e validação de dados bibliográficos na Web Semântica**

Helena Simões Patrício