



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
CURSO DE BIBLIOTECONOMIA

Sara Maciel Soares

**Demonstração de uma abordagem metodológica para representação de conceitos na
Administração Pública por meio de ontologias**

Brasília, DF
2025

SARA MACIEL SOARES

**Demonstração de uma abordagem metodológica para representação de conceitos
na Administração Pública por meio de ontologias**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Graduação em Biblioteconomia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Biblioteconomia.

Orientadora: Dra. Fernanda Farinelli

Brasília, DF

2025

CIP - Catalogação na Publicação

S676d Soares, Sara Maciel.
 Demonstração de uma abordagem metodológica para
representação de conceitos na Administração Pública por meio
de ontologias / Sara Maciel Soares;

 Orientador: Fernanda Farinelli. Brasília, 2025.
 139 f.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação -
Biblioteconomia) Universidade de Brasília, 2025.

 1. Organização do conhecimento. 2. Engenharia de
ontologia. 3. Modelagem de domínio. 4. Realism-Based
Ontology engineering Methodology. 5. Administração Pública
brasileira. I. Farinelli, Fernanda, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: Demonstração de uma abordagem metodológica para representação de conceitos na Administração Pública por meio de ontologias

Autor(a): Sara Maciel Soares

Monografia apresentada em **3 de abril de 2025** na Faculdade de Ciência da Informação da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Biblioteconomia.

Orientador(a): Dra. Fernanda Farinelli (FCI/UnB)

Membro Interno: Dr. Marcio Bezerra da Silva (FCI/UnB)

Membro externo: Dr. Milton Shintaku (IBICT)



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Farinelli, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Ciência da Informação**, em 08/04/2025, às 23:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Bezerra da Silva, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Ciência da Informação**, em 08/04/2025, às 23:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Milton Shintaku, Usuário Externo**, em 09/04/2025, às 08:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **12616299** e o código CRC **A1043D9A**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao autor da minha vida e salvador da minha alma, Jesus Cristo. Obrigada por verdadeiramente ser o Caminho, a Verdade e a Vida.

Aos meus amados pais, José Edson e Oslene, aos meus queridos irmãos Lúdia e Matheus, as minhas avós amadas, Maria José e Horelina e a toda a minha família, meu sincero e infinito obrigada, palavras não poderiam expressar o quanto sou grata e o quanto esse trabalho não é meu, mas sim, nosso, fruto de todo apoio e ensino amoroso compartilhados comigo.

Ao Ágape que sempre me apoia, gratidão.

A minha querida orientadora, professora Fernanda Farinelli, a senhora é um presente maravilhoso. Agradeço por toda orientação, pelas portas abertas, pelo carinho e compreensão tão característicos da sua personalidade. A ciência brasileira é feliz por ter a senhora.

Aos professores que compõem esta banca, professor Milton Shintaku e professor Márcio Bezerra, obrigada pelo apoio e disponibilidade. Obrigada, professor Milton por tanto conhecimento compartilhado e pelo belíssimo trabalho desenvolvido em prol da expansão do conhecimento científico no Brasil. Ao professor Márcio Bezerra, obrigada pela disponibilidade e organização, seu trabalho é essencial para os alunos da Biblioteconomia da Universidade de Brasília e para o desenvolvimento da Ciência da Informação brasileira.

Ao curso de Biblioteconomia da UnB, composto por professores e alunos, técnicos e colaboradores. Orgulho-me por ser parte desta história, obrigada!

RESUMO

A complexidade da Administração Pública Brasileira, associada à fragmentação conceitual entre seus diversos órgãos, exige soluções que promovam a integração semântica de dados e a interoperabilidade entre sistemas governamentais. As ontologias formais emergem como uma alternativa promissora para enfrentar esse desafio, por oferecerem representações explícitas, compartilháveis e computacionalmente processáveis do conhecimento institucional. No entanto, a engenharia de ontologias é um processo complexo, que exige conhecimentos técnicos sobre lógica, modelagem conceitual e ferramentas especializadas. No campo da Ciência da Informação, a *Realism-Based Ontology engineerRing Methodology* (ReBORM) destaca-se por incorporar os princípios do realismo ontológico e orientar a construção de artefatos ontológicos consistentes. Originalmente aplicada a domínios biomédicos, esta pesquisa tem como objetivo demonstrar sua aplicabilidade na construção da ontologia da Administração Pública Brasileira (ONTOGOVBR) — uma ontologia de referência voltada à representação de conceitos transversais da Administração Pública Brasileira. Adotou-se uma abordagem qualitativa, com procedimentos bibliográficos e documentais, articulados à *Design Science Research* (DSR). A aplicação da ReBORM mostrou-se exequível, destacando-se pelo ciclo iterativo-incremental, pelas fases bem documentadas e pelos artefatos gerados ao longo do processo, como o documento de especificação de requisitos ontológicos e o documento de arquitetura. A fase conceitual foi essencial para a delimitação do escopo e a aquisição de conhecimento sobre o domínio. Evidencia-se, nesse processo, o papel estratégico do bibliotecário, cuja formação em organização e representação do conhecimento contribui de forma decisiva, especialmente na conceituação ontológica. Conclui-se que a ReBORM é aplicável à modelagem de ontologias em domínios diversos, com potencial para promover a padronização semântica e a interoperabilidade de dados na gestão pública.

Palavras-chave: Organização do conhecimento; Engenharia de ontologia; Modelagem de domínio; *Realism-Based Ontology engineerRing Methodology*; Administração Pública Brasileira.

Title: Applying a methodological approach to concept representation in public administration using ontologies

ABSTRACT

The complexity of the Brazilian Public Administration, coupled with the conceptual fragmentation across its various agencies, demands solutions that enable semantic data integration and interoperability among government information systems. Formal ontologies have emerged as a promising approach to address this challenge by offering explicit, shareable, and machine-processable representations of institutional knowledge. However, ontology engineering is a complex process that requires technical expertise in logic, conceptual modeling, and specialized tools. In the field of Information Science, the Realism-Based Ontology engineerRing Methodology (ReBORM) stands out for incorporating the principles of ontological realism and guiding the development of consistent ontological artifacts. Originally applied in biomedical domains, this study aims to demonstrate its applicability in constructing ONTOGOVBR—a reference ontology designed to represent cross-cutting concepts within the Brazilian Public Administration. A qualitative research approach was adopted, using bibliographic and documentary methods, framed within the Design Science Research (DSR) methodology. The application of ReBORM proved feasible, particularly due to its iterative-incremental cycle, well-documented phases, and the generation of key artifacts, such as the Ontology Requirements Specification Document and the Architecture Specification Document. The conceptual phase was critical for defining the ontology's scope and acquiring domain knowledge. This process highlights the strategic role of librarians, whose training in knowledge organization and representation is essential—especially during the conceptualization stage. The study concludes that ReBORM is applicable across diverse domains and holds strong potential for promoting semantic standardization and data interoperability in public sector information systems.

Keywords: Knowledge organization; Ontology engineering; Domain modeling; Realism-Based Ontology engineerRing Methodology; Brazilian Public Administration.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplos de relações associativas	26
Quadro 2: Elementos básicos das ontologias.	31
Quadro 3: Tipos de ontologias por abordagem.	32
Quadro 4: Correspondência entre as etapas da DSR e as fases da ReBORM.	66
Quadro 5: Correspondência entre os objetivos específicos e os procedimentos de pesquisa. .	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Taxonomia dos Sistemas de Organização do Conhecimento.....	27
Figura 2: Tipologia de ontologia por acoplamento ao domínio.	33
Figura 3: Hierarquia da BFO 2.0 traduzida para o português.	34
Figura 4: Fases da ReBORM.....	45
Figura 5: Esquema de atividades da <i>fase conceitual</i> da REBORM.....	46
Figura 6: Modelo de Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia.	47
Figura 7: Esquema de atividades da <i>fase de iniciação</i> da ReBORM.	49
Figura 8: Esquema de atividades da <i>fase de projeto</i> da REBORM.....	50
Figura 9: Modelo de Documento de Especificação da Arquitetura.....	51
Figura 10: Tarefas de preparação conceitual.....	53
Figura 11: Esquema de atividades da <i>fase de implementação</i> da ReBORM.	54
Figura 12: Esquema de atividades da <i>fase de disponibilização</i> da ReBORM.	56
Figura 13: Tela de pesquisa do portal Ontobee.	79
Figura 14: Tela de pesquisa do <i>Industry Portal</i>	80
Figura 15: Detalhes da exclusão de classes da <i>Common Core Ontologies</i> no <i>Protégé</i>	88
Figura 16: Exemplo de uso do plugin MIREOT no <i>Protégé</i> na ONTOGOVBR.....	89
Figura 17: Exemplo de resultado da atividade de localização da ontologia.	90
Figura 18: Exemplo de localização do termo “ <i>organization</i> ” por meio da interface visual do <i>Protégé</i>	91
Figura 19: Detalhe da integração da ontologia de alto nível com as ontologias selecionadas para reuso.	92
Figura 20: Detalhes da formalização da classe <i>autarquia</i> no <i>Protégé</i>	93
Figura 21: Detalhes da documentação da classe <i>autarquia</i> no <i>Protégé</i>	94
Figura 22: Repositório Git da ONTOGOVBR.....	95
Figura 23: Detalhes da hierarquia da ONTOGOVBR, destacando termos reusados.	97
Figura 24: Visualização de classes da ONTOGOVBR na aba <i>OntoGraf</i> do <i>Protégé</i>	97
Figura 25: Detalhes da visualização da hierarquia da ONTOGOVBR na aba <i>Entities</i> no <i>Protégé</i>	99
Figura 26: Métricas da ONTOGOVBR no <i>Protégé</i>	100
Figura 27: Detalhes da documentação da ONTOGOVBR no <i>Protégé</i>	100

LISTA DE SIGLAS

BCE/UnB	-	Biblioteca Central da Universidade de Brasília
BFO	-	<i>Basic Formal Ontology</i>
CAPES	-	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCO	-	<i>Common Core Ontology</i>
CDD	-	Classificação Decimal de Dewey
CDU	-	Classificação Decimal Universal
CI	-	Ciência da Informação
CLIF	-	<i>Common Logic Interchange Format</i>
DL	-	<i>Descriptive Logic</i>
DSR	-	<i>Design Science Research</i>
eGov	-	Governo Eletrônico
ENGE	-	Estratégia Nacional de Governo Eletrônico
FAIR	-	<i>Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable</i>
FOL	-	<i>First-Order Logic</i>
GoodOD	-	<i>Good Practice Ontology Design Principles</i>
IAO	-	<i>Information Artifact Ontology</i>
IBICT	-	<i>Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia</i>
IEC	-	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IOF	-	<i>Industrial Ontology Foundry</i>
IORSD	-	Documento Iterativo de Especificação de Requisitos da Ontologia
IRI	-	<i>Internationalized Resource Identifier</i>
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i>
KOP	-	<i>Knowledge Organization Process</i>
LAI	-	Lei de Acesso à Informação
LAG	-	Lista de Assuntos de Governo
LN	-	Linguagem Natural
MIREOT	-	<i>Minimum Information to Reference an External Ontology Term</i>
MPO	-	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
NeOn	-	<i>Networked Ontologies</i>
OBI	-	<i>Ontology for Biomedical Investigations</i>
OBO	-	<i>Open Biological and Biomedical Ontology Foundry</i>
OC	-	Organização do Conhecimento
ODP	-	<i>Ontology Design Pattern</i>
OMRSE	-	<i>Ontology of Medically Related Social Entities</i>
ONTOGOVBR	-	Ontologia de Referência da Administração Pública Brasileira

OntONeo	-	<i>Obstetric and Neonatal Ontology</i>
OPSS!	-	<i>Ontology Pitfall Scanner!</i>
ORC	-	Representação e Organização do Conhecimento
ORSD	-	<i>Ontology Requirements Specification Document</i>
OWL	-	<i>Ontology Web Language</i>
Perl	-	<i>Practical Extraction and Reporting Language</i>
pt-BR	-	Português do Brasil
PURL	-	<i>Persistent Uniform Resource Locator</i>
RC	-	Representação do Conhecimento
RDF	-	<i>Resource Description Framework</i>
ReBORM	-	<i>Realism-Based Ontology engineeRing Methodology</i>
RI	-	Recuperação da Informação
RSL	-	Revisão Sistemática de Literatura
RO	-	<i>Relation Ontology</i>
RVBI	-	Rede Virtual de Bibliotecas
SABiO	-	<i>Systematic Approach for Building Ontologies</i>
SemVer	-	<i>Semantic Versioning</i>
SI	-	Sistema de Informação
SKOS	-	<i>Simple Knowledge Organization System</i>
SOC	-	Sistema de Organização do Conhecimento
SOF	-	Secretaria de Orçamento Federal
SPARQL	-	<i>Protocol and Resource Description Framework Query Language</i>
SRI	-	Sistema de Recuperação da Informação
TIC	-	Tecnologia da Informação e Comunicação
TOVE	-	<i>Toronto Virtual Enterprise</i>
UPON	-	<i>Unified Process for Ontology Building</i>
URI	-	<i>Uniform Resource Identifier</i>
VCB	-	Vocabulário Controlado Básico
VCGE	-	Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico
W3C	-	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	-	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problema	15
1.2	Objetivo	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos:	15
1.3	Justificativa	16
1.4	Estrutura do trabalho	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	A problemática da Recuperação da Informação	19
2.2	Organização do Conhecimento	20
2.2.1	Teorias de Organização do Conhecimento	22
2.2.2	Sistemas de Organização do Conhecimento	24
2.3	Fundamentos em Ontologias.....	29
2.3.1	Conceito de Ontologia	30
2.3.2	Classificação de Ontologias	31
2.3.3	Princípios para Construção de Ontologias.....	36
2.3.4	Metodologias para Construção de Ontologias	41
2.3.5	Aplicações de ontologias e vocabulários no domínio da Administração Pública Brasileira	57
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	61
3.1	Classificação da pesquisa.....	61
3.2	Procedimentos e etapas de pesquisa	62
3.2.1	Pesquisa bibliográfica.....	62
3.2.2	Pesquisa documental.....	64
3.2.3	Design Science Research	65
3.3	Relação entre objetivos específicos e procedimentos e etapas de pesquisa	66
3.4	Ferramentas Utilizadas	67
4	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	69
4.1	Uso da Metodologia ReBORM para a construção da ONTOGOVBR	69
4.2	Análise do domínio de conhecimento Administração Pública Brasileira	73
4.2.1	O domínio da Administração Pública Brasileira.....	74
4.2.2	Governo eletrônico	75
4.3	Procedimentos metodológicos para a construção da ONTOGOVBR.....	76
4.3.1	Fase conceitual	77
4.3.2	Fase de iniciação	81
4.3.3	Fase de projeto	84

4.3.4	Fase de implementação	91
4.3.5	Fase de disponibilização	95
4.4	A ontologia de referência da Administração Pública Brasileira	95
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
5.1	Contribuições da Biblioteconomia e da Ciência da Informação	103
5.2	Limitações e trabalhos futuros	104
5.3	Conclusão.....	105
	REFERÊNCIAS	107
	APÊNDICE A – Documento de Especificação de Requisitos.....	118
	APÊNDICE B – Planilhas de Questões de Competência	121
	APÊNDICE C – Documento de Especificação de Arquitetura.....	127
	APÊNDICE D – Política de Versionamento.....	129
	APÊNDICE E – Planilhas de Preparação Conceitual de Termos	133

1 INTRODUÇÃO

O interesse em representações formais do conhecimento tem crescido significativamente nas últimas décadas impulsionado pela expansão dos sistemas informatizados e pelo advento da *Web Semântica*. Esta expansão tem em vista a necessidade de estruturação semântica dos conceitos da realidade natural de maneira inteligível por máquina. Adicionalmente, a transformação digital da Administração Pública tem exigido soluções cada vez mais estruturadas para lidar com o alto volume de dados, a complexidade dos processos e a necessidade de integração entre sistemas. Entretanto, um dos maiores desafios é a padronização de conceitos e termos utilizados por diferentes órgãos governamentais. A ausência de um vocabulário comum prejudica a interoperabilidade de dados e sistemas de informação, dificultando a recuperação da informação (RI) e comprometendo a eficiência dos serviços públicos.

Para exemplificar, na Administração Pública Brasileira, uma mesma pessoa pode ser representada de formas distintas por diferentes órgãos: é considerada paciente ou médico pelo Ministério da Saúde; aluno ou professor no Ministério da Educação; condutor ou proprietário de veículo para o Departamento de Trânsito; eleitor para a Justiça Eleitoral; e contribuinte para a Receita Federal. Apesar de se tratar do mesmo cidadão, os dados são fragmentados, com representações distintas e, muitas vezes, incompatíveis entre si. Tal incompatibilidade limita a capacidade dos sistemas de informação (SI) de interoperar. Ou seja, os SI que gerenciam esses papéis muitas vezes não são integrados, o que muitas vezes leva à duplicidade de dados, a inconsistência e a dificuldade de compartilhamento dos dados. No contexto da administração pública, a capacidade de interoperar é essencial para permitir a comunicação entre sistemas governamentais heterogêneos e a integração de dados dispersos em diferentes níveis e setores.

A interoperabilidade pode ser compreendida como a capacidade de diferentes sistemas operarem de forma conjunta, trocando informações de maneira eficiente e sem exigir esforços adicionais por parte dos usuários. Essa característica torna possível o acesso integrado a dados provenientes de múltiplas fontes por meio de uma única interface, o que favorece a criação de serviços que utilizam informações de diferentes instituições (Arms *et al.*, 2002). É importante destacar que a literatura especializada classifica a interoperabilidade em diferentes tipos, cada um relacionado a um aspecto específico da comunicação entre sistemas. A *interoperabilidade técnica* refere-se à compatibilidade entre infraestruturas, dispositivos e redes; a *interoperabilidade sintática* diz respeito ao uso de formatos e estruturas padronizadas de

dados, como XML ou JSON, que permitem que os sistemas troquem informações de maneira compreensível em nível estrutural; a *interoperabilidade semântica* assegura que os dados trocados tenham o mesmo significado para todos os sistemas envolvidos, mesmo com terminologias distintas; a *interoperabilidade organizacional* envolve o alinhamento entre processos, fluxos de trabalho e objetivos institucionais; e a *interoperabilidade legal* trata da harmonização normativa e jurídica entre os entes que compartilham dados (Arms *et al.*, 2002; Bishr, 1997; European Commission, 2017). Ao longo deste trabalho, o termo *interoperabilidade* é utilizado de forma geral para se referir a qualquer uma dessas dimensões — isoladas ou combinadas —, com foco na superação das barreiras que dificultam a integração da informação no setor público.

Neste contexto, as teorias ontológicas oriundas da Metafísica ganham destaque, sendo aplicadas na modelagem conceitual e formal de domínios, resultando no desenvolvimento de ontologias como artefatos centrais. Essas práticas promovem o campo da Ontologia Aplicada (Pinto; Almeida, 2020), integrando disciplinas como Ciência da Informação (CI) e a Biblioteconomia, e possibilitando novas aplicações de métodos e teorias em sistemas de organização do conhecimento (SOC), principalmente no contexto do avanço tecnológico e da recuperação automática da informação em uma sociedade caracterizada pela produção massiva de dados. As ontologias formais promovem uma representação formal e sem ambiguidade dos conceitos de um domínio (Farinelli; Melo; Almeida, 2013). Assim, permitem maior padronização, integração e reuso de informações em sistemas computacionais. Sua adoção pode favorecer tanto o alinhamento semântico entre diferentes bases de dados quanto a automação de processos e a melhoria da qualidade da informação na esfera pública.

No entanto, a engenharia de ontologias é um processo complexo, que exige conhecimento técnico sobre lógica, modelagem conceitual e ferramentas especializadas. Esse processo muitas vezes não é dominado pelos especialistas do domínio de conhecimento, que detêm a expertise temática, mas não têm familiaridade com as etapas formais da modelagem ontológica. Essa lacuna dificulta a aplicação prática dessas diretrizes, especialmente em domínios amplos e institucionalmente fragmentados, como o da Administração Pública, onde os conceitos são abstratos, múltiplos e frequentemente sobrepostos entre diferentes entes governamentais. Embora diversas metodologias e princípios de boas práticas tenham sido propostos, a aplicação concreta desses guias ainda enfrenta barreiras metodológicas e operacionais nos contextos institucionais.

1.1 Problema

Diante desse cenário, a pergunta que orienta este trabalho é: *Como aplicar uma metodologia sistemática de construção de ontologias para representar conceitos transversais da Administração Pública Brasileira?*

No campo da CI, iniciativas metodológicas específicas vêm sendo desenvolvidas com foco na construção de ontologias alinhadas aos princípios da Organização do Conhecimento (OC). Destacam-se, nesse contexto, a *OntoForInfoScience*, que propõe diretrizes orientadas à formalização de ontologias voltadas à representação do conhecimento científico, e a ReBORM (*Realism-Based Ontology engineRing Methodology*), que é estruturada por fases, tendo sido aplicada originalmente na modelagem de ontologias biomédicas. Diante disso, torna-se relevante a aplicação da metodologia ReBORM na construção de ontologias de diferentes domínios de conhecimento, como por exemplo, a Administração Pública, com o objetivo de explorar sua aplicabilidade prática.

1.2 Objetivo

Diante do problema identificado e do contexto apresentado, torna-se essencial estabelecer objetivos claros que orientem o desenvolvimento desta pesquisa. Os objetivos delineiam a direção do estudo, indicando tanto o propósito geral quanto as metas específicas que precisam ser alcançadas para responder à questão de pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é *demonstrar a aplicação da metodologia ReBORM na construção de uma ontologia de referência para representar conceitos transversais da Administração Pública Brasileira, com vistas a validá-la como uma metodologia exequível para esse domínio.*

1.2.2 Objetivos Específicos:

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

1. **Estudar a metodologia ReBORM para desenvolvimento de ontologias de referência e domínio**, selecionando abordagens adequadas e detalhando o processo desde a coleta de requisitos até a formalização dos axiomas;

2. **Analisar o escopo de conhecimento da Administração Pública Brasileira**, identificando os conceitos transversais essenciais e delimitando seu alcance para garantir relevância e aplicabilidade nos diferentes órgãos da Administração Pública;
3. **Aplicar a metodologia ReBORM na construção da ontologia da Administração Pública Brasileira**, documentando todas as etapas — desde a modelagem conceitual até a representação formal;
4. **Apresentar uma síntese do resultado da ontologia proposta**, destacando sua estrutura conceitual, abrangência temática e potencial de reuso em contextos institucionais diversos.

1.3 Justificativa

A Administração Pública Brasileira é um ambiente complexo, composto por diversos órgãos, normativas e processos que, frequentemente, utilizam terminologias distintas para representar conceitos similares. Essa falta de padronização dificulta a integração de sistemas, a interoperabilidade de dados e a recuperação eficiente de informações entre diferentes entes governamentais.

Nos últimos anos, o uso de ontologias na administração pública tem se expandido, impulsionado por iniciativas de transparência e modernização digital, especialmente após a promulgação da Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011) e a ampliação dos sistemas de Governo Eletrônico (eGov). Essas mudanças estimularam a migração e organização de grandes volumes de dados governamentais, exigindo modelos estruturados para representação e integração da informação.

As ontologias são uma alternativa eficiente para estruturar o conhecimento de forma formal e reutilizável, permitindo a padronização terminológica e a interoperabilidade entre sistemas de informação governamentais. Embora existam iniciativas como o Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico e o Vocabulário Controlado Básico, elas ainda não incorporam um modelo ontológico abrangente.

As ontologias se apresentam como artefatos fundamentais para lidar com esse cenário, por permitirem a representação formal, explícita e compartilhável do conhecimento, eliminando ambiguidades e promovendo a integração semântica entre sistemas. No entanto, apesar do avanço teórico na área, ainda são escassas as aplicações sistemáticas de

metodologias de construção de ontologias voltadas à realidade institucional da administração pública.

Nesse contexto, este trabalho se justifica por buscar validar a aplicação da metodologia ReBORM em um domínio distinto daquele em que foi originalmente concebida — o biomédico. A ReBORM, por ter sido desenvolvida no âmbito da CI e por estar alinhada aos princípios da OC, mostra-se promissora para orientar a modelagem de ontologias em contextos institucionais complexos, como o da gestão pública. Sua aplicação à construção da ONTOGOVBR permite avaliar sua exequibilidade, adaptabilidade e potencial de contribuição para a padronização conceitual em ambientes governamentais.

Além da contribuição metodológica, este trabalho também ressalta o papel estratégico que o profissional bibliotecário pode desempenhar na engenharia de ontologias. Com sua formação centrada na representação e organização do conhecimento, o bibliotecário possui competências fundamentais para atuar na estruturação conceitual, na curadoria de vocabulários e na mediação entre especialistas do domínio e desenvolvedores técnicos. Ao integrar conhecimentos teóricos e práticos da Biblioteconomia e da CI, esse profissional pode contribuir diretamente para a criação de modelos ontológicos mais precisos, coerentes e interoperáveis.

Assim, a pesquisa contribui tanto do ponto de vista prático, ao propor um artefato ontológico com potencial de reuso, quanto do ponto de vista metodológico, ao documentar e avaliar a aplicação da ReBORM em um novo domínio, gerando conhecimento replicável para futuros projetos de organização do conhecimento no setor público.

1.4 Estrutura do trabalho

Este Trabalho de Conclusão de Curso está organizado em cinco seções principais, abordando de forma sistemática a problemática, os fundamentos teóricos e metodológicos, a construção e validação da ontologia proposta por meio da metodologia ReBORM, bem como os resultados obtidos.

Na *Seção 1*, apresenta-se a introdução ao tema, contextualizando a necessidade de modelagem conceitual na Administração Pública Brasileira e a complexidade da engenharia de ontologias. São delineados o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, bem como a justificativa para o desenvolvimento do trabalho.

A *Seção 2* é dedicada à revisão bibliográfica, abordando conceitos fundamentais da CI e da OC. Discute-se a relação entre Biblioteconomia, RI e Ontologias, além de apresentar

diferentes abordagens e tipologias de SOC. São exploradas as teorias ontológicas e metodologias de construção de ontologias, especialmente a metodologia ReBORM. Destaca-se ainda a aplicação de ontologias na Administração Pública Brasileira.

Na *Seção 3*, são detalhados os aspectos metodológicos adotados para o desenvolvimento do estudo e aplicação da ReBORM na construção da ontologia de referência da Administração Pública Brasileira. São apresentados o escopo da ontologia, a escolha da ferramenta *Protégé* e as diretrizes seguidas para o atingimento dos objetivos específicos.

A *Seção 4* descreve a construção da ontologia, incluindo a definição dos conceitos transversais, a modelagem hierárquica e a formalização dos axiomas por meio das fases e atividades da ReBORM. Também são abordadas as etapas de validação da ontologia junto a especialistas e sua aplicação em um ente da administração pública.

Por fim, a *Seção 5* apresenta as considerações finais. São discutidas as contribuições do estudo para a Biblioteconomia e CI, assim como aspectos de interoperabilidade e reutilização de dados na gestão pública. Apresenta-se as conclusões acerca da aplicação da ReBORM ao domínio da Administração Pública Brasileira e, ainda, as limitações e perspectivas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta a base científica que sustenta o desenvolvimento desta pesquisa. As subseções seguintes desenvolvem o conceito, história e relações entre a Biblioteconomia, a CI e a problemática moderna da recuperação da informação. Em seguida, é apresentado como a área de OC contribui para resolução desta problemática ao propor teorias e SOC.

Destaca-se, ainda, as ontologias como SOC que permitem a representação semântica e conceitual do conhecimento de domínios específicos, promovendo a melhora na comunicação entre humanos e máquina e o raciocínio deste último grupo. Por fim, apresenta-se os tipos, usos e metodologias de construção de ontologias, a aplicação de ontologias no domínio da administração pública e os trabalhos semelhantes a esta pesquisa que foram identificados na literatura.

2.1 A problemática da Recuperação da Informação

A CI, campo interdisciplinar que se ocupa com a investigação acerca da informação como fenômeno social (Saracevic, 1996; Araújo, 2014b), nasce na revolução técnico-científica do pós Segunda Guerra Mundial, por volta de 1960 (Saracevic, 1996). Esta área emergente, que vem se consolidando nos últimos 60 anos, tem como preocupação central a questão da recuperação da informação em um ambiente de explosão informacional (Saracevic, 1996). Farinelli e Elkin (2017) destacam que a CI se ocupa em investigar as necessidades e aplicações sociais da informação.

Desde as primeiras proposições de teóricos como Bush (1945 *apud* Saracevic, 1996), que lançou a problemática da recuperação da informação e seu solucionamento pelo uso de tecnologias, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) se apresentaram como um conjunto de ferramentas necessário para solucionar ou mitigar o referido problema. Desde então, o uso das TICs auxilia e potencializa a identificação das informações necessárias para o solucionamento de demandas de conhecimento em um ambiente de intensa produção informacional.

A expressão RI foi pela primeira vez nomeada por Mooers em 1951 como uma ação que abrange “os aspectos intelectuais da descrição de informações e suas especificidades para a busca, além de quaisquer sistemas, técnicas ou máquinas empregados para o desempenho da operação” (Mooers, 1951, p. 25). Inicialmente denominada como o processo de descoberta de informações em documentos armazenados que respondessem a uma necessidade de um

usuário em potencial (Mooers, 1951), a RI hoje é um campo de estudo bem investigado por diversas disciplinas como a CI, a Biblioteconomia e a Ciência da Computação (CC). Mooers (1951) destaca ainda que a RI é fundamental para a documentação e a OC.

Contudo, apesar da sistematização da RI ter se dado no século XX, tal problemática é mais antiga e remonta às inovações dos primeiros catálogos e classificações desenvolvidas no âmbito de bibliotecas da Antiguidade, a exemplo da biblioteca de Nínive (Battles, 2003 *apud* Santos, 2012; Sousa, 2005). Esses sistemas de registro antigos tinham por objetivo salvaguardar os conhecimentos registrados para posterior acesso por um grupo seletivo de pessoas, ainda que sob um paradigma de custódia (Sousa, 2005).

As práticas bibliotecárias de salvaguarda e organização da informação adotadas nas bibliotecas, posteriormente desaguaram na sistematização e institucionalização da Biblioteconomia como disciplina científica no século XX (Araújo, 2014a). Esta disciplina, pelos embates da substituição de paradigmas, primeiro de um paradigma de custódia, depois de um paradigma positivista, assumiu, por fim, um paradigma social, tendo como objeto de estudo, a circulação social do conhecimento, que configura as dimensões social, cultural e educacional da Biblioteconomia (Saracevic, 1996). Essa circulação social não pode acontecer sem uma efetiva RI.

A própria definição de Mooers (1951) relaciona as preocupações da RI com aquelas da Biblioteconomia, sendo que os processos da RI permitem o desempenho dos papéis sociais, culturais e educacionais da Biblioteconomia. Assim, a RI, enquanto processo, se constitui como uma atividade meio da Biblioteconomia, impulsionando pesquisas neste campo.

As preocupações e a investigação acerca da melhora da recuperação da informação incentivaram, também, o desenvolvimento da área de OC. Fortemente ligada à CI e a Biblioteconomia, a OC possui estudos e teorias desenvolvidas no bojo dessas disciplinas, como os SOC, que se mostram essenciais para a RI (Mooers, 1951).

2.2 Organização do Conhecimento

A área de OC surgiu em meados de 1900 com trabalhos de Charles A. Cutter, W. C. Berwick Sayers, Ernest Richardson e Henry Bliss (Araújo, 2014b). Hjørland (2016; 2008) vai defini-la como um campo de pesquisa, ensino e práticas preocupado tanto com a descrição, representação, arquivamento e organização de documentos quanto com a representação destes documentos, assuntos e conceitos por humanos ou programas de computador. Qin (2020)

ainda evidencia que o propósito da OC é estruturação do conhecimento de maneira que permita a padronização e normalização do vocabulário de conceitos e relações.

A OC envolve processos como:

descrição, indexação e classificação de documentos realizadas em bibliotecas, bancos de dados bibliográficos, arquivos e outros tipos de ‘instituições de memória’ por bibliotecários, arquivistas, especialistas em informação, especialistas em assuntos, bem como por algoritmos de computador e leigos (Hjørland, 2008, p. 86, tradução própria).

Basicamente, a OC se preocupa com a natureza dos processos de organização do conhecimento nos próprios SOC. Assim, a OC articula-se em duas dimensões centrais: os processos de organização do conhecimento e os SOC (Hjørland, 2016). Tais processos e SOC objetivam a representação da informação registrada para que sejam eficientemente recuperadas em um dado SI em que serão ou estão armazenados.

Marcondes (2021) evidencia que o surgimento do principal produto da OC, os SOC, se deu de forma paralela ao advento dos Sistemas de Recuperação da Informação (SRI). Assim, a OC desenvolveu-se impulsionada pela explosão informacional e a problemática da RI científica nas décadas de 1950-60. A área continua a evoluir, sendo orientada pela expansão do problema de gerência da informação nas quantidades produzidas atualmente, não só na ciência, mas na sociedade como um todo (Marcondes, 2021).

Visto que a produção de informação hoje se configura em níveis exponencialmente maiores que no surgimento da explosão informacional e está combinada com o fenômeno de produção de dados na internet, intitulado *Big Data*, as necessidades de gestão, representação e organização se agravaram e desencadearam pesquisas acerca de teorias e SOC mais elaborados (Marcondes, 2021). Segundo Marcondes (2021), as práticas principais para garantir a gestão e reuso em larga escala de *Big Data* é a atribuição de semântica aos dados que capacitam as máquinas para a gestão e recuperação automática das informações, práticas que compõem a *Web Semântica*.

Farinelli e Elkin (2017) apontam que a maneira como as organizações lidam com o conhecimento e a informação na atual configuração social, determinam sua competitividade e governança. A sociedade da informação exige decisões rápidas e adequadas as mudanças econômicas e legais, obrigando que as organizações tenham acesso rápido a informações atualizadas (Farinelli, Elkin, 2017). Essas perspectivas atuais da produção, circulação e utilização social da informação e do conhecimento aumentaram, segundo Bax e Almeida (2003), a percepção da relevância das técnicas de organização da informação.

Assim, com a atribuição crescente de importância ao papel da informação e do conhecimento na sociedade hodierna, a área de OC tem ganhado atenção no âmbito acadêmico e prático, principalmente dentro da CI e da Biblioteconomia. Pesquisas têm sido desenvolvidas para a elaboração de novas e mais abrangentes teorias de Representação e Organização do Conhecimento (ORC), bem como é vista a emergência de SOC mais complexos, voltados a atribuição de semântica a dados, visando a automação e a interoperabilidade entre sistemas informacionais, como as pesquisas acerca de ontologias.

2.2.1 Teorias de Organização do Conhecimento

As teorias de OC compõem o eixo central do campo (Hjørland, 2016) e orientam o desenvolvimento dos SOC. Durante a evolução da área de OC, muitas teorias alinhadas as necessidades dos contextos sociais vigentes surgiram. Essas teorias sempre se preocuparam com a elaboração de sistemas de Representação do Conhecimento (RC) que permitissem a categorização das informações armazenadas em SI e potencializassem a recuperação destes conhecimentos.

Ingetraut Dahlberg (1927–2017) desempenhou um papel fundamental na CI, sendo conhecida por suas contribuições à teoria da OC. Sua teoria do conceito estabelece que os conceitos são as unidades básicas do conhecimento, representando abstrações cognitivas de objetos do mundo real. Esses conceitos devem ser organizados hierarquicamente ou em redes relacionais, refletindo suas conexões naturais, como parte/todo ou causalidade (Dahlberg, 1995). Ela também destacou a distinção entre conceito (ideia mental) e termo (expressão linguística), essencial para sistemas classificatórios multilingues (Dahlberg, 1993). Entre suas contribuições mais significativas está o triângulo do conceito, que descreve a relação entre o objeto (realidade observada), o conceito (abstração cognitiva) e o termo (expressão linguística). Esse modelo ajuda a construir sistemas consistentes para OC, como tesouros e ontologias (Dahlberg, 2006). Além disso, Dahlberg desenvolveu um sistema universal de categorias, promovendo hierarquias interdisciplinares aplicáveis a diversos domínios, com o objetivo de criar estruturas conceituais universais e interoperáveis (Dahlberg, 1995). Sua obra permanece fundamental para estudos em classificação, ontologias e epistemologia aplicada.

Outro teórico com vasta produção em OC é Birger Hjørland, que compreende os processos de OC como contextuais, sociais e epistemológicos. Hjørland discorre que a OC não é neutra, mas é informada pelas epistemologias vigentes e pelas compreensões socialmente compartilhadas por uma sociedade ou em um domínio do saber. Neste sentido,

critica o universalismo e propõe que os SOC devem refletir concepções próprias do campo representado, incorporando as estruturas e as relações estabelecidas entre os conceitos do domínio que o SOC abrange. Assim, suas contribuições vão principalmente ao encontro das análises de domínio e das teorias epistemológicas da OC (Hjørland, 2008, 2016).

Em suas obras “*Knowledge Organization*” (2016) e “*What is Knowledge Organization*” (2008), Hjørland sistematiza as principais teorias da OC, classificadas em abordagens centradas em seres humanos e abordagens centradas em máquinas. No entanto, o autor argumenta que esta divisão não é produtiva do ponto de vista teórico, tanto porque as máquinas e os humanos podem seguir abordagens semelhantes para a organização da informação quanto porque é comum que na prática, esses processos ocorram de forma intuitiva, sem a associação a uma teoria específica (Hjørland, 2016).

As abordagens principais da OC se dividem entre abordagens originadas no seio da área e abordagens externas ao campo de OC, mas que influenciaram significativamente o seu desenvolvimento. Dentre as abordagens oriundas da OC tem-se: *práticas /intuitivas, baseadas em consenso, de análise de faceta ou facetada, baseadas no usuário/ cognitivas e as abordagens de análise de domínio/ epistemológicas*. Como abordagens desenvolvidas no bojo de outras disciplinas, mas que influenciaram processos e SOC da OC, têm-se as abordagens: *bibliométrica, oriundas da área de RI, ontológica e baseadas em gênero*.

A *abordagem prática e intuitiva* dá protagonismo as questões práticas da OC, buscando o equilíbrio entre as soluções atualizadas e a evitação de reclassificação. Além disso, busca atender as necessidades de estabilidades dos SI. Já a *abordagem baseada em consenso* tem por premissa a adequação dos SOC ao concurso científico e educacional. Desenvolvida por Henry Bliss, entende a existência de um consenso universal na ciência e educação que deve ser refletido pelas classificações, de forma que estas convirjam para a verdade científica e educacional existente. Essa abordagem encontrou resistência dos adeptos da abordagem prática.

As *abordagens de análise de faceta ou facetadas*, fundamentam-se em princípios de divisão lógica. Esta abordagem foi desenvolvida por Ranganathan e o grupo de pesquisa britânico de classificação na primeira metade do século XX. É considerada como a mais pura abordagem da OC, se constituindo como um paradigma para o campo. Hjørland (2016), no entanto, aponta que a teoria carece de bases empíricas e teóricas ou sócio-históricas. As *abordagens baseadas no usuário ou cognitivas*, por sua vez, prescrevem que a garantia do

usuário deve ser privilegiada no desenvolvimento dos SOC, sobrepondo as demais garantias e premissas como a da divisão lógica.

As *abordagens de análise de domínio ou epistemológicas* tem como princípio central o entendimento de que qualquer objeto, documento ou domínio pode ser classificado de múltiplas e igualmente corretas perspectivas (Mai, 2011, p. 723 *apud* Hjørland, 2016, p.477). Uma vez que diferentes comunidades podem estar interessadas no mesmo objeto, mas possuírem interpretações distintas acerca dele. Assim, analisar a garantia da classificação faz parte do framework. Dahlberg e Hjørland são expoentes dessa abordagem. Dahlberg entende a OC como parte da metaciência aplicável a todos os campos que precisam de uma taxonomia. De acordo com a Teoria da Ciência, que Hjørland também considera importante para OC, cada domínio tem sua própria área de objetos e de métodos e processos, próximo a outros relacionamentos (Dahlberg, 2014). Em suma, o critério para organização do conhecimento deve ser encontrado nos assuntos do campo, em suas teorias e paradigmas.

Outras abordagens foram desenvolvidas fora do âmbito da OC. A *abordagem bibliométrica* apresenta-se como uma abordagem competitiva e complementar a OC e contribui com mapeamentos de co-citação, acoplamento bibliográfico ou citação direta, que auxiliam na RI.

As *abordagens oriundas da área de RI* contribuem com suas suposições e técnicas de estatísticas de relações entre termos, documentos e coleções de documentos, corroborando com os SOC em sua função de auxiliar os usuários a identificarem documentos relevantes. Outras abordagens são a *teoria ontológica*, cujo expoente é Heinrich Herre (2013 *apud* Hjørland, 2016) e a *abordagem de gênero* proposta por Jack Andersen.

Hjørland (2016) ainda discorre que os SOC desenvolvidos a partir das diferentes abordagens precisam ser entendidos como bases de conhecimento aplicáveis a todas as plataformas tecnológicas, ou seja, que sua construção deve ser norteadas por princípios teóricos. Contudo o seu desenvolvimento tem sido dirigido pelas tecnologias.

2.2.2 *Sistemas de Organização do Conhecimento*

A explosão informacional dos pós Segunda Guerra Mundial e a crescente necessidade de se melhorar a recuperação destas informações, mencionadas na seção 2.1, são apontadas por Marcondes (2021) como o ambiente em que os SOC experimentam um ativo desenvolvimento. É neste período que surgem diversos sistemas como a Classificação

Decimal Universal (CDU) e Classificação Decimal de Dewey (CDD). Os sistemas desenvolvidos buscavam a padronização semântica para os emergentes SRI.

Os SOC são definidos como uma seleção de conceitos com a indicação das relações semânticas selecionadas, a exemplo dos Tesouros, classificações, taxonomias, ontologias, entre outros artefatos de organização do conhecimento (Hjorland, 2016). O objetivo destes sistemas é o controle de vocabulário, por meio da padronização de conceitos e termos para a melhora da representação e recuperação da informação (Zeng, 2008).

Zeng (2008) discorre que existem funções fundamentais que orientaram o desenvolvimento de diversos tipos de SOC, sendo elas: eliminação de ambiguidades, controle de sinônimos, estabelecimento de relações semânticas, tanto hierárquicas quanto associativas e representação de propriedades/características dos conceitos descritos.

A eliminação de ambiguidades é função fundamental dos SOC, uma vez que palavras polissêmicas e homônimas impactam a RI em sistemas. Assim, os SOC possibilitam o controle das ambiguidades provenientes da Linguagem Natural (LN), promovendo a melhora e eficiência dos SRI. No espectro das ambiguidades provenientes da LN, os sinônimos e seus equivalentes impactam negativamente os SRI, uma vez que o uso de palavras ou frases equivalentes na indexação, dispersam o conhecimento pelo sistema, gerando informações semelhantes representadas por pontos de acesso distintos. Neste sentido, os SOC devem implementar o princípio de *one-to-one*, ou seja, “cada termo deve ter um único significado, e apenas um termo pode ser utilizado para representar um determinado conceito ou entidade em uma pesquisa” (Zeng, 2008, p. 168). Assim a RI sobre um dado assunto fica centralizada em um único ponto de acesso, associado a uma forma linguística única (Zeng, 2008).

Os SOC também têm por função estabelecer relações hierárquicas e associativas. As relações hierárquicas são baseadas em diferentes níveis de subordinação e superordenação (NISO 2005, Iyer 1995 *apud* Zeng, 2008). Nas relações hierárquicas, cada conceito subordinado deve referir-se ao mesmo tipo de conceito básico do termo superior. As relações hierárquicas abrangem três tipos de condições logicamente distintas e mutuamente exclusivas: relações genéricas, relações de instância e relações do todo/parte (Zeng, 2008).

De maneira geral, na RI, os conceitos específicos são estruturados de forma a que pertençam a apenas uma hierarquia, tendo em vista a relação de gênero/diferença. Contudo, na construção de modelos da realidade, sempre reducionistas em relação ao real (Farinelli, 2020), alguns termos são representados de maneira que apresentam relação polihierárquica. Esse é um campo de amplo debate entre autores da OC.

O estabelecimento de relações associativas demarca tipos de relacionamento que não sejam nem hierárquicos, nem equivalentes, mas sim, relacionamentos que acontecem no âmbito semântico e conceitual do termo (Zeng, 2008). De maneira geral, são relacionamentos estabelecidos entre termos de hierarquias diferentes (Zeng, 2008). Exemplos de relacionamentos hierárquicos são explicitados na Quadro 1.

Quadro 1: Exemplos de relações associativas

Relacionamentos	Exemplos
Causa/ Efeito	Acidente/ Machucado
Processo/ Agente	Medição de Velocidade/ velocímetro
Ação/ Produto	Escrever/ Publicação
Ação/ Paciente	Ensinar/ Aluno
Conceito ou “coisa”/ Propriedades	Liga de aço/ Resistência a corrosão
“Coisa” ou ação/ contra-agente	Peste/ Pesticida
Material in natura/ Produto	Uvas/ Vinho
Ação/ Propriedade	Comunicação/ Habilidade de comunicação
Antônimos	Solteiro/ Casado

Fonte: Traduzido de Zeng (2008).

Por fim, dentre as principais funções dos SOC, a representação de propriedades das classes foi introduzida pelas ontologias. Esta tipologia de SOC é constituída por uma estrutura classificatória, mas com a capacidade de representar e documentar propriedades para cada classe da estrutura (Zeng, 2008). As ontologias permitem a RC de um domínio de forma legível por humanos e máquinas, potencializando a capacidade de raciocínio destas últimas.

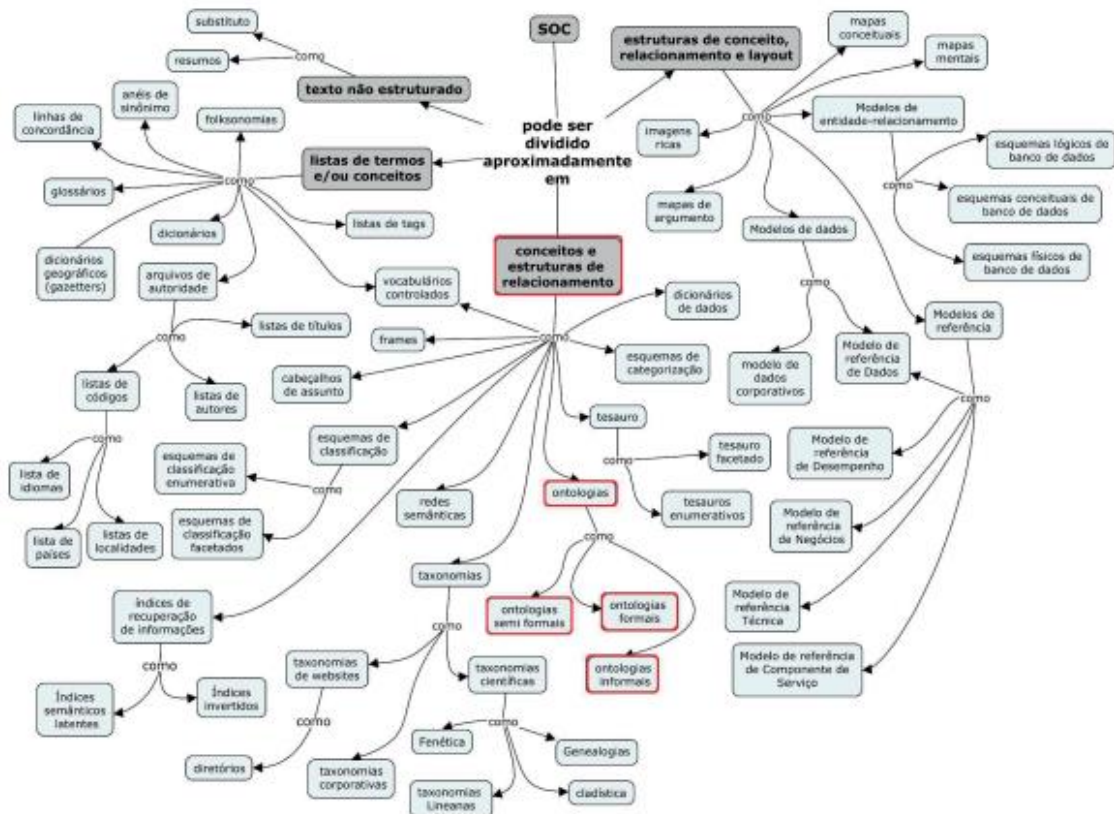
Diferentes tipologias de SOC foram desenvolvidas ao longo do amadurecimento da OC, sempre voltados a melhora dos processos de RI (Hjorland, 2016). Zeng (2008) evidencia que um SOC pode apresentar mais de uma ou todas as funções supracitadas, sendo que à medida que a problemática da explosão informacional foi evoluindo e novos desafios de gestão da informação foram surgindo, a exemplo do *Big Data*, novos SOC foram desenvolvidos, com níveis de complexidade maiores (Marcondes, 2011).

No trabalho de Souza, Tudhope e Almeida (2010), os autores introduzem o conceito de um espectro dos SOC, com o objetivo de apresentar uma gradação que reflita os níveis crescentes de complexidade e formalidade entre os diferentes tipos de SOC. Essa abordagem parte de ferramentas simples, como listas e glossários, que possuem baixa complexidade semântica e são amplamente utilizadas para tarefas básicas de organização, até alcançar sistemas altamente sofisticados, como ontologias. A classificação proposta pelos autores

permite identificar a relação entre os diferentes tipos de SOC, destacando como a escolha de um instrumento depende tanto do objetivo do sistema quanto do nível de detalhamento e formalidade exigido no domínio em questão. Assim, o espectro não apenas oferece uma visão ordenada da evolução dos SOC, mas também fornece uma base conceitual para avaliar e escolher ferramentas conforme a necessidade de sistematização do conhecimento.

Em trabalho posterior, Souza, Tudhope e Almeida (2012) apresentam a proposta de uma taxonomia para classificar os SOC (Figura 1), levando em consideração diferentes níveis de complexidade e características semânticas. Essa taxonomia vai além da simples gradação do espectro anteriormente proposto pelos autores, organizando os SOC com base em características intrínsecas, como sua estrutura interna e nível de formalidade, e características extrínsecas, relacionadas ao contexto de aplicação, como as demandas informacionais e os usuários finais. As características intrínsecas estão relacionadas às propriedades essenciais de cada sistema, como a estrutura e os relacionamentos entre termos, enquanto as extrínsecas referem-se ao contexto de uso, considerando as necessidades específicas do domínio de aplicação.

Figura 1: Taxonomia dos Sistemas de Organização do Conhecimento.



Fonte: Souza, Tudhope e Almeida (2012), tradução e destaque de Farinelli (2025).

Os autores classificam SOC, como taxonomias, tesouros e ontologias, e incluem também sistemas menos convencionais, como resumos, linhas de concordância da linguística de corpus e diagramas conceituais, ampliando o escopo dos instrumentos considerados na OC. Para os autores, um mesmo tipo de SOC pode apresentar variados níveis de complexidade semântica, dependendo da finalidade e da abordagem adotada durante sua construção. Por exemplo, um tesouro, enquanto SOC, pode variar substancialmente em sua estrutura e detalhamento de acordo com o domínio em que está sendo utilizado.

Essa visão abrangente destaca a diversidade de ferramentas utilizadas para representar e estruturar informações, reconhecendo que diferentes instrumentos podem ser utilizados conforme as necessidades e o contexto. Por isso, compreender as propriedades e aplicações de cada tipo de SOC é essencial para a escolha de soluções adequadas à organização e recuperação de informação em diferentes domínios.

Silva (2017) investigou de maneira abrangente as categorizações dos SOC na literatura da CI. O autor encontrou diferentes classificações propostas, como aquelas que dividem os SOC em enumerativos e facetados, ou ainda, em esquemas descritivos e arranjos dinâmicos. Há classificações que consideram os aspectos de pré e pós-coordenação, assim como as mudanças incorporadas a OC pelo advento da internet e *web* semântica. O avanço da informatização e das necessidades de recuperação automática da informação que propiciou o surgimento da *web* semântica, trouxe também a necessidade de SOC mais complexos. Neste contexto, as ontologias passam a ser utilizadas, possibilitando análise de fatos e dedução aos SI. No âmbito da investigação de Silva (2007), as ontologias na CI podem ser vistas como listas de relacionamentos, sistemas inferenciais ou grupos de relações.

Nas categorizações propostas por Sousa, Tudhope e Almeida (2010, 2012), as ontologias são posicionadas no extremo mais formal e complexo. Esta tipologia de SOC é descrita como um instrumento que combina estrutura hierárquica, relações complexas entre conceitos e restrições lógicas explícitas, o que a torna fundamental para aplicações que demandam maior precisão semântica, como a *Web Semântica* e a interoperabilidade de sistemas computacionais, sendo destacada por sua capacidade de representar conceitos e relações de maneira explícita e processável por computadores. Esta visão é corroborada por autores como Guarino (1995), Gruber (1993) e Sørgerel (2009) que destacam as ontologias como os instrumentos mais formais dentro dos SOC, oferecendo um alto grau de detalhamento e possibilidades para integração semântica.

Diversos autores têm destacado o papel das ontologias como instrumentos relevantes no contexto dos SOC. Estudos como os de Almeida (2013), Fonseca (2007), Søergel (2009), Souza, Tudhope e Almeida (2010, 2012), Hjørland (2016), Carlan e Medeiros (2011) e Zeng (2008) reconhecem as ontologias como estruturas capazes de representar formalmente domínios do conhecimento, promovendo padronização terminológica, interoperabilidade e recuperação semântica da informação. Nesse sentido, a próxima subseção apresenta os fundamentos conceituais e metodológicos das ontologias, com ênfase em sua aplicação na CI.

2.3 Fundamentos em Ontologias

As ontologias constituem uma das formas mais estruturadas de representação do conhecimento, especialmente em ambientes computacionais que demandam organização semântica, interoperabilidade e compartilhamento de informações entre sistemas. Fundamentadas em princípios filosóficos e lógica formal, as ontologias têm sido progressivamente adotadas por áreas aplicadas, como a CI e a CC, como instrumentos para a estruturação conceitual de domínios complexos.

A teoria ontológica tem origem na metafísica, ramo da Filosofia que se ocupa do estudo da realidade e do ser. Em sua etimologia, a palavra ontologia é composta pelas palavras gregas *onto*, que significa “ser” e *logos*, que significa “palavra, estudo, discurso”, portanto, é transliterada como o “*estudo do ser*”. Assim, ontologia se ocupa da investigação dos entes ou seres e de suas categorias mais gerais. Aristóteles é o grande influenciador da área ao propor a classificação de tudo o que existe em 10 categorias gerais, no entanto o termo ontologia só é mencionado em textos filosóficos do século XVII e desde então promove debates e investigações no campo da Filosofia (Almeida, 2020).

Nas últimas décadas, os estudos ontológicos extrapolaram os limites da Filosofia e passaram a subsidiar outras áreas do conhecimento, como a CI e a CC. Estas disciplinas apropriaram-se de teorias oriundas da ontologia para a construção de modelos que representem o conhecimento de domínios científicos específicos de maneira legível por humanos e máquinas, a fim de potencializar o raciocínio automático dos SI para a recuperação de informação, bem como a interoperabilidade e integração semântica de dados e entre sistemas.

É esta concepção aplicada de ontologia como artefato que a posiciona como um sistema de organização do conhecimento, uma vez que se constitui como uma representação dos conceitos e relacionamentos entre conceitos de um domínio, de maneira formal e baseada

em lógica. Neste sentido, as ontologias fazem parte dos padrões *World Wide Web Consortium* (W3C) para a *Web Semântica*, e possibilitam a definição de vocabulários padrão para troca de dados, a resposta a consultas, publicação de bases de conhecimento reutilizáveis e a promoção da interoperabilidade entre sistemas e bancos de dados distintos (Ontology, 2009).

2.3.1 Conceito de Ontologia

Enquanto SOC, ontologias são uma especificação formal e detalhada de uma conceitualização compartilhada em um domínio (Gruber, 1992; Zeng, 2008). Embora incorpore a estrutura classificatória de outros SOC como taxonomias e tesouros, possui o diferencial de permitir a representação de propriedades para as classes, bem como incluir descrições para relações, funções e outros elementos (Gruber 1993; Studer *et al.* 1998 *apud* Zeng, 2008).

Ao serem integradas por todo esse conjunto de representações, as ontologias atuam tanto como um vocabulário conceitual, quanto como um modelo prático, possibilitando o armazenamento, a busca e o raciocínio baseados em instâncias e regras (Zeng, 2008). Seu uso permite a resolução de problemas de comunicação entre pessoas, empresas e sistemas, favorecendo o reuso e compartilhamento de informações e a interoperabilidade entre sistemas e bases de dados, promovendo a eficiência e a otimização de recursos informacionais (Uschold; Gruninger, 1996).

Segundo o verbete Ontologia (no original, *Ontology*) definido por Gruber na Enciclopédia de Sistemas de Base de dados (no original, *Encyclopedia of Database Systems*), o conceito de ontologia na CI e na CC:

define um conjunto de primitivas representacionais usadas para modelar um domínio de conhecimento ou discurso. Essas primitivas representacionais geralmente incluem classes (ou conjuntos), atributos (ou propriedades) e relacionamentos (ou relações entre membros das classes). As definições das primitivas representacionais incluem informações sobre seu significado e as restrições para sua aplicação lógica e consistente (Ontology, 2009, não paginado).

O que se busca, então, é a representação do conhecimento compartilhado em um domínio, ou seja, o entendimento dos agentes do domínio sobre o que sejam as coisas que nele existam. Essa especificação da conceitualização incorpora a definição de classes, relacionamentos, funções, bem como a definição de axiomas e regras que controlam o entendimento dos conceitos, eliminando ambiguidades e normalizando a compreensão do que seja a classe, o relacionamento ou a função naquele domínio. Os elementos que constituem as

ontologias e utilizados para a descrição das entidades existentes foram sistematizados por Farinelli (2017) conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Elementos básicos das ontologias.

Elemento	Descrição do elemento
Entidades	É algo que se quer representar num domínio específico. Qualquer coisa que existe, existiu ou existirá. Podem ser eventos, processo, objetos vivos ou inanimados, qualidades e assim por diante.
Classes	Representam entidades do domínio. Elementos que organizam as entidades de um domínio numa taxonomia.
Atributo de classes	Propriedades relevantes da classe que ajudam a descrevê-la.
Relacionamentos, relação ou propriedade	Descreve o tipo de interação entre duas classes, duas instâncias ou uma classe e uma instância. Os relacionamentos expressam a natureza da ligação entre dois conceitos e pode ter cardinalidade.
Cardinalidade entre classes e entidades	Uma medida do número de ocorrências de uma entidade associada a uma série de ocorrências noutro.
Instâncias ou indivíduos	É utilizado para representar uma unidade de objetos específicos de uma entidade.
Atributos de instância	São propriedades relevantes que descrevem as instâncias de uma entidade.
Axiomas	Uma afirmação ou proposição representada num padrão lógico que é considerada verdadeira. Restringem a interpretação e o uso das classes envolvidas na ontologia.
Regras	Impõem condições ao domínio e permitem a inferência de valores para atributos.
Constante	Tipo de propriedade que tem sempre o mesmo valor. As regras ou fórmulas utilizam-no geralmente para inferir conhecimento na ontologia.

Fonte: Traduzido e adaptado de Farinelli (2017, p. 45).

A representação ontológica, pelo uso da lógica e por sua característica formal, permite que o modelo representacional possa ser compreendido por humanos e máquinas, melhorando o raciocínio e a interoperabilidade entre sistemas. Estes SI passam, então, a serem capazes de compreender as relações semânticas, como de associação e equivalentes entre termos distintos, melhorando a categorização e a RI.

2.3.2 Classificação de Ontologias

As ontologias podem ser classificadas a partir de diferentes aspectos como o nível de formalidade e a abrangência de cobertura do domínio. Bax e Almeida (2003) sistematizaram as diferentes tipologias de ontologias conforme as abordagens encontradas na literatura. Os autores identificaram classificações quanto a função, ao grau de formalidade, a aplicação, ao conteúdo e a estrutura. O Quadro 3 sintetiza as descobertas dos autores.

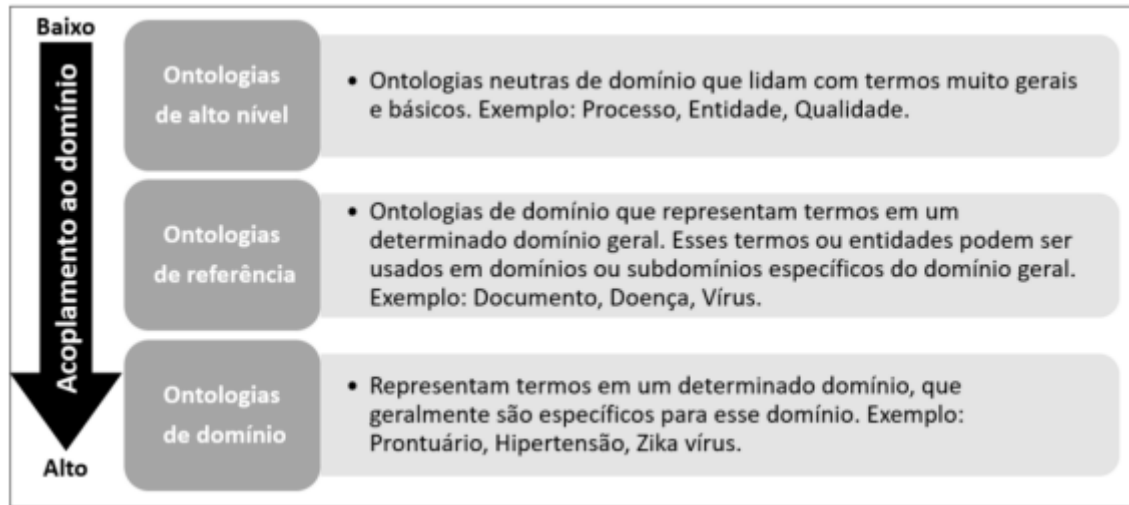
Quadro 3: Tipos de ontologias por abordagem.

Abordagem	Classificação	Descrição
Quanto à função Mizoguchi, Vanwelkenhuysen & Ikeda (1995)	Ontologias de domínio	Reutilizáveis no domínio, fornecem vocabulário sobre conceitos, seus relacionamentos, sobre atividades e regras que os governam.
	Ontologias de tarefa	Fornecem um vocabulário sistematizado de termos, especificando tarefas que podem ou não estar no mesmo domínio.
	Ontologias gerais	Incluem um vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, casualidade, comportamento, funções etc.
Quanto ao grau de formalismo Uschold & Gruninger (1996)	Ontologias altamente informais	Expressa livremente em linguagem natural.
	Ontologias semi-informais	Expressa em linguagem natural de forma restrita e estruturada.
	Ontologias semiformais	Expressa em uma linguagem artificial definida formalmente.
	Ontologia rigorosamente formal	Os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.
Quanto à aplicação Jasper & Uschold (1999)	Ontologias de autoria neutra	Um aplicativo é escrito em uma única língua e depois convertido para uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações.
	Ontologias como especificação	Cria-se uma ontologia para um domínio, a qual é usada para documentação e manutenção no desenvolvimento de <i>softwares</i> .
	Ontologias de acesso comum à informação	Quando o vocabulário é inacessível, a ontologia torna a informação inteligível, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos.
Quanto à estrutura Haav & Lubi (2001)	Ontologias de alto nível	Descrevem conceitos gerais relacionados a todos os elementos da ontologia (espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc.) os quais são independentes do problema ou domínio.
	Ontologias de domínio	Descrevem o vocabulário relacionado a um domínio, como, por exemplo, medicina ou automóveis.
	Ontologias de tarefa	Descrevem uma tarefa ou atividade, como, por exemplo, diagnósticos ou compras, mediante inserção de termos especializados na ontologia.
Quanto ao conteúdo Van-Heijst, Schreiber & Wielinga (2002)	Ontologias terminológicas	Especificam termos que serão usados para representar o conhecimento em um domínio (por exemplo, os léxicos).
	Ontologias de informação	Especificam a estrutura de registros de bancos de dados (por exemplo, os esquemas de bancos de dados).
	Ontologias de modelagem do conhecimento	Especificam conceitualizações do conhecimento, têm uma estrutura interna semanticamente rica e são refinadas para uso no domínio do conhecimento que descrevem.
	Ontologias de aplicação	Contêm as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação.
	Ontologias de domínio	Expressam conceitualizações que são específicas para um determinado domínio do conhecimento.
	Ontologias genéricas	Similares às ontologias de domínio, mas os conceitos que as definem são considerados genéricos e comuns a vários campos.
	Ontologias de representação	Explicam as conceitualizações que estão por trás dos formalismos de representação do conhecimento.

Fonte: Almeida e Bax (2003).

Farinelli e Souza (2021) ressaltam que as categorizações se dão, principalmente, em função da abrangência do escopo de representação das ontologias. As autoras trazem a classificação feita por Guarino (1997), que concebe as tipologias de ontologias sobre os aspectos do nível de detalhe e do nível de dependência do domínio. A partir do nível de detalhe, as ontologias podem ser classificadas como ontologias de referência e ontologias compartilháveis. Quanto ao nível de dependência de domínio, elas podem ser ontologias de alto nível, ontologias de domínio, ontologias de tarefa e ontologias de aplicação. A partir do trabalho de Arp, Smith e Spear (2015), as autoras identificaram a classificação das ontologias nos aspectos de detalhamento do domínio, existindo ontologias de alto nível e ontologias de domínio, bem como no aspecto de propósito da ontologia, em que elas podem ser ontologias de referência e ontologias de aplicação. A Figura 2 apresenta a sistematização feita por Farinelli (2017), que apresenta as ontologias enquanto ontologias de alto nível, ontologias de referência e ontologias de domínio.

Figura 2: Tipologia de ontologia por acoplamento ao domínio.



Fonte: Traduzido por Farinelli e Sousa (2021) de Farinelli (2017, p. 44).

Nota-se que é intrínseco as ontologias se aterem a um domínio, já que são conceitualizações destes (Gruber, 1992; Uschold; Gruninger, 1996; Zeng, 2008) que Zeng (2008) identifica como aspecto de distinção é o acoplamento ao domínio representado, que pode ser neutro para as ontologias de alto nível, geral para ontologias de referência e de alto acoplamento para as ontologias de domínio.

Em seu desenvolvimento uma ontologia de domínio pode reutilizar ontologias já existentes, sejam de domínio, de referência, ou ainda, ontologias de alto nível. A prática de reuso e integração de outras ontologias é fortemente recomendada em várias metodologias de construção de ontologias como a metodologia do realismo ontológico, a metodologia ReBORM, a metodologia *Networked Ontologies* (NeOn), entre outras.

2.3.2.1 Basic Formal Ontology

Segundo Otte, Beverley e Ruttenberg (2022), a *Basic Formal Ontology* (BFO) é uma ontologia de alto nível que dá suporte à integração, recuperação e análise de informações de diversos domínios científicos, contendo apenas termos genéricos e transversais a estes. Além de ser a ontologia de alto nível padrão da *OBO Foundry* e da *Industrial Ontology Foundry* (IOF) (Smith *et al.*, 2007, 2019 *apud* Otte; Beverley; Ruttenberg, 2022). A Figura 3 apresenta a hierarquia da BFO 2.0.

Figura 3: Hierarquia da BFO 2.0 traduzida para o português.



Fonte: Da autora (2025).

Em 2021, a BFO foi reconhecida como padrão pela *International Organization for Standardization* (ISO), pela norma ISO/IEC¹ 21838-2:202, segundo a qual o objetivo primário da BFO consiste em oferecer suporte ao desenvolvimento coordenado de ontologias de domínio, promovendo consistência e evitando redundâncias. A BFO surge no âmbito das Ciências Médicas, mas, por seu domínio neutro, tem sido utilizada como extensão ontológica de mais de 350 ontologias em diversos domínios como Ciência de Dados e Desenvolvimento Sustentável, além dos campos da Engenharia Militar e Inteligência (ISO/IEC, 2021; Otte; Beverley; Ruttenberg, 2022).

¹ *International Electrotechnical Commission*.

A BFO é fundamentada em três princípios: realismo ontológico, falibilismo e adequatismo, apresentados a seguir, segundo Smith e Ceusters (2010) e Arp, Smith e Spear, (2015).

O realismo ontológico estabelece que a ontologia deve representar a realidade tal como ela é, no domínio de aplicação, e não as linguagens, conceitos ou representações mentais que os agentes humanos formulam sobre essa realidade. Trata-se, portanto, de uma representação comprometida com entidades reais — existentes independentemente da cognição ou da linguagem — e com as relações objetivas entre elas.

O falibilismo reconhece que as ontologias são construídas com base no conhecimento científico disponível em determinado momento histórico, o qual está sujeito a revisão. Assim, uma ontologia pode conter definições equivocadas ou incompletas, que devem ser revistas e atualizadas à medida que o consenso científico sobre o domínio avança. Esse princípio garante a flexibilidade e a evolução contínua do modelo ontológico.

Já o adequatismo assegura que os termos sejam representados com base no significado que possuem dentro do domínio científico específico de aplicação, sem reduzi-los à interpretação de domínios considerados mais fundamentais, como a física ou a biologia. Desse modo, preserva-se a autonomia epistemológica de cada área do conhecimento, garantindo a adequação conceitual à realidade que se pretende modelar.

A BFO possui um histórico consolidado de versões, refletindo a evolução de sua estrutura conceitual e formal ao longo do tempo. A versão inicial (BFO 1.0) foi lançada em 2001, estabelecendo os fundamentos ontológicos centrados na distinção entre continuantes e ocorrentes. Em 2007, a versão 1.1 introduziu o termo *generically dependent continuant*, possibilitando a representação de entidades copiáveis, como artefatos informacionais e sequências genéticas. A versão 2.0, publicada em 2015, marcou uma transição técnica significativa, com a reformulação da ontologia em conformidade com os padrões da *Ontology Web Language* (OWL) 2, aprimorando sua compatibilidade com a *Web Semântica*. Mais recentemente, em 2020, foi publicada a versão BFO 2020, com acréscimos conceituais (como os termos *instante temporal* e *intervalo temporal*), revisões terminológicas, formalizações em Lógica Comum *Logic* (CLIF e FOL) e maior rigor na definição e elucidação dos termos (NCOR, 2023).

Existe uma versão traduzida para a língua portuguesa da BFO 2.0, denominada BFO-PT². Essa tradução foi realizada por Simone Torres de Souza, durante sua pesquisa de doutorado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob orientação do Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida. A iniciativa teve como finalidade apoiar a construção da ontologia *Ontolegis*, voltada à representação da informação legislativa no campo do Direito Médico. A BFO-PT busca manter fidelidade à estrutura conceitual da versão original em inglês e contribui para a acessibilidade dos fundamentos do realismo ontológico a pesquisadores lusófonos (Almeida, 2017).

2.3.3 *Princípios para Construção de Ontologias*

A construção de ontologias exige a adoção de princípios que garantam a coerência, interoperabilidade e reutilização dos modelos desenvolvidos. Esses princípios orientam a modelagem conceitual e a estruturação formal dos elementos ontológicos, assegurando que a ontologia represente o conhecimento de forma clara, precisa e sistemática. Além disso, estabelecem diretrizes que possibilitam a integração da ontologia com outros modelos e padrões já consolidados, favorecendo sua aplicabilidade em diferentes domínios. A definição desses princípios contribui para a consistência semântica, a precisão na formalização dos conceitos e a facilidade de manutenção e expansão da ontologia. Dessa forma, a presente seção apresenta os principais princípios para a construção de ontologias, destacando as diretrizes essenciais para o desenvolvimento de modelos ontológicos eficientes e alinhados às boas práticas da área.

2.3.3.1 *GOOD Guidelines*

O *GoodOD* (*Good Practice Ontology Design Principles*) é um conjunto de diretrizes voltadas para a criação de artefatos ontológicos bem estruturados, baseando-se em três princípios fundamentais (Schulz *et al.*, 2012). O primeiro é o formalismo, que exige que as ontologias sejam representadas de forma precisa, garantindo que seus termos não tenham significados ambíguos. Além disso, as relações entre os termos devem ser especificadas por meio de axiomas lógicos, permitindo a automação tanto da recuperação quanto do raciocínio sobre os dados. O segundo princípio é a adequação ao domínio, que determina que a ontologia deve representar fielmente a realidade e o conhecimento específicos do contexto para o qual

² Disponível em: <https://mba.eci.ufmg.br/legal/bfo-pt/>. Acesso em 06/04/2025.

foi desenvolvida. O terceiro princípio, explicitude, destaca a importância de as ontologias apresentarem especificações claras e bem documentadas, possibilitando que os usuários compreendam e utilizem a estrutura ontológica com maior facilidade.

Além desses princípios, o *GoodOD* também propõe diretrizes específicas para a construção de ontologias. A seleção de entidades deve ser feita com base no escopo da ontologia e na realidade do domínio a ser representado, garantindo a relevância dos conceitos incluídos. O uso de metadados é essencial para descrever entidades e relações, facilitando a compreensão e aplicação da ontologia. Esses metadados podem ser divididos em dois tipos: aqueles que se referem ao artefato representacional como um todo e os que descrevem unidades específicas dentro da ontologia. Outra diretriz fundamental é o uso de convenções de nomenclatura, garantindo que entidades, classes e relações sejam nomeadas de forma clara e consistente, facilitando a interpretação e reutilização do modelo ontológico.

A criação de uma taxonomia de subordinação também é recomendada, pois a organização hierárquica das classes dentro da ontologia permite uma representação estruturada e melhora a recuperação da informação. Além disso, é necessário definir relações entre as entidades, indo além da mera hierarquização de classes. Essas relações devem ser especificadas de maneira clara e objetiva, incluindo propriedades de objetos e descrições complexas, tornando a ontologia mais expressiva e útil para diferentes aplicações.

Ao seguir esses princípios e diretrizes, o *GoodOD* fornece um caminho estruturado para que ontologias sejam desenvolvidas de maneira formal, explícita, adequada ao domínio e de fácil utilização, contribuindo para a criação de modelos ontológicos mais eficazes e alinhados às necessidades de representação e organização do conhecimento.

2.3.3.2 Princípios FAIR

Os princípios *FAIR* (sigla para *Findable, Accessible, Interoperable e Reusable*) foram estabelecidos em 2016 com o objetivo de facilitar a localização, o acesso, a integração e a reutilização dos dados (Wilkinson *et al.*, 2016). Esses princípios foram desenvolvidos para serem independentes de tecnologia e área de aplicação, permitindo que qualquer interessado maximize o reuso dos dados. Eles estão organizados em quatro diretrizes principais.

O primeiro, *Findable* (encontráveis), determina que os dados devem ser facilmente localizados por pessoas e sistemas, utilizando identificadores únicos e persistentes, além de metadados descritivos. O segundo, *Accessible* (acessíveis), estabelece que os dados devem estar disponíveis por meio de redes padronizadas, garantindo acesso com o mínimo de barreiras técnicas ou legais, independentemente do *software* ou *hardware* utilizado. O

terceiro, *Interoperable* (interoperáveis), sugere que os dados possam ser combinados e integrados com outros conjuntos de dados de maneira eficiente, utilizando uma linguagem comum de metadados. Por fim, o princípio *Reusable* (reutilizáveis) orienta que os dados sejam organizados de forma a permitir sua aplicação em diferentes contextos, com licenças claras e informações sobre sua origem.

A adoção dos princípios *FAIR* melhora a qualidade e a utilidade dos dados e, quando aplicada a ontologias, facilita a localização, o acesso, a interoperabilidade e a reutilização das representações de conhecimento, promovendo uma gestão mais eficiente dos modelos e dados ontológicos (Poveda-Villalón *et al.*, 2020). Dessa forma, ontologias alinhadas a esses princípios favorecem a colaboração e contribuem para descobertas mais relevantes.

2.3.3.3 *Ontology Design Patterns*

Os *Ontology Design Patterns* (ODP) são padrões desenvolvidos para auxiliar na construção de ontologias, oferecendo soluções padronizadas e reutilizáveis para desafios recorrentes na modelagem do conhecimento. Originalmente criados na Engenharia de *Software*, os padrões de projeto (*design patterns*) surgiram como uma abordagem para resolver problemas específicos na modelagem orientada a objetos, reunindo o conhecimento e a experiência adquiridos por desenvolvedores ao longo do tempo (Gangemi *et al.*, 2007).

No contexto das ontologias, os ODP foram propostos inicialmente por Gangemi (2005) e Blomqvist e Sandkuhl (2005) como um conjunto de práticas estruturadas para garantir consistência e eficiência na RC de um domínio. Esses padrões são organizados em seis categorias, de acordo com sua finalidade:

1. Estrutural – Padrões que oferecem soluções para a organização do conhecimento dentro de uma ontologia, abrangendo a criação de classes, relações, propriedades e outros elementos essenciais.
2. Correspondência – Padrões voltados para a integração de ontologias distintas, fornecendo métodos para o mapeamento de conceitos e relações entre diferentes modelos ontológicos.
3. Conteúdo – Padrões que auxiliam na representação de conceitos e relações específicas dentro de uma ontologia, como a modelagem de tempo, espaço e eventos.
4. Raciocínio – Padrões que permitem inferir novos conhecimentos a partir da informação já existente na ontologia, promovendo um raciocínio automatizado sobre os dados representados.

5. Apresentação – Padrões voltados para a visualização e comunicação do conhecimento representado na ontologia, incluindo técnicas para exibição gráfica e geração de relatórios.
6. Léxico-sintático – Padrões que definem a forma de representação de conceitos e relações por meio de linguagens formais, abordando tanto a sintaxe quanto a semântica associada à modelagem ontológica.

O uso de ODP contribui para a qualidade e a eficiência no desenvolvimento de ontologias, proporcionando diretrizes para a construção de modelos mais consistentes e reutilizáveis. Esses padrões facilitam a organização do conhecimento, favorecendo a interoperabilidade e a manutenção de ontologias em diferentes domínios.

2.3.3.4 *OBO Foundry*

Os princípios do *OBO Foundry* são diretrizes para o desenvolvimento de artefatos ontológicos interoperáveis (OBO, c2024). Originalmente desenvolvidos para as ontologias do domínio das Ciências Biomédicas, esses princípios vêm sendo aplicados para a engenharia de ontologias em diversas áreas do conhecimento científico. A conformidade com estas normas é requisito para o depósito de ontologias no repositório da *OBO Foundry*. Os princípios são (OBO, c2024):

- Abertura – A ontologia deve ser disponibilizada em acesso aberto.
- Formato comum – Deve-se usar linguagem formal e com uma sintaxe concreta aceita pela comunidade.
- Espaço de URI/ Identificador – A ontologia deve ter uma URI ou identificador persistente da *OBO Foundry*.
- Controle de versão – Deve ser realizada a documentação do controle de versões e cada versão deve ser marcada, armazenada e lançada.
- Escopo – O escopo da ontologia deve ser definido claramente e seu conteúdo deve estar de acordo com essa definição.
- Definições Textuais – A maioria das classes da ontologia deve possuir definições textuais documentadas na ontologia, principalmente os termos superiores.
- Relações – Deve-se reutilizar as relações previstas na *Relation Ontology* (RO).
- Documentação – A ontologia deve ser o mais documentada possível.

- Documentação da Pluralidade de usuários – Deve-se documentar as pessoas e organizações independentes que utilizem a ontologia.
- Compromisso com a colaboração – O desenvolvimento da ontologia deve ser colaborativo.
- Autoridade centralizada – Deve-se ter uma pessoa responsável pela comunicação entre os desenvolvedores e a comunidade.
- Convenção da nomenclatura – Os rótulos dos elementos devem ser inteligíveis e processáveis em linguagem natural e os rótulos primários devem ser únicos entre as ontologias da *OBO Library*.
- Notificação de mudanças – As mudanças na ontologia devem ser avisadas aos *stakeholders* e aos principais colaboradores antes do lançamento.
- Manutenção – A ontologia deve acompanhar as mudanças nos consensos científicos.
- Responsividade – Os desenvolvedores devem oferecer canais de participação e responderem a solicitações.

2.3.3.5 MIREOT

O uso da *Ontology Web Language* (OWL) possibilita a importação de ontologias por meio do seu mecanismo *owl:imports*. No entanto, a importação por meio desse recurso tem se mostrado pouco prática, uma vez que é necessária a importação completa da ontologia externa para o aproveitamento dos elementos, ainda que apenas alguns destes sejam relevantes para a ontologia de destino (Hanna *et al.*, 2012). Além disso, a limitação dos editores e *reasoners* de OWL, as dificuldades para o reuso de ontologias em desenvolvimento ativo, extensas ou com padrões de desenvolvimento incompatíveis com a ontologia de destino, são problemas enfrentados no reuso por meio de OWL que acabam gerando inconsistências no desenvolvimento de recursos ontológicos (Courtot *et al.*, 2011).

Diante disso, desenvolvedores da *Ontology for Biomedical Investigations* (OBI) desenvolveram uma série de diretrizes denominadas MIREOT, sigla que sintetiza “*Minimum Information to Reference an External Ontology Term*”. As orientações propostas norteiam a importação de termos de diversos recursos ontológicos externos, sem a necessidade de se carregar a ontologia reusada por completo (Courtot *et al.*, 2011). Além disso, o MIREOT possibilita a importação de termos oriundos de ontologias que não utilizam a BFO como

ontologia de alto nível ou que não sejam formalizadas em OWL *Description Logic* (Courtot *et al.*, 2011).

Courtot *et al.* (2011) detalha a política do MIREOT. Ela estabelece que as informações mínimas para referenciar um termo de maneira consistente são: URI da ontologia de origem, URI do termo de origem, URI da superclasse direta de destino e, mais recentemente, incluiu-se a propriedade de anotação para o *Internationalized Resource Identifier* (IRI) da ontologia fonte. Além disso, são recomendadas a importação adicional dos rótulos e da definição textual dos termos. A implementação das diretrizes MIREOT no desenvolvimento da OBI seguiu um processo de duas etapas: a coleta das informações mínimas necessárias para a classe externa e, em seguida, utilizou-se essa informação mínima para buscar dados adicionais, como rótulos e definições (Courtot *et al.*, 2011).

Os princípios MIREOT foram implementados em aplicações para facilitar o reuso de ontologias como o *OntoFox* (Xiang *et al.*, 2010). Outra funcionalidade desenvolvida a partir destes princípios foi um conjunto de *plugins* desenvolvidos por Hanna *et al.* (2012), que permitem a utilização simplificadas dos princípios MIREOT no editor de ontologias *Protégé*. Estes *plugins* são compatíveis com versões igual ou superior a 4.1 do *Protégé* e diferem na implementação ao “puxar” todas as anotações do componente fonte e já realizar o salvamento de todos os axiomas relevantes na ontologia de destino (Hanna *et al.*, 2012).

2.3.4 Metodologias para Construção de Ontologias

No desenvolvimento das ontologias como artefatos, várias metodologias emergiram para a construção destes SOC. Farinelli (2020) ressalta que a construção de ontologias não é um processo trivial, mas uma atividade complexa de desenvolvimento de uma representação do conhecimento que seja inteligível por máquinas e humanos. A autora fez um levantamento de seis metodologias mais conhecidas para a construção de ontologias, identificando as seguintes metodologias: *Toronto Virtual Enterprise* (TOVE) de Grüninger e Fox (1995), *Methontology* de Fernández-Lopéz, Gómez-Peréz e Juristo (1997), Metodologia NeOn de Suárez-Figueroa (2010), *Systematic Approach for Building Ontology* (SABiO) de Falbo (2014), *Up for ONtology* (UPON) de De Nicola, Missikoff e Navigli (2005) e Metodologia do realismo ontológico de Arp, Smith e Spear (2015); Smith e Ceusters (2010).

Além dessas metodologias, há na literatura outras sistematizações como a *OntoForInfoScience* (Mendonça, Almeida, 2016; Mendonça, Soares, 2017), *On-To-Knowledge* (Fensel *et. Al.*, 2000), *Ontology 101* (Noy; McGuinness, 2001), *Uschold e*

Gruninger (1996), *Uschold e King Method* (1995) e Metodologia ReBORM (Farinelli, 2020; Farinelli, Elkin, 2017), desenvolvida a partir do realismo ontológico e da metodologia NeOn.

2.3.4.1 Visão geral sobre Metodologias de construção de ontologias

Essa subseção apresenta um levantamento mais amplo sobre outras metodologias, princípios e boas práticas da engenharia de ontologias, feito para complementar a compreensão da ReBORM, ampliar o repertório da pesquisa e oferecer um panorama comparativo das abordagens existentes.

Os parágrafos seguintes sintetizam as principais contribuições das metodologias supracitadas.

Toronto Virtual Enterprise (TOVE) de Gruninger e Fox (1995) foi desenvolvida para o *design* e avaliação de ontologias orientadas por questões de competência, isto é: identificação do cenário motivador, elaboração de questões de competência informais, formalização da terminologia em lógica de primeira ordem; elaboração de questões de competência formais; formalização de axiomas em lógica de primeira ordem e aplicação do teorema de completude.

A *Methontology* (Fernandéz-Lopéz; Gómez-Peréz; Juristo, 1997) orienta a construção de ontologias do zero, indicando as atividades, técnicas para desenvolvê-las e entregas esperadas. Tem por fases: aquisição de conhecimento, construção do documento de especificação de requisitos, conceitualização da ontologia, implementação, avaliação durante o processo e documentação ao final das fases.

A metodologia NeOn, desenvolvida por Suárez-Figueroa (2010), é uma metodologia colaborativa, com foco na especificação, “agendamentos” e reuso de recursos ontológicos e não ontológicos. Prevê o desenvolvimento de ontologias em cenários complexos que envolvam reuso, reengenharia, junção, reestruturação e localização da ontologia. Tem por fases: Especificação, agendamento, conceitualização, formalização e implementação. E como atividades, a aquisição de conhecimento, a documentação, o gerenciamento de configurações, a avaliação e análise (acontecendo em todo o processo).

A SABiO, elaborada por Falbo (2014), visa dar suporte ao desenvolvimento de ontologias de referência, mas também incorpora diretrizes para ontologias operacionais. Indica a importância do acoplamento a ontologias de alto-nível e da análise ontológica durante a conceitualização. Atualmente está na versão 2.0 e tem por fases: processo de desenvolvimento, subdividida em elicitação de requisitos e identificação de propósito, conceitualização de formalização, *design*, implementação e teste; processo de suporte,

subdividida em aquisição de conhecimento, documentação, gestão de configurações, avaliação (verificação e validação) e reuso.

A UPON de De Nicola, Missikoff e Navigli (2005) é baseada no processo de desenvolvimento de *software Unified Process* e utiliza a *Unified Modeling Language* (UML). É voltada para ontologias de grande escala, oferecendo suporte a engenheiros do conhecimento e especialistas de domínio. É uma metodologia incremental, interativa e orientada a casos de uso, sendo desenvolvidas por meio de ciclos. Os ciclos são compostos pelas fases de iniciação (elicitação de requerimentos e alguma análise conceitual), elaboração (conceitualização e estruturação dos conceitos), construção (*design* e implementação) e transição (testes e a ontologia é eventual lançada). Cada fase é desenvolvida em interações compostas de cinco fluxos de trabalho, nomeados como requisitos, análise, *design*, implementação e teste. Prevê um desenvolvimento incremental da terminologia, primeiro com o desenvolvimento de um léxico, que evolui para uma taxonomia, depois para um tesauro até que se tenha a construção da ontologia.

A metodologia do realismo ontológico (Arp; Smith; Spear, 2015; Smith; Ceusters, 2010) oferece diretrizes para o desenvolvimento de ontologias realistas, principalmente ontologias desenvolvidas no âmbito científico, como ontologias biomédicas, por exemplo. É baseada no realismo filosófico, tendo foco na interoperabilidade e representação da realidade do domínio. A metodologia é composta por diretrizes para a definição de escopo, identificação de entidades (particulares e universais), construção da hierarquia, identificação de instâncias, formalização usando lógica, reuso de ontologias existentes e manutenção da ontologia.

A *OntoForInfoScience* (Mendonça; Almeida, 2016; Mendonça; Soares, 2017) foi desenvolvida no âmbito da CI. Possui o diferencial de detalhar as fases e apresentar linguagem facilitada, em detrimento de jargões técnicos sobre questões lógicas e filosóficas. Defende a utilização de ontologias de alto-nível e tem por fases uma pré-etapa onde se avalia a necessidade de construção da ontologia, caso a necessidade exista as seguintes fases são realizadas: especificação; aquisição e extração de conhecimento; conceitualização; fundamentação ontológica; formalização; avaliação; documentação (durante todo o processo) e disponibilização.

A *On-To-Knowledge* (Fensel et al., 2000) é voltada para aplicações de gerenciamento de conhecimento baseado em ontologias, como a *Web Semântica*. É desenvolvida em ciclo parcialmente interativo (*slides*), fornecendo instruções acerca dos aspectos corporativos e

econômicos que atravessam o desenvolvimento de aplicações. Tem por fases: estudo de viabilidade; iniciação (especificação de requerimentos, análise de fontes de conhecimento e criação de ontologia semiformal); refinamento (extração de conhecimento e formalização da ontologia semiformal); avaliação (nos aspectos tecnológicos, de usuários e da ontologia); aplicação e evolução (aplicação da ontologia, definição da manutenção e evolução da ontologia). As três últimas fases se repetem até a finalização da ontologia.

A *Ontology 101* (Noy; McGuinness, 2001) é um guia prático para a construção de ontologias a partir de uma abordagem iterativa em que o detalhamento da ontologia é incremental. Oferece um detalhamento dos passos que capacita incitantes na construção de sua primeira ontologia. É voltada para sistemas baseados em *frames* declarativos como o *Protégé*. Tem por fases: determinação do domínio e escopo; consideração sobre reuso de ontologias existentes; enumeração dos termos importantes para a ontologia; definição de classes e da hierarquia; definição das propriedades/atributos das classes; definição das facetas das propriedades/atributos e criação de instâncias.

Uschold e Gruninger (1996) propuseram uma metodologia pioneira que abrange fases e diretrizes para o desenvolvimento de cada uma das etapas e para a ontologia como um todo. Tem por fases: especificações sobre identificação do propósito e escopo; conceitualização; explicitação formal; interação com ontologias existentes; avaliação e documentação. Já o método de Uschold e King (1995) tem ênfase na fase de conceitualização e propõe uma estrutura de fases que são essenciais ao desenvolvimento de metodologias mais abrangentes. Estas fases são: identificação de propósito; construção da ontologia, subdividida nas fases de conceitualização; explicitação formal e interação com ontologias existentes; que é seguida das fases de avaliação e documentação.

Por fim, a metodologia ReBORM criada no âmbito do Projeto da Ontologia OntONeo (Ontologia Obstétrica e Neonatal) combina os princípios do realismo ontológico com as melhores práticas da metodologia NeOn para o desenvolvimento de ontologias (Farinelli; Elkin, 2017; Farinelli, 2020). Esta metodologia orienta as próximas etapas deste trabalho, assim, ela é descrita na próxima Subseção.

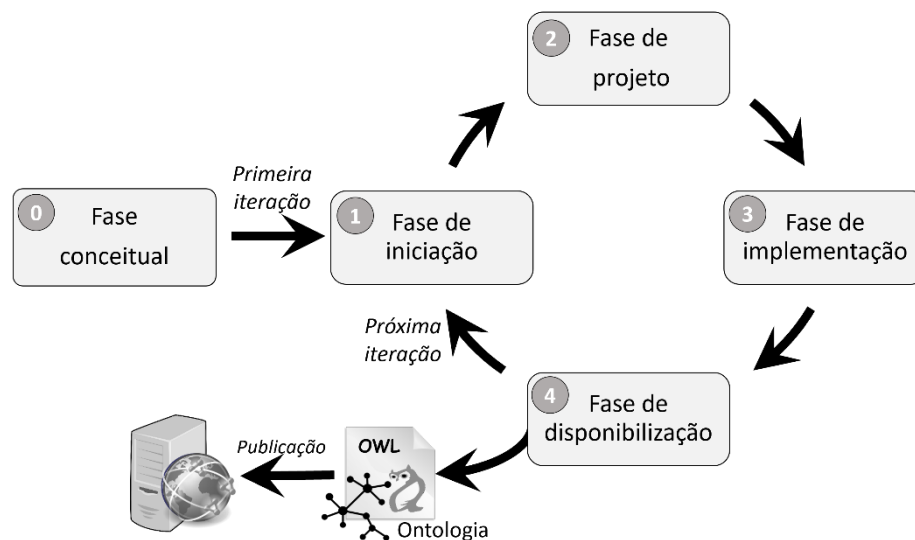
2.3.4.2 Metodologia de Engenharia de Ontologias Baseada no Realismo

Toda a presente Subseção foi desenvolvida a partir dos trabalhos de Farinelli (2017, 2020) e Farinelli e Elkin (2017), os quais fundamentaram a construção da Metodologia de Engenharia de Ontologias Baseada no Realismo. O acrônimo ReBORM significa *Realism-*

Based Ontology engineRing Methodology (em português, Metodologia de Engenharia de Ontologias Baseada no Realismo), e foi escolhido para fazer uma analogia com o termo "reborn" (renascer).

A Figura 4 apresenta o fluxo de desenvolvimento da metodologia ReBORM, que segue um ciclo de vida iterativo-incremental para a construção de ontologias. Esse modelo é composto por cinco fases principais, numeradas de 0 a 4, que organizam o processo desde a concepção inicial até a disponibilização da ontologia. As cinco fases principais: conceitual; iniciação; projeto; implementação e disponibilização organizam a construção da ontologia de forma sistemática. O esquema da Figura 4 indica que as fases 1 a 4 acontecem a cada iteração do processo, o que significa que o desenvolvimento da ontologia não é linear, mas sim incremental, permitindo refinamentos e melhorias contínuas ao longo do tempo.

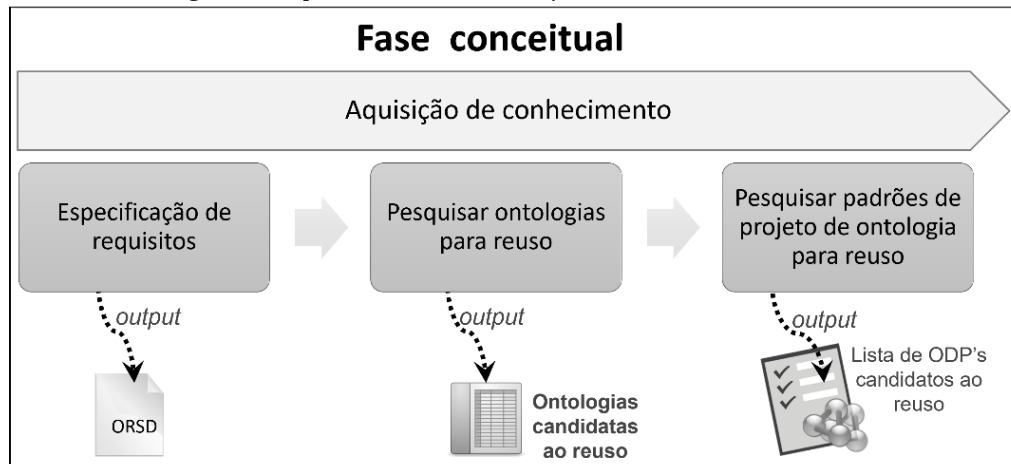
Figura 4: Fases da ReBORM.



Fonte: Farinelli (2020).

A *fase conceitual*, ilustrada na Figura 5, marca o início do desenvolvimento da ontologia e tem como principal objetivo a definição dos princípios e diretrizes do desenvolvimento da ontologia. Essa fase ocorre apenas uma vez e estabelece as bases para as etapas seguintes, garantindo que a ontologia seja desenvolvida de forma estruturada e alinhada às necessidades do domínio de aplicação.

Figura 5: Esquema de atividades da *fase conceitual* da REBORM.



Fonte: Farinelli (2020).

Durante essa fase, são realizadas três atividades principais: A *especificação de requisitos* define as necessidades da ontologia e resulta na criação do *Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia* (*Ontology Requirements Specification Document – ORSD*), que orienta as próximas fases.

Na Figura 6, é apresentado o modelo de ORSD, que está estruturado em quatro seções principais, cada uma desempenhando um papel essencial na definição do escopo, requisitos e fontes de conhecimento da ontologia. Esse documento orienta o processo de elicitação de requisitos ontológicos, garantindo um desenvolvimento estruturado e alinhado às necessidades do domínio de aplicação.

A primeira seção do ORSD refere-se ao *Propósito, Domínio e Escopo da Ontologia*, onde define-se o motivo da criação da ontologia, o estabelecendo sua justificativa e objetivos principais. Além disso, delimita o escopo de cobertura, ou seja, quais conceitos e informações serão representados na ontologia, e explicita as limitações do escopo, identificando quais elementos não serão incluídos. Outra parte fundamental dessa seção é a definição do uso pretendido, que esclarece os contextos nos quais a ontologia será aplicada, e a identificação dos usuários, ou seja, as pessoas ou sistemas que interagirão com a ontologia, seja diretamente, para consulta e análise, ou indiretamente, por meio de integração com outros sistemas.

Figura 6: Modelo de Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia.

Documento de Especificação de Requisitos de Ontologia																					
1º) Propósito, Domínio e Escopo da Ontologia																					
a) Propósito da Ontologia: <i>A razão pela qual a ontologia está sendo criada. Por que precisamos desta ontologia?</i>																					
b) Escopo de Cobertura da Ontologia: <i>O escopo de cobertura define o que será incluído na ontologia. O que a ontologia irá cobrir? Quais conceitos e informações serão incluídos?</i>																					
c) Limitações do Escopo da Ontologia: <i>Refere-se ao que será explicitamente excluído da ontologia, definindo os limites do que a ontologia não cobrirá. Quais aspectos, conceitos ou domínios serão explicitamente excluídos da ontologia?</i>																					
d) Uso Pretendido da Ontologia: <i>O uso pretendido refere-se a como e em quais contextos a ontologia será utilizada. Como esta ontologia será usada na prática? Em quais situações será aplicada?</i>																					
e) Usuários da Ontologia: <i>Os usuários da ontologia são as pessoas que interagirão direta ou indiretamente com ela. Quem usará a ontologia? Quem são os principais usuários?</i>																					
2º) Requisitos da Ontologia																					
a) Requisitos Não-Funcionais: <i>Referem-se às características gerais e critérios que a ontologia deve seguir, mas que não são conceitos ou conhecimentos do domínio da ontologia. Eles são aspectos mais técnicos e normativos.</i>																					
b) Requisitos Funcionais: <i>Definem as capacidades específicas que a ontologia deve suportar. Expressos por meio de perguntas de competência e suas respostas.</i>																					
<table border="1"><thead><tr><th>Tipo de Conceito*</th><th>Questões de Competência</th><th>Respostas</th></tr></thead><tbody><tr><td>Universal ou Particular</td><td></td><td></td></tr><tr><td>---</td><td></td><td></td></tr><tr><td>---</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Tipo de Conceito*	Questões de Competência	Respostas	Universal ou Particular			---			---											
Tipo de Conceito*	Questões de Competência	Respostas																			
Universal ou Particular																					

* Nas ontologias, universais são categorias amplas e abstratas que se aplicam a múltiplas instâncias (ex.: "documento legal"), enquanto particulares são exemplos específicos e concretos desses universais (ex.: "Lei Nº 12345 de 2024").																					
3º) Pré-Glossário de Termos																					
Lista Preliminar de Termos: <i>Liste os termos relevantes para a ontologia com base nas perguntas de competência e respostas. Registre cada termo e sua frequência na tabela abaixo, adicionando mais linhas conforme necessário.</i>																					
<table border="1"><thead><tr><th>Termo ou Conceito</th><th>Frequência</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Termo ou Conceito	Frequência									<table border="1"><thead><tr><th>Termo ou Conceito</th><th>Frequência</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Termo ou Conceito	Frequência								
Termo ou Conceito	Frequência																				
Termo ou Conceito	Frequência																				
4º) Fontes de Aquisição de Conhecimento																					
<i>Crie uma lista de fontes de informação que forneçam o conhecimento necessário para o domínio da ontologia.</i>																					

Fonte: Traduzido de Farinelli et al. 2024.

A segunda seção do ORSD trata dos *Requisitos da Ontologia*, que são divididos em requisitos não funcionais e requisitos funcionais. Os requisitos não funcionais estabelecem aspectos técnicos e normativos que a ontologia deve seguir, como interoperabilidade, desempenho e conformidade com padrões de modelagem. Já os requisitos funcionais definem as capacidades da ontologia, sendo expressos por meio das questões de competência, que

correspondem a perguntas que a ontologia deve ser capaz de responder. Essas questões ajudam a validar se a modelagem ontológica atende aos objetivos estabelecidos. Além disso, essa seção distingue conceitos universais, que representam categorias amplas e abstratas (como "documento legal"), e particulares, que são exemplos específicos dessas categorias (como "Lei nº 12345 de 2024").

A terceira seção do ORSD é o *Pré-Glossário de Termos*, que contém uma lista preliminar de termos relevantes para a ontologia, extraídos das questões de competência e suas respostas. Essa lista auxilia na construção do modelo ontológico ao garantir que os conceitos utilizados estejam bem definidos. Cada termo listado também deve ter sua frequência de uso registrada, ajudando na priorização dos conceitos mais importantes durante o desenvolvimento.

Por fim, a quarta seção do ORSD trata das *Fontes de Aquisição de Conhecimento*, que documentam os materiais utilizados para coletar informações sobre o domínio da ontologia. Essas fontes podem incluir bases de dados, documentos oficiais, livros, artigos científicos e entrevistas com especialistas, garantindo que a ontologia seja baseada em informações confiáveis e bem fundamentadas.

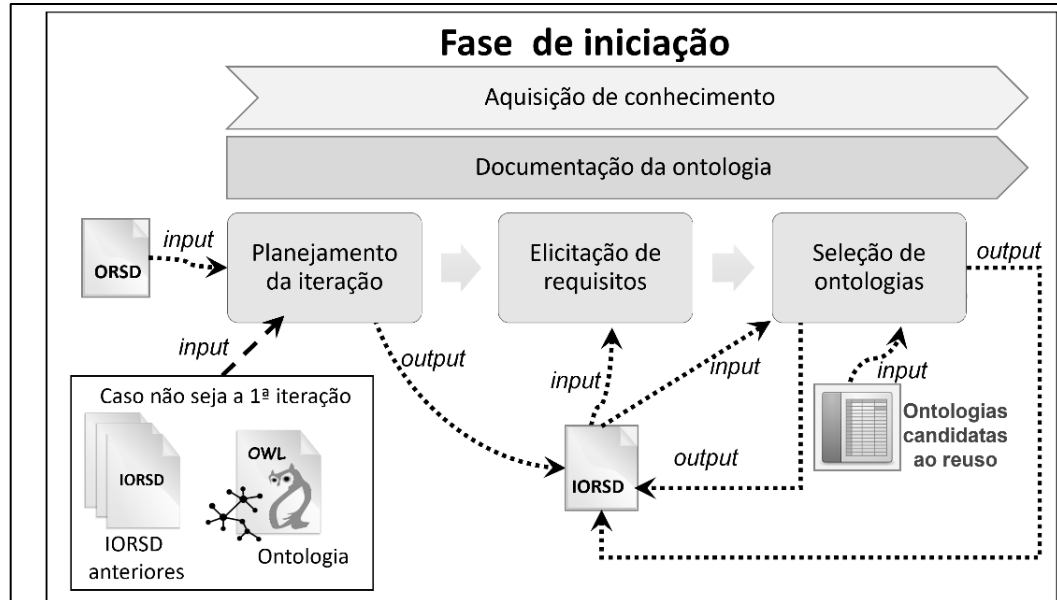
Em seguida, na *fase conceitual* ocorre a atividade *pesquisa de ontologias para reuso*, na qual são identificadas ontologias já existentes que possam ser aproveitadas, evitando retrabalho e promovendo a interoperabilidade. Por fim, realiza-se a *pesquisa de padrões de projeto de ontologia para reuso*, que analisa os Padrões de Projeto de Ontologias (*Ontology Design Patterns – ODP*) para auxiliar na modelagem e garantir um desenvolvimento mais eficiente. Além dessas atividades, a *aquisição de conhecimento* se inicia nessa fase, mas se mantém ao longo de todo o processo de desenvolvimento da ontologia, permitindo ajustes e refinamentos conforme novas informações são incorporadas.

A *fase de iniciação*, ilustrada na figura 7, marca o início do desenvolvimento iterativo da ontologia e ocorre a cada nova iteração do processo. Seu principal objetivo é organizar e planejar a construção da ontologia com base nos requisitos definidos na fase anterior. Além de continuar a *aquisição de conhecimento*, essa fase dá ênfase à *documentação da ontologia*, garantindo que cada etapa do desenvolvimento esteja bem registrada para futuras revisões e refinamentos.

Essa fase começa com o *planejamento da iteração*, no qual são estabelecidos os objetivos e escopo da rodada atual do desenvolvimento. O planejamento utiliza como insumos

o ORSD gerado na fase conceitual, além de possíveis revisões realizadas em iterações anteriores.

Figura 7: Esquema de atividades da *fase de iniciação* da ReBORM.



Fonte: Farinelli (2020).

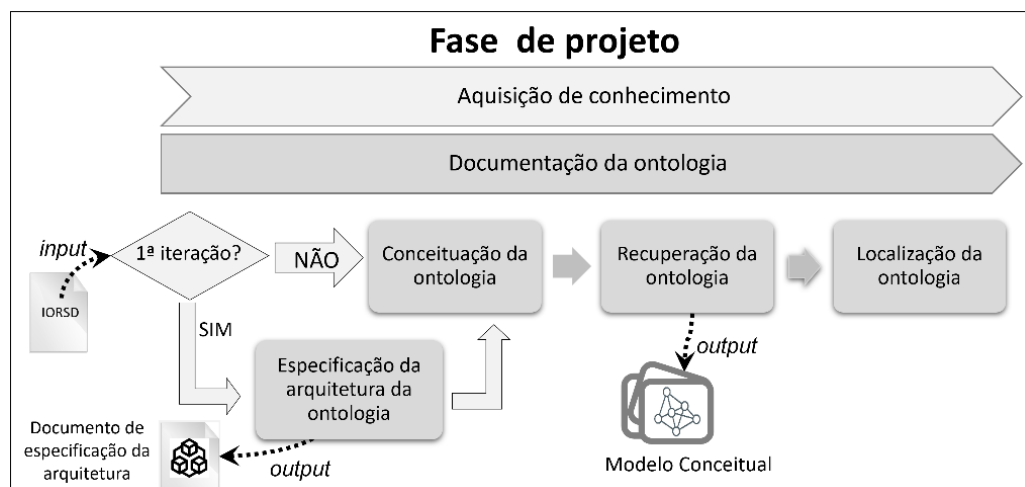
Após o planejamento, ocorre a *elicitação de requisitos*, momento em que os requisitos definidos no ORSD são analisados, refinados e ajustados conforme necessário para melhor atender às demandas do desenvolvimento da ontologia. Esse processo possibilita a atualização e detalhamento das necessidades da ontologia, garantindo maior precisão no modelo a ser construído. Como parte desse refinamento, pode ser gerado, de forma opcional, o Documento Iterativo de Especificação de Requisitos da Ontologia (IORSD). Esse documento funciona como um recorte do ORSD, contendo apenas os detalhes e requisitos específicos da iteração atual, permitindo um foco mais preciso no desenvolvimento incremental da ontologia. Ele serve como referência para as fases seguintes, garantindo que cada iteração esteja bem documentada e alinhada com os objetivos do projeto. A última atividade dessa fase é a *seleção de ontologias*, na qual são analisadas as ontologias candidatas ao reuso, identificadas na *fase conceitual*. O objetivo é verificar a viabilidade de reaproveitamento de modelos ontológicos existentes.

Se a iteração não for a primeira, também são considerados os IORSRD anteriores (caso tenham sido gerados) e a versão preliminar da ontologia já construída, permitindo ajustes progressivos e incrementais. Dessa forma, a *fase de iniciação* assegura que o

desenvolvimento da ontologia ocorra de maneira organizada, documentada e alinhada com as necessidades do domínio de aplicação.

A *fase de projeto* (Figura 8) tem como principal objetivo estruturar e organizar a ontologia, definindo sua arquitetura, conceitos e relações. Essa fase ocorre em cada iteração do ciclo de desenvolvimento, garantindo que a ontologia seja refinada e expandida progressivamente. Com base nos requisitos documentados no ORSD e, se aplicável, no IORSD, são realizadas três atividades principais: *especificação da arquitetura da ontologia*, *conceituação da ontologia* e *recuperação e localização da ontologia*.

Figura 8: Esquema de atividades da *fase de projeto* da REBORM.



Fonte: Farinelli (2020)

A primeira atividade, a *especificação da arquitetura da ontologia*, define a estrutura geral da ontologia, organizando suas classes, propriedades e relacionamentos de forma coerente. Esse processo garante que a ontologia seja construída de maneira sistemática e alinhada às diretrizes estabelecidas. A saída dessa etapa é um *Documento de Especificação da Arquitetura*, que descreve a organização interna da ontologia e seu modelo estrutural. O Figura 9 apresenta o modelo de *Documento de Especificação da Arquitetura*, desenvolvido de acordo com práticas reconhecidas na engenharia de ontologias.

A seção inicial do documento, *nome da ontologia* descreve o nome, por extenso, da ontologia a ser construída. Na seção 1: *ontologia de alto nível para extensão*, a ontologia fundacional escolhida para o projeto é documentada. Esta ontologia funciona como extensão ontológica para a integração da ontologia a ser construída e outras ontologias reusadas. Assim, é fundamental que a ontologia de alto nível escolhida seja especificada no documento de arquitetura da ontologia.

Figura 9: Modelo de Documento de Especificação da Arquitetura.

Documento de Especificação da Arquitetura		
Nome da Ontologia		
1	Ontologia de alto nível para extensão	
2	Espaço de nomes (<i>namespace</i>)	
	IRI da Ontologia	
	PURL padrão (base)	
	IRI de Versionamento	
	Identificador local dos elementos	
3	Site do projeto da ontologia	
4	Sistemas de controle de versão	
	Repositório de desenvolvimento	
	Rastreamento de solicitações (<i>tracker</i>)	
5	Ferramentas de desenvolvimento	
6	Linguagem de codificação	
7	Idioma padrão para os elementos criados na ontologia	
8	Idioma alternativo para elementos importados de outras ontologia	
9	Licença	
10	Política de Versionamento da ontologia	
11	Documentação mínima da ontologia (Anotações)	
12	Informações adicionais	

Fonte: Baseado em Farinelli (2025).

A seção 2 permite a descrição da estrutura de identificadores da ontologia. São definidos nesta seção, o *namespace* da ontologia, sua IRI, o *Persistent uniform resource locator* (PURL) padrão, a IRI de versionamento e, por fim, a estrutura dos identificadores dos elementos da ontologia. É uma boa prática, a definição de faixas de IRI para cada tipo de elemento, como classes e instâncias. A estrutura do IRI dos elementos influencia, também, o sucesso do desenvolvimento colaborativo em editores de OWL como o *Protégé Desktop*, que não suporta o trabalho simultâneo de colaboradores em um mesmo ambiente de desenvolvimento.

Na 3ª seção, o *link* para o *site* do projeto é identificado. Este *site* pode ser o mesmo repositório de desenvolvimento, a depender das preferências e do contexto de construção da ontologia. Na seção 4, o controle de versão pode ser elucidado, indicando-se: o sistema de versão a ser utilizado, o *link* do repositório de desenvolvimento e o *tracker* do projeto. A 5ª

seção descreve as ferramentas de desenvolvimento utilizadas, como editores de ontologias, *plugins* e outras ferramentas auxiliares para o desenvolvimento da ontologia, como portais de busca de ontologias e aplicações para extração de partes selecionadas para reuso.

A seção 6, documenta a *linguagem de formalização* escolhida para a ontologia. Nas seções 7 e 8, deve-se descrever o *idioma padrão para a criação dos elementos da ontologia* e o *idioma alternativo para os elementos de recursos ontológicos externos* que forem reusados. A seleção do idioma alternativo dos elementos reusados, é importante para o desempenho da atividade de localização, no âmbito desta *fase de projeto*.

Na seção 10, a *licença de distribuição* da ontologia é especificada. Já a seção 11, permite o registro da *política de versionamento*. Pode-se preencher este campo com uma síntese da política de versionamento elaborada para a ontologia. Esta política orienta a documentação, na IRI de versão, das alterações realizadas em relação a uma versão anterior, podendo indicar a magnitude da mudança e seu impacto para a compatibilidade entre as versões atual e antiga. Seguir a política de versionamento, garante consistência ao sistema de controle de versão.

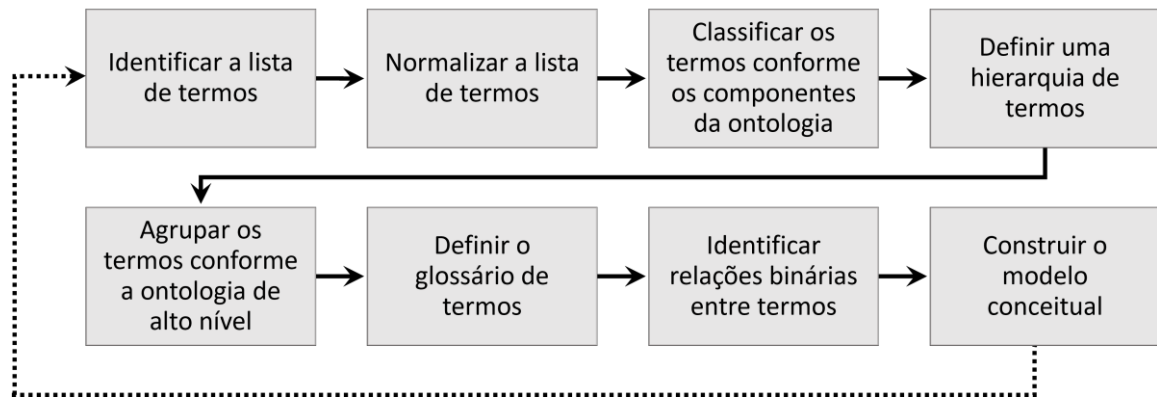
A Seção 11: *documentação mínima da ontologia*, permite o registro das práticas essenciais para a documentação da ontologia de maneira geral e dos elementos criados ou reusados. A documentação mínima requerida deve permitir a identificação satisfatória do elemento formalizado. Para isso, pode-se indicar a obrigatoriedade de anotações como o rótulo do conceito e a sua definição, bem como orientar a inclusão de notas de uso. Cada projeto pode definir um padrão de anotações básicas ou ainda seguir padrões estabelecidos como o da *OBO Foundry*.

A 12ª e última seção, permite a inclusão de orientações adicionais que são importantes para o processo de desenvolvimento da ontologia e garantem a sua consistência, mas que, no entanto, não foram descritas nos campos superiores. Pode-se indicar nesta seção, informações como a indicação de padrões de desenvolvimento de ontologias, orientações sobre reuso de recursos ontológicos externos, uso de ferramentas, entre outras boas práticas para o desenvolvimento consistente da ontologia.

A segunda atividade da *fase de projeto: conceituação da ontologia*, envolve o desenvolvimento e detalhamento dos conceitos e suas inter-relações, transformando as definições abstratas em um modelo estruturado. Essa etapa utiliza os requisitos levantados nas fases anteriores para garantir que a ontologia represente de forma precisa o domínio de conhecimento. Conforme ilustrado na Figura 10, essa atividade segue um conjunto de tarefas

essenciais para a preparação conceitual da ontologia, garantindo que ela represente o domínio do conhecimento de maneira precisa e bem estruturada. O resultado desse processo é o modelo conceitual da ontologia, que servirá de base para a implementação.

Figura 10: Tarefas de preparação conceitual.



Fonte: Farinelli (2020).

A primeira tarefa de preparação conceitual é identificar a lista de termos relevantes para a ontologia, garantindo que todos os conceitos fundamentais sejam considerados. Após essa identificação, os termos passam por um processo de normalização, que consiste na padronização de nomes e definições para evitar ambiguidades. Em seguida, os termos são classificados conforme os componentes da ontologia, organizando-os em categorias específicas para facilitar sua modelagem. Com a classificação realizada, é necessário definir uma hierarquia de termos, estabelecendo relações de generalização e especialização entre os conceitos. Os termos também são agrupados de acordo com uma ontologia de alto nível, garantindo alinhamento com modelos fundacionais já estabelecidos. Esse agrupamento facilita a interoperabilidade e a integração da nova ontologia com outras existentes. Outra tarefa importante é a definição do glossário de termos, que documenta as definições formais de cada conceito, assegurando consistência terminológica. Além disso, é fundamental identificar relações binárias entre os termos, especificando conexões semânticas, como hierarquias (subclasse-superclasse) e associações entre entidades. Por fim, todas essas informações são organizadas para construir o modelo conceitual da ontologia, que servirá como base para sua implementação formal. Esse modelo representa a estrutura lógica da ontologia e orienta as fases subsequentes do desenvolvimento, garantindo que a modelagem seja realizada de maneira coerente e alinhada aos requisitos estabelecidos nas etapas anteriores.

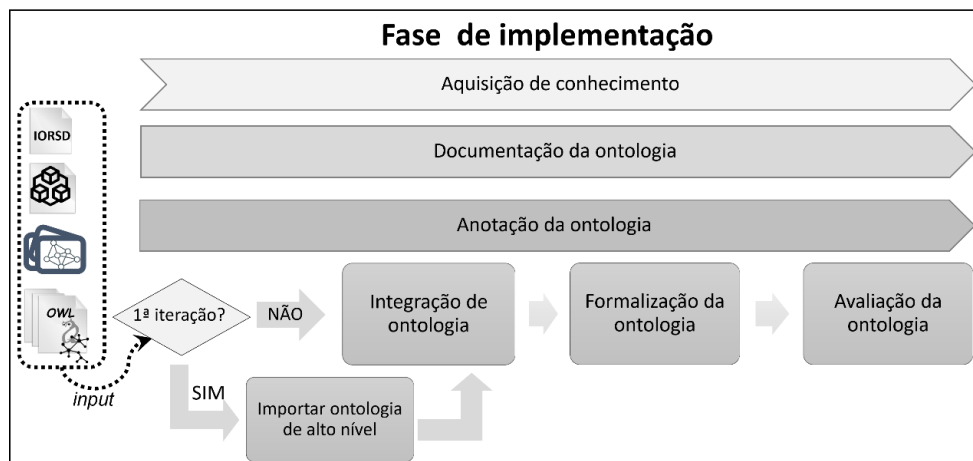
Na sequência de atividade da *fase de projeto*, a atividade *recuperação da ontologia* consiste na coleta das ontologias ou partes das ontologias previamente identificadas para reuso. Diferente da simples busca (seleção) da fase anterior, essa atividade envolve a extração de fragmentos ontológicos relevantes, que serão incorporados à ontologia em desenvolvimento. O objetivo dessa etapa é maximizar o reaproveitamento de conhecimento já formalizado, garantindo maior compatibilidade e interoperabilidade com ontologias consolidadas.

Por fim, a *localização da ontologia* refere-se à adaptação dos elementos recuperados das ontologias em reuso para que se integrem corretamente ao contexto da nova ontologia. Esse processo pode envolver a tradução de termos para o idioma alvo do projeto, a conversão de estruturas, a padronização de nomenclaturas e a harmonização com as classes e relações já existentes na ontologia em desenvolvimento. Dessa forma, a *fase de projeto* desempenha um papel fundamental na organização e estruturação da ontologia, preparando o modelo conceitual para a próxima fase, onde a ontologia será formalmente construída.

A *fase de Implementação* (Figura 10) tem como objetivo transformar o modelo conceitual da ontologia em uma ontologia formalmente estruturada. Nesta etapa, as definições desenvolvidas na fase anterior são codificadas em linguagens formais, como OWL, garantindo que a ontologia seja computacionalmente processável.

A atividade de *importação de ontologias de alto nível* ocorre exclusivamente na primeira iteração, pois é nesse momento que se inicia a formalização da ontologia. Essa atividade tem como objetivo estabelecer uma base conceitual sólida, garantindo que a ontologia em desenvolvimento esteja alinhada a um modelo fundacional amplamente aceito.

Figura 11: Esquema de atividades da *fase de implementação* da ReBORM.



Fonte: Farinelli (2020).

A atividade *integração da ontologia* consiste na incorporação e organização dos elementos reutilizados de outras ontologias ou padrões previamente recuperados. O objetivo é combinar e alinhar os componentes ontológicos reutilizados no projeto, garantindo sua compatibilidade com a ontologia de alto nível adotada.

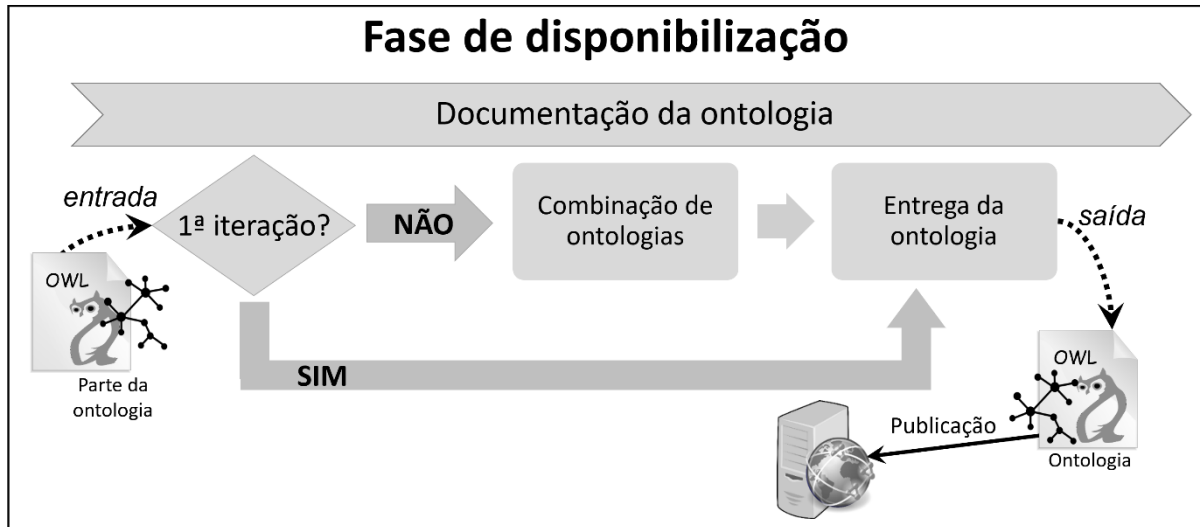
Na sequência, realiza-se a *formalização da ontologia*, na qual os conceitos, relações e restrições definidos no modelo conceitual são transformados em classes, propriedades e axiomas dentro de uma linguagem ontológica. Esse processo inclui a definição da hierarquia de classes, a modelagem das relações entre os conceitos e a aplicação de regras lógicas que garantem a integridade e coerência do modelo.

Por fim, ocorre a *avaliação da ontologia*, que verifica sua consistência, coerência e aderência aos padrões semânticos estabelecidos. A avaliação pode ser realizada utilizando diferentes abordagens, incluindo ferramentas automáticas e revisão manual. Uma abordagem eficaz para validar a ontologia é a tradução das questões de competência em consultas SPARQL e executar as consultas sobre a ontologia para verificar se os dados recuperados estão corretos e fazem sentido no contexto do domínio. Além da validação com SPARQL, a ontologia pode ser testada no *Ontology Pitfall Scanner!* (OPSS!), uma ferramenta especializada na detecção de erros comuns (*pitfalls*) em ontologias OWL.

A *fase de Disponibilização* (Figura 12) é a última etapa do ciclo de desenvolvimento da metodologia ReBORM e tem como principal objetivo tornar a ontologia acessível e utilizável para diferentes aplicações e usuários. Essa fase ocorre ao final de cada iteração, garantindo que a versão mais atualizada da ontologia seja disponibilizada de forma estruturada e documentada. Nesta fase, a ontologia passa pela atividade de *combinação de ontologias*, quando necessário, consolidando diferentes módulos ou partes desenvolvidas separadamente ao longo do ciclo de desenvolvimento.

Após essa etapa, ocorre a *entrega da ontologia*, momento em que a ontologia é preparada para ser utilizada por sistemas, pesquisadores e profissionais do domínio. Essa entrega pode envolver a exportação da ontologia em formatos padronizados, como OWL, garantindo sua compatibilidade com ferramentas de edição, raciocínio lógico e aplicações baseadas na Web Semântica.

Figura 12: Esquema de atividades da *fase de disponibilização* da ReBORM.



Fonte: Farinelli (2020).

Se a iteração for a primeira, a disponibilização ocorre apenas para parte da ontologia, pois o modelo ainda está em construção, assim, não é necessária a atividade de combinação da ontologia. Nas iterações seguintes, versões mais refinadas da ontologia são geradas, incorporando aprimoramentos e ajustes decorrentes do processo iterativo-incremental. A fase se conclui com a publicação da ontologia, que pode ocorrer por meio de repositórios institucionais, plataformas de compartilhamento de ontologias (como *BioPortal* ou *OBO Foundry*) ou diretamente em sistemas que fazem uso da ontologia para organização e processamento de informações.

2.3.4.3 Síntese sobre Metodologias de construção de ontologias

Nota-se que desde as primeiras metodologias propostas, como o método de Uschold e King (1995), o reuso de recursos ontológicos existentes é uma prática realizada e recomendada. A identificação do escopo é citada em todas as metodologias, orientando o desenvolvimento das fases subsequentes e norteando os ontologistas ou engenheiros da ontologia sobre os limites e a abrangência do domínio a ser representado.

Dentre as metodologias citadas, a maior parte se desenvolveu no seio da CC, mais voltadas para os passos práticos da construção de ontologias. Metodologias como o realismo ontológico, desenvolvida no âmbito da Filosofia, berço da teoria ontológica que embasa o desenvolvimento destes tipos de SOC, tem maior ênfase na conceituação, trazendo contribuições sobre a identificação de universais e particulares e a instanciação, bem como para a estruturação com rigor filosófico das definições, evitando ambiguidades e

polihierarquia. No âmbito da CI foram desenvolvida a *OntoForInfoScience*, que orienta a construção de ontologias com linguagem facilitada o que contribui para a disseminação do conhecimento em construção de ontologias entre profissionais e pesquisadores não habituados com os jargões filosóficos e técnicos da área, e a ReBORM que incorpora os princípios do realismo ontológico ao processo de engenharia de ontologias, estruturando um ciclo de vida iterativo-incremental para garantir coerência semântica, interoperabilidade e reutilização do conhecimento.

As contribuições de diferentes campos do conhecimento para a elaboração de metodologias de construção de ontologias evidenciam o caráter interdisciplinar deste campo de estudo. Ademais, estes estudos provam a aplicabilidade de ontologias em diferentes contextos, como a saúde, a indústria, os negócios e todos os outros cenários e domínios onde a integração e atribuição de semântica aos dados, o raciocínio automatizado e diversos outros desafios de gestão do conhecimento e da informação se apresentam.

Um dos domínios que tem buscado metodologias e técnicas para potencializar a gestão e categorização de dados é o domínio de aplicação da administração pública, o que tem impulsionado o desenvolvimento de ontologias governamentais.

2.3.5 Aplicações de ontologias e vocabulários no domínio da Administração Pública Brasileira

Nos últimos anos, o domínio da administração pública tem enfrentado um aumento da demanda por disponibilização de informações governamentais de maneira transparente e acessível. Sistemas governamentais têm sido desenvolvidos para armazenar, tratar e gerir uma enorme quantidade de dados de interesse público e compartilham os desafios de realizar a categorização e integração de dados de diferentes fontes e sistemas. Dentro deste contexto, as ontologias são artefatos úteis para potencializar a integração semântica de dados e a interoperabilidade nos sistemas governamentais.

A aplicação de ontologias na administração pública e na governança eletrônica tem sido amplamente discutida na literatura acadêmica. Diferentes abordagens exploram sua utilidade para estruturar informações governamentais, melhorar a interoperabilidade de sistemas e promover a transparência por meio de dados abertos. Esta Seção apresenta pesquisas que analisam a relação entre ontologias e a gestão de informações governamentais em diferentes países.

Pinto e Almeida (2020) realiza uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para identificar as iniciativas do uso de ontologias para eGov no âmbito de um projeto internacional para o desenvolvimento de uma abordagem ontológica para instituições de governo e seus documentos. Ramaprasad, Sánchez-Ortiz e Syn (2015 *apud* Pinto; Almeida, 2020) discorrem que abordagens de modelagem conceitual são escassas na área de eGov. Como resultado da RSL, os autores encontraram 11 trabalhos sobre o uso de ontologias em eGov, que eles categorizaram segundo a tipologia de serviços que as aplicações modelavam: cidades inteligentes, portal de serviços, compras, finanças, redes sociais, registro de imóveis, seguridade social, segurança pública e legislação.

A publicação de dados governamentais é uma preocupação central na administração pública, promovendo transparência na prestação dos serviços públicos, impulsionada pela promulgação da LAI. No domínio de finanças públicas, em 2012, foi desenvolvida, pela Secretaria de Orçamento Federal do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (SOF/MPO), a “Ontologia das Classificações da Despesa do Orçamento Federal”. Esta modelagem ontológica visava viabilizar o tratamento computacional dos dados de orçamento, inicialmente voltada aos desenvolvedores, a fim de que pudessem ser, posteriormente, utilizados para criar soluções voltadas para técnicos de finanças públicas e os cidadãos (Araújo *et al.*, 2012). A partir da “Ontologia das Classificações da Despesa do Orçamento Federal”, Silva *et al.* (2014) desenvolveram uma extensão que incorpora a esta ontologia, dados referentes à geolocalização, com o objetivo de refinar as capacidades de gestão regional e dar suporte à representação de indicadores geolocalizados de desenvolvimento humano.

A heterogeneidade das fontes e formatos dos dados de governo publicados na *Web* se apresenta como um desafio tanto para a comunicação com os cidadãos quanto para a interoperabilidade entre sistemas (Fonseca; Azevedo; Almeida, 2014). Diante dessa problemática, Fonseca, Azevedo e Almeida (2014) conduziram a modelagem de uma ontologia para a integração de dados governamentais acerca da publicação de informações sobre organizações e estruturas organizacionais pelo uso da “*W3C ORG Ontology*”.

Ainda na vertente de publicação de dados, Moreira (2013) desenvolveu uma ontologia como solução para a publicação dos dados das despesas do Governo do Estado de Pernambuco (GovPE). A GovPEx3, objetivava ser um artefato que atendessem os padrões da *Web Semântica* e de *Linked Data*. Em 2016, Pereira *et al.* (2016) buscaram modelar o domínio de dados governamentais abertos a nível municipal por meio do uso de ontologia, que permitiu o desenvolvimento da *OGDPub* (*Open Government Data Publish*). O objetivo

do projeto era a promoção da publicação de *datasets* processáveis por máquina, a fim de promover a transparência, o fomento de uma governança participativa e a geração de valor social e comercial a partir dos dados municipais (Pereira *et al.*, 2016).

Existem outras iniciativas, que apresentam soluções a partir do uso de ontologias foram desenvolvidas no domínio da administração pública, principalmente no âmbito do eGov, como os trabalhos de Natale (2008), Lourenço *et al.* (2014), Bernardi (2017), Cruz *et al.* (2017) e Detoni *et al.* (2018).

Além das ontologias, outras estruturas semânticas têm desempenhado um papel relevante na organização e recuperação da informação no contexto da Administração Pública Brasileira. Entre elas, destacam-se os vocabulários controlados, que, embora menos complexos que as ontologias, oferecem contribuições significativas para a padronização terminológica, indexação temática e interoperabilidade entre sistemas. No Brasil, dois exemplos notáveis de vocabulários controlados voltados ao governo são o Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico (VCGE) e o Vocabulário Controlado Básico (VCB), ambos utilizados em diferentes esferas para promover o acesso eficiente à informação pública e institucional.

O Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico foi concebido como uma ferramenta semântica voltada à organização, indexação e recuperação de informações públicas, com ênfase na simplificação da interface entre o Estado e o cidadão. Originalmente vinculado à Lista de Assuntos de Governo (LAG) e à proposta de taxonomia navegacional, o VCGE evoluiu para um instrumento de interoperabilidade e gestão da informação governamental (Brasil *et al.*, 2016). Diferentemente de vocabulários especializados, como o THESAGRO ou o *Thesaurus* da Justiça Eleitoral, o VCGE busca uma abordagem mais generalista e acessível ao público leigo, estruturando-se de modo poli-hierárquico e visando abranger conteúdos que não se enquadrem em sistemas já existentes (Brasil *et al.*, 2016). A análise de suas versões demonstra uma mudança de paradigma: de uma estrutura inicial próxima a um tesouro para um modelo simplificado e funcional, ainda em construção e necessitado de ajustes conforme critérios da Ciência da Informação, como categorização, controle terminológico e atualização (Righi, 2015).

O Vocabulário Controlado Básico é uma linguagem documental desenvolvida para garantir a uniformidade na indexação e na recuperação da informação nos acervos da Rede Virtual de Bibliotecas – RVBI. Estruturado como um tesouro, o VCB contém milhares de descritores organizados em relações hierárquicas, associativas e de equivalência, abrangendo

diversas áreas do conhecimento, com destaque para o Direito e outras Ciências Sociais, refletindo o perfil temático das instituições que compõem a Rede. Criado na década de 1980, a partir da base de dados da antiga Rede Sabi, o vocabulário passou por reformulações importantes ao longo dos anos, inclusive com a criação do Grupo de Estudo do Tesouro da RVBI em 2002, que elaborou diretrizes para sua atualização sistemática. Ainda que apresente limitações históricas, como a sobreposição de relações hierárquicas e associativas, o VCB permanece em constante aperfeiçoamento, especialmente em sua versão online, a qual é atualizada em tempo real e oferece recursos avançados de busca e navegação (Senado Federal *et al.*, 2017).

Outra iniciativa relevante no contexto da organização semântica da informação governamental é o Tesouro da Administração Pública³, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Trata-se de uma estrutura terminológica com relacionamentos hierárquicos e associativos, voltada para a representação de conteúdos relacionados à Administração Pública. O tesouro foi concebido para auxiliar na indexação temática de documentos e bases de dados institucionais, oferecendo uma linguagem padronizada sobre o setor público. Disponível em formatos impresso e eletrônico, o recurso, no entanto, não se encontra formalizado em SKOS e carece, atualmente, de uma interface de consulta amigável e atualizações regulares, o que limita seu uso mais amplo em ambientes digitais interoperáveis. Ainda assim, sua existência representa uma importante contribuição histórica para a normalização terminológica da área governamental brasileira.

Essas iniciativas evidenciam a relevância crescente dos artefatos ontológicos e linguagens documentárias na modernização da gestão pública e no avanço da interoperabilidade semântica no setor governamental.

³ Adaptado de: IBICT. Tesouro da Administração Pública. Disponível em: <https://ocid.ibict.br/Skosmos/thesaurus/pt/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia científica consiste no conjunto de ações sistematizadas e lógicas que, de forma mais segura e econômica, definem o caminho a ser seguido para a produção de conhecimentos verdadeiros e confiáveis, identificando equívocos e auxiliando o cientista (Lakatos, 2021). A seguir, apresenta-se a classificação da metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho, bem como são evidenciados os procedimentos e técnicas empregados para sua concretização.

3.1 Classificação da pesquisa

A classificação da pesquisa é a atividade de rotulação do projeto segundo um sistema de classificação de pesquisas, que permite a organização mais racional das etapas necessárias para sua realização, resultando em maior agilidade na execução, a otimização recursos e a obtenção de resultados mais satisfatórios (Gil, 2022). A classificação com base em critérios metodológicos guia o desenvolvimento da pesquisa definindo sua abordagem, métodos e técnicas para a coleta e análise de dados.

Resgatando o objetivo geral deste trabalho que é o *“demonstrar a aplicação da metodologia ReBORM na construção de uma ontologia de referência para representar conceitos transversais da Administração Pública Brasileira, com vistas a validá-la como uma metodologia exequível para esse domínio”*, classificamos esta pesquisa como de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivo exploratório e descritivo. Quanto aos procedimentos técnicos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa documental, assim como a abordagem *Design Science Research* (DSR). A seguir detalhamos cada uma dessas categorizações a partir do trabalho de Gil (2022).

Quanto à natureza aplicada, essa vertente da pesquisa abrange estudos que têm como finalidade a resolução de problemas sociais específicos, por meio da aquisição de conhecimento voltado ao desenvolvimento de aplicações concretas para situações particulares, tais como o aperfeiçoamento de processos, produtos ou sistemas.

Quanto à abordagem qualitativa, Gil (2022) citando o trabalho de Chizzotti (2017), elucida que esta abordagem compreende a dinâmica entre mundo real e sujeito, a interdependência entre o sujeito e o objeto e a indissociabilidade entre mundo objetivo e subjetividade do sujeito. Portanto, esta percepção ao incorporar a subjetividade do sujeito direciona a formulação do problema, que resulta, nesta abordagem, da interação do

pesquisador com a população que se pesquisa. O pesquisador não ocupa uma posição neutra, podendo adotar uma postura interventiva na construção do conhecimento e na busca por soluções para o problema investigado. Os métodos de coleta orientam-se pela análise de documentos, descrição e análise de temas e significado, já as análises dos resultados são pormenorizadas, uma vez que buscam explorar percepções, experiências e interpretações.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória pois busca familiarizar o pesquisador com a metodologia ReBORM, e *descritiva* pois demonstra a aplicação prática de cada fase da metodologia explorada. Possui um planejamento flexível, possibilitando a compreensão de diferentes aspectos do fenômeno estudado. Em geral, utiliza-se de métodos qualitativos para o seu desenvolvimento, como pesquisas bibliográficas ou entrevistas.

3.2 Procedimentos e etapas de pesquisa

Os *procedimentos técnicos* empregados foram a pesquisa *bibliográfica*, a pesquisa *documental*, que são característicos da abordagem. Além da DSR, pois é um procedimento adequado para pesquisas focadas no desenvolvimento e a avaliação de um artefato.

3.2.1 Pesquisa bibliográfica

De acordo com Gil (2022) e Marconi e Lakatos (2002), a pesquisa bibliográfica envolve o estudo de materiais previamente publicados, como livros, artigos e documentos acadêmicos. Essa abordagem possibilita ao pesquisador reunir um grande volume de informações sobre o tema em questão. Uma de suas principais vantagens é permitir a análise de fenômenos complexos e diversos sem a realização de pesquisa de campo, oferecendo uma visão ampla e detalhada do conhecimento existente (Gil, 2008). A pesquisa bibliográfica consiste na investigação sobre o que já foi dito sobre o tema estudado na literatura científica. Este procedimento proporciona fundamentação teórica a pesquisa e a compreensão do estado da arte do conhecimento acerca do tema estudado.

Neste estudo, a pesquisa bibliográfica foi realizada em duas etapas distintas e complementares. A primeira concentrou-se na exploração dos fundamentos teóricos relacionados à OC, aos SOC e às ontologias. Essa etapa foi fundamental para a consolidação da base conceitual do trabalho, servindo de apoio à elaboração da seção 2, que apresenta a revisão bibliográfica. A segunda etapa da pesquisa bibliográfica teve como foco a coleta de informações especializadas tanto sobre a metodologia ReBORM quanto sobre os principais conceitos que fundamentam o funcionamento da Administração Pública Brasileira. Os

resultados desta etapa podem ser encontrados nas subseções 2.3.4 (página 41) e 4.2 (página 73).

Neste trabalho, a pesquisa bibliográfica foi conduzida em bases de dados acadêmicas e científicas reconhecidas, incluindo *Scielo*, *Google Scholar* e Minha Biblioteca, além das bases *Scopus* e *Web of Science*, acessadas por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Também se consultou o catálogo online da Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE/UnB). As buscas da primeira etapa ocorreram ao longo do primeiro semestre de 2024, com atualizações contínuas até a conclusão deste trabalho. Já as buscas da segunda etapa foram realizadas durante o segundo e terceiro trimestres de 2024.

Na primeira etapa, as buscas utilizaram palavras-chave como: “ontologia”, “organização do conhecimento”, “sistemas de organização do conhecimento”, “ciência da informação”, “recuperação da informação”, “princípios OBO Foundry”, “princípios FAIR” e “MIREOT”, tanto em português como em inglês. Foi utilizada também, apenas em inglês, a expressão “Basic Formal Ontology”. Na segunda etapa, a pesquisa bibliográfica concentrou-se no levantamento de publicações sobre a metodologia ReBORM, considerando que esta já era de conhecimento da autora em razão de sua aplicação durante disciplina cursada na graduação. Foram também utilizadas combinações de termos como “métodos”, “princípios” e “metodologias” associados às expressões “construção de ontologias” e “desenvolvimento de ontologias”, tanto em português como em inglês. Foram incluídos também os descritores em português “administração pública” e “Administração Pública Brasileira”, com o intuito de identificar estudos que abordassem a aplicação de ontologias nesse domínio específico. Adicionalmente, os descritores “administração pública” e “Administração Pública Brasileira” foram combinados aos descritores “ontologia” e “vocabulário”, com o intuito de identificar estudos e iniciativas existentes que tratassem da aplicação de ontologias nesse domínio. Essa busca teve como objetivo tanto mapear contribuições já existentes na área quanto evidenciar lacunas a serem exploradas por este trabalho.

As buscas realizadas no *Google Scholar* tiveram caráter mais direcionado, com a intenção de localizar autores e documentos previamente conhecidos pela autora, enquanto a busca mais ampla foi priorizada nas bases acadêmicas anteriormente citadas.

3.2.2 *Pesquisa documental*

Conforme Marconi e Lakatos (2002), a pesquisa documental é um tipo de pesquisa que se baseia na análise de documentos que não foram produzidos com o objetivo de serem estudados, mas que contêm informações úteis para a investigação. Esses documentos podem ser leis, relatórios, registros oficiais, atas, pareceres, estatísticas, mapas, fotos, vídeos, e outros materiais institucionais ou públicos. Esse tipo de pesquisa possibilita o acesso a dados atualizados, oficiais e pertinentes, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da investigação científica.

Assim, a pesquisa documental é um procedimento amplamente empregado nas Ciências Sociais e consiste na consulta a documentos de fontes primárias e secundárias que possibilitem a investigação do problema estudado. Difere da pesquisa bibliográfica pela natureza dos documentos que utiliza e pela não necessidade de uma avaliação científica. Conforme Gil (2022), a pesquisa bibliográfica considera documentos obtidos por meio de bases de dados e bibliotecas, enquanto a pesquisa documental utiliza documentos de circulação interna de organizações.

A pesquisa documental foi empregada neste trabalho como complemento à pesquisa bibliográfica, com a finalidade de aprofundar a coleta e análise de informações específicas sobre o domínio da Administração Pública Brasileira. Sua utilização foi fundamental para:

- Obter dados oficiais e atualizados, por meio da análise de leis, decretos, regulamentos, portarias, relatórios e outros documentos institucionais que descrevem conceitos, estruturas e processos da administração pública.
- Identificar conceitos e termos já consolidados, assegurando que a ontologia seja construída a partir de definições reconhecidas e adotadas pelos órgãos públicos.
- Apoiar a definição formal dos conceitos, oferecendo fontes confiáveis para a descrição e organização dos conceitos previstos na ontologia.
- Garantir que o resultado corresponda à realidade prática, já que os documentos consultados refletem as normas e políticas vigentes no contexto governamental.

A pesquisa documental teve como objetivo identificar conceitos transversais relevantes no contexto da Administração Pública Brasileira, a partir da análise de fontes oficiais e trabalhos correlatos. Foram examinados documentos normativos e estruturantes, como a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a Lei de Acesso à Informação (LAI), os vocabulários VCB e VCGE, além de planos e estruturas institucionais de órgãos públicos. Também foram considerados trabalhos acadêmicos e técnicos voltados à

construção de ontologias na administração pública, tanto no contexto brasileiro quanto internacional. O resultado dessa investigação subsidiou a elaboração da subseção 4.2 (página 73), voltada à definição do domínio de conhecimento da Administração Pública, e contribuiu diretamente para a seleção e organização dos conceitos modelados na ontologia proposta.

3.2.3 *Design Science Research*

Esta pesquisa ainda adota a abordagem DSR como procedimento técnico, uma vez que tem como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um artefato: uma ontologia de referência para a Administração Pública Brasileira. A DSR é uma metodologia amplamente utilizada em pesquisas aplicadas para a criação de soluções, combinando rigor acadêmico e relevância prática (Bax, 2013; Barbosa, Bax, 2017).

No contexto deste trabalho, o artefato desenvolvido é uma ontologia de referência, cujo propósito é melhorar a interoperabilidade e reutilização de dados na administração pública, reduzindo a complexidade das ontologias de domínio desenvolvidas pelos órgãos e entidades da Administração Pública Brasileira. A metodologia DSR utilizada segue o modelo proposto por Peffers *et al.* (2007), estruturando a pesquisa em seis etapas principais:

1. Identificação do problema e motivação: Define-se o problema a ser resolvido e a relevância da sua superação, contextualizando a necessidade do artefato. Esta etapa fundamenta a justificativa da pesquisa e estabelece o valor prático da solução proposta.
2. Definição dos objetivos da solução: Com base no problema identificado, são estabelecidos os objetivos que o artefato deve alcançar. Essa definição orienta o que caracteriza uma solução bem-sucedida.
3. Desenvolvimento do artefato: Consiste na construção do artefato (modelo, método, sistema ou ontologia), com base nos objetivos definidos. Aqui são aplicados conhecimentos teóricos, técnicos e metodológicos para criar a solução proposta.
4. Demonstração: O artefato desenvolvido é aplicado em um cenário ou contexto que permita ilustrar sua funcionalidade e sua capacidade de resolver o problema identificado. Essa aplicação pode envolver simulações, estudos de caso ou protótipos.
5. Avaliação: Avalia-se a eficácia do artefato quanto aos objetivos estabelecidos. Essa avaliação pode envolver métricas qualitativas ou quantitativas, comparações com soluções existentes ou revisões críticas.

6. Comunicação: Refere-se à disseminação dos resultados da pesquisa para diferentes públicos, tanto acadêmico quanto profissional. Envolve a redação do trabalho, apresentação de artigos, relatórios técnicos ou publicações científicas.

Com o objetivo de garantir rigor metodológico à construção da ontologia da Administração Pública Brasileira, este trabalho adota a DSR como abordagem para estruturar as etapas da pesquisa aplicada. A metodologia ReBORM é incorporada à DSR como método técnico para orientar as fases específicas de desenvolvimento da ontologia. O Quadro 4 a seguir apresenta essa relação, destacando a complementaridade entre a abordagem ampla da DSR e a aplicação específica da ReBORM como metodologia para engenharia de ontologias.

Quadro 4: Correspondência entre as etapas da DSR e as fases da ReBORM.

Etapas da DSR	Fases da ReBORM	Descrição da Correspondência
1. Identificação do problema	Fase 0 – Conceitual Fase 1 – Iniciação	Compreensão do domínio, levantamento das necessidades e definição do escopo ontológico.
2. Definição dos objetivos da solução	Fase 1 – Iniciação	Elicitação de requisitos e definição dos objetivos da ontologia.
3. Desenvolvimento do artefato	Fase 2 – Projeto Fase 3 – Implementação	Modelagem conceitual, formalização em OWL e estruturação da ontologia.
4. Demonstração da solução	Fase 3 – Implementação	Validações iniciais da ontologia para verificar cobertura, coerência, consistência quanto aos requisitos.
5. Avaliação	Fase 3 – Implementação Fase 4 – Disponibilização	Validação da ontologia quanto aos objetivos propostos, à capacidade de responder as perguntas de competência e à qualidade da representação.
6. Comunicação	Fase 4 – Disponibilização	Ambas as abordagens valorizam a documentação e a disseminação do conhecimento gerado. Redação do trabalho, publicação da ontologia e divulgação dos resultados.

Fonte: Da autora (2025).

A correspondência entre as etapas da DSR e as fases da ReBORM reforça a coerência metodológica do trabalho, evidenciando como o processo de construção ontológica segue um percurso lógico e estruturado, desde a definição do escopo até a formalização e documentação do artefato.

3.3 Relação entre objetivos específicos e procedimentos e etapas de pesquisa

A condução desta pesquisa foi estruturada de forma a atender aos objetivos específicos estabelecidos, garantindo alinhamento entre as etapas teóricas e aplicadas do trabalho. A seguir, o Quadro 5 apresenta a associação entre os objetivos específicos e os procedimentos metodológicos adotados em cada fase da investigação.

Quadro 5: Correspondência entre os objetivos específicos e os procedimentos de pesquisa.

Objetivos Específicos	Procedimentos e Etapas de Pesquisa
Estudar a metodologia ReBORM para desenvolvimento de ontologias de referência e domínio, selecionando abordagens adequadas e detalhando o processo desde a coleta de requisitos até a formalização dos axiomas.	Etapa 2 da Pesquisa Bibliográfica (Subseção 3.2.1) — revisão da literatura especializada sobre metodologias ontológicas, com foco na estrutura, fundamentos e aplicação da ReBORM. Resultados apresentados na subseção 2.3.4.2.
Analisar o escopo de conhecimento da Administração Pública Brasileira, identificando os conceitos transversais essenciais e delimitando seu alcance para garantir relevância e aplicabilidade nos diferentes órgãos da Administração Pública.	Etapa 2 da Pesquisa Bibliográfica (Subseção 3.2.1) e Pesquisa Documental (Seção 3.2.2) — levantamento e análise de documentos normativos, vocabulários oficiais e estruturas administrativas para mapear os conceitos compartilhados entre os órgãos governamentais. Resultados apresentados na subseção 4.2.
Aplicar a metodologia ReBORM na construção da ontologia da Administração Pública Brasileira, documentando todas as etapas — desde a modelagem conceitual até a representação formal.	Fases de 1 a 4 da DSR (Seção 3.2.3) — aplicação prática das fases da ReBORM: definição do escopo, modelagem conceitual e formalização da ontologia, com uso do Protégé e registro das decisões adotadas. Resultados apresentados na subseção 4.3.
Apresentar uma síntese do resultado da ontologia proposta, destacando sua estrutura conceitual, abrangência temática e potencial de reuso em contextos institucionais diversos.	Fase 5 (Comunicação) da DSR (Seção 4) — descrição da ONTOGOVBR com foco em sua estrutura ontológica, principais classes, propriedades e possibilidades de uso em diferentes contextos da Administração Pública. Resultados apresentados na subseção 4.4.

Fonte: Da autora (2025).

3.4 Ferramentas Utilizadas

Para a realização deste trabalho, foram adotadas diferentes ferramentas que auxiliaram na organização, construção e documentação tanto da ontologia quanto do TCC.

- O **Zotero** foi utilizado para gerenciar as referências bibliográficas, possibilitando o armazenamento e a organização das fontes consultadas ao longo da pesquisa.
- O **Protégé** foi utilizado como principal ambiente para a modelagem formal da ontologia, por se tratar de uma ferramenta amplamente reconhecida no desenvolvimento de ontologias e de fácil aprendizado.
- O **GitHub** serviu como repositório para versionamento, colaboração entre participantes e armazenamento seguro do código ontológico, garantindo o acompanhamento e controle do progresso do trabalho.
- O **Microsoft Excel** foi utilizado para organizar as tabelas que documentaram as etapas da preparação conceitual, principalmente na definição de questões de competência e no registro estruturado de termos e classes.

- Por fim, o **Microsoft Word** foi a ferramenta escolhida para a elaboração dos documentos de requisitos e arquitetura da ontologia, permitindo a redação organizada e padronizada dos materiais que orientaram o desenvolvimento do projeto.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta seção os resultados alcançados pelo presente trabalho são apresentados. Primeiro contextualiza-se o domínio de conhecimento da Administração Pública Brasileira. Em seguida, apresenta-se a aplicação da metodologia ReBORM no âmbito da construção da ontologia ONTOGOVBR.

4.1 Uso da Metodologia ReBORM para a construção da ONTOGOVBR

Esta seção apresenta os resultados obtidos em consonância com o primeiro objetivo específico deste trabalho: *estudar a metodologia ReBORM para desenvolvimento de ontologias, selecionando abordagens adequadas e detalhando o processo desde a coleta de requisitos até a formalização dos axiomas.*

A partir da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma aquisição sistemática de conhecimento sobre a metodologia ReBORM, com ênfase na compreensão de cada uma de suas fases, atividades e finalidades. Esse levantamento também permitiu identificar e analisar os principais artefatos previstos para cada etapa do processo metodológico, os quais são fundamentais para orientar a construção da ontologia de forma estruturada e documentada. As informações coletadas foram organizadas e sintetizadas na subseção 2.3.4.2, a fim de apresentar de maneira clara a lógica interna da ReBORM e seus elementos constitutivos.

Complementarmente, foram consultados, ainda que de forma exploratória, documentos relacionados a outras metodologias de construção de ontologias sintetizadas na subseção 2.3.4.1. Essa leitura teve como objetivo ampliar a compreensão sobre os métodos, técnicas e boas práticas adotadas na engenharia ontológica, permitindo situar a ReBORM em relação a outras abordagens existentes. As contribuições dessas leituras complementares encontram-se resumidas na subseção 2.3.4.3.

Para a construção da Ontologia de Referência da Administração Pública Brasileira, utilizou-se a metodologia ReBORM que é baseada no realismo ontológico e por tanto incorpora os princípios do realismo, adequatismo e falibilismo, apresentados na seção 2.3.2.1. Para a representação do domínio da Administração Pública, a aplicação do princípio do realismo é essencial, uma vez que suas estruturas existem de forma regulada por dispositivos legais e são independentes das concepções mentais e subjetivas dos agentes que atuam nesse contexto. Trata-se, portanto, de um domínio cuja realidade é normativamente constituída.

Na Administração Pública, mudanças conceituais não decorrem de interpretações ou evoluções espontâneas do uso, mas sim de atos normativos formais, como promulgações, revogações, emendas ou outras modificações legais. Assim, o realismo ontológico garante que a representação ontológica do domínio permaneça em constante atualização, acompanhando as alterações na legislação e nas estruturas do Estado brasileiro. Essa atualização é imprescindível para assegurar a integração e interoperabilidade entre sistemas e dados governamentais, sobretudo em contextos de transformação institucional.

Além disso, a representação adequada dos conceitos no domínio da Administração Pública é ainda mais relevante do que em outros campos do conhecimento, pois os conceitos administrativos de um país refletem a estrutura e o funcionamento de seu Estado. Termos que são comuns em determinada realidade estatal podem não possuir equivalentes em outras administrações públicas nacionais, o que reforça a necessidade de uma ontologia ajustada à especificidade normativa, institucional e política da Administração Pública Brasileira.

Durante a análise da metodologia, observou-se que a ReBORM adota um ciclo iterativo e incremental, que favorece o refinamento progressivo do modelo ontológico e a entrega contínua de versões parciais, com possibilidade de avaliação e aprimoramento ao longo do processo. Essa característica é particularmente adequada para domínios amplos e em constante transformação, como o da Administração Pública Brasileira. O estudo da ReBORM permitiu compreender sua divisão em cinco fases principais — *conceitual, iniciação, projeto, implementação e disponibilização* —, cada uma delas composta por atividades específicas e produção de artefatos documentais.

Além disso, a ReBORM propõe atividades bem definidas em cada fase, assim como a produção de artefatos documentais específicos, o que proporciona rastreabilidade, transparência e controle sobre as decisões tomadas. A metodologia enfatiza a importância da documentação contínua, da curadoria de anotações, do armazenamento dos arquivos em repositórios públicos, e do reuso de ontologias existentes.

Outro aspecto relevante é sua compatibilidade com princípios amplamente reconhecidos na área, como os do OBO *Foundry* e os princípios FAIR, promovendo interoperabilidade, reuso e acessibilidade dos artefatos desenvolvidos.

No que diz respeito aos princípios FAIR, à encontrabilidade (*Findable*) a ReBORM recomenda o uso de repositórios públicos para armazenar e divulgar a ontologia e seus artefatos, como o GitHub, permitindo que o conteúdo seja indexado, referenciado e localizado por meio de buscas abertas. Para à acessibilidade (*Accessible*), os artefatos desenvolvidos

(ontologia, modelos conceituais, especificações) devem ser licenciados de forma aberta, o que favorece o acesso irrestrito ao conteúdo. Por exemplo, foi utilizada a licença Creative Commons BY 4.0 ou 3.0. Adicionalmente, a publicação em formatos padronizados e abertos (como RDF/XML, OWL e documentação em PDF/HTML) permite que os recursos sejam acessados tanto por humanos quanto por máquinas. A ReBORM recomenda a adoção de ontologias de alto nível, como a BFO, o que garante alinhamento semântico com outras ontologias que utilizam a mesma base, favorecendo assim o princípio da interoperabilidade (*Interoperable*). A metodologia também favorece a utilização de regras de modelagem compatíveis com os padrões da *Web Semântica*, como OWL, RDFS e SKOS, promovendo a interoperabilidade técnica e semântica entre sistemas. Por fim, o princípio de reuso (*Reusable*) também é contemplado na metodologia, tanto por meio da proposição explícita do reuso de artefatos ontológicos existentes (como ontologias superiores e vocabulários consolidados), quanto pela ênfase na representação precisa e fiel do conhecimento, fundamentada nos princípios do realismo ontológico e do adequatismo. Essa abordagem assegura que os conceitos representados sejam coerentes com a realidade do domínio e possam ser reutilizados em diferentes contextos, sem ambiguidade. Ainda existe a ênfase na curadoria de termos, na clareza conceitual e na documentação dos critérios de modelagem que asseguram que a ontologia seja compreensível e reutilizável por outros desenvolvedores e instituições. A ReBORM também orienta que os artefatos sejam desenvolvidos com modularidade, com escopos bem definidos, facilitando a adaptação e extensão do modelo para diferentes contextos de aplicação.

A metodologia ReBORM também incorpora diretrizes compatíveis com os requisitos estabelecidos pela OBO Foundry, sobretudo no que se refere à abertura, versionamento, documentação, clareza do escopo e uso de linguagem comum para representação ontológica. Esses princípios, embora normativos apenas para ontologias submetidas à OBO Foundry, representam diretrizes amplamente reconhecidas como boas práticas na engenharia de ontologias, inclusive fora do campo biomédico. A metodologia recomenda a publicação da ontologia em repositórios públicos, como o GitHub, com licenciamento aberto (P1 – Abertura). Além disso, a ontologia deve estar disponível em linguagem formal comum e em sintaxe aceita, como por exemplo na linguagem OWL (P2 – Formato Comum). A ReBORM prevê o controle de versões por meio do uso de URIs versionadas, rastreamento em repositórios públicos e registro de histórico (P4 – Versionamento). O escopo da ontologia deve ser claro e refletir seu domínio de aplicação. A definição do escopo é formalizada na

atividade de especificação de requisitos, cujo resultado é o ORSD (P5 – Escopo). A ReBORM prevê essa prática na tarefa de preparação conceitual de termos, ainda na *fase de iniciação* (P8 – Documentação). Na atividade de *conceituação da ontologia* da *fase de projeto* da ReBORM, o fluxo de preparação conceitual de termos contempla a curadoria de nomes compreensíveis e inteligíveis, com boas práticas de nomeação e adequados ao processamento de linguagem natural, tanto para termos principais quanto para sinônimos e antônimos (P12 – Convenções de Nomeação). Por fim, a metodologia, reconhece que a ontologia está sujeita a revisão e evolução contínua, o que justifica a existência de política de manutenção, rastreamento e versionamento no repositório (P16 – Manutenção).

Além disso, a ReBORM propõe um conjunto de atividades bem definidas em cada fase do processo de construção ontológica, acompanhadas da produção de artefatos documentais específicos que garantem rastreabilidade, transparência e controle sobre as decisões tomadas. Entre os principais artefatos gerados estão o Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia (Figura 6, página 47) e o Documento de Especificação da Arquitetura da Ontologia (Figura 9, página 51), fundamentais para registrar, respectivamente, as necessidades conceituais do domínio e a organização estrutural do modelo ontológico a ser construído.

Na *fase de projeto* da ontologia, a metodologia orienta uma etapa central denominada atividade de conceituação, representada na Figura 10 (página 53). Esse fluxo descreve um processo sistemático que envolve desde a identificação e normalização da lista de termos até a construção do modelo conceitual. As tarefas incluem a classificação dos termos conforme os componentes ontológicos, a definição de hierarquias, a organização de termos com base em uma ontologia de alto nível, a elaboração de glossários, a identificação de relações semânticas, e por fim, a formalização do modelo conceitual.

A atividade de *especificação de requisitos* e as tarefas de *preparação conceitual* se alinham diretamente às competências formativas do profissional de Biblioteconomia, especialmente no que se refere à identificação de conceitos, organização terminológica, classificação, estruturação hierárquica e análise de relações entre termos. Ao longo da formação, o bibliotecário desenvolve habilidades fundamentais para a representação e organização do conhecimento, tornando-se apto a colaborar na engenharia ontológica com propriedade técnica e semântica. Assim, a aplicação da ReBORM neste trabalho também evidencia o potencial de atuação desse profissional na construção de ontologias, especialmente em domínios complexos como o da Administração Pública.

A metodologia ReBORM oferece diretrizes sistemáticas que possibilitam o desenvolvimento da ontologia com consistência semântica e por meio de um ciclo iterativo-incremental, o que favorece entregas parciais, reuso de componentes e atualizações contínuas ao longo do tempo. A aplicação prática da ReBORM na construção da ONTOGOVBR está detalhada na subseção 4.3, com a descrição das etapas executadas e dos produtos gerados em cada fase da metodologia.

4.2 Análise do domínio de conhecimento Administração Pública Brasileira

Essa subseção apresenta os resultados obtidos em consonância com o segundo objetivo específico da pesquisa: *analisar o escopo de conhecimento da Administração Pública Brasileira, identificando os conceitos transversais essenciais e delimitando seu alcance para garantir relevância e aplicabilidade nos diferentes órgãos da Administração Pública.*

A definição do escopo conceitual é uma etapa fundamental na construção de ontologias, pois orienta a seleção dos termos, classes e relações que representarão o domínio de interesse. No contexto da Administração Pública Brasileira, busca-se identificar os conceitos transversais que são compartilhados por seus diferentes entes, independentemente da esfera federativa, da área temática ou da função institucional.

Essa análise foi construída a partir dos dados coletados na segunda etapa da pesquisa bibliográfica e da pesquisa documental, descritas na seção metodológica deste trabalho (subseções 3.2.1 e 3.2.2, páginas 62 e 64). A pesquisa bibliográfica possibilitou o levantamento de fundamentos conceituais, autores e abordagens sobre a Administração Pública e sua organização, enquanto a pesquisa documental concentrou-se na análise de normativos, estruturas e vocabulários institucionais utilizados por entes públicos brasileiros.

Foram consultados documentos como a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 8.429/1992 (Atos de improbidade administrativa), Lei nº 9.784/1999 (Processo administrativo no âmbito da Administração Pública Federal), o Decreto-Lei nº 200/1967 (Organização da Administração Pública Federal), além de referenciais estruturantes como os vocabulários VCGE e VCB da Rede RVBI. Também foram considerados organogramas institucionais, documentos oficiais e materiais técnicos produzidos por órgãos da Administração Pública em diferentes níveis de governo.

A presente análise tem como objetivo adquirir e organizar o conhecimento necessário sobre o domínio da Administração Pública Brasileira, de modo a compreender sua estrutura, terminologia e funcionamento. Esta compreensão é essencial para subsidiar, de forma

fundamentada, as etapas seguintes do processo de modelagem ontológica. A sistematização dos conceitos e o levantamento de requisitos para a construção da ontologia são abordados posteriormente, na subseção 4.3 (página 76) deste trabalho.

4.2.1 *O domínio da Administração Pública Brasileira*

A proposição de uma definição para o que seja a administração pública é uma tarefa complexa (Costin, 2010). O conceito é amplamente debatido, principalmente dentro da Ciência Política e do Direito e se entrelaça com as definições de governo, governabilidade, governança e Estado. Apesar da diversidade de concepções do que seja a Administração Pública, o entendimento da sua finalidade é consensual: o bem comum assegurado por lei.

Segundo Matias-Pereira (2018, p. 194), a “A Administração Pública é a soma de todo o aparelho de Estado, estruturada para realizar os serviços públicos, visando à satisfação das necessidades da população, ou seja, o bem comum”. Como aparelho de Estado, o autor define, em amplo sentido, “a estrutura organizacional do Estado, em seus três poderes: Executivo, Legislativo e Judiciário; e três níveis: União, Estados e Municípios”, sendo composto pelo governo, seus funcionários e a Força militar (Matias-Pereira, 2018, p. 195).

Apesar de ser desempenhada pelos Três Poderes, as atividades típicas da Administração Pública cabem ao Poder Executivo (Campos, 2021) e assim, alguns autores fundem estes conceitos, apesar de serem distintos. Em obra anterior, Matias-Pereira (2016 *apud* Matias-Pereira, 2018, p. 195), conclui que a “Administração Pública pode ser entendida como a estrutura do Poder Executivo, que tem a missão de coordenar e implementar as políticas públicas” e se articula em como exercer e distribuir a autoridade política e em como atender aos interesses públicos, sendo assim um eixo transmissor entre governo e sociedade.

No ramo do Direito administrativo, para fins didáticos, a Administração Pública é entendida a partir de dois sentidos: um subjetivo e outro objetivo. No sentido subjetivo, orgânico ou formal, a Administração Pública é entendida como o conjunto dos órgãos, agentes e pessoas responsáveis pela atividade administrativa, referindo-se ao aparelho administrativo de fato (Campos, 2021). Já no sentido objetivo, funcional ou material, a administração pública consiste nas “atividades, serviços e funções desempenhadas pelo Poder Público” (Campos, 2021, p. 7). A administração pública possui três atividades fundamentais: o poder de polícia, os serviços públicos e o fomento, que são desempenhadas visando o bem comum e a promoção do desenvolvimento social e econômico (Campos, 2021).

Assim, a administração pública é a constituição de órgãos, agentes e pessoas que desempenham a atividade administrativa com a finalidade de garantir o bem comum, isto é, os interesses coletivos assegurados por lei. Esta administração acontece nos níveis federal, estadual e municipal, sendo exercida pelos Três Poderes, ainda que a função administrativa do Estado recaia majoritariamente sobre o Poder Executivo.

O desempenho da atividade administrativa pelo Poder Público brasileiro acontece tanto de maneira centralizada, quanto descentralizada. A administração centralizada é nomeada Administração Pública Direta e a administração descentralizada é denominada Administração Pública Indireta.

A Administração Pública Direta é exercida pelos órgãos ligados diretamente aos Poderes, sem personalidade jurídica, nem autonomia administrativa e financeira (Sanches, 1997 *apud* Matias-Pereira, 2018). Já a Administração Pública Indireta é desempenhada por entidades de direito público e privado, com personalidade jurídica própria e autonomia administrativa e financeira, ainda que sejam subordinadas e fiscalizadas por órgãos da Administração Pública Direta (Brasil, 1967).

A Administração Pública Brasileira é regulada pela Constituição Federal de 1988, que prescreve que a atividade administrativa, tanto centralizada quanto descentralizada, deve obedecer aos princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (Brasil, 1988). Fica evidenciado, assim, que a função da Administração Pública é “atender, sem discriminação, as pessoas que habitam um país ou quaisquer de suas subdivisões” (Matias-Pereira, 2018, p. 194). É a noção do atendimento ao bem comum que norteia tanto as reformas administrativas do Estado, quanto as inovações implementadas na máquina pública.

4.2.2 *Governo eletrônico*

Uma iniciativa recente de potencializar a prestação e qualidade dos serviços públicos é a concepção de eGov. Segundo Santos (2021), as iniciativas de eGov têm início com a expansão do uso cotidiano das TIC, que levou a sociedade a pressionar os governos democráticos para a reestruturação da burocracia e modernização dos procedimentos estatais. Neste contexto, há também uma demanda pela incorporação de tecnologias nestes procedimentos, alinhando-os às mudanças sociais da digitalização, o que gera a necessidade de ecossistema ou de governança digital (Santos, 2021). Outras duas demandas também impulsionam as iniciativas de eGov: as relações do setor público com a sociedade e a necessidade de organização do comércio internacional (Santos, 2021).

No Brasil, a iniciativa de eGov surge mediante a regulamentação da Estratégia Nacional de Governo Digital (ENGD) pela Lei do Governo Digital⁴ (Lei nº 14.129/2021). Este conjunto de recomendações é estabelecido como “uma política perene, participativa e articulada desde o nível nacional até os pequenos municípios” (MGI, 2024?, não paginado) e tem por objetivos, segundo o portal Governo Eletrônico (MGI, 2024?): a promoção da transformação digital do setor público; o impulsionamento da participação do cidadão e da inovação tecnológica e a criação de uma administração pública mais moderna, ágil e centrada no cidadão. É fruto dessa estratégia, o portal Gov.br, que objetiva a centralização da comunicação entre o cidadão e a administração pública federal em um só ecossistema digital.

Uma das últimas iniciativas para impulsionar o eGov no Brasil é a formalização dos objetivos da ENGD para 2024 a 2027 pela Portaria SGD/MGI nº 4.248, de 26 de junho de 2024. Os 10 objetivos definidos são:

1. Gestão e governança;
2. Qualidade dos serviços públicos;
3. Identidade única do cidadão;
4. Privacidade e segurança;
5. Inteligência de dados;
6. Infraestrutura digital;
7. Ecossistema de inovação;
8. Eficiência e colaboração;
9. Transparência e participação;
10. Competências e capacitação.

4.3 Procedimentos metodológicos para a construção da ONTOGOVBR

Esta subseção descreve os procedimentos adotados para a construção da Ontologia de Referência da Administração Pública Brasileira (ONTOGOVBR), em consonância com o terceiro objetivo específico desta pesquisa: *aplicar a metodologia ReBORM na construção da ontologia ONTOGOVBR, documentando todas as etapas — desde a modelagem conceitual até a representação formal.*

4 Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14129.htm (Acesso em: 20/03/2025).

A construção da ONTOGOVBR foi conduzida com base ReBORM, metodologia fundamentada no realismo ontológico e estruturada nas suas cinco fases: conceitual, iniciação, projeto, implementação e disponibilização. A aplicação seguiu o princípio iterativo-incremental proposto pela ReBORM, ainda que, no âmbito deste trabalho, tenha sido realizada apenas uma iteração completa do ciclo de desenvolvimento.

A seguir são detalhados os resultados da aplicação das fases da metodologia ReBORM para a construção da ONTOGOVBR.

4.3.1 Fase conceitual

A fase conceitual, que objetiva a definição dos princípios e diretrizes para a construção da ontologia de forma consistente e alinhada às necessidades do domínio, se inicia com a atividade de especificação de requisitos por meio do preenchimento do *Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia*, disponível para consulta no Apêndice A. Este documento, descrito na subseção 2.3.4.2 (página 44), está dividido em quatro partes e permitiu a definição dos propósitos e requisitos que nortearam o desenvolvimento da ONTOGOVBR.

Na primeira parte do ORSD, foram definidos os propósitos da ontologia, o domínio a ser representados e o escopo da ontologia. Quanto ao domínio e escopo, identificou-se por propósito geral da ontologia, o desenvolvimento de uma ontologia para o domínio da Administração Pública Brasileira, com foco na representação estruturada e abrangente do conhecimento relacionado à organização e funcionamento do Estado brasileiro. É imprescindível que a ontologia facilite a recuperação eficiente de informações e a geração de novos conhecimentos por meio de mecanismos de inferência (*reasoning*), promovendo suporte à tomada de decisão e aprimoramento de políticas públicas. Assim, a ONTOGOVBR cobrirá as estruturas organizacionais do governo brasileiro, as funções e atribuições dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, os processos administrativos e de gestão pública, as relações entre entidades governamentais e termos e conceitos presentes na legislação e normativas.

Como usos pretendidos, objetiva-se o compartilhamento de uma base estruturada para a organização e a RI em gestão pública, além da prestação de suporte educacional para a capacitação de servidores e pesquisadores. Ademais, a ontologia deve auxiliar a tomada de decisão governamental e impulsionar avanços na área de integração semântica de dados. Os usuários potenciais da ONTOGOVBR são as organizações governamentais, os pesquisadores

e acadêmicos interessados em modelagem e análise da área de Administração Pública, os desenvolvedores de sistemas e os gestores públicos.

A ONTOGOVBR se limita a inclusão de termos da Administração Pública Brasileira. A inclusão de termos oriundos da administração pública de outros países somente será feita, caso impactem de maneira direta a gestão pública brasileira. Ademais, ficam excluídos as informações de caráter estritamente político e partidário, bem como detalhes operacionais internos de cada órgão que compõem a Administração Pública Brasileira.

A respeito dos não funcionais, a ONTOGOVBR, será implementada na linguagem OWL 2 e seguirá os princípios da OBO *Foundry*. A ONTOGOVBR será construída em português do Brasil (pt-BR) e será alinhada à Constituição Federal de 1988, ao VCGE e ao VCB da Rede RVBI. Além disso será integrada a ontologia de alto nível BFO e privilegiará o reuso de artefatos ontológicos já existentes.

Para o levantamento dos requisitos funcionais, documentados na terceira parte do ORSD, foram levantadas e respondidas 30 questões de competências universais. Das Questões de Competências (QC), extraíram-se 238 termos potenciais de serem incluídos na ontologia. Quantificou-se a frequência de cada termo dentro das QC, a fim de mensurar a sua relevância no âmbito dessas.

Na quarta parte do ORSD, identificou-se como fontes para a aquisição de conhecimento diversas legislações como a Constituição de 1988 e o Decreto-Lei nº 200 de 1967, entre outros documentos, como livros-texto de administração pública e direito administrativo.

No desenvolvimento da segunda atividade: *pesquisa de ontologias para reuso*, foram acessados os repositórios de ontologias *Ontobee*⁵ (Figura 13) e *IndustryPortal*⁶ (Figura 14). Nesses repositórios, foi possível localizar termos previamente definidos em diversas ontologias, muitos dos quais apresentavam significados semelhantes ou sobreposição conceitual. Diante disso, tornou-se necessário aplicar critérios específicos para selecionar, entre os termos disponíveis, aquele mais apropriado ao escopo e aos objetivos da ONTOGOVBR.

A escolha pelo reuso de um termo ontológico foi orientada por critérios como: (i) alinhamento com a ontologia de alto nível adotada neste trabalho, a BFO 2.0; (ii) adequação semântica ao domínio da Administração Pública Brasileira; (iii) clareza, consistência e

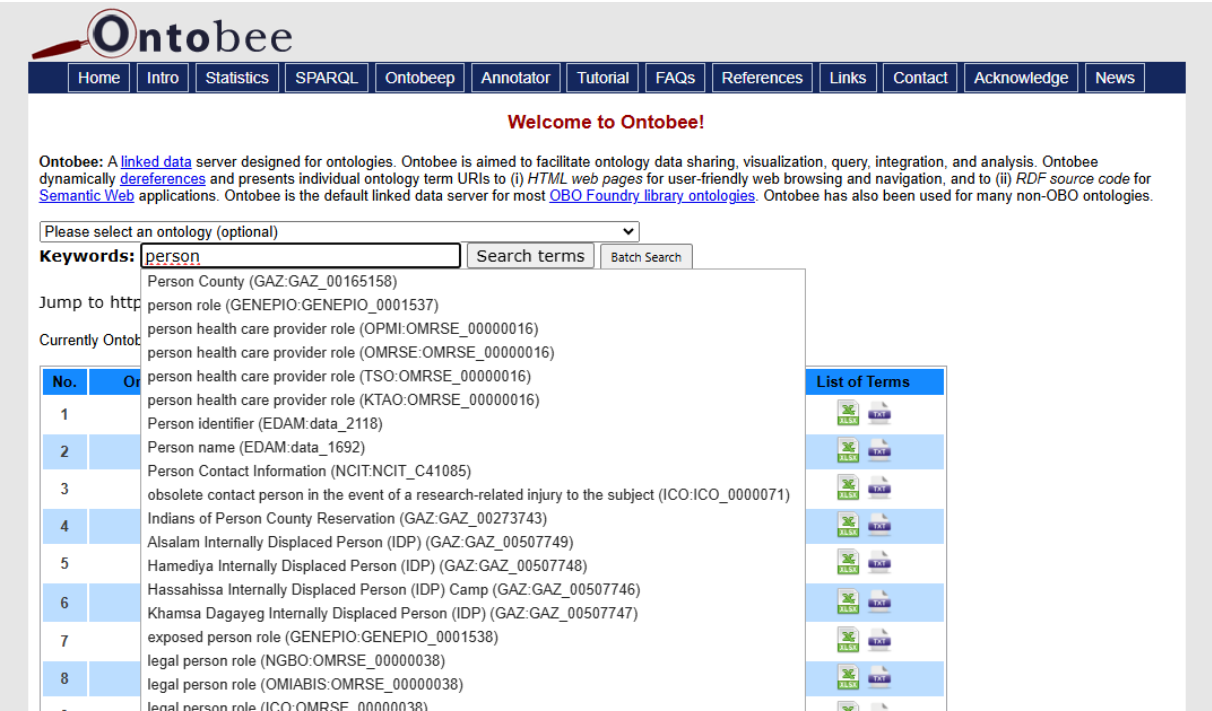
⁵ Disponível em <https://ontobee.org/> (Acesso em 20/03/2025).

⁶ Disponível em <https://industryportal.enit.fr/> (Acesso em 20/03/2025).

completude da definição textual associada ao termo; e (iv) estabilidade e governança da ontologia de origem, com atenção à existência de versionamento, rastreabilidade e documentação.

Além desses aspectos, também foram considerados como diferenciais positivos a presença de anotações semânticas complementares (ex.: *rdfs:label*, *definition*, *editor note*, *hasExactSynonym*) e o nível de reutilização do termo por outras ontologias publicadas. Esses elementos contribuem para a interoperabilidade, o reuso e a confiabilidade do termo adotado.

Figura 13: Tela de pesquisa do portal Ontobee.



Fonte: Elaboração da autora a partir de captura de tela do Portal OntoBee (2025).

Figura 14: Tela de pesquisa do *Industry Portal*

IndustryPortal
Ontologies for industry

Ontologies Search Mappings Recommender Annotator Projects Landscape Souslesens Team

Login

Class Search

Enter a class, e.g. Melanoma [help](#)

[Show advanced options](#)

[Search](#)

Matches in 2 ontologies

Government - Common Core Ontologies (CCO)
<http://www.ontologyrepository.com/CommonCoreOntologies/Government>
 An Organization that is the highest legitimate authority delimited by some Delimiting Domain and that exercises executive, legislative, or judicial authority in that Domain.
[details](#) - [visualize](#) - [10 more from this ontology](#)

Fonte: Fonte: Elaboração da autora a partir de captura de tela do Portal *IndustryPortal* (2025).

Como resultado da atividade de *pesquisa de ontologias para reuso*, foram identificadas ontologias com alto potencial de aproveitamento, tanto para a reutilização de termos quanto para a adoção de relações e estruturas previamente formalizadas. Dentre elas, destacam-se a *Relation Ontology* (RO), a *Ontology of Medically Related Social Entities* (OMRSE) e a *Information Artifact Ontology* (IAO) do repositório *Ontobee* e a ontologia *Common Core* (CCO) do repositório *IndustryPortal*.

A terceira atividade desta fase, que consiste na *pesquisa de padrões de projeto* de ontologia para reuso (*Ontology Design Patterns – ODP*), não foi desenvolvida no escopo deste trabalho. Embora o uso de padrões de modelagem seja uma prática recomendada na engenharia de ontologias por contribuir com a padronização e a consistência semântica, optou-se por não aprofundar essa etapa em razão da limitação temporal e da concentração dos esforços nas atividades fundamentais previstas pela metodologia ReBORM, como a conceituação, a modelagem dos termos e a formalização inicial da ontologia. Destaca-se, contudo, que a adoção de padrões poderá ser considerada em iterações futuras, especialmente nas fases de refinamento e expansão da ONTOGOVBR, quando se buscar maior sofisticação estrutural e interoperabilidade com modelos mais complexos.

A *atividade de aquisição de conhecimento* teve início nesta fase, com base na pesquisa documental nas legislações, livros e vocabulários indicados na quarta seção do ORSD (Apêndice A) e se estendeu por todo o processo de desenvolvimento da ontologia.

4.3.2 Fase de iniciação

Na *fase de iniciação*, deu-se início o desenvolvimento incremental da ontologia, organizando-o segundo os requisitos levantados na fase conceitual. O desenvolvimento da versão atual da ONTOGOVBR consistiu em uma rodada do ciclo de vida da metodologia ReBORM, portanto, a *fase de iniciação* foi realizada apenas uma vez.

Esta fase é iniciada com as atividades de planejamento da interação e elicitação de requisitos. O planejamento da interação visa a definição dos objetivos e do escopo da rodada atual, enquanto a elicitação de requisitos prevê a revisão dos requisitos definidos na fase conceitual, promovendo o seu refinamento segundo as necessidades do desenvolvimento da ontologia. No desenvolvimento dessas atividades, definiu-se que a primeira versão da ONTOGOVBR representaria os conceitos relacionados a estrutura da Administração Pública Brasileira.

O ORSD guiou o planejamento da primeira interação do desenvolvimento da ontologia, onde o escopo e as limitações foram considerados, o que, juntamente com a elicitação de requisitos, resultou na seleção de 17 dentre as 30 QC levantadas na fase conceitual, para serem respondidas nesta primeira rodada do ciclo. Todas as 30 questões identificadas na fase conceitual podem ser encontradas no Apêndice B. As questões em destaque foram as selecionadas para a primeira iteração do ciclo de desenvolvimento da ONTOGOVBR, e são listadas a seguir. Para iterações futuras, as demais questões devem ser consideradas.

1. Como as entidades públicas estão organizadas hierarquicamente no Brasil?
2. Como está organizada a divisão geopolítica do Brasil em regiões, estados e municípios?
3. Como os estados brasileiros são organizados em termos de competências administrativas e legislativas?
4. Quais órgãos compõem a administração pública direta no Brasil?
5. Quais entidades fazem parte da administração pública indireta?
6. Quais são os principais órgãos responsáveis pela administração pública em nível federal, estadual e municipal?
7. O que são entes federados?
8. Quais são os entes federados no Brasil?
9. O que é a administração pública direta?

10. O que é a administração pública indireta?
11. Quais são as diferenças entre órgãos, autarquias, fundações e empresas públicas?
12. Quais são as principais características dos(as) órgãos, autarquias, fundações e empresas públicas?
13. Qual é a diferença entre administração pública direta e indireta?
14. Quais entidades descentralizadas compõem a administração pública indireta em nível municipal?
15. Quais são os critérios para criar uma autarquia no Brasil?
16. Quais são as funções típicas dos órgãos da administração direta?
17. Quais são os principais tipos de entidades da Administração Pública e como elas se relacionam hierarquicamente?

A aquisição de conhecimento continuou com maior ênfase na estrutura da Administração Pública, orientada pela seleção das QC. Segue listado o material consultado para a aquisição de conhecimento para esta primeira interação:

- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016?]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 18 fev. 2025
- BRASIL. Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2016?]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0200.htm. Acesso em: 18 fev. 2025.
- Brasil. Congresso Nacional. Senado Federal. Coordenação de Biblioteca. Serviço de Gerência da Rede Virtual de Bibliotecas. **Vocabulário Eletrônico Básico**. Brasília: Senado Federal, 2017. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/532112>. Acesso em: 15 set. 2024.
- Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **VCGE: Vocabulário de Governo Eletrônico**. Brasília: MP, SLTI, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/infraestrutura-nacional-de-dados/arquivos/copy_of_VCGE_2_1_0.pdf. Acesso em: 16 de jun. 2024.

- CAMPOS, Ana Cláudia. **Direito administrativo facilitado**. 2ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Gen Método, 2021.
- COSTIN, Claudia. **Administração Pública**. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2010.
Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152281/>. Acesso em:
17 mar. 2025.
- MATIAS-PEREIRA, José. **Administração Pública**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2018.
Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597016093/>. Acesso em:
18 mar. 2025.

A última atividade desta fase: seleção de ontologias para reuso, que consiste na escolha das ontologias para o efetivo reuso dentre aquelas candidatas na fase conceitual, resultou na seleção de seis ontologias para reuso.

A RO⁷ oferece um conjunto padronizado de relações ontológicas que favorece a interoperabilidade entre modelos distintos, sendo útil especialmente na definição de relações hierárquicas, mereológicas e associativas. É a ontologia das relações padrão da OBO *Foundry* utilizadas numa grande variedade de ontologias biológicas. Já a IAO⁸ contribui com a representação formal de entidades informacionais, como documentos, registros e metadados, aspectos centrais na modelagem da Administração Pública. A OMRSE⁹, embora originalmente voltada ao domínio biomédico, representa entidades do domínio das interações sociais humanas. Oferece representações ontológicas para agentes sociais, atos sociais, papéis sociais, grupos sociais e organizações, conceitos transversais que também se aplicam ao contexto da Administração Pública. A CCO¹⁰, é uma combinação de 11 ontologias de nível médio que estendem a BFO, fornecendo a representação de conceitos de referência categorizado como um núcleo comum para uso no domínio da indústria. Ela apresenta classes gerais para a descrição de organizações, agentes, processos e recursos, o que complementa de forma estratégica o escopo da ONTOGOVBR.

7 Disponível em <https://ontobee.org/ontology/RO> . Acesso em 06/04/2025.

8 Disponível em <https://ontobee.org/ontology/IAO> . Acesso em 06/04/2025.

9 Disponível em <https://ontobee.org/ontology/OMRSE> . Acesso em 06/04/2025.

10 Disponível em <https://industryportal.enit.fr/ontologies/CCO>. Acesso em 06/04/2025.

Adicionalmente, outras ontologias não citadas anteriormente, mas que também são reusadas na ONTOGOVBR são:

- A *Ontology for Biomedical Investigations* (OBI)¹¹, embora voltada ao domínio das ciências da vida, apresenta estruturas ontológicas reutilizáveis para representar agentes, procedimentos, processos, papéis e instrumentos, alguns dos quais são aplicáveis a investigações, auditorias e processos administrativos.
- A *Document Acts Ontology* (*d-acts*)¹² se destaca por modelar atos documentais — como declarações, autorizações e solicitações —, alinhando-se diretamente às práticas formais e documentais que estruturam as atividades da máquina pública.

4.3.3 Fase de projeto

A *fase de projeto* foi realizada por meio do desenvolvimento de suas quatro atividades principais: *especificação da arquitetura da ontologia*, *conceituação da ontologia*, *recuperação da ontologia* e *localização da ontologia*, permitindo a estruturação e a organização da ONTOGOVBR. O *Documento de Especificação da Arquitetura* gerado nesta fase está no Apêndice C. Nele, definiu-se que a ontologia de alto nível para a extensão utilizada será a BFO-PT (BFO versão 2.0 em português). Esta ontologia de alto nível é amplamente utilizada para a construção de ontologias realistas. A ONTOGOVBR, além de ser uma ontologia realista, reusa outras ontologias que foram desenvolvidas utilizando-se a BFO como extensão ontológica.

Para o *namespace* foi definido a IRI Base “<https://ontologia.ibict.br/ontologias/ONTOGOVBR>”¹³, e a estrutura da IRI de versionamento definida foi “<https://ontologia.ibict.br/ontologias/ONTOGOVBR/versao/<nº da versão>>”. Os identificadores locais dos elementos da ontologia para os termos gerais e os indivíduos ou particulares são baseados na IRI Base.

11 Disponível em <https://ontobee.org/ontology/OBI> . Acesso em 06/04/2025

12 Disponível em <https://ontobee.org/ontology/d-acts> . Acesso em 06/04/2025.

13 Ressalta-se que a IRI base e a IRI de versionamento são provisórias e foram definidas com base na suposição da autora de que o Instituto brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) poderá, futuramente, assumir a construção, manutenção e a publicação oficial da ONTOGOVBR. No entanto, nenhuma reunião formal foi realizada com o IBICT até o momento da redação deste trabalho para apresentação dessa proposta ou articulação institucional.

O site do projeto da ontologia e o repositório de desenvolvimento atualmente foram disponibilizados no *GitHub* conforme definido no *Documento de Especificação da Arquitetura* (Apêndice C). Quanto às ferramentas e tecnologias que serão utilizadas para o desenvolvimento da ONTOGOVBR, estão:

- o editor de ontologias *Protégé*;
- a linguagem de codificação OWL 2 com salvamento dos arquivos no formato *Resource Description Framework/Extensible Markup Language* (RDF/XML), conforme os padrões da *Web Semântica*;
- O uso da plataforma *GitHub*, que hospeda o repositório oficial do projeto, disponível em: <https://github.com/FernandaFarinelli/ONTOGOVBR>;
- As ferramentas *Microsoft Word* e *Microsoft Excel*, utilizadas na elaboração e organização dos documentos de especificação, glossários, planilhas de termos e demais registros que compõem a documentação da ontologia.

O *Protégé* é um *software* editor de ontologias desenvolvido pela universidade de *Stanford*. É uma estrutura de código aberto mundialmente utilizada para a construção de soluções baseadas em conhecimento em diversos domínios de aplicação como biomedicina, comércio eletrônico e modelagem organizacional, em contextos acadêmicos, governamentais e corporativos (University of Stanford, c2020). O *software* tem duas versões, o *WebProtégé*¹⁴ e o *Protégé Desktop*. O *Protégé Desktop* é uma ferramenta avançada para edição de ontologias, compatível com a linguagem OWL 2 e que possui ferramentas de visualização interativa, suporte para rastreamento de inconsistências e funcionalidades de refatoração, como mesclagem de ontologias, entre outros recursos (University of Stanford, c2020). A decisão pelo uso do *Protégé Desktop*, dentre outras opções de *softwares* editores de ontologias, baseou-se na familiaridade da autora com o uso da ferramenta, que fornece todos os recursos necessários para o desenvolvimento da ontologia ONTOGOVBR.

O idioma padrão para a criação da ontologia e de seus elementos é o pt-BR. Para os elementos reutilizados de ontologias originalmente não definidas em português, será adotado o pt-BR como idioma alternativo. Essa definição está associada à atividade de *localização da*

¹⁴ Disponível em <https://webprotege.stanford.edu/>. Acesso em 06/04/2025.

ontologia, que visa adaptar terminologicamente os componentes reutilizados ao contexto linguístico e institucional brasileiro.

A ONTOGOVBR será disponibilizada em uma licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International* (CC BY-NC 4.0), alinhada às normas OBO *Foundry* e ao movimento de Acesso Aberto, que prevê a disponibilização do conhecimento científico *online* e de maneira livre (Costa; Leite, 2017). A política de versionamento, detalhada no Apêndice D, será baseada no *Semantic Versioning* (SemVer), utilizando a estrutura *MAJOR.MINOR.PATCH*, onde as mudanças são documentadas na IRI de versionamento seguindo três níveis: *MAJOR* para mudanças que quebram a compatibilidade com versões anteriores; *MINOR* para novas funcionalidades que não impactam a compatibilidade com versões anteriores; e *PATCH* para pequenas correções. Além disso a documentação das versões será feita por metadados e gerida pelo *Github* e/ou repositórios públicos, com o objetivo de se garantir a transparência, o desenvolvimento colaborativo e a gestão eficiente da ontologia. No contexto deste trabalho, o desenvolvimento da ONTOGOVBR foi conduzido de forma colaborativa entre a autora e sua orientadora.

A documentação mínima para os elementos da ONTOGOVBR, bem como outras informações complementares consideradas essenciais, é realizada por meio das anotações semânticas da ontologia, ou as *Annotation Properties* da linguagem OWL, que permitem registrar metadados diretamente nos elementos ontológicos. A documentação mínima definida para a ONTOGOVBR é determinada pelas seguintes anotações:

- Nome do desenvolvedor;
- Data de criação do elemento;
- Rótulos (nomes) em inglês e português;
- Definições claras em ambos os idiomas;
- Indicação da ontologia fonte para elementos reutilizados.

Na segunda atividade da *fase de projeto*, a *conceituação de ontologia*, os conceitos e os relacionamentos entre eles são detalhados e estruturados. Esta atividade é desempenhada por meio de tarefas menores descritas na Figura 10 (página 53). O desenvolvimento destas tarefas foi realizado e documentado na *Planilha de preparação conceitual de termos* (Apêndice E). Esta planilha foi originalmente criada utilizando o *Software Excel*, que permitiu a gestão das tarefas de forma organizada e integrada por meio de cinco planilhas estruturadas: *Lista de termos*, *Hierarquia de termos*, *Glossário*, *Sentenças* e *Tradução*.

A primeira planilha, intitulada *Lista de termos* (Apêndice E, Planilha E1), mostra a relação dos 50 termos identificados como relevantes, que são representados na primeira versão da ONTOGOVBR, tendo por base tanto as QC priorizadas na *fase de iniciação* quanto os documentos analisados no processo de aquisição de conhecimento. Nesta planilha, os termos foram normalizados (singular, minúsculo, gênero neutro ou masculino), o que visou a eliminação de ambiguidades. Adicionalmente, foi realizada a classificação dos termos conforme os componentes da ontologia, categorizando-os em classes, relacionamentos ou indivíduos.

A planilha intitulada *Hierarquia de termos* (Apêndice E, Planilha E2), apresenta os termos organizados conforme uma hierarquia, composta por cinco níveis de especialização, mas tais níveis podem variar conforme os termos selecionados para a interação. Os termos também foram classificados conforme às classes da BFO 2.0, assegurando seu alinhamento com modelos fundacionais existentes, o que garante a sua interoperabilidade.

Uma vez concluída a hierarquização dos termos, foi iniciada a tarefa de *definição de glossário*. A realização desta atividade se deu por meio da planilha *Glossário* (Apêndice E, Planilha E4), onde os termos preferidos foram indicados para serem utilizados como o rótulo principal do elemento da ontologia. Definiu-se também os sinônimos, antônimos e siglas dos termos, caso houvesse.

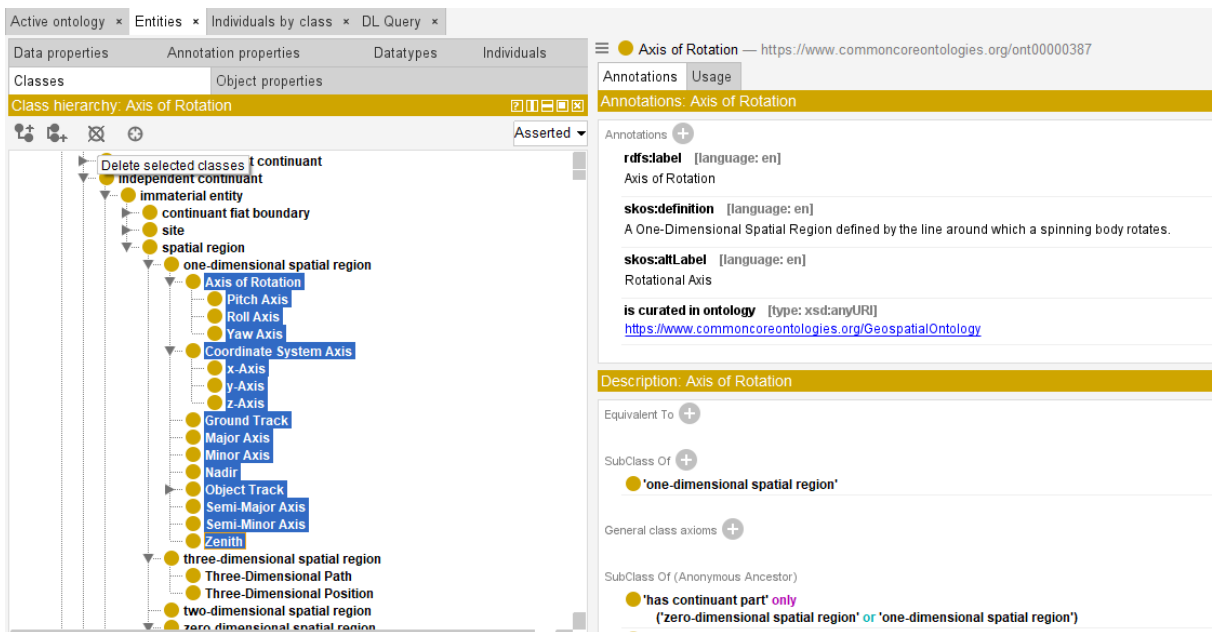
A tarefa seguinte, *identificar as relações binárias entre termos*, foi desenvolvida e registrada na planilha *Sentenças* (Apêndice E, Planilha E3), onde 141 relacionamentos binários entre termos foram estruturados no formato de triplas RDF (sujeito-predicado-objeto). Os relacionamentos binários foram definidos utilizando-se a RO, mas, quando necessário, novos predicados poderiam ser propostos a fim de abranger especificidades do domínio.

Por fim, a última planilha de preparação dos termos, intitulada *Tradução*, permitiu que as traduções dos termos para o inglês, caso houvesse, fossem indicadas, a fim de que a interoperabilidade e a usabilidade da ONTOGOVBR pudessem ser potencializadas. Ao final da atividade de *conceituação da ontologia*, 50 termos foram detalhados e desenvolvidos, sendo 46 classes e quatro indivíduos, estruturados em uma hierarquia de até cinco níveis e com 141 relacionamentos binários entre os termos identificados.

A próxima atividade da *fase de projeto*, ou seja, a atividade *recuperação da ontologia*, que visa a extração das partes relevantes das ontologias selecionadas para reuso, foi realizada de duas formas. A primeira, utilizando-se o *software Protégé* para abrir o documento que

continha as ontologias selecionadas para o reuso e realizar a exclusão das classes que não seriam utilizadas, a fim de que os OWL das ontologias reusadas a serem importados na ONTOGOVBR contivessem apenas as classes desejadas. A Figura 15 apresenta detalhes da exclusão de classes não selecionadas para o reuso da CCO, por meio do *Protégé*.

Figura 15: Detalhes da exclusão de classes da *Common Core Ontologies* no *Protégé*.



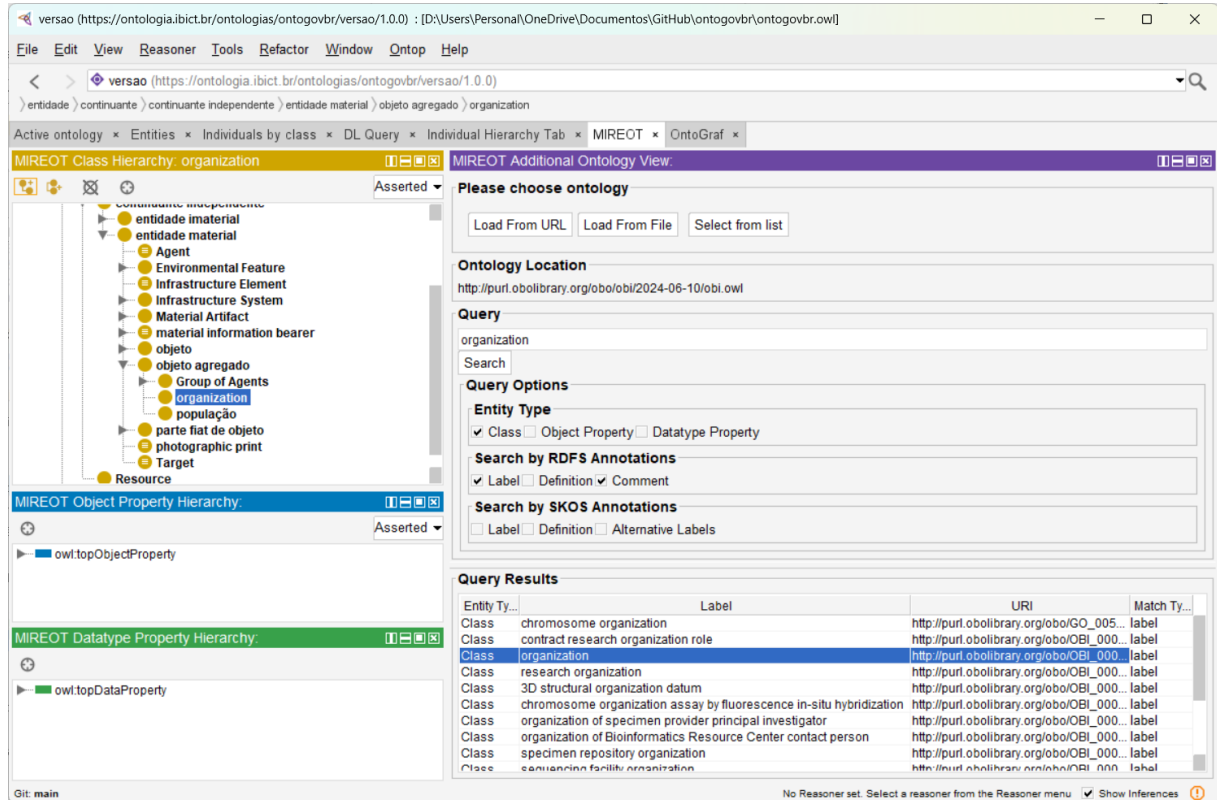
Fonte: Da autora (2025).

A segunda maneira de *recuperação da ontologia* foi pelo uso do plugin MIREOT no *Protégé*, que permite importar seletivamente termos de outras ontologias diretamente no ambiente de modelagem, mantendo o controle sobre os elementos reutilizados e assegurando compatibilidade com a estrutura OWL.

A Figura 16 apresenta um exemplo da utilização do MIREOT durante o processo de importação do termo “*organization*”, proveniente da OBI. À direita da interface do Protégé, observa-se a consulta realizada diretamente à ontologia hospedada em <http://purl.obolibrary.org/obo/obi/2024-06-10/obi.owl>. A busca pelo termo “*organization*” retorna diversas ocorrências, acompanhadas de informações como URI, rótulo e tipo de entidade. Após a identificação do termo desejado, o processo de importação é realizado por meio da funcionalidade *drag and drop* (arrastar e soltar), permitindo que o engenheiro de ontologias insira o termo na hierarquia da ontologia em desenvolvimento, respeitando a sua classificação conceitual e estrutura ontológica. À esquerda, vê-se o termo inserido na hierarquia da ontologia editada, associado à classe superior. No exemplo apresentado, o termo

“organization” foi incorporado sob a classe “objeto agregado”, em conformidade com a estrutura hierárquica definida pela BFO.

Figura 16: Exemplo de uso do plugin MIREOT no Protégé na ONTOGOVBR.



Fonte: Da autora (2025).

Adicionalmente, a *recuperação de ontologias* ainda pode ser realizada por meio da ferramenta OntoFox¹⁵, que permite extrair trechos de ontologias externas com base nas URIs dos termos de interesse, possibilitando a inclusão seletiva de classes, subclasses e relações associadas. A escolha da estratégia de recuperação ontológica mais adequada deve ser realizada pelo engenheiro de ontologias, considerando fatores como os requisitos do projeto, a quantidade de termos a serem reutilizados, o nível de granularidade desejado e a familiaridade do modelador com as ferramentas disponíveis. Dessa forma, o processo pode ser conduzido de maneira eficiente, mantendo a coerência conceitual e assegurando a rastreabilidade da origem dos elementos reutilizados.

Por fim, na atividade de *localização da ontologia*, para a integração correta dos elementos ontológicos reusados ao contexto da ONTOGOVBR, realizou-se a tradução dos

¹⁵ Disponível em <https://ontofox.hegroup.org/>. Acesso em 06/04/2025.

termos extraídos de outras ontologias para o pt-BR, idioma de desenvolvimento da ONTOGOVBR. A documentação desta tradução no *software Protégé* realizou-se com a inclusão das anotações/metadados *rdf:label*, *obo:IAO_0000111*, *obo:IAO_0000112*, *obo:IAO_0000115* e *obo:IAO_0000116* utilizando o atributo *xml:lang="pt-BR"*, conforme exemplo em linguagem OWL da Figura 17.

Figura 17: Exemplo de resultado da atividade de localização da ontologia.

```
<!-- https://www.commoncoreontologies.org/ont00001164 -->

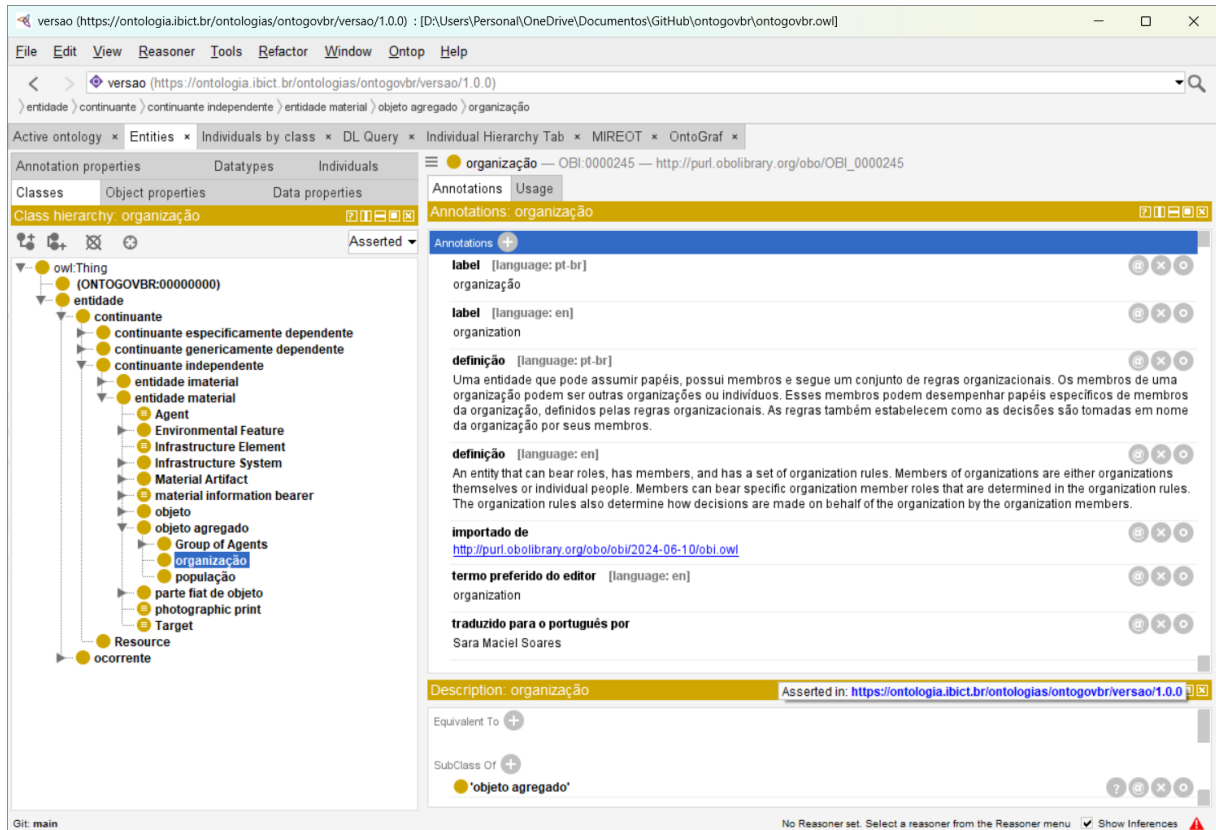
<owl:Class rdf:about="https://www.commoncoreontologies.org/ont00001164">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="https://www.commoncoreontologies.org/ont00001152"/>
  <obo:IAO_0000115 xml:lang="pt-br">Um domínio governamental que faz parte de uma região administrativa
  de primeira ou segunda ordem.</obo:IAO_0000115>
  <obo:IAO_0000412>https://www.commoncoreontologies.org/2024-11-06/CommonCoreOntologiesMerged</obo:IAO_0000412>
  <obo:ONTONEO_10000002>Sara Soares</obo:ONTONEO_10000002>
  <rdfs:label xml:lang="en">County</rdfs:label>
  <rdfs:label xml:lang="pt-br">Pais</rdfs:label>
  <skos:definition xml:lang="en">A Government Domain that is part of either a First-Order or
  Second-Order Administrative Region.</skos:definition>
  <cco:ont00001754 rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI">
  https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=County&oldid=1062817834</cco:ont00001754>
  <cco:ont00001760 rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI">
  https://www.commoncoreontologies.org/AgentOntology</cco:ont00001760>
</owl:Class>
```

Fonte: Da autora (2025).

No detalhamento da Figura 17, foram traduzidas as anotações semânticas (*Annotations Properties*) *obo:IAO_0000115* para tradução da definição e *rdfs:label*, para a tradução do rótulo utilizando *xml:lang="pt-BR"*. A *atividade de localização* foi realizada para todos os termos reusados, sempre com a indicação do tradutor para o pt-BR por meio da anotação *obo:ONTONEO_10000002*.

A documentação das traduções também pode ser realizada diretamente no *software Protégé*, por meio da interface visual. A Figura 18 ilustra um exemplo da atividade de *localização da ontologia*, com a adaptação do termo *organization*, importado da OBI, para o contexto da ONTOGOVBR. No painel à direita do *Protégé*, visualiza-se as anotações (*Annotations*) associadas a classe “organização”, devidamente traduzidas para o português do Brasil e identificadas com a marcação de idioma pt-BR (*language: pt-BR*).

Figura 18: Exemplo de localização do termo “*organization*” por meio da interface visual do Protégé.



Fonte: Da autora (2025).

O rótulo da classe foi registrado por meio da propriedade *rdfs:label*, em inglês e português, enquanto a definição textual foi documentada com o uso da propriedade *obo:IAO_0000115* (definição), também bilíngue. A origem do termo importado é registrada com a propriedade *obo:IAO_0000412* (importado de), apontando para a versão da OBI utilizada na importação. Além disso, a propriedade *obo:ONTONEO_10000002* (traduzido para o português por) foi empregada para indicar a autoria da tradução para o português.

A *localização da ontologia* por meio da inserção dessas anotações permite a personalização semântica dos termos reutilizados, promovendo sua integração adequada ao escopo linguístico e institucional da Administração Pública Brasileira.

4.3.4 Fase de implementação

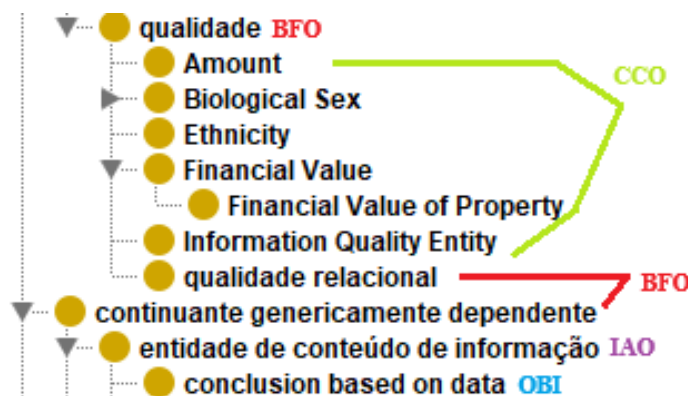
A fase de implementação da metodologia ReBORM, prevê a formalização estruturada do modelo conceitual da ontologia que foi desenvolvido na *fase de projeto*. Essa formalização acontece por meio da codificação das definições da ontologia na linguagem OWL 2. O

desenvolvimento das atividades da fase de implementação foi realizado por meio do uso do *software Protégé* e pela edição direta do arquivo OWL¹⁶.

O desenvolvimento da integração da ontologia de alto nível com as ontologias de reuso deu-se por meio da elaboração de um arquivo base, onde tanto a BFO 2.0 quanto a RO foram integradas em arquivo OWL, ambas em sua versão em português. A partir deste arquivo base, os demais termos selecionados para reuso foram editados e integrados. Este procedimento incorporou as atividades: *importação de ontologias de alto nível* e *integração da ontologia*, visualizadas na interface do *Protégé*.

Figura 19 detalha a integração de termos da BFO com termos das ontologias reusadas CCO, IAO e OBI, visualizadas na interface do *Protégé*.

Figura 19: Detalhe da integração da ontologia de alto nível com as ontologias selecionadas para reuso.



Fonte: Da autora (2025).

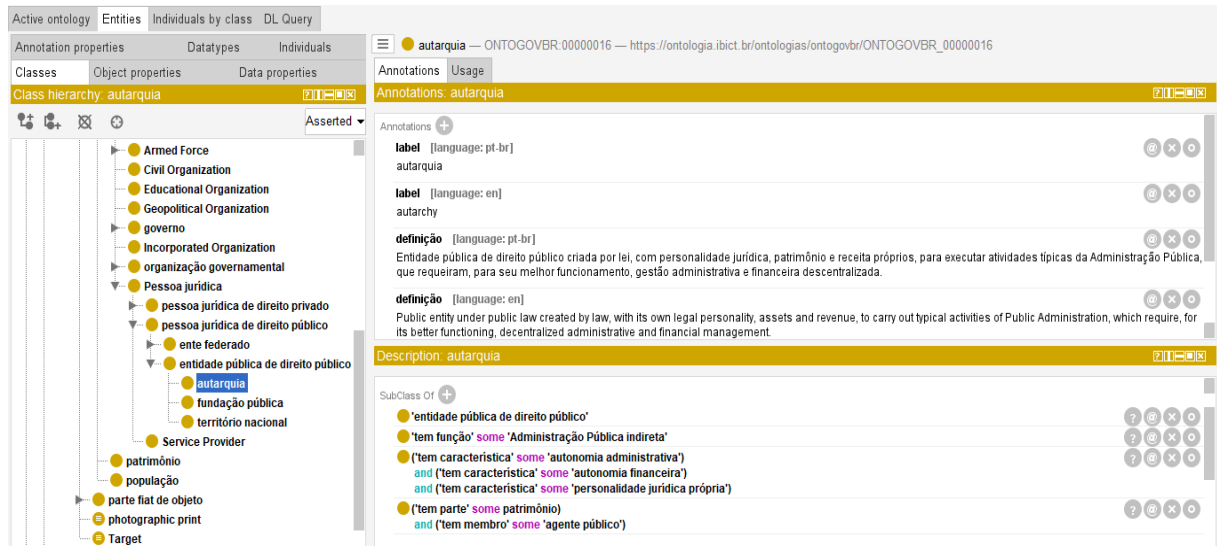
No caso da CCO, os termos foram importados diretamente a partir do arquivo OWL resultante da fase anterior, já filtrado com os elementos pertinentes. As demais ontologias, optou-se pela recuperação seletiva utilizando-se o plugin MIREOT.

A terceira atividade dessa fase, a *formalização da ontologia*, consiste na criação dos conceitos, classes, propriedade e axiomas na ontologia. Nesta fase, a hierarquia da ONTOGOVBR foi estruturada e os relacionamentos entre os termos modelados. Os termos foram organizados com base na hierarquia construída na fase anterior, respeitando os princípios da BFO. Ademais, as regras lógicas foram aplicadas garantindo a integridade da ontologia. A Figura 20 apresenta a formalização da classe *autarquia* (ONTOGOVBR_00000016) na ONTOGOVBR. Trata-se de uma entidade da Administração

¹⁶ Neste caso, foi usado a ferramenta Notepad++. Um editor de texto avançado, gratuito e de código aberto, amplamente utilizado para edição de arquivos técnicos, como OWL e XML, por oferecer recursos como realce de sintaxe, busca estruturada e suporte a múltiplos formatos.

Pública indireta, modelada como subclasse de *entidade pública de direito público*. No painel inferior, é possível visualizar as restrições semânticas e axiomas de classe associados à *autarquia*, que a caracterizam (*tem característica*) por ter *personalidade jurídica própria*, *autonomia administrativa* e *financeira*, e ‘*tem função*’ alguma “*Administração Pública indireta*”, e ‘*tem parte*’ algum ‘*patrimônio*’ e ‘*tem membro*’ algum ‘*agente público*’.

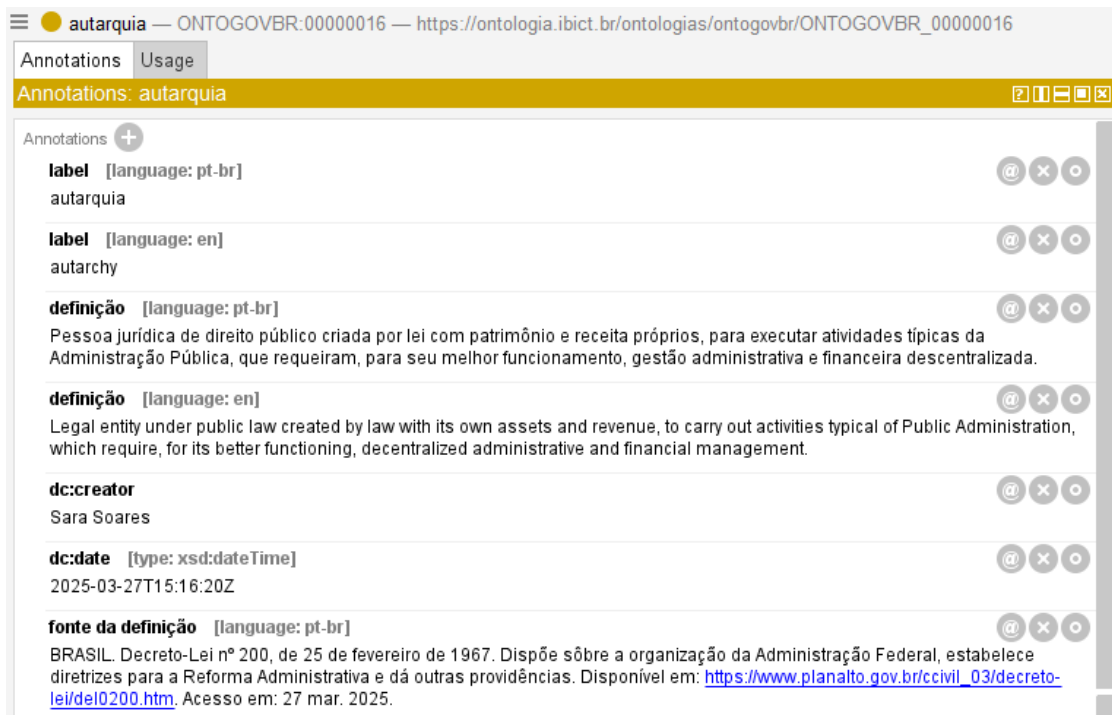
Figura 20: Detalhes da formalização da classe *autarquia* no Protégé.



Fonte: Da autora (2025).

A atividade de *anotação da ontologia* foi realizada com a inserção de metadados básicos (anotações) — como rótulo, definição, sinônimos, siglas, idioma, fonte e autoria da tradução, quando aplicável — conforme as diretrizes recomendadas pelo OBO Foundry. A Figura 21, apresenta os detalhes da documentação semântica dessa classe por meio das *Annotations Properties*. Observa-se o uso de *rdfs:label* para registrar o nome da classe em português (*autarquia*) e em inglês (*autarchy*), assegurando a representação multilíngue. A definição foi inserida por meio da propriedade *obo:IAO_0000115*, com versões em português e inglês. A autoria da formalização é registrada por meio de *dc:creator*, identificando Sara Soares como responsável pela modelagem do termo, enquanto a data de criação foi documentada com *dc:date*, em conformidade com o padrão ISO 8601.

Figura 21: Detalhes da documentação da classe *autarquia* no *Protégé*.



Fonte: Da autora (2025).

Previamente a formalização da ontologia no *Protégé*, foi realizada a configuração da ferramenta conforme as orientações descritas no *Documento de Especificação da Arquitetura* (Apêndice C), por meio do menu *File >> Preferences*. Foram configurados a IRI base, a IRI da versão, os metadados de data de criação e de autoria e a IRI dos elementos que seriam criados, conforme a divisão detalhada no documento de arquitetura.

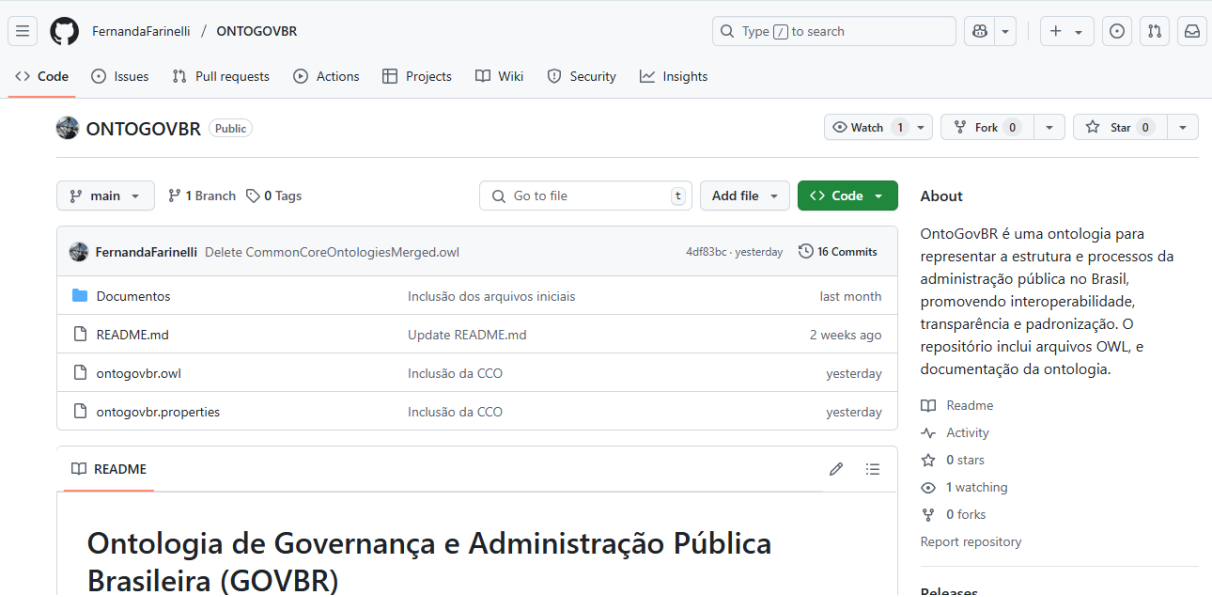
A *atividade de avaliação da ontologia* não foi realizada nesta primeira iteração do desenvolvimento da ONTOGOVBR. No entanto, sua execução está prevista para uma etapa posterior e deverá envolver, inicialmente, a formulação de questões de competência baseadas no escopo e nos objetivos da ontologia. Essas questões deverão ser expressas na linguagem de consulta *SPARQL*, com o intuito de verificar se a ontologia é capaz de fornecer respostas coerentes e alinhadas ao conhecimento representado. Em um segundo momento, utilizar-se-á a ferramenta *DL Query*, integrada ao *Protégé*, para validar diretamente se as inferências ontológicas permitem recuperar corretamente as instâncias ou classes esperadas com base nas consultas formuladas. Além disso, a avaliação conceitual e terminológica da ontologia deverá ser submetida à apreciação de especialistas do domínio da Administração Pública Brasileira, de modo a assegurar a consistência, a adequação semântica e a relevância dos termos modelados. Outras formas de realizar essa validação é, por exemplo, com o uso da ferramenta

OOPS! (*Ontology Pitfall Scanner!*) que avalia se a ontologia submetida entra contra a lista de armadilhas de desenvolvimento, esta ferramenta é detalhada em Farinelli (2017).

4.3.5 Fase de disponibilização

A atividade *combinação de ontologias* não foi realizada, tendo em vista que, no âmbito do presente trabalho, realizou-se apenas a primeira interação do ciclo de desenvolvimento da ONTOGOVBR. Sendo assim, nesta última fase do ciclo da ReBORM, realizou-se apenas a atividade de *entrega da ontologia*. Como resultado desta atividade, a primeira parte da ONTOGOVBR foi disponibilizada no Github, conforme evidenciado na Figura 22.

Figura 22: Repositório Git da ONTOGOVBR



Fonte: Elaboração pela autora a partir da captura de tela do Github (2025).

A disponibilização foi realizada por meio da exportação da ontologia nos formatos padronizados: OWL e RDF/XML e da sua publicação no repositório, de maneira pública. Contudo, deve-se salientar que a ONTOGOVBR segue em desenvolvimento. A subseção seguinte sintetiza o estado de desenvolvimento da ONTOGOVBR ao final da primeira interação de construção da ontologia.

4.4 A ontologia de referência da Administração Pública Brasileira

Esta subseção apresenta os resultados referentes ao quarto objetivo específico deste trabalho: *apresentar uma síntese do resultado da ontologia proposta, destacando sua*

estrutura conceitual, abrangência temática e potencial de reuso em contextos institucionais diversos.

A Ontologia de referência da Administração Pública Brasileira (ONTOGOVBR) constitui uma ontologia voltada à representação dos conceitos fundamentais e transversais da Administração Pública Brasileira. Seu escopo foi delimitado com base em fontes normativas, vocabulários institucionais e documentos técnicos que evidenciam a estrutura comum compartilhada pelos diferentes órgãos, esferas e níveis de governo. Ao representar formalmente esses conceitos, a ontologia busca viabilizar o reuso, a interoperabilidade semântica e a integração informacional entre sistemas utilizados por distintos entes da Administração Pública.

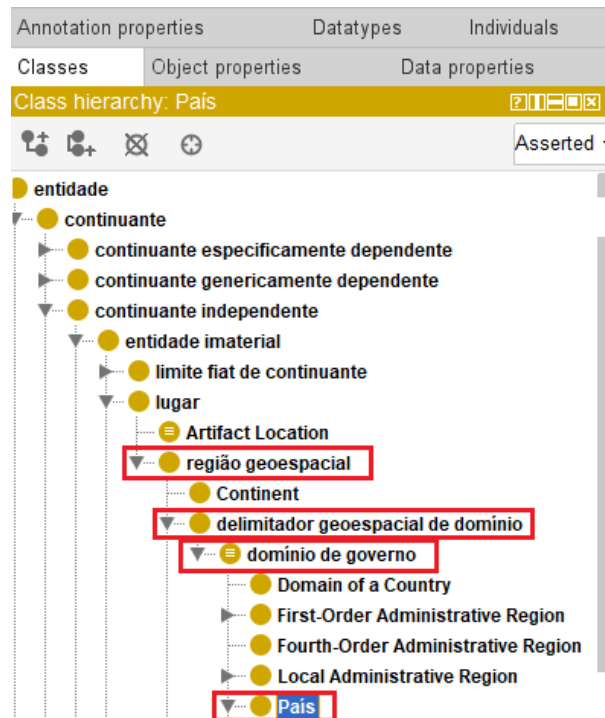
A estrutura da ONTOGOVBR contempla classes que descrevem entidades como *órgão público, ente da federação, agente público, carreira pública, lei, financiamento, Presidência da República, entidade pública de direito privado*, entre outras. As relações entre essas classes foram estabelecidas com base na análise das funções administrativas do Estado e na modelagem conceitual desenvolvida durante a aplicação da metodologia ReBORM.

Conforme já mencionado anteriormente, a ontologia foi formalizada em OWL por meio do editor Protégé, e encontra-se documentada em repositório público – disponível no Github – com licenciamento aberto (CC BY 4.0), de modo a possibilitar seu uso, adaptação e extensão por outros projetos.

Ao final da primeira interação do ciclo de desenvolvimento da ONTOGOVBR, 48 termos, dentre os previamente listados para inclusão na ontologia, foram listados e outros 4, reusados. Outros termos relacionados e que são importantes para a integração entre a ONTOGOVBR, a BFO 2.0 e as demais ontologias reusadas, mas não constavam na lista de preparação conceitual foram incorporados e traduzidos. São exemplos, os termos *país, domínio de governo, organismo, organização*, entre outros.

A Figura 23 apresenta evidências dos termos reusados e organizados na hierarquia da BFO que não foram listados na *atividade de preparação conceitual de termos*. Esses termos são oriundos da CCO e foram integrados a ONTOGOVBR permitindo, por exemplo, a instanciação do indivíduo Brasil a partir da classe *país*.

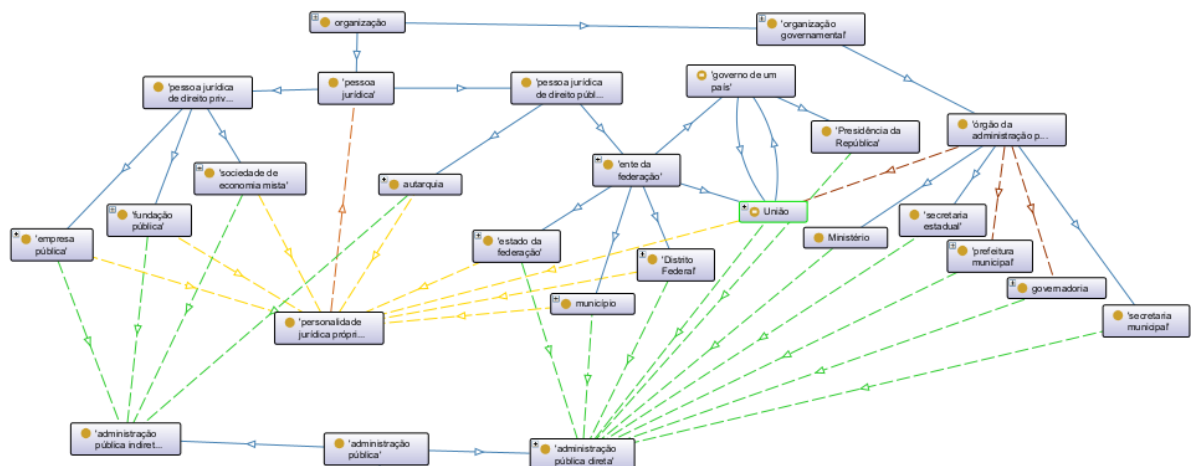
Figura 23: Detalhes da hierarquia da ONTOGOVBR, destacando termos reusados.



Fonte: Da autora (2025).

A Figura 24 detalha os relacionamentos hierárquicos e associativos de algumas classes da ONTOGOVBR, representando a estrutura da Administração Pública Brasileira. São evidenciados os relacionamentos entre órgãos e entidades e a Administração Pública direta e indireta. O diagrama foi gerado a partir do *Protégé* utilizando a ferramenta de visualização ontológica (*OntoGraf*) e evidencia as principais classes, subclasses e relações ontológicas modeladas.

Figura 24: Visualização de classes da ONTOGOVBR na aba *OntoGraf* do *Protégé*



Fonte: Da autora (2025).

Na parte superior do grafo, observa-se a classe *organização*, que atua como conceito agregador de entidades organizacionais. A partir dela, derivam-se subclasses como *organização governamental* e *pessoa jurídica*. A classe *pessoa jurídica* ramifica-se em *pessoa jurídica de direito público* e *pessoa jurídica de direito privado*. Estas classes, por sua vez, desdobram-se nas estruturas fundamentais do setor público, como em elementos específicos da federação, tais como: *União, município, estado da federação e Distrito Federal*.

Próximo ao canto inferior esquerdo do grafo, encontra-se a classe *administração pública* que está subdividida em *administração pública direta* e *administração pública indireta*, conforme os princípios jurídico-administrativos brasileiros. A *administração direta* é composta por órgãos vinculados à estrutura do Estado, como *ministérios, prefeituras, secretarias estaduais, Presidência da República* e *governadorias*, representando os órgãos sem personalidade jurídica própria. Já a *administração indireta* é constituída por entidades com personalidade jurídica própria, como *autarquias, fundações públicas, empresas públicas e sociedades de economia mista*.

As setas azuis representam relações de subclasse, enquanto as setas tracejadas alaranjadas, amarelas e verdes representam relações ontológicas específicas, como *tem função, é parte de*, ou *é composta por*, conforme modelagem no OWL. O grafo reflete a estrutura formalizada com base nos conceitos jurídicos da Administração Pública Brasileira, alinhando-se à abordagem realista da metodologia ReBORM e aos princípios semânticos da BFO.

A Figura 25, apresenta parte da hierarquia da ONTOGOVBR com foco na representação das entidades e órgãos da Administração Pública Brasileira. Esta estrutura foi construída a partir da formalização conceitual do domínio, com base em documentos normativos, doutrina administrativa e estrutura jurídico-institucional vigente. Descende da classe *objeto agregado*, a classe *organização*, que se ramifica em classes fundamentais para o domínio da Administração Pública Brasileira, como *governo, organização governamental e pessoa jurídica*. Abaixo da classe *pessoa jurídica*, a ontologia diferencia as naturezas de direito público e de direito privado, conforme o regime jurídico que rege cada entidade. A *pessoa jurídica de direito privado* inclui elementos como *empresa pública, sociedade de economia mista e fundação pública*, enquanto a *pessoa jurídica de direito público* compreende a classe *autarquia* e o agrupamento *ente federado* — com as classes *União, estados da federação, municípios e Distrito Federal*.

Figura 25: Detalhes da visualização da hierarquia da ONTOGOVBR na aba *Entities* no *Protégé*.



Fonte: Da autora (2025).

A classe *governo* (Figura 25) tem por subclasses, *governo de um país*, *governadoria* e *prefeitura*, modelando os órgãos máximos do Poder executivo na Administração Pública federal, estadual e municipal, respectivamente. A classe *governo de um país*, ainda se ramifica em *Presidência da República*, a entidade máxima do Executivo brasileiro, bem como possui relação de equivalência com a classe *União*.

O agrupamento *organização governamental* (Figura 25), compreende os órgãos da administração pública direta, que, como descrito acima, integram a estrutura organizacional da *União*, *governadoria*, *Presidência da República* e *prefeitura municipal*, não possuindo personalidade jurídica própria. Deste agrupamento descendem as classes *Ministério*, *secretaria estadual* e *secretaria municipal*.

A Figura 26, sintetiza as métricas da ONTOGOVBR ao final da primeira interação de desenvolvimento. Assim, a ONTOGOVBR conta com 10.023 axiomas (*Axiom*), 699 classes (*Class count*), 386 relacionamentos (*Object Properties count*), três indivíduos ou instâncias (*Individual count*) e 109 (*Annotation Property count*). A maior parte das classes são reusadas de ontologias externas, demonstrando a relevância do reuso tanto para o desenvolvimento de

ontologias mais consistentes, ao se integrarem melhor com outros artefatos ontológicos, quanto para a redução de retrabalho no processo de construção.

Figura 26: Métricas da ONTOGOVBR no Protégé.

Ontology metrics:	
Metrics	
Axiom	10.023
Logical axiom count	1.671
Declaration axioms count	1.215
Class count	699
Object property count	386
Data property count	12
Individual count	3
Annotation Property count	109

Fonte: Da autora (2025).

A Figura 27 apresenta a documentação da ONTOGOVBR por meio das anotações (*Annotations Properties*) no *Protégé*.

Figura 27: Detalhes da documentação da ONTOGOVBR no *Protégé*.

< > versao (https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0)

Active ontology Entities Individuals by class DL Query

Ontology header:

Ontology IRI <https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr>

Ontology Version IRI <https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0>

Annotations +

dcterms:license
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

dc:creator
IBICT

rdfs:comment [language: pt-br]
Esta é a primeira versão da ONTOGOVBR. A ontologia está em desenvolvimento e pode passar por refinamentos e expansões futuras para melhor representar a organização e o funcionamento da Administração Pública Brasileira. Contribuições e sugestões são bem-vindas.

dc:date [type: xsd:date]
2025-02-28

dcterms:contributor
Fernanda Farinelli

dcterms:contributor
Sara Maciel Soares

dcterms:description [language: pt-br]
ONTOGOVBR é uma ontologia que representa o conhecimento sobre a organização, estrutura e funcionamento da Administração Pública Brasileira. Baseia-se nos termos e conceitos do Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico e do Vocabulário Controlado Brasileiro, bem como na Constituição Federal e em outras normas jurídicas que regulam as funções do Estado. Seu objetivo é proporcionar uma estrutura semântica para a interoperabilidade de dados governamentais, auxiliando na padronização e recuperação da informação no contexto da gestão pública.

dcterms:issued [type: xsd:date]
2025-02-28

Fonte: Da autora (2025).

A administração pública tem sido um campo de desenvolvimento de iniciativas inovadoras para a gestão de dados e informações, visando garantir transparência e modernização digital aos sistemas de eGov. Neste sentido, o presente trabalho demonstra, como outras iniciativas também indicam, a relevância das ontologias para a promoção de integração semântica de dados (ver subseção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, p. **Erro! Indicador não definido.**), garantindo interoperabilidade entre sistemas de informação diferentes e de distintos órgãos e entidades da Administração Pública Brasileira.

As iniciativas de construção de ontologias em órgãos da Administração Pública, como as que resultaram no desenvolvimento das ontologias brasileiras aplicadas a esse domínio, corroboram a visão de que a boa gestão de dados e da informação garante uma melhor tomada de decisão e potencializa a prestação de serviços públicos de qualidade, promovendo a satisfação dos clientes da Administração Pública Brasileira. A satisfação dos cidadãos é, em última instância, o propósito da Administração Pública Brasileira.

Ressalta-se que a ONTOGOVBR não se propõe a exaurir todos os conceitos da administração pública, mas a fornecer um núcleo conceitual comum, que possa ser compartilhado por diferentes modelos e aplicações, servindo como base para a interoperabilidade entre sistemas, a padronização terminológica e a governança da informação pública no Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo aplicar a metodologia ReBORM na construção de uma ontologia de referência para a Administração Pública Brasileira — a ONTOGOVBR — com vistas a validar sua exequibilidade como método para a modelagem de conceitos transversais em domínios institucionais complexos. A pesquisa foi conduzida a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental e com base na abordagem da *Design Science Research*, permitindo estruturar o desenvolvimento do artefato de forma sistemática e iterativa, desde a identificação do problema até a apresentação dos resultados.

Quanto aos objetivos específicos, o *estudo da metodologia ReBORM para desenvolvimento de ontologias de referência e domínio*, permitiu o conhecimento da aplicação da metodologia, avaliando-se sua aplicação ao domínio biomédico e as abordagens necessárias para sua utilização em outro domínio científico. O estudo da metodologia ReBORM provou que essa oferecia as características necessárias para o desenvolvimento de ontologias realistas e formais consistentes e que era clara no detalhamento das fases e atividades, possibilitando a aplicação eficaz em domínio distinto do biomédico.

O cumprimento deste objetivo, possibilitou o alcance dos demais. A fase conceitual e a atividade de aquisição de conhecimento acerca do domínio, contribuíram para a *análise do escopo de conhecimento da Administração Pública Brasileira*, que permitiu a identificação dos conceitos transversais essenciais a serem representados na ONTOGOVBR e a delimitação do seu alcance para garantir relevância e aplicabilidade nos diferentes órgãos da Administração Pública.

A *aplicação da metodologia ReBORM na construção da ontologia da Administração Pública Brasileira* demonstrou a sua exequibilidade para a formalização do conhecimento deste domínio, orientando desde a definição de requisitos funcionais e não-funcionais até a formalização dos axiomas da ONTOGOVBR. O seu uso mostrou-se efetivo para guiar engenheiros de ontologias desde a tarefa de conceituação até a representação formal dos elementos da ontologia. Além disso, a metodologia possibilita o desenvolvimento de ontologias de diferentes tamanhos, permitindo o desenvolvimento incremental e a entrega de versões de maneira bem documentada. A documentação é ponto positivo da metodologia, permitindo que as fases sejam bem estruturadas e registradas, fomentando o ciclo iterativo incremental e a colaboração eficiente entre os ontologistas.

O último objetivo: *apresentar uma síntese do resultado da ontologia proposta* foi alcançado com a finalização do primeiro ciclo de vida do desenvolvimento da

ONTOGOVBR, conforme a subseção 4.4 (página 95), a ontologia formalizou 48 termos e reusou cerca de 30 outros, na primeira interação.

O desenvolvimento de tais objetivos permitiu o atingimento do objetivo geral, assim este trabalho demonstrou a aplicação da metodologia ReBORM na construção da ontologia de referência da Administração Pública Brasileira que representa seus conceitos transversais, se provando uma metodologia exequível para esse domínio. A disparidade entre os domínios biomédico e de gestão pública, pode indicar que a ReBORM tem potencial para ser aplicada ao desenvolvimento de ontologias de qualquer domínio científico.

O desenvolvimento da investigação ainda apontou a relevância do uso de ontologias para a representação semântica e formal do conhecimento de domínios específicos. O uso de artefatos ontológicos permite a classificação e recuperação automática de informações, além de promover a interoperabilidade de dados e SI, propiciando a integração das informações e sistemas governamentais. Este ambiente de integração e interoperabilidade é essencial para o aumento da eficiência no compartilhamento de informações entre órgãos e entidades da Administração Pública Brasileira, potencializando a qualidade da tomada de decisão na gestão pública e, conseqüentemente, melhorando o desempenho das suas funções administrativas principais: a prestação de serviços públicos, o desempenho do poder de polícia e a realização do fomento.

5.1 Contribuições da Biblioteconomia e da Ciência da Informação

O desenvolvimento desta pesquisa contribui para as investigações acerca das metodologias de construção de ontologias ao demonstrar a aplicação da metodologia ReBORM, elaborada no bojo da CI, em um novo domínio: a Administração Pública Brasileira. A CI tem assim ganhado espaço na investigação acerca das metodologias de modelagem de ontologias, inicialmente ocupada massivamente pela CC.

Conforme evidenciado pela pesquisa bibliográfica, a relevância das teorias e sistemas desenvolvidos no bojo da OC têm sido realçadas pelos problemas atuais de classificação e recuperação de dados e informações em um ambiente de produção informacional massiva e constante no contexto da *World Wide Web*. A interrelação desta área com a Biblioteconomia e a CI situa as pesquisas acerca da OC que são desenvolvidas nestas disciplinas no centro das preocupações acerca da gestão do conhecimento na sociedade hodierna, posicionando bibliotecários e cientistas da informação como promotores de boas práticas e inovações neste contexto.

Na atividade de *definição da arquitetura da ontologia*, a metodologia orienta a definição de aspectos técnicos e requisitos não funcionais que, embora essenciais, nem sempre são evidentes ou familiares ao profissional de Biblioteconomia. Essa orientação é valiosa, pois mitiga lacunas técnicas por meio de diretrizes práticas e documentais que norteiam a construção semântica e computacional da ontologia.

Além das contribuições técnicas e metodológicas observadas ao longo do desenvolvimento da ONTOGOVBR, é importante destacar o papel estratégico do profissional de biblioteconomia na construção de ontologias, vocabulários controlados e tesouros. Os profissionais de Biblioteconomia desenvolvem, ao longo da sua formação, habilidades de organização do conhecimento, como classificação, indexação e representação da informação que os capacitam a atuarem na engenharia de ontologias, promovendo a ampliação da qualidade das ontologias desenvolvidas ao assegurar maior coerência terminológica, precisão conceitual e aderência às práticas de organização do conhecimento já consolidadas na área.

Ressalta-se que uma das observações resultantes da aplicação da metodologia ReBORM neste trabalho refere-se à afinidade entre suas atividades estruturantes e as competências formativas do profissional de Biblioteconomia. O bibliotecário reúne um conjunto de competências essenciais para o desenvolvimento de estruturas semânticas que sustentam a interoperabilidade entre sistemas e a recuperação eficiente da informação. Sua familiaridade com SOC, bem como com normas de descrição e padronização (como RDA, MARC, SKOS e OWL), o torna apto a atuar em projetos que demandam modelagem conceitual, categorização e estruturação hierárquica ou relacional do conhecimento.

Durante a *fase de projeto* da ontologia, especialmente na etapa de conceituação, observou-se a necessidade de executar tarefas como identificação e normalização de termos, definição de hierarquias conceituais, elaboração de glossários e estabelecimento de relações entre conceitos — todas atividades inerentes à prática da organização do conhecimento.

5.2 Limitações e trabalhos futuros

Neste trabalho apresentou-se a validação da metodologia ReBORM para construção e disponibilização de um primeiro esboço da ONTOGOVBR, voltada a formalização de conceitos acerca da estrutura administrativa brasileira, articulada em administração direta e administração indireta. O modelo ontológico criado pode servir como base para a interoperabilidade entre diferentes órgãos públicos, além de contribuir para a organização e recuperação de dados administrativos.

Contudo, o presente estudo teve por limitação a não realização de algumas fases do ciclo de desenvolvimento como a atividade de avaliação, que deve ser desempenhada como próximo passo. Ademais, a versão da ONTOGOVBR apresentada neste trabalho e disponibilizada no repositório Github, é o resultado de apenas uma interação do ciclo de vida da metodologia ReBORM, tendo sido testada em apenas um conjunto restrito de dados governamentais. É necessário, portanto, a expansão da validação para outros domínios do setor público.

Como continuidade deste trabalho, recomenda-se a evolução da ontologia para expandir seu escopo, abrangendo novos domínios da administração pública e integrando mais fontes de dados governamentais. A ampliação pode incluir:

- Novas categorias e relações dentro da ontologia, incorporando áreas específicas da gestão pública, como planejamento orçamentário, auditoria governamental e políticas públicas.
- Interoperabilidade com outras ontologias, permitindo maior integração com modelos já consolidados em eGov e CI.
- Aplicação em diferentes níveis administrativos (federal, estadual e municipal) para avaliar sua adaptabilidade a diferentes contextos institucionais.
- Automação e Inteligência Artificial, explorando o uso da ontologia como suporte para análise semântica e tomada de decisão automatizada.

Além disso, indica-se a validação da ontologia junto a um ente da administração pública e a especialista do domínio de conhecimento, pela realização de testes e revisões para garantir que o modelo criado atenda às necessidades práticas e operacionais.

5.3 Conclusão

Diante do exposto ao longo deste TCC, conclui-se que a metodologia ReBORM demonstrou-se adequada para o desenvolvimento de ontologias em domínios distintos daquele para o qual foi originalmente concebida, ou seja, o das Ciências Biomédicas. Sua aplicação na construção da ONTOGOVBR evidenciou que a ReBORM constitui uma sistematização viável e robusta para orientar o processo de modelagem ontológica em contextos variados da administração pública.

A metodologia de construção de ontologias demonstrada revelou-se especialmente relevante devido à sua abordagem interativa e incremental, a qual permite que o

desenvolvimento da ontologia ocorra de forma cíclica, com validações contínuas e ajustes progressivos. Esse modelo favorece a construção de artefatos ontológicos mais alinhados ao domínio de aplicação e às necessidades dos usuários. A clareza na definição das fases e dos artefatos gerados em cada etapa proporciona ao processo uma base sólida, tanto conceitual quanto técnica, assegurando documentação estruturada e reusável. Entre essas fases, destaca-se a fase conceitual, fundamental para a delimitação do escopo ontológico, a aquisição de conhecimento especializado sobre o domínio e a construção do documento de requisitos. Esse artefato funciona como uma âncora para orientar a modelagem da ontologia, facilitando a comunicação entre especialistas da área temática e desenvolvedores.

A atividade de conceituação da ontologia é a que mais exige a atuação do profissional de Biblioteconomia, dado seu domínio em mediação do conhecimento, organização conceitual e representação da informação. As habilidades desenvolvidas por esse profissional o capacitam a exercer um papel central na construção do modelo conceitual que fundamentará a ontologia, contribuindo para sua consistência, coerência e aderência ao domínio de aplicação. Assim, este profissional emerge como um agente qualificado para colaborar em iniciativas interdisciplinares que envolvam a engenharia de ontologias, especialmente em domínios complexos, normativos e conceitualmente densos como o da Administração Pública.

Por fim, a comparação entre a ONTONEO — ontologia biomédica que motivou o desenvolvimento da ReBORM — e a ONTOGOVBR — com escopo conceitual mais amplo e diferente acoplamento ao domínio — permite afirmar que a metodologia é eficaz tanto para a construção de ontologias de referência quanto para artefatos voltados à representação de domínios mais específicos. Além disso, evidencia-se a flexibilidade da ReBORM para orientar projetos ontológicos de diferentes tamanhos e complexidades, o que reforça seu potencial de aplicação em diversos contextos institucionais e científicos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mauricio Barcellos. **Ontologia em ciência da informação: tecnologia e aplicações**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2021a. (Coleção Representação do Conhecimento em Ciência da Informação, v. 1).
- ALMEIDA, Mauricio Barcellos. **BFO-PT** - Basic Formal Ontology. Versão em português. [Belo Horizonte], 2017?. Disponível em: <https://mba.eci.ufmg.br/legal/bfo-pt/>. Acesso em: 6 abr. 2025
- ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. **Arquivologia, biblioteconomia, museologia e ciência da informação: o diálogo possível**. Brasília: Briquet de Lemos, 2014a.
- ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. O que é a Ciência da Informação?. **Informação & Informação**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 1-30, jan./abr. 2014b. Disponível em: <https://casal.eci.ufmg.br/?download=O%20QUE%20%C3%89%20CI%C3%8ANCIA%20DA%20INFORMA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- ARAÚJO, Luís Sérgio de O. *et al.* Uma Ontologia das Classificações da Despesa do Orçamento Federa. In: Seminar on Ontology Research in Brazil and International Workshop on Metamodels, Ontologies and Semantic Technologies, 5., 7., 2012, Recife, Brazil. **Proceedings** [...]. Recife, Brazil: CEUR Workshop Proceedings, 2012. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=dd42fcb1f41b88be8143836bddd499eedefd0e1a#page=266>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- ARMS, W. Y. et al. A Spectrum of Interoperability: The Site for Science Prototype for the NSDL. **D-Lib Magazine**, [S. l.], v. 8, n. 1, jan. 2002. Disponível em: <https://www.dlib.org/dlib/january02/arms/01arms.html>. Acesso em: 5 abr. 2025.
- ARP, Robert; SMITH, Barry; SPEAR, Andrew D. **Building ontologies with basic formal ontology**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2015.
- BARBOSA, Daniel Mendes; BAX, Marcello. A Design Science como metodologia para a criação de um modelo de Gestão da Informação para o contexto da avaliação de cursos de graduação. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 32-48, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/2471>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BAX, Marcello Peixoto. ALMEIDA, Mauricio Barcellos. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 3, dez. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/LR68syZsPSSmwvPHrNXmC8N/?lang=pt#>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BAX, Marcello Peixoto. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da informação**, Brasília, v. 42, n. 2, 2013. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1388>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BERNARDI, Tainara Lucateli. **Uma ontologia sobre licitações aplicada na elicitação de requisitos de portais de transparência municipal**. 2017. 109 f. Dissertação (mestrado em Computação Aplicada) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. Disponível em:

<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/35/1/2017TainaraLBernardi.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025. <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/35/1/2017TainaraLBernardi.pdf>.

BISHR, Y. **Semantic aspects of interoperable GIS**. 1997. Thesis (Doctorate) — Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1997. Disponível em:

<https://research.wur.nl/en/publications/semantic-aspects-of-interoperable-gis>. Acesso em: 5 abr. 2025.

BLOMQVIST, E.; SANDKUHL, K. Patterns in Ontology Engineering: Classification of Ontology Patterns. Proceedings of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems. **Proceedings** [...]. In: International Conference on Enterprise Information Systems. Miami, USA: SciTePress, 24 maio 2005. Disponível em: <https://www.scitepress.org/PublishedPapers/2005/25188>. Acesso em: 22 jan. 2025.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em:

https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

BRASIL. Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. **Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967**, Brasília, DF: Presidência da República, [2016?]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0200.htm. Acesso em: 18 fev. 2025.

BRASIL, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, Departamento de Governo Eletrônico. **VCGE: Vocabulário Controlado de Governo Eletrônico**. 2.1.0 ed. Brasília: MP, SLTI, 2016.

CAMPOS, Ana Cláudia. **Direito administrativo facilitado**. 2ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Gen Método, 2021.

CARLAN, Eliana. MEDEIROS, Marisa Bräscher Basílio. Sistemas de Organização do Conhecimento na visão da Ciência da Informação. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 53-73, ago./dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/1675>. Acesso em: 15 fev. 2025.

COSTA, Michelli Pereira da. LEITE, Fernando César Lima. **Repositórios institucionais da América Latina e o acesso aberto à informação científica**. Brasília: IBICT, 2017.

COSTIN, Claudia. **Administração Pública**. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152281/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

COURTOT, Mélanie *et al.* MIREOT: the Minimum Information to Reference an External Ontology Term. **Nature Precedings**. [S. l.], 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10101/npre.2009.3574.1>. Acesso em: 8 set. 2024.

CRUZ, Fernando William. POPPI, Ricardo. MEIRELLES, Paulo. Uma proposta de Ontologia de Participação Social. In: Seminar on Ontology Research in Brazil and Doctoral and Masters Consortium on Ontologies, 10., 1., 2017, Brasília, Brasil. **Proceedings** [...]. [S. l.]: CEUR Workshop Proceeding, 2017. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-1908/paper7.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

DAHLBERG, Ingetraut. Brief Communication: What is Knowledge Organization?. **Knowledge Organization**, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 58-91, 2014. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/de/10.5771/0943-7444-2014-1-85/what-is-knowledge-organization-jahrgang-41-2014-heft-1?page=1>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DAHLBERG, Ingetraut. Knowledge organization: a new science?. **Knowledge Organization**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 11-19, 2006. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/de/10.5771/0943-7444-2006-1-11/knowledge-organization-a-new-science-jahrgang-33-2006-heft-1?page=1>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DAHLBERG, Ingetraut. Knowledge organization: its scope and possibilities. **Knowledge Organization**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 211-222, 1993. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/de/10.5771/0943-7444-1993-4-211/knowledge-organization-its-scope-and-possibilities-jahrgang-20-1993-heft-4?page=1>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DE NICOLA, Antonio. MISSIKOFF, Michele. NAVIGLI, Roberto. A Proposal for a Unified Process for Ontology Building: UPON. In: ANDERSEN, K. V., DEBENHAM, J., WAGNER, R. (org.). **A proposal for a unified process for ontology building**, Berlim Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. p. 655-664.

DETONI, Archimedes Alves et al. Uma Ontologia de Referência para Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública. **iSys - Brazilian Journal of Information Systems** (servidor antigo), [S. l.], v. 11, n. 3, p. 4-53, 2019. Disponível em: <https://seer.unirio.br/isys/article/view/6392>. Acesso em: 21 mar. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **New European interoperability framework: promoting seamless services and data flows for European public administrations**. Luxembourg, Belgium: Publications Office, 2017. Disponível em: https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

FALBO, Rodrigo A. SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies. In: Ontologies in conceptual modeling and information systems engineering, 2014, Rio de Janeiro, Brazil. **Proceedings** [...]. Rio de Janeiro, Brazil: CEUR Workshop Proceedings, 2014. Disponível em: https://ceur-ws.org/Vol-1301/#ontocomodise2014_2. Acesso em: 03. set. 2024.

FARINELLI, Fernanda. ELKIN, Peter L. Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 122-140, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/download/4018/3457>. Acesso em: 25 fev. 2024.

FARINELLI, Fernanda *et al.* Ontology requirements elicitation in brazilian public administration: Methodologies and challenge. *In: Seminar on Ontology Research in Brazil and Doctoral and Masters Consortium on Ontologies Seminar on Ontology Research in Brazil*, 17., 8., 2024, Vitória, Brazil. **Proceedings** [...]. Vitória, Brazil: CEUR Workshop Proceedings, 2024. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-3905/abstract1.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2025.

FARINELLI, Fernanda. **Guia prático: construção de ontologias de domínio fundamentadas em ontologias de alto nível**. Brasília: IBICT, 2025.

FARINELLI, Fernanda. MELO, Stefane. ALMEIDA, Maurício Barcellos. O papel das ontologias na interoperabilidade de sistemas de informação: reflexões na esfera governamental. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (ENANCIB)*, 14., 2013, Santa Catarina. **Anais** [...] [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34010654/Enancib2013_FernandaFarinelli-libre.pdf?1403452912=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO_papel_das_ontologias_na_interoperabili.pdf&Expires=1743970012&Signature=Q-Cfv3uMAM5RdAzxMeVr2RV-sKKt2swKc-o5G5~6wrHGALJfRScS-FxefiUZyy6c8L~tvMpHnkLSZVUonM0dhNT1MTNTptEoncT8qIB2VUjF38d5VEmHq5rMcyIjZeS2lkEBrv~heKO01Q9KM0wag~laGdAaBzeG1dhGV83FfMv3KocK518B2DPBJAsNv9DcOVz63PWkxpqFCMWgSFB~tzcPl2fTmF36k-r~EEjLh1-EoVtTwaJWTWAj7-nnLALq3GZu0lfSwXvCjuRk-ew5yALiIo8kDInt4EVmngB1E~J8E2oO3BvFWpqu4kxwUBsuug0qo82dPzn36ers7prHoA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 4 abr. 2025.

FARINELLI, Fernanda. **Realismo ontológico aplicado a interoperabilidade semântica entre sistemas de informação**: um estudo de caso do domínio obstétrico e neonatal. 2017. 256 f. Tese - Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AX2J5B>. Acesso em: 23 nov. 2024.

FARINELLI, Fernanda; SOUZA, Amanda Damasceno. Ontologias de alto nível: porque precisamos e como usar. **Fronteiras da Representação do Conhecimento**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 174–202, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/advances-kr/article/download/35785/28133/106942>. Acesso em: 10 jan. 2025.

FARINELLI, Fernanda. Um diálogo entre o realismo ontológico e a engenharia de ontologias na construção de artefatos de representação. *In: Representação do conhecimento, ontologias e linguagem*: pesquisa aplicada em ciência da informação. 1.ed. Curitiba, PR: Editora CRV, 2020. p. 277–294.

FENSEL, D. A. *et al.* Ontology-based Tools for Knowledge Management. *In: eBusiness and eWork 2000 (EMMSEC 2000) Conference*, 2000, Madrid, Spain. **Proceedings** [...]. Madrid, Spain: [S.n.], 2000. Disponível em: D:\TEXT\Text2000\BeW2000\BeW2000-OnToKnowledge.pdf.pdf. Acesso em: 19 jul. 2024.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. **Methontology: from ontological art towards ontological engineering**. [S. l.: S. n.], 1997. Disponível em: https://oa.upm.es/5484/?trk=public_post_main-feed-card-text. Acesso em: 03 set. 2024.

FONSECA, Lucas Bassetti Rodrigues da. **Maapeando Dados Governamentais com uma Ontologia de Organizações**. In: Linked Open Data Brasil, 2014. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/mapeando_dados_governamentais_com_uma_ontologia_de_organizacccces_2014.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

GANGEMI, A. *et al.* Towards a catalog of owl-based ontology design patterns. In: Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial, 12., 2007, Salamanca, España. **Actas [...]**. Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2007. Disponível em: http://oa.upm.es/5212/1/Towards_a_Catalog_of_OWL-based_Ontology_Design_Patterns.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

GANGEMI, A. Ontology Design Patterns for Semantic Web Content. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 3729, 262-276, 2005. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. Apresentado na 4th International Semantic Web Conference, 2005, Galway, Ireland. Disponível em: file:///C:/Users/Sara/Downloads/Ontology_Design_Patterns_for_Semantic_Web_Content.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Ed. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042814383710083?via%3Dihub>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GRUBER, Thomas R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International journal of human-computer studies**, [S. l.], v. 43, n. 5/ n. 6, p. 907-928, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581985710816>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GRUBER, Thomas R. **What is an Ontology?**, 1992. Disponível online em: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GRUNINGER, Michael.; FOX, Mark. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: The 1995 International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1995, Montreal, Canada. **Proceeding [...]**. Montreal, Canada: 1995. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571135650978573440>. Acesso em: 03 set. 2024.

GUARINO, Nicola. Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. **International Journal of Human-Computer Studies**, [S. l.], v. 43, n. 5/ n. 6, p. 625-640,

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559770670/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MATIAS-PEREIRA, José. **Administração Pública**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597016093/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas SA, 2002.

MENDONÇA, Fabrício Martins; ALMEIDA, Maurício Barcellos. OntoForInfoScience: a detailed methodology for construction of ontologies and its application in the blood domain. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/5426>. Acesso em: 03 set. 2024.

MENDONÇA, Fabrício Martins. SOARES, Antônio Lucas. Construindo ontologias com a metodologia ontoforinfoscience: uma abordagem detalhada das atividades do desenvolvimento ontológico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 46, n. 1, p.43-59, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4013/3713>. Acesso em: 25 fev. 2024.

MGI - Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Estratégia Nacional de Governo Digital**. Brasília: MGI, 2024?. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-BR/estrategias-e-governanca-digital/estrategianacional>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MGI. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Portaria SGD/MGI nº 4.248, de 26 de junho de 2024**. Estabelece recomendações para o alcance dos objetivos da Estratégia Nacional de Governo Digital para o período de 2024 a 2027. Brasília: MGI, 2024. Disponível em: https://assespropr.org.br/wp-content/uploads/2024/07/PORTARIA-SGD_MGI-No-4.248-DE-26-DE-JUNHO-DE-2024.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

MOOERS, Calvin N. Zatocoding applied to mechanical organization of knowledge. **American Documentation**, [S. l.] n. 2, p. 20-32, 1951. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.5090020107?msocid=21365eee91a1640b38ea4c00901065e7>. Acesso em 21 jan. 2025.

MOREIRA, Gabriel do Amaral. **GovPEX3: uma ferramenta para publicação das despesas do Governo de Pernambuco em RDF**. 2013. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

NATALE, Leandro Pupo. **Utilização de banco de dados ontológicos e análise de redes sociais de cidadãos em sistemas de governo eletrônico**. 2007. 81 f. Dissertação (mestrado em engenharia elétrica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. Disponível em: https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/mapeando_dados_governamentais_com_uma_ontologia_de_organizacccces_2014.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

2851c250b88d363/Coming-to-Terms-with-FAIR-Ontologies.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxxvYWQilCjJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiIsInBvc2l0aW9uIjoiz2xvYmFsRm9vdGVyIn19. Acesso em: 6 mar. 2025.

QIN, Jian. Knowledge organization and representation under the AI lens. **Journal of Data and Information Science**, Beijing, v.5, n.1, p. 3-17, 2020. Disponível em: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/jdis-2020-0002>. Acesso em: 21 jan. 2025.

RIGHI, João Primo Ramirez. **Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico (VCGE): uma análise com base em critérios aplicáveis a taxonomias e tesauros**. Dissertação de mestrado—Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

SANTOS, J. M. O processo evolutivo das Bibliotecas da Antiguidade ao Renascimento. **Revista brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 175–189, 2013. Disponível em: <https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/237>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SANTOS, Matheus Henrique de Souza. Aspectos da Governança Digital da Administração Pública Federal do Brasil Sob a Luz das Orientações da OCDE. **Revista Tempo do Mundo**, [S. l.], n. 25, p. 331-356, 26 abr. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/279>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SARACEVIC, Tefko. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22308>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SENADO FEDERAL. Secretaria de Gestão de Informação e Documentação. Coordenação de Biblioteca. Serviço de Gerência da Rede Virtual de Bibliotecas. **Vocabulário controlado básico: VCB**. Brasília: Senado Federal, Secretaria de Gestão de Informação e Documentação, Coordenação de Biblioteca, Serviço de Gerência da Rede Virtual de Bibliotecas, 2017.

SCHULZ, S. et al. **Guideline on developing good ontologies in the biomedical domain with description logics**. [S. l.: s.n.], dez. 2012. Disponível em: https://www.iph.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_PHF/IPH/media/GoodOD/GoodOD-Guideline_v1_2012.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, Daniel A. da. Extension of the Brazilian Federal government Budget ontology to support the representation of geolocated human development indicators. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies, 9., 2014, Lisbon, Portugal. **Proceeding** [...]. [S. l.]: IEEE, c2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rafael-De-Sousa-Junior/publication/269268717_Extension_of_the_Brazilian_Federal_government_Budget_ontology_to_support_the_representation_of_geolocated_human_development_indicators/links/55b052c108ae11d31039b28a/Extension-of-the-Brazilian-Federal-government-Budget-ontology-to-support-the-representation-of-geolocated-human-development-indicators.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, Márcio Bezerra da. Categorizações de SOC: uma investigação literária. In: Congresso ISKO Espanha-Portugal, Congresso ISKO Espanha, 3., 13., 2017, Coimbra, Portugal. **Atas** [...]. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25419/1/Categoriza%c3%a7%c3%b5e%20de%20SOC%20uma%20investiga%c3%a7%c3%a3o%20liter%c3%a1ria.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2024.

SMITH, Barry; CEUSTERS, Wenner. Ontological realism: A methodology for coordinated evolution of scientific ontologies. **Applied ontology**, [S. l.], v. 5, n. 3–4, p. 139-188, 2010. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3104413/>. Acesso em: 3 set. 2024.

SØERGEL, Dagobert. **Knowledge Organization Systems: Overview**. 2009. Disponível em: [SoergelKOSOverview.pdf](#). Acesso em: 6 mar. 2025.

SOUZA, Clarice Muhlethaler de. Biblioteca: uma trajetória. In: Congresso De Biblioteconomia, 3., 2005, Rio de Janeiro, Brasil. **Anais** [...]. [S. l.: s. n.], 2005. Disponível em: <https://www.geocities.ws/csouza952/IIICIB.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SOUZA, Renato Rocha; TUDHOPE, Douglas; ALMEIDA, Mauricio Barcellos de. The KOS spectra: A tentative typology of knowledge organization systems. **Knowledge Organization**, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 179-192, 2012. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/de/10.5771/0943-7444-2012-3-179/towards-a-taxonomy-of-kos-dimensions-for-classifying-knowledge-organization-systems-jahrgang-39-2012-heft-3?page=1>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SOUZA, Renato Rocha; TUDHOPE, Douglas; ALMEIDA, Mauricio Barcellos de. Towards a Taxonomy of KOS: Dimensions for Classifying Knowledge Organization Systems. In: 11th International ISKO Conference, Rome, Italy, 2010. [S. l.]: Ergon Verlag. p. 122-128.

SUÁREZ-FIGUEROA, Maria. C. **NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse**. 2010. 288 f. phd - Facultad de Informática (UPM), Madrid, 2010. Disponível em: <https://oa.upm.es/3879/>. Acesso em: 03 set. 2024.

UNIVERSITY OF STANFORD. **Protégé**. Stanford: University of Standford, c2020. Disponível em: <https://protege.stanford.edu/software.php>. Acesso em: 17 mar. 2025.

USCHOLD, Mike; GRUNINGER, Michael. Ontologies: principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, Cambridge, v. 11, n. 2, p. 93–136, 1996.

USCHOLD, Mike; KING, Martin. Towards a Methodology for Building Ontologies. In: International Joint Conferences on Artificial Intelligence, Edinburgh, 1995. **Proceedings** [...]. Edinburgh: Artificial Intelligence Applications Institute, University of Edinburgh, 1995. Disponível em: aii.ed.ac.uk/project/oplan/documents/1995/95-ont-ijcai95-ont-method.pdf. Acesso em: 03. set. 2024.

XIANG, Zuoshuang *et al.* OntoFox: web-based support for ontology reuse. **BMC Research**, [S. l.], n. 3, 2010. Disponível: <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/3/175>. Acesso em: 17 mar. 2025.

WILKINSON, M. D. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 160018, 15 mar. 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata201618>. Acesso em: 6 mar. 2025.

ZENG, Marcia Lei. Knowledge Organization Systems (KOS). **Knowledge Organization**, [S. l.], v. 35, n. 2/n. 3, p. 160-182, 2008. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/de/10.5771/0943-7444-2008-2-3-160/knowledge-organization-systems-kos-jahrgang-35-2008-heft-2-3?page=1>. Acesso em: 7 nov. 2025.

APÊNDICE A – Documento de Especificação de Requisitos

Documento para Especificação de Escopo e Requisitos	
Sugestão de Nome para a Ontologia:	Ontologia do Governo e da Administração Pública Brasileira
1º) Determinação do domínio e o escopo da ontologia	
a) Propósito da ontologia - <i>O propósito geral de uma ontologia é fornecer uma representação estruturada e formalizada de um conjunto específico de conhecimentos dentro de um domínio particular. O objetivo geral de uma ontologia é criar um modelo conceitual que capture as entidades, suas propriedades, e as relações entre essas entidades, de maneira padronizada e interpretável tanto por humanos quanto por sistemas computacionais.</i> Desenvolver uma ontologia para o domínio da Administração Pública, com foco na representação estruturada e abrangente do conhecimento relacionado à organização e funcionamento do Estado. A ontologia deverá facilitar a recuperação eficiente de informações e a geração de novos conhecimentos por meio de mecanismos de inferência (reasoning), promovendo suporte à tomada de decisão e aprimoramento de políticas públicas.	
b) Escopo de cobertura da ontologia - <i>A cobertura geral e do grau de detalhe que a ontologia deve ter.</i> • Inclui: ○ Estruturas organizacionais do governo brasileiro. ○ Funções e atribuições dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. ○ Processos administrativos e gestão pública. ○ Relações entre entidades governamentais. ○ Termos e conceitos presentes na legislação e normativas.	
c) Uso pretendido para a ontologia <i>Essa definição envolve estabelecer claramente como e em que contextos o produto final (a ontologia construída) será utilizada.</i> Servir como uma base estruturada para organização e recuperação de informações em gestão pública e como suporte educacional para a capacitação de servidores e pesquisadores. A ontologia poderá ser utilizada para melhorar o suporte à tomada de decisão governamental, além de promover avanços na área por meio de integração de dados semânticos.	
d) Usuários finais pretendidos – <i>Quem vai usar a ontologia, seja por meio de alguma ferramenta de análise ou diretamente.</i> • Organizações governamentais: órgãos públicos que desejam padronizar e estruturar informações. • Pesquisadores e acadêmicos: interessados na modelagem e análise da Administração Pública. • Desenvolvedores de sistemas: que trabalham com dados governamentais e interoperabilidade. • Gestores públicos: que precisam de informações estruturadas para tomada de decisão.	
e) Limitações e Fronteiras - <i>Especifique claramente quais são os limites do domínio coberto pela ontologia. O que está incluído e o que está excluído? Defina o escopo para evitar ambiguidades.</i> A ontologia não abrange administrações públicas de outros países, salvo quando há impacto direto no contexto brasileiro. Informações de caráter estritamente político ou partidário não são incluídas. Não cobre detalhes operacionais internos específicos de cada órgão governamental, mas apenas sua estrutura e relações formais.	
2º) Levantamento dos requisitos da ontologia	
a) Requisitos não funcionais - <i>referem-se às características e critérios gerais que a ontologia deve seguir mas não são conceitos ou conhecimento do domínio da ontologia. São aspectos mais técnico e normativos.</i> • Linguagem de implementação: OWL (Web Ontology Language). • Padronizações: Seguir normas do OBO Foundry. • Ferramentas sugeridas: Protégé para edição da ontologia, Reasoners para inferência. • Idioma principal: Português. • Integração: Deve ser fundamentada no Basic Formal Ontology (BFO), além de privilegiar o reuso de outras ontologias. • Estar alinhada aos documentos CF 88, VCGE e VCB	

b) Requisitos funcionais (Expressos por questões de competência e suas repostas) - Os requisitos específicos de conteúdo que a ontologia deve cumprir, na forma de grupos de questões de competência, incluindo prioridades, opcionalmente, para cada grupo e para cada questão de competência

- **Questões de Competência** em uma ontologia referem-se a um conjunto específico de perguntas que a ontologia deve ser capaz de responder.
- São usadas para guiar e validar o desenvolvimento da ontologia, assegurando que ela atenda aos requisitos e necessidades dos seus usuários no que tange ao conteúdo representado.
- Quanto mais questões relacionadas à competência da ontologia forem identificadas e respondidas, maior será a compreensão e clareza sobre o escopo da ontologia.

Tipo de conceito explorado pela questão:

- **Universal** ou focada no conceito geral
- **Particular** ou focada no indivíduo ou na ocorrência

Tipo	Questão de Competência	Resposta
Universal	Como as entidades públicas estão organizadas hierarquicamente no Brasil?	A nível federativo o Estado se articula na União, Estados e municípios e a nível administrativo, se organiza em administração direta e indireta.
Universal	Como está organizada a divisão geopolítica do Brasil em regiões, estados e municípios?	O Brasil está dividido geopoliticamente em 5 Regiões, 26 estados e 1 Distrito Federal, e 5.570 municípios (segundo dados do IBGE, 2016).
Universal	Quais órgãos compõem a administração pública direta no Brasil?	São os órgãos que fazem parte da estrutura principal do governo, sem personalidade jurídica própria, financiados diretamente pelo orçamento público, por exemplo os Ministérios, as Secretarias Estaduais e as Secretarias Municipais ().
Universal	Quais entidades fazem parte da administração pública indireta?	(Del 200) compreende as seguintes categorias de entidades, dotadas de personalidade jurídica própria: Autarquias – Criadas por lei para executar atividades típicas do Estado. Ex.: INSS, IBAMA. Fundações Públicas – Criadas para atividades de interesse social, como cultura e pesquisa. Ex.: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). As Empresas Públicas e as Sociedades de Economia Mista – Atuam em atividades econômicas estratégicas. Ex.: Correios (empresa pública) e Petrobras (sociedade de economia mista).
Universal	Quais são os principais órgãos responsáveis pela administração pública em nível federal, estadual e municipal?	A nível federal: Presidência da República, Ministérios, Congresso Nacional e Supremo Tribunal Federal; A nível estadual: Governo do Estado, Secretarias Estaduais, Assembleia Legislativa e Tribunais de Justiça dos Estados; A nível municipal: Prefeitura, Secretarias Municipais, Câmaras Municipais e os Tribunais de Contas dos Municípios.
Universal	O que são entes federados?	Entes federados são as entidades que compõem a federação, ou seja, são os órgãos ou unidades políticas que exercem a soberania dentro de um sistema federal.
Universal	Quais são os entes federados no Brasil?	Os entes federados do Brasil são a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios.
Universal	Qual é a diferença entre União, estados, municípios e Distrito Federal?	União: governo federal do Brasil, administra o país como um todo, tendo competências exclusivas, como a defesa nacional e a política externa (descritas no artigo 22 da CF) e competências compartilhadas com os estados e municípios, descritas no art. 23 e 24 da CF. Estados: unidades federativas com autonomia administrativa e legislativas, com atribuições concorrentes e complementares a da União, conforme descritas nos artigos art. 23 e 24 da CF, bem como no capítulo III, do título III da CF. Municípios: menores entes federados, com autonomia para administrar e legislar sobre assuntos locais. Tem suas atribuições definidas no art. 23 da CF e no capítulo IV do título III desta Lei. Tem por competências exclusivas como urbanismo, transporte público local e gestão de serviços públicos municipais. O Distrito Federal é uma unidade administrativa única que acumula competências de estado e município. É a sede da capital federal, que é Brasília. Descrita na CF, nos artigos 23 e 24, bem como no capítulo V, do Título III, seção I, etc.
Universal	O que é a administração pública direta?	Conforme o Del 200, se constitui dos serviços integrados na estrutura administrativa da Presidência da República e dos Ministérios.

3º) Identificação de uma lista prévia de termos gerais

a) Listar os termos relevante a serem representados a partir das questões de competência

A lista de termos usados na elaboração das questões de competência e suas respostas são relevantes para ajudar a identificar entidades ou classes e relações. Normalmente são relevantes o substantivos, verbos substantivados, adjetivos, verbos, locuções verbais.

Tentar identificar a frequência em que o termo aparece, não é obrigatório mas ajuda a perceber o quanto um termo é usado em um domínio de conhecimento.

ID	Termo	Frequência	ID	Termo	Frequência
1.	<i>municípios</i>	18	2.	<i>autonomia administrativa</i>	15
3.	<i>Estados</i>	15	4.	<i>União</i>	15
5.	<i>CF</i>	11	6.	<i>órgão</i>	11
7.	<i>administração direta</i>	10	8.	<i>Brasil</i>	10
9.	<i>lei</i>	10	10.	<i>municípios</i>	18

4º) Identificar fontes de aquisição de conhecimento sobre o domínio

a) Fontes e recursos de informação/conhecimento

Listar as fontes de conhecimento que serão usadas para adquirir conhecimento sobre o domínio que será representado. Exemplo: Livros, dicionários, tesouros, documentos de referência (normas, guias, protocolos, legislação, etc), experts do domínio, sistemas de informação, etc. Caso seja pessoas experts do domínio as fontes de informação, quem são eles (pode ser o papel ou a própria pessoa).

Documentos de referências:

Constituição Da República Federativa Do Brasil De 1988
Decreto-Lei Nº 200, De 25 De Fevereiro De 1967
Lei Nº 8.112, De 11 De Dezembro De 1990

Livros:

MATIAS-PEREIRA, José. **Administração pública**: foco nas instituições e ações governamentais / José Matias-Pereira. – 5. ed. rev. e atual. – São Paulo: Atlas, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788597016093>. Acesso em: 04 fev. 2025.

COSTIN, Claudia. **Administração Pública**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595152281>. Acesso em: 04 fev. 2025.

GIACOMELLI, Cinthia Louzada Ferreira... [et al.]. **Constituição e administração pública**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595023499>. Acesso em: 04 fev. 2025.

Tesouros:

Vocabulário controlado do governo eletrônico.
Vocabulário Controlado Básico da Rede Virtual de Bibliotecas

APÊNDICE B – Planilhas de Questões de Competência

Interação	Tipo	Questão de Competência	Resposta
1	Universal	Como as entidades públicas estão organizadas hierarquicamente no Brasil?	A nível federativo o Estado se articula na União, Estados e municípios e a nível administrativo, se organiza em administração direta e indireta.
1	Universal	Como está organizada a divisão geopolítica do Brasil em regiões, estados e municípios?	Segundo dados do IBGE (2016) O Brasil está dividido geopoliticamente em 5 Regiões, 26 estados e 1 Distrito Federal, e 5.570 municípios (segundo dados do IBGE, 2016).
1	Universal	Como os estados brasileiros são organizados em termos de competências administrativas e legislativas?	Cada estado brasileiro possui governo próprio, chefiado pelo governador e composto pelo vice-governador, as secretarias estaduais e demais órgãos e agências estaduais. Quanto ao Poder Legislativo, cada estado conta com assembleia legislativa. Os estados possuem competências exclusivas de estado, competências concorrentes às da União e competências suplementares, descritas na Constituição Federal, título III, capítulo II, Art. 23.
1	Universal	Quais órgãos compõem a administração pública direta no Brasil?	São os órgãos que fazem parte da estrutura principal do governo, sem personalidade jurídica própria, financiados diretamente pelo orçamento público, por exemplo os Ministérios, as Secretarias Estaduais e as Secretarias Municipais.
1	Universal	Quais entidades fazem parte da administração pública indireta?	Segundo o Decreto-Lei 200/1967: compreende as seguintes categorias de entidades, dotadas de personalidade jurídica própria: Autarquias – Criadas por lei para executar atividades típicas do Estado. Ex.: INSS, IBAMA. Fundações Públicas – Criadas para atividades de interesse social, como cultura e pesquisa. Ex.: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). As Empresas Públicas e as Sociedades de Economia Mista – Atuam em atividades econômicas estratégicas. Ex.: Correios (empresa pública) e Petrobras (sociedade de economia mista).
1	Universal	Quais são os principais órgãos responsáveis pela administração pública em nível federal, estadual e municipal?	A nível federal: Presidência da República, Ministérios, Congresso Nacional e Supremo Tribunal Federal; A nível estadual: Governo do Estado, Secretarias Estaduais, Assembleia Legislativa e Tribunais de Justiça dos Estados; A nível municipal: Prefeitura, Secretarias Municipais, Câmaras Municipais e os Tribunais de Contas dos Municípios.
1	Universal	O que são entes federados?	Entes federados são as entidades que compõem a federação, ou seja, são os órgãos ou unidades políticas que exercem a soberania dentro de um sistema federal.
1	Universal	Quais são os entes federados no Brasil?	Os entes federados do Brasil são a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios.
1	Universal	O que é a administração pública direta?	Segundo o Decreto-Lei 200/1967, se constitui dos serviços integrados na estrutura administrativa da Presidência da República e dos Ministérios.
1	Universal	O que é a administração pública indireta?	São entidades, dotadas de personalidade jurídica própria com maior autonomia administrativa e financeira. Conforme o Segundo o Decreto-Lei 200/1967: As entidades compreendidas na Administração Indireta vinculam-se ao Ministério em cuja área de competência estiver enquadrada sua principal atividade.

1	Universal	Quais são as diferenças entre órgãos, autarquias, fundações e empresas públicas?	Segundo o Decreto-Lei 200/1967: <i>Autarquia é o serviço autônomo, criado por lei, com personalidade jurídica, patrimônio e receita próprios, para executar atividades típicas da Administração Pública, que requeiram, para seu melhor funcionamento, gestão administrativa e financeira descentralizada.</i> <i>Fundações: a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, criada em virtude de autorização legislativa, para o desenvolvimento de atividades que não exijam execução por órgãos ou entidades de direito público, com autonomia administrativa, patrimônio próprio gerido pelos respectivos órgãos de direção, e funcionamento custeado por recursos da União e de outras fontes.</i> <i>Empresas públicas é a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, com patrimônio próprio e capital exclusivo da União, criado por lei para a exploração de atividade econômica que o Governo seja levado a exercer por força de contingência ou de conveniência administrativa podendo revestir-se de qualquer das formas admitidas em direito.</i> <i>Sociedade de Economia Mista é a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, criada por lei para a exploração de atividade econômica, sob a forma de sociedade anônima, cujas ações com direito a voto pertençam em sua maioria à União ou a entidade da Administração Indireta.</i>
1	Universal	Quais são as principais características dos(as) órgãos, autarquias, fundações e empresas públicas?	Órgãos são unidades da administração direta e que pertencem a estrutura organizacional da União, estados, município ou Distrito Federal, não possuem personalidade jurídica própria e desempenham funções normativas, administrativas, executivas em conformidade as políticas estabelecidas pelo governo. Segundo o Decreto-Lei 200/1967: <i>Autarquia é o serviço autônomo, criado por lei, com personalidade jurídica, patrimônio e receita próprios, para executar atividades típicas da Administração Pública, que requeiram, para seu melhor funcionamento, gestão administrativa e financeira descentralizada.</i> <i>Fundações: a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, criada em virtude de autorização legislativa, para o desenvolvimento de atividades que não exijam execução por órgãos ou entidades de direito público, com autonomia administrativa, patrimônio próprio gerido pelos respectivos órgãos de direção, e funcionamento custeado por recursos da União e de outras fontes.</i> <i>Empresas públicas é a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, com patrimônio próprio e capital exclusivo da União, criado por lei para a exploração de atividade econômica que o Governo seja levado a exercer por força de contingência ou de conveniência administrativa podendo revestir-se de qualquer das formas admitidas em direito.</i> <i>Sociedade de Economia Mista é a entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, criada por lei para a exploração de atividade econômica, sob a forma de sociedade anônima, cujas ações com direito a voto pertençam em sua maioria à União ou a entidade da Administração Indireta.</i>

1	Universal	Qual é a diferença entre administração pública direta e indireta?	A administração pública direta é composta pelos órgãos que compõem a estrutura organizacional da união, não possuindo autonomia financeira e administrativa, já as entidades da administração pública indireta possuem personalidade jurídica própria, por isso tem autonomia financeira e administrativa, apesar de estarem ligadas a algum ministério, prestam serviços específicos e especializados. Os serviços da administração pública direta são entendidos como mais bem desempenhados em uma estrutura centralizada, enquanto os serviços da administração indireta, são descentralizados.
1	Universal	Quais entidades descentralizadas compõem a administração pública indireta em nível municipal?	Autoridades municipais, sociedades de economia mista municipais, empresas públicas municipais e fundações municipais.
1	Universal	Quais são os critérios para criar uma autarquia no Brasil?	Segundo a CF, somente por lei específica poderá ser criada autarquia.
1	Universal	Quais são as funções típicas dos órgãos da administração direta?	Funções normativas como elaboração de políticas públicas e criação de regulamentos e normas. Funções administrativas como gestão de recursos públicos, contratação de servidores, manutenção da infraestrutura. Funções executivas, como implementação das políticas públicas, prestação de serviços públicos e a fiscalização e o controle de atividades administrativas. Possuem também funções de planejamento, como planejamento estratégico e funções de representação institucional e a comunicação com a sociedade.
1	Universal	Quais são os principais tipos de entidades da Administração Pública e como elas se relacionam hierarquicamente?	Administração Direta: Quem compõe: O chefe do Executivo (Presidente, Governador ou Prefeito) é a autoridade máxima. Os Ministérios ou secretarias principais, que coordenam as políticas públicas e definem as diretrizes gerais vem imediatamente subordinadas à presidência da República, Governadoria ou prefeitura. Dentro desses órgãos, existem secretarias, departamentos, diretorias e outros setores que organizam a execução das políticas públicas. Hierarquia: Estrutura vertical comandada diretamente pelo chefe do Executivo. Administração Indireta: Quem compõe: Entidades com personalidade jurídica própria (autarquias, fundações públicas, empresas públicas, sociedades de economia mista). Hierarquia: Embora possuam autonomia administrativa e financeira, estão vinculadas e controladas pelo Poder Executivo, geralmente por meio de ministérios ou secretarias correspondentes. Assim, o Estado exerce controle por meio de normativas, designação de dirigentes e mecanismos de auditoria e prestação de contas, garantindo que as entidades da administração indireta cumpram os objetivos estabelecidos pela política pública.
seguintes	Universal	Quais competências são compartilhadas entre União, estados e municípios?	As competências compartilhadas entre União, estados e municípios constam na Constituição Federal, título III, capítulo II, Art. 23.
seguintes	Universal	Quais são as responsabilidades exclusivas da União na Administração Pública Brasileira?	As competências exclusivas da União constam na Constituição Federal, título III, capítulo II, Art. 22.

seguintes	Universal	Qual é a diferença entre União, estados, municípios e Distrito Federal?	<i>União: governo federal do Brasil, administra o país como um todo, tendo competências exclusivas, como a defesa nacional e a política externa (descritas no artigo 22 da CF) e competências compartilhadas com os estados e municípios, descritas no art. 23 e 24 da CF.</i> <i>Estados: unidades federativas com autonomia administrativa e legislativas, com atribuições concorrentes e complementares a da União, conforme descritas nos artigos art. 23 e 24 da CF, bem como no capítulo III, do título III da CF.</i> <i>Municípios: menores entes federados, com autonomia para administrar e legislar sobre assuntos locais. Tem suas atribuições definidas no art. 23 da CF e no capítulo IV do título III desta Lei. Tem por competências exclusivas como urbanismo, transporte público local e gestão de serviços públicos municipais.</i> <i>O Distrito Federal é uma unidade administrativa única que acumula competências de estado e município. É a sede da capital federal, que é Brasília. Descrita na CF, nos artigos 23 e 24, bem como no capítulo V, do Título III, seção I, etc.</i>
seguintes	Universal	O que caracteriza as regiões metropolitanas no Brasil?	<i>São áreas formadas por agrupamento de municípios independentes e geograficamente próximos com o objetivo de promover a cooperação e o desenvolvimento regional integrado. São estabelecidas por lei estadual. Estes municípios têm interdependência econômica e social e visam o planejamento e a gestão integrada entre os municípios. Exemplos são as regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.</i>
seguintes	Universal	O que são microrregiões e mesorregiões, e qual é sua relevância administrativa?	<i>São subdivisões territoriais estabelecidas pelo IBGE com fins estatísticos e de planejamento, pois facilitam a análise sociodemográfica, econômica que auxiliam o planejamento de políticas públicas. Microrregiões são agrupamentos de municípios vizinhos com características socioeconômicas semelhantes.</i> <i>Mesorregiões são agrupamentos de microrregiões com características geográficas e sociodemográficas semelhantes.</i>
seguintes	Universal	Quais são os mecanismos de controle interno aplicáveis à administração direta e indireta?	<i>O controle interno visa assegurar a legalidade, eficiência, transparência e a boa gestão dos recursos públicos. Art. 74 da CF 88; Lei nº 10.180/2001 – Controle Interno da União; Lei nº 8.666/1993 – Licitações e Contratos; Decreto nº 3.591/2000 – Sistema de Controle Interno da Administração Pública Federal; Lei nº 13.303/2016 – Estatuto das Estatais;</i>
seguintes	Universal	Quais são as entidades governamentais existentes e como estão hierarquicamente organizadas?	<i>São instituições criadas ou mantidas pelo poder público com o objetivo de organizar, gerir e executar funções e políticas de interesse coletivo. São os diversos órgãos, instituições e organizações que formam a máquina administrativa do Estado e que, de forma direta ou indireta, atuam na implementação das políticas públicas, na prestação de serviços e na regulação de atividades, contribuindo para a promoção do bem-estar coletivo e a manutenção da ordem pública.</i> <i>No Poder Executivo, o chefe do Executivo é a autoridade máxima, com a incumbência de coordenar tanto a administração direta quanto a indireta. Os órgãos e ministérios se organizam de forma hierárquica, com secretarias e departamentos subordinados aos ministérios. As entidades da administração indireta, embora tenham autonomia técnica e administrativa, estão vinculadas ao Executivo e devem obedecer aos direcionamentos das políticas públicas definidas pelos órgãos superiores.</i>

seguintes	Universal	Como os diferentes órgãos, cargos e funções públicas estão organizados e quais relações formais existem entre eles?	A estrutura de cargos públicos no Brasil é hierárquica e baseada em carreiras específicas, com cargos de diferentes níveis de responsabilidades e especialidades. Cargos Comissionados: São cargos de confiança, de livre nomeação e exoneração, que podem ser ocupados por servidores públicos ou por cidadãos sem vínculo com o serviço público. Esses cargos são usualmente encontrados em órgãos da administração direta, como ministérios e secretarias. Cargos Efetivos: São os cargos que exigem aprovação em concurso público. Os servidores ocupam esses cargos por meio de ingresso por concurso e são regidos por regimes jurídicos próprios. Em geral, essas funções são associadas a carreiras no Executivo, Legislativo e Judiciário. Existem ainda os cargos temporários. Os órgãos são regulados por uma hierarquia funcional: Os órgãos superiores, como o presidente da República, ministros, governadores e prefeitos, são responsáveis pela definição de políticas públicas e pela execução do governo. Os órgãos subordinados são responsáveis pela execução direta das ações, como autarquias e fundações. Em situações de competência compartilhada, os diferentes níveis de governo cooperam ou se coordenam por meio de convênios, contratos e consórcios intermunicipais.
seguintes	Universal	Quais são os processos administrativos e como eles estão formalmente definidos na legislação brasileira?	Os processos administrativos podem ser classificados de acordo com o seu objeto e a sua natureza, mas essa classificação é arbitrária, sendo feita por autores da área de Administração Pública. Mas alguns exemplos incluem: Processo Administrativo Sancionador: Tem como objetivo apurar infrações cometidas por pessoas ou entidades em relação à legislação vigente, como em casos de multas e sanções. Processo Administrativo Disciplinar (PAD): Destinado a apurar a conduta de servidores públicos em caso de infração administrativa. Ele pode resultar em advertência, suspensão ou até demissão do servidor. Processo Administrativo de Licitação: Relacionado ao procedimento de licitação e contratação pública, visando a formalização de acordos entre o poder público e fornecedores de bens ou serviços. Processo Administrativo de Recurso: Trata de recursos administrativos interpostos por interessados que discordam das decisões e buscam a revisão de atos administrativos. Entre outros.
	Universal	Quais são as subdivisões administrativas utilizadas dentro dos municípios, como distritos e bairros?	As subdivisões administrativas são os distritos, os bairros, os subdistritos, as regiões administrativas, as zonas, as vilas e os setores.
	Universal	Quais são as principais características e funções das regiões administrativas no Brasil?	São subdivisões de municípios, criadas para facilitar a gestão e prestação dos serviços públicos. Possuem autonomia administrativa, mas são subordinadas ao município. As RAs promovem a participação popular <u>através por meio de</u> de conselhos e reuniões comunitárias. O Distrito Federal, ao possuir características e funções de estado e município, é dividido em regiões administrativas com administrações regionais próprias.
	Universal	Como os territórios federais diferem dos estados e municípios no Brasil?	Os territórios federais integram a União, sendo diretamente administrados por ela, por isso não possuem a mesma autonomia dos estados, nem política, nem legislativa. Os territórios federais possuem administração nomeada pela União, as leis aplicáveis e eles são definidas no Congresso Nacional e governo federal e sua representação política no Congresso Nacional é limitada em comparação aos estados.

	Universal	O que são regiões administrativas e qual é sua função?	São subdivisões de municípios, criadas para facilitar a gestão e prestação dos serviços públicos. Possuem autonomia administrativa, mas são subordinadas ao município. As RAs promovem a participação popular através <u>por meio de</u> de conselhos e reuniões comunitárias.
--	-----------	--	---

APÊNDICE C – Documento de Especificação de Arquitetura

Documento de Especificação da Arquitetura		
Nome da Ontologia		Ontologia do Governo e da Administração Pública Brasileira
1	Ontologia de alto nível para extensão	Basic Formal Ontology versão 2.0 – (Com tradução para Português)
2	Espaço de nomes (namespace)	https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/
	PREFIXO ou ID	ONTOGOVBR
	IRI da Ontologia	https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ontogov.owl
	PURL padrão (base)	https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr
	IRI de Versionamento	<a href="https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/<nº da versão>">https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/<nº da versão>
	Identificador local dos elementos	- Para termos gerais: DE: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_00000000 ATÉ: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_89999999 Exemplo: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_00000001 - Para indivíduos ou particulares: DE: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_90000000 ATÉ: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_99999999 Exemplo: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_90000001
3	Site do projeto da ontologia	https://github.com/FernandaFarinelli/TCC_UnB/tree/main/ontologias/ontogovbr
Sistemas de controle de versão		
4	Repositório de desenvolvimento	https://github.com/FernandaFarinelli/TCC_UnB/tree/main/ontologias/ontogovbr
	Rastreamento de solicitações (Tracker)	https://github.com/FernandaFarinelli/TCC_UnB/issues
5	Ferramentas de desenvolvimento	Protégé version 5.6.3 incluindo o plugin MIREOT. Outras ferramentas de apoio são: Ontobee, Ontofox e ROBOT.
6	Linguagem de codificação	OWL 2 Web Ontology Language, Salvamento no formato RDF/XML
7	Idioma padrão para os elementos criados na ontologia	Português

8	Idioma alternativo para elementos importados de outras ontologia	Português
9	Licença	Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) ¹
10	Política de Versionamento da ontologia	
	- A ontologia OntoGovBR seguirá a política de versionamento baseada no <i>Semantic Versioning</i>² (SemVer), utilizando a estrutura <i>MAJOR.MINOR.PATCH</i>, onde <i>MAJOR</i> indica alterações incompatíveis com versões anteriores, <i>MINOR</i> representa adição de novas funcionalidades mantendo compatibilidade, e <i>PATCH</i> corresponde a correções menores; todas as versões serão documentadas com metadados específicos, rastreadas por sistemas de controle de versão como Git, e publicadas em repositórios públicos para garantir transparência, colaboração e governança eficiente. - Exemplo: https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0	
11	Documentação mínima da ontologia (Anotações)	
	- Para cada novo elemento criado: - Nome do desenvolvedor, data de criação do elemento, rótulos (nomes) em inglês e português, definições claras em ambos os idiomas. - Para elementos reutilizados de outras ontologias é necessário registrar de onde eles foram importados (ontologia fonte).	
12	Informações adicionais	
	- A ontologia deve seguir os princípios do OBO Foundry. - A ontologia deve reutilizar outras ontologias sempre que possível. - A ontologia deve priorizar o uso de ferramentas de código aberto. - A ontologia deve usar a estratégia de modularização para promover a flexibilidade de reutilização de módulos temáticos. - As ontologias reutilizadas na OntoGovBR são, em sua maioria, originalmente definidas em inglês. Para garantir a adequação ao contexto brasileiro, esses elementos serão adaptados por meio do processo de localização da ontologia, que envolve a tradução e ajuste semântico dos termos para português, preservando sua coerência e alinhamento com as normas e padrões adotados no Brasil.	

¹ Este material está licenciado sob a Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0). De acordo com os termos desta licença, é permitida a reprodução, distribuição e adaptação da obra, desde que seja atribuída a devida autoria ao criador original. No entanto, é vedado o uso comercial do conteúdo sem autorização expressa do titular dos direitos. Para mais informações, consulte o texto integral da licença disponível em: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

² Disponível em semver.org - Acesso em 02/12/2024.

APÊNDICE D – Política de Versionamento

Política de Versionamento da Ontologia OntoGovBR

Autores: Fernanda Farinelli e Sara Maciel Soares

Data: 01/02/2025

1. Objetivo

Esta política define diretrizes para o versionamento da ontologia **OntoGovBR**, garantindo controle, rastreabilidade e transparência das modificações, facilitando a manutenção e a colaboração.

2. Estrutura de Versionamento

A ontologia OntoGovBR adota o **Semantic Versioning (SemVer)** com a estrutura **MAJOR.MINOR.PATCH**, conforme descrito abaixo:

- **MAJOR:** Alterações significativas ou incompatíveis com versões anteriores, como mudanças estruturais em classes, propriedades e remoção de elementos existentes.
- **MINOR:** Inclusão de novas funcionalidades mantendo a compatibilidade com versões anteriores, como novas classes, relações e anotações.
- **PATCH:** Correções de erros e ajustes menores que não afetam a estrutura da ontologia, como melhorias na documentação e ajustes em definições.

3. Rastreabilidade e Controle de Versão

- Todas as versões da ontologia devem incluir metadados específicos para rastreamento de versão, conforme definido nesta política.
- O histórico de versões será documentado e disponibilizado em um **repositório público** (GitHub) para garantir acesso e transparência.
- A ontologia será gerenciada com **sistemas de controle de versão** como Git, possibilitando rastreamento detalhado de mudanças e reverter atualizações quando necessário.

4. Registro e Publicação de Versões

- Cada nova versão da OntoGovBR será identificada seguindo o padrão **vX.Y.Z** (ex.: v1.2.3).

- O lançamento de uma nova versão exigirá uma documentação clara das mudanças, incluindo justificativas e impactos esperados.
- As versões oficiais serão publicadas em um repositório público e comunicadas à comunidade usuária da ontologia.

5. Exemplo de Versionamento

- Para a **primeira versão oficial** da OntoGovBR, a numeração adotada será **v1.0.0**. O IRI correspondente será:
 - **IRI da versão:** <https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0>
- Se uma nova versão for lançada posteriormente, como **v1.1.0**, o IRI correspondente será:
 - **IRI da versão:** <https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.1.0>

6. Metadados Mínimos para Versionamento

Para garantir rastreabilidade e padronização, a OntoGovBR adotará o mínimo de metadados para a ontologia e seus elementos:

6.1. Metadados da Ontologia

Lista de metadados de versionamento obrigatórios.

Nome do metadado	Descrição	Anotação ¹
Identificador de Versão	Número ou código que identifica de forma única uma versão específica da ontologia.	owl:versionInfo Ex: v1.1.0
Data de disponibilização	Data que a versão foi oficialmente lançada ou disponibilizada para seus usuários.	dc:date Ex: 2025-02-28
IRI da Versão Atual	Um IRI que identifica a versão em uso.	owl:versionIRI
Identificador de Versão anterior	Número ou código que identifica a versão anterior da ontologia.	owl:priorVersion Ex: v1.0.0
IRI da Versão Anterior	Um IRI da versão imediata anterior da ontologia, permitindo rastrear a evolução e as alterações entre versões consecutivas.	owl:priorVersion
Notas de Lançamento	Documentos que detalham as mudanças mais significativas e as novas funcionalidades introduzidas na versão.	rdfs:comment
Log de Alterações (Changelog)	Registro das mudanças feitas em cada versão, incluindo adições, modificações e exclusões de classes, propriedades e axiomas.	skos:historyNote

¹ Para esta coluna foram considerados os prefixos listados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** além dos seguintes:

owl = <http://www.w3.org/2002/07/owl>

IRI da Nova Versão na versão substituída	Identifica em uma versão anterior a nova versão substituída que a substituiu.	dcterms:isReplacedBy
---	---	----------------------

Exemplo:

```
<owl:versionIRI rdf:resource="https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0"/>
<dc:date rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date">2025-02-28</dc:date>
<rdfs:comment xml:lang="pt-br">Primeira versão oficial da OntoGovBR.</rdfs:comment>
<owl:versionInfo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI">
  https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/versao/1.0.0
</owl:versionInfo>
<owl:versionInfo>v1.0.0</owl:versionInfo>
<skos:historyNote xml:lang="pt-br">Versão inicial com estrutura básica da ontologia.</skos:historyNote>
```

6.2. Metadados de versionamento dos Elementos da Ontologia

Apenas quando o elemento sobre alguma alteração no elemento que não seja a exclusão dele:

Lista de metadados de versionamento obrigatórios.

Nome do metadado	Descrição	Anotação ²
Registro de Decisões (se necessário)	Documentação das decisões tomadas durante o processo de atualização, incluindo alternativas consideradas e razões para escolhas específicas.	rdfs:comment
Log de Alterações (Changelog)	Registro das mudanças feitas em cada versão, incluindo adições, modificações e exclusões de classes, propriedades e axiomas.	skos:historyNote
Data de modificação do recurso	Data em que o recurso foi alterado.	dcterms:modified

7. Política de Obsolescência

A obsolescência de elementos da OntoGovBR seguirá os princípios estabelecidos pela **OBO Foundry**, garantindo notificação prévia e tempo adequado para adaptação dos usuários.

7.1 Procedimentos para Obsolescência de Elementos

1. **Anúncio Prévio:** A exclusão de um elemento deve ser anunciada **com pelo menos 7 dias de antecedência** através dos seguintes canais:
 - GitHub Issues no repositório da OntoGovBR.
 - Lista de e-mails de usuários da ontologia.
 - Redes sociais ou portais relacionados à ontologia.

² Para esta coluna foram considerados os prefixos listados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** além dos seguintes:

owl = <http://www.w3.org/2002/07/owl>

- Notas de pré-lançamento no GitHub.

2. Marcação como Obsoleto: Em vez de remover imediatamente, o elemento deve ser **marcado como obsoleto** com as seguintes anotações:

- Alteração do `rdfs:label` para `obsolete_<label anterior>`.
- Inclusão da propriedade `owl:deprecated` "`true`"^^`xsd:boolean`.
- Inclusão de um comentário explicando a obsolescência `rdfs:comment`.
- Indicação de um substituto (se aplicável) usando `dcterms:replaces`.
- Registro da data de modificação `dcterms:modified`.

Exemplo:

```
<!-- https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_00000000 -->
<owl:Class rdf:about="https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_00000000">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000001"/>
  <dc:contributor rdf:resource="https://orcid.org/0000-0003-2338-8872"/>
  <dc:date rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">2025-01-02</dc:date>
  <owl:deprecated rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">true</owl:deprecated>
  <rdfs:label xml:lang="pt">obsolete Recurso Administrativo</rdfs:label>
  <dcterms:modified rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date">2025-02-02</dcterms:modified>
  <dcterms:replaces rdf:resource="https://ontologia.ibict.br/ontologias/ontogovbr/ONTOGOVBR_00000001"/>
</owl:Class>
```

3. Remoção na Próxima Versão: Após um ciclo de versão, o elemento será **removido completamente** da ontologia na próxima versão oficial.

8. Considerações Finais

Esta política deve ser revisada periodicamente para garantir que continue alinhada às boas práticas de governança e interoperabilidade de ontologias.

APÊNDICE E – Planilhas de Preparação Conceitual de Termos

1. Planilha E1: Lista de termos

Planilha 1: Levantamento inicial de termos Os termos devem ser normalizados (singular)

Obrigatório	Opcional		
Termo	Classes	Relacionamentos	Indivíduos
Administração Pública	X		
administração pública direta	X		
administração pública indireta	X		
artigo de lei	X		
atividade econômica	X		
atividade típica do Estado	X		
autarquia	X		
autonomia administrativa	X		
autonomia financeira	X		
autonomia legislativa	X		
Brasil	X		
capítulo de lei	X		
agente público	X		
carreira pública	X		
competência compartilhada entre União, estados e municípios	X		
competência concorrente concorrentes às da União	X		
competência exclusiva da união	X		
competências suplementares às da União	X		
Congresso Nacional			X
Constituição Federal de 1988			X
decreto 200 (decreto-lei)			X
Distrito Federal			X
empresa pública	X		
ente federado	X		
Presidência da República	X		
entidade da administração direta	X		
entidade da administração indireta	X		
governadoria	X		
estado	X		
estrutura administrativa	X		
financiamento	X		
fundação pública	X		
gestão de serviços públicos	X		
governo	X		

lei	X		
Ministério	X		
município	X		
órgão	X		
patrimônio	X		
personalidade jurídica própria	X		
pessoa jurídica de direito privado	X		
pessoa jurídica de direito público	X		
planejamento	X		
prestação de serviços públicos	X		
Competências exclusivas do município	X		
secretaria estadual	X		
serviços públicos	X		
sociedade de economia mista	X		
território federal	X		
título de lei	X		
União	X		
prefeitura			

Fonte: Da autora (2025).

2. Planilha E2: Hierarquia de termos

Planilha 2: Hierarquia de termos

Para cada termo do nível 1, determinar qual seria a classe da BFO que ele deve estar vinculado

Termo geral da BFO 2.0 e de outras ontologias em reuso	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
objeto agregado	governo (CCO)			
	Pessoa Jurídica = entidade**	Pessoa jurídica de direito público	ente federado	União
				estado
				município
				Distrito Federal
			entidade pública de direito público	autarquia
				fundação pública
				território

				federal
		Pessoa jurídica de direito privado	entidade pública de direito privado	sociedade de economia mista empresa pública
	Órgão	órgão da administração pública direta	Ministério	
			secretaria estadual	
			secretaria municipal	
			Presidência da República	
			Governadoria	
			Prefeitura	
lugar	País	Brasil		
entidade de conteúdo de informação	lei	decreto legislativo	Decreto-lei n. 200, de 25 de fevereiro de 1967	
		Constituição Federal de 1988		
parte do documento	Parte de lei	artigo de lei		
		capítulo de lei		
		título de lei		
		seção de lei		
qualidade	autonomia financeira			
	autonomia administrativa			
	autonomia legislativa			
	personalidade jurídica própria			
processo	atividade econômica			
	atividade típica de Estado			
	carreira pública			
	Administração Pública	Administração pública direta		
		Administração pública indireta		
	planejamento			
processo planejado	gestão de serviços públicos			
	prestação de serviços públicos			
	financiamento			
	serviço público			

 Pessoa	agente público			
 função	competência compartilhada entre União, estados e municípios			
	competência concorrente concorrentes às da União			
	competência exclusiva da união			
	competências suplementares às da União			
 entidade de conteúdo de informação	estrutura administrativa			

Fonte: Da autora (2025).

3. Planilha E3: Parte da planilha Sentenças

Planilha 3: Construção de sentenças de relações

A coluna Predicado já tem a lista de relações do modelo base, caso não encontre uma relação apropriada, você pode sobrepor com o nome que acha conveniente.

Sujeito	Predicado	Objeto
município	'tem função'	administração pública
município	'tem função'	competência compartilhada entre União, estados e municípios
município	'tem parte'	região administrativa
município	'tem função'	prestação de serviços públicos
município	'tem função'	gestão de serviços públicos
município	'tem característica'	autonomia administrativa
município	'tem característica'	autonomia legislativa
competência compartilhada entre União, estados e municípios	'função de'	município
região administrativa	'parte de'	município
prestação de serviços públicos	'função de'	município
gestão de serviços públicos	'função de'	município
autonomia administrativa	'característica de'	município
autonomia legislativa	'característica de'	município
estado	'tem função'	administração pública
estado	'tem função'	competência compartilhada entre União, estados e municípios
estado	'tem função'	competência concorrente concorrentes

		às da União
estado	'tem função'	competências suplementares às da União
estado	'tem parte'	município
estado	'tem função'	prestação de serviços públicos
estado	'tem função'	gestão de serviços públicos
estado	'tem característica'	autonomia administrativa
estado	'tem característica'	autonomia legislativa
competência compartilhada entre União, estados e municípios	'função de'	estado
competência concorrente concorrentes às da União	'função de'	estado
competências suplementares às da União	'função de'	estado
município	'parte de'	estado
prestação de serviços públicos	'função de'	estado
gestão de serviços públicos	'função de'	estado
autonomia administrativa	'característica de'	estado
autonomia legislativa	'característica de'	estado

Fonte: Da autora (2025).

4. Planilha E4: Glossário

Planilha 4: Glossário preliminar
Caso exista, para cada termo indicar o sinonimo, antonimo e a sigla

Termo (Preferido)	Sinónimo(s)	Antónimo(s)	Sigla
Administração Pública			
administração pública direta			
administração pública indireta			
artigo de lei			
atividade econômica			
atividade típica do Estado	atividades típicas da administração pública		
autarquia			
autonomia administrativa	governo próprio		
autonomia financeira	receita própria		
autonomia legislativa			
Brasil		-	
capítulo de lei			
agente público			
carreira pública			

competência compartilhada entre União, estados e municípios			
competência concorrente concorrentes às da União			
competência exclusiva da união			
competências suplementares às da União	competências complementares às da União		
Congresso Nacional			
Constituição Federal de 1988			CF 88
decreto 200 (decreto-lei)			DEL 200
Distrito Federal			DF
empresa pública			
ente federado	unidade federativa		
Presidência da República			
entidade da administração direta			
entidade da administração indireta			
governadoria			
estado			
estrutura administrativa	estrutura organizacional		
financiamento			
fundação pública			
gestão de serviços públicos			
governo			
lei	legislação		
Ministério			
município			
órgão			
patrimônio			
personalidade jurídica própria			
pessoa jurídica de direito privado			
pessoa jurídica de direito público			
planejamento			
prestação de serviços públicos			
Competências exclusivas do município			
secretaria estadual			
serviços públicos			
sociedade de economia mista			
território federal			

título de lei			
União			
prefeitura			

Fonte: Da autora (2025).

5. Planilha E5: Detalhe da planilha *Tradução*

Planilha 5: Indicar o termo em inglês para ser usado na busca por ontologias para reuso

Termo Preferido (pt-BR)	Termo Traduzido (en)
autonomia administrativa	administrative autonomy
estrutura administrativa	administrative structure
órgão	agency
artigo de lei	article, clause of law
patrimônio	assets
autarquia	autarchy / autonomous agency
Brasil	Brazil
capítulo de lei	chapter of law
entidade	entity
Constituição Federal de 1988	Federal Constitution of 1988
Distrito Federal	Federal District
autonomia financeira	financial autonomy
financiamento	financing , funding
governo	government
lei	law
Ministério	Ministry
município	municipality
planejamento	planning
Administração Pública	Public Administration
agente público	public agent
carreira pública	public career
empresa pública	public company
fundação pública	public foundation
prestação de serviços públicos	public service provision
serviços públicos	public services
gestão de serviços públicos	public services management
estado	state
secretaria estadual	state department
título de lei	Title of law

Fonte: Da autora (2025).